



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

(21) **PI0709782-4 A2**

(22) Data de Depósito: 12/04/2007
(43) Data da Publicação: 26/07/2011
(RPI 2116)



(51) *Int.Cl.:*

B29C 70/54 2006.01
B29C 65/56 2006.01
B64C 3/18 2006.01
F16S 1/10 2006.01
F16B 43/02 2006.01

(54) Título: **APARELHO PARA, E MÉTODO DE INIBIR DESLAMINAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 09/05/2006 GB 06 09166.4

(73) Titular(es): Airbus UK Limited

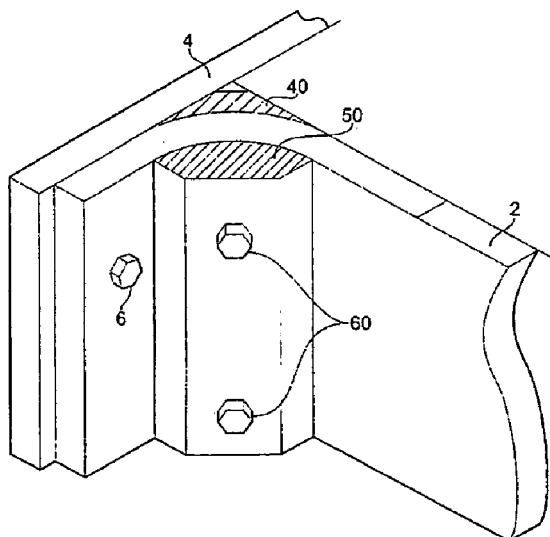
(72) Inventor(es): Christopher Gordon Thomas Payne

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

(86) Pedido Internacional: PCT GB2007001335 de 12/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/128997 de 15/11/2007

(57) Resumo: APARELHO PARA, E MÉTODO DE INIBIR DESLAMINAÇÃO presente invenção refere-se a um aparelho de compressão para comprimir uma região encurvada de um elemento laminado (2) que tem uma primeira região superficial que segue um primeiro trajeto encurvado e uma segunda região superficial oposta à primeira região superficial, que segue um segundo trajeto encurvado, no qual um primeiro elemento de compressão (40) é colocado contra a primeira região superficial e forçado no sentido de um segundo elemento de compressão (50) colocado contra a segunda região superficial.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**APARELHO PARA, E MÉTODO DE INIBIR DESLAMINAÇÃO**".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um aparelho para, e método de comprimir uma região encurvada de um elemento ou estrutura laminada, de modo a proteger o elemento ou estrutura contra deslaminação.

Antecedente da Invenção

10 Laminados reforçados com fibra oferecem vantagens consideráveis em termos de rigidez e durabilidade quando comparados a diversos materiais metálicos existentes. Como tal eles descobriram utilização amplamente espalhada em diversas indústrias e, de maneira notável, dentro da fabricação de aeronaves, onde o peso da estrutura é de importância crítica. Existem, contudo, diversas dificuldades ao projetar componentes de laminados reforçados com fibra. Uma consideração predominante de projeto se origina
15 no fato que, dentro de um produto final, muito do desempenho de suporte de carga é derivado do alinhamento das fibras dentro da estrutura. Em geral, as estruturas são projetadas de tal modo que as cargas primárias a serem suportadas pelas estruturas atuam em uma direção longitudinal de camadas de fibras.

20 Uma estrutura laminada é genericamente constituída acumulando uma camada de fibras sobre camadas precedentes de fibras. Dentro de cada camada de fibra todas as fibras correm na mesma direção. Isto quer dizer que cada camada não é uma tessitura de fibras de trama e urdidura, uma vez que isto coloca necessariamente uma ruga nas fibras, o que reduz
25 sua capacidade de resistir a cargas de compressão. Camadas alternadas são depositadas em diferentes direções, genericamente a 90° com uma outra, para produzir um componente. Contudo, caso se considere, para simplicidade, um painel plano constituído de tais camadas de material laminado, pode ser visto que o painel pode ser feito relativamente forte em relação a
30 forças que atuam no plano do painel, porém não há fibras correndo perpendiculares ao plano do painel. Portanto, o painel poderia ser relativamente fraco em resposta à tensão que busca separar as camadas do painel uma

da outra. Esta limitação, de modo geral não é significativo ao considerar a construção de elementos planos, porém se torna mais significativa quando um elemento laminado tem uma curva formada nele.

Sumário da Invenção

5 De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção é fornecido um aparelho de compressão para comprimir uma região encurvada de um elemento laminado que tem uma primeira região superficial que segue um primeiro trajeto encurvado, e uma segunda região superficial que segue um segundo trajeto encurvado oposto à primeira região superficial, no
10 qual um primeiro elemento de completação é colocado contra a primeira região superficial e forçado no sentido de um segundo elemento de compressão colocado contra a segunda região superficial.

Assim é possível prender uma região encurvada de um elemento laminado entre primeiro e segundo elementos de compressão, que atuam
15 efetivamente como mandíbulas de um grampo, de modo a assegurar que as fibras na porção encurvada do elemento laminado estão sempre mantidas em compressão com relação a uma camada adjacente de fibras para cargas menores do que uma carga máxima predeterminada.

Tipicamente a região encurvada do elemento laminado é definida de modo a formar uma interface entre uma parede do elemento e um
20 flange de tal modo que o elemento laminado pode ser preso a um elemento adjacente. A região encurvada pode formar uma superfície cilíndrica parcial que pode se estender por alguma distância considerável. De maneira vantajosa, os primeiro e segundo elementos de compressão são elementos alongados de tal modo que um ou mais elementos podem ser colocados contra
25 cada uma das primeira e segunda regiões superficiais para proteger a região encurvada do elemento laminado sobre uma porção substancial, e preferivelmente todo o seu comprimento.

De maneira vantajosa, no mínimo um fixador se estende em tensão entre os primeiro e segundo elementos de compressão de modo a forçá-
30 los no sentido um do outro e com isto prender a região encurvada do elemento laminado entre eles.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção é fornecida uma combinação de um elemento laminado que tem uma porção encurvada; e aparelho de compressão de acordo com o primeiro aspecto da invenção, para comprimir a porção encurvada do elemento laminado.

5 A combinação pode ainda compreender um segundo elemento que pode ser unido ao elemento laminado por meio de um fixador tal como um parafuso, prisioneiro, rebite ou adesivo. Tipicamente o elemento laminado tem um flange que pode ser unido ao segundo elemento. Preferivelmente o flange é adaptado para se situar substancialmente paralelo a uma superfície do segundo elemento.

Tipicamente a porção encurvada tem uma face côncava sobre um primeiro lado do elemento laminado, e uma face convexa em um segundo lado do elemento laminado, e o segundo elemento é adaptado para ser unido ao elemento laminado em seu segundo lado.

15 De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção é fornecido um método de proteger uma região encurvada de um elemento laminado contra deslaminagem, o método compreendendo colocar um primeiro elemento contra uma primeira superfície da região encurvada e colocar um segundo elemento contra uma segunda superfície da região encurvada, dit

20 tas primeira e segunda superfícies estando em lados opostos da região encurvada e forçando juntos o primeiro e o segundo elementos, de modo a colocar a região encurvada entre eles sob compressão.

Breve Descrição dos Desenhos

25 A presente invenção será ainda descrita a guisa de exemplo, apenas com referências aos desenhos que acompanham, nos quais:

a figura 1 ilustra, de maneira esquemática, como forças que atuam dentro do plano em um primeiro elemento laminado podem dar origem a forças de deslaminagem em uma região encurvada daquele elemento;

a figura 2 mostra uma solução da técnica precedente.

30 a figura 3 é uma vista em planta de um aparelho de compressão que constitui uma modalidade da presente invenção; e

a figura 4 é uma vista em perspectiva que mostra o aparelho da

figura 3 em utilização, de modo a facilitar a junção de uma longarina de asa a uma superfície de asa.

Descrição de Modalidades Preferenciais da Presente Invenção

A figura 1 ilustra de maneira esquemática uma interface entre um primeiro elemento laminado, genericamente indicado 2 e um segundo elemento 4. O segundo elemento 4 pode ou não ser laminado. Os elementos 2 e 4 são presos juntos por uma pluralidade de fixadores, dos quais um fixador 6 está mostrado para simplicidade. O fixador pode ser qualquer fixador adequado para manter juntos os elemento 2 e 4, para resistir a movimento relativo entre eles em resposta a cargas que atuam entre os elementos 2 e 4. Fixadores adequados podem incluir sem limitação parafusos, prisioneiros, rebites e adesivo. O elemento 2 tem uma região encurvada 10 com uma face côncava em um primeiro lado do elemento 2, e uma face convexa em um segundo lado do elemento 2. O elemento 4 é unido ao elemento 2 em seu segundo lado (isto é, do mesmo lado que a face convexa). Suponha para efeito de discussão que o fixador 6 é um prisioneiro, opcionalmente com uma cabeça rebaixada, de modo a deixar uma superfície externa lisa, e que uma carga é esperada atuar nas direções A ou B de tal modo que a carga é substancialmente perpendicular ao painel 4 e atua substancialmente dentro do plano de uma região não encurvada 8 do painel 2. Contudo, será visto que na região encurvada, genericamente indicada 10, do painel 2 então as forças dentro do painel não irão se situar ao longo do eixo local das fibras dentro do painel.

Embora o painel 2 seja sólido, é instrutivo considerar os efeitos de uma carga que atua somente nas superfícies a mais interna e a mais externa do painel 2. A região encurvada do painel pode ser considerada como se estendendo entre uma primeira linha tracejada 12 e uma segunda linha tracejada 14. Deveria ser visto que o comprimento L_1 das fibras que se estendem entre as linhas 12 e 14 em uma superfície a mais interna 16 do painel é menor do que a distância L_0 de fibras que se estendem entre as mesmas linhas 12 e 14 em uma superfície a mais externa 18 do painel.

Pode ser visto de maneira intuitiva que se uma força devesse

agir ao longo da direção C de modo a tentar endireitar a região encurvada 10 do painel, então quando a curva fosse removida do painel, o que quer dizer a curva ser "aberta" para fora de seu ângulo de fabricação, as distâncias entre as linhas 12 e 14 ao longo da superfície interna e da superfície externa 5 deveriam tender a equalizar. Contudo, as fibras resistem à extensão ou compressão e isto dá origem a uma força que atua ao longo da direção da seta F que força as camadas adjacentes do material composto a separarem uma da outra. Esta força é referida como uma carga de tração "de espessura transversa" e coloca a resina que sustenta camadas adjacentes do lami- 10 nado em tensão, e se as forças excedem a resistência à tração da resina, então o produto laminado irá deslaminar. A matriz de material dentro do laminado não é reforçada ao longo de direções normais à sua superfície, e daí sua capacidade para resistir a esta força de deslaminação é pobre comparada com a resistência dentro do plano local do produto laminado. É menos 15 intuitivo, porém não obstante um fato, que as forças que atuam nas direções A e B irão também dar origem a efeitos similares quando a força irá atuar seja para abrir ou fechar a curva de sua forma fabricada e pode dar origem a ambas as ações ocorrerem simultaneamente em pontos diferentes da curva. O leitor pode observar isto dobrando um bloco de papel para seguir um trajeto 20 encurvado similar àquele mostrado na figura 1, e então aplicando forças ao longo das direções A e B, como apropriado. Quando as forças são aplicadas (tendo em mente que a posição da porção plana 8 do painel 2 é genericamente inibida quanto a mover lateralmente) então os raios de curvatura mudam ligeiramente, levando a partes da curva experimentarem forças de 25 compressão que atuam entre as faces interna e externa, e outras partes da curva experimentarem forças de tração que atuam entre as faces interna e externa.

Este problema de controlar cargas internas geradas dentro de um raio de canto de uma estrutura laminada que reage contra uma carga 30 aplicada é conhecido, e soluções foram propostas na técnica precedente de modo a superar isto. Uma tal solução é a inclusão de arruelas individuais que se estendem desde um fixador até a "garganta" 28 dos raios de canto,

como mostrado na figura 2, em uma tentativa para transferir a carga mais próximo do plano da junta (seção vertical mostrada na figura 2). Assim, neste exemplo, a arruela 30 tem um perfil simétrico de maneira não circular, e tem uma porção 32 que se estende no sentido da superfície encurvada 34 do elemento laminado 2. A arruela é perfilada de modo a corresponder com a superfície encurvada 34, transferido com isto a carga para a seção vertical do elemento laminado. Na figura 2 a arruela e os elementos 2 e 4 estão mostrados como sendo mantidos juntos por meio de um prisioneiro 36 que opera em conjunto com uma porca 38. Esta solução pode ser vista ter sucesso apenas parcialmente, e somente pode ser aplicada a juntas que têm fixadores passantes, tais como prisioneiros ou parafusos. Ela não trabalha com juntas ligadas.

Uma outra tentativa da técnica precedente para proteger a região encurvada do elemento 2 contra deslaminção é inserir "pinos Z" através do material laminado. Estas são efetivamente seções curtas de fibra que se estendem substancialmente perpendiculares à normal da superfície local do elemento laminado, em uma tentativa de aumentar sua resistência na direção perpendicular à superfície local. Contudo, os pinos Z são, eles mesmos, apenas presos à estrutura laminada pela resina utilizada para ligar junta a estrutura e, conseqüentemente, a força máxima que pode ser absorvida por um pino Z varia como uma função da distância a partir da superfície da estrutura laminada. Isto porque, como com qualquer material reforçado com fibra, a eficiência do reforço é proporcional ao comprimento das fibras. Assim, dentro de uma seção fina de laminado, pinos Z não são longos o suficiente para absorver completamente e reagir contra a carga que tende a deslaminar o material. Adicionalmente, quando pinos Z são inseridos no laminado, eles criam uma distorção das fibras existentes, o que pode conduzir a desempenho para degradação dentro do laminado como um todo e cuja degradação é também proporcional à espessura do laminado.

Para evitar o risco de deslaminção, o inventor imaginou que a porção encurvada da estrutura laminada poderia ser pré-carregada em compressão, de tal modo que camadas adjacentes da estrutura laminada são

forçadas uma no sentido da outra. Como uma consequência destas forças internas dentro da estrutura tendendo a forçar separadas as camadas adjacentes, agora têm que atuar contra a pré-carga compressiva absorvendo com isto todas as cargas de espessura transversal (ou no mínimo reduzindo substancialmente) geradas por qualquer "abertura" do canto.

Para fornecer uma pré-carga um primeiro elemento de compressão 40 é fornecido no lado convexo da região encurvada 10 do elemento 2, e um segundo elemento de compressão 50 é colocado no lado côncavo da região encurvada. O primeiro elemento de compressão tem uma superfície genericamente cilíndrico-côncava 42 adaptada para corresponder de maneira aproximada ao raio de curvatura correspondente da face externa convexa 18 do elemento 2. De maneira vantajosa, quaisquer tolerâncias de fabricação deveriam ser estabelecidas de tal modo que o raio de curvatura da face côncava é marginalmente maior do que o raio de curvatura da face externa convexa 18 na região encurvada, de tal modo que qualquer espaço entre elas possa ser enchido com um enchimento tal como uma resina e mistura de particulados, assegurando com isto a transferência de carga uniforme entre o primeiro elemento de compressão 40 e a face a mais externa 18 do elemento laminado.

O segundo elemento de compressão 50 tem uma fase convexa cilíndrica 52 que corresponde substancialmente ao raio de curvatura da superfície encurvada côncava direcionada para dentro 54 do elemento 2. Aqui qualquer tolerância de fabricação deveria ter erro do lado da superfície convexa que tem um raio de curvatura ligeiramente menor do que a superfície côncava 54, de tal modo que quaisquer espaços entre eles possam ser enchidos com um enchimento. Os primeiro e segundo elementos de compressão podem ser extrusões alongadas como mostrado na figura 4. Os primeiro e segundo elementos de compressão são forçados para engatamento com respectivas superfícies que operam em conjunto do elemento laminado 2 por meio de uma pluralidade de fixadores 60 que se estendem sob tensão através de respectivos canais, tais como furos de broca que se estendem através do primeiro elemento de compressão 40 do segundo elemento de com-

pressão 50 e da porção encurvada da estrutura laminada colocada entre eles.

O ou cada fixador de tração pode, por exemplo, ser um prisioneiro ou um parafuso. O prisioneiro pode engatar com uma porca fornecida externamente ou pode engatar com uma porção rosqueada de um dos elementos de compressão. Como mostrado na figura 3 uma arruela 62 pode ser colocada entre uma cabeça de um prisioneiro 64 e qualquer um dos elementos de compressão 40 ou 50, como apropriado, neste exemplo o segundo elemento de compressão 50, de modo a dispersar as forças de compressão de maneira mais equilibrada dentro dos elementos de compressão 40 e 50. O primeiro elemento de compressão 40 mostrado na figura 3 é dotado de uma face rosqueada internamente na passagem nele, de modo a engatar com as roscas no prisioneiro.

Os elementos de compressão 40 e 50 podem ser feitos de qualquer material adequado, e assim, por exemplo, poderiam ser formados de um metal extrudado. Alumínio representa um material candidato adequado. Contudo eles podem ser feitos de maneira conveniente e de laminado reforçado com fibra, com a direção longitudinal das fibra sendo paralela ao eixo longitudinal do elemento de compressão (isto é, para cima e para baixo da direção mostrada na figura 4). Fazer os elementos de compressão de laminado reforçado com fibra, tem a vantagem de reduzir corrosão galvânica das fixações metálicas utilizadas para prender o elemento de compressão de qualquer lado do elemento laminado 2.

Os elementos de compressão podem ser olhados como elementos de reforço, e podem, eles mesmos, ajudar a interface com a própria junta. Assim, olha-se a figura 4 o elemento de compressão 40 encontra o elemento 4 e, como tal, pode ajudar transferência de carga entre o elemento 2 e o elemento 4. Além disto, se adesivo é utilizado entre o elemento de compressão 40 e os elementos 2 e 4, então a resistência global da junta é aumentada.

A colocação (número, tamanho e distância entre fixadores) dos fixadores 60 é determinada pelas cargas locais - e daí o grau de pré-carga

requerido. Conseqüentemente, elementos de compressão de tamanho similar podem ser utilizados sobre faixas de carga amplamente variáveis, desde que o número apropriado de fixadores seja utilizado para a carga esperada.

Os elementos de compressão são colocados ao redor do elemento 2 depois que o elemento tenha sido formado e preferivelmente, depois que a resina tenha curado. Assim a ação de perfurar os furos vazados não rompe com o alinhamento de fibra dentro do laminado, exceto na região do próprio furo. Como resultado da integridade global do componente laminado não ser tão adversamente afetada, e o desempenho da combinação do componente 2 e seu arranjo de compressão deveria ser significativamente melhor do que aquele de um componente não modificado equivalente 2 sozinho.

A invenção é particularmente adequada para utilização no setor aeroespacial. O elemento 2 pode, por exemplo, ser uma longarina dentro de uma asa de aeronave, que se estende entre superfícies superior e inferior de asa, caso em que o elemento 4 pode formar ou a superfície a mais superior ou a mais inferior de uma asa (e a figura seria reorientada como apropriado).

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de compressão para comprimir uma região encurvada de um elemento laminado que tem uma primeira região superficial que segue um primeiro trajeto encurvado e uma segunda região superficial oposta à primeira região superficial que segue um segundo trajeto encurvado, no qual um primeiro elemento de compressão é colocado contra a primeira região superficial e forçado no sentido de um segundo elemento de compressão colocado contra a segunda região superficial.
5
2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, no qual no mínimo um fixador se estende entre os primeiro e segundo elementos de compressão.
10
3. Aparelho de acordo com a reivindicação 2, no qual no mínimo um fixador se estende através de uma passagem no elemento laminado.
4. Aparelho de acordo com a reivindicação 2, no qual cada fixador passa através de um respectivo canal do elemento laminado.
15
5. Aparelho de acordo com a reivindicação 2, 3 ou 4, no qual no mínimo um fixador está em utilização sob tensão.
6. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, no qual o primeiro elemento de compressão tem uma superfície côncava adaptada para corresponder à primeira região superficial do elemento laminado.
20
7. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, no qual o segundo elemento de compressão tem uma superfície convexa adaptada para corresponder à segunda região superficial do elemento laminado.
25
8. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, no qual um dos elementos de compressão tem nele um furo rosqueado para engatar com um fixador rosqueado.
9. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, no qual o elemento laminado é preso a um outro elemento, e um dos elementos de compressão encontra ambos, o elemento laminado e o outro elemento.
30

10. Combinação de um elemento laminado que tem uma porção encurvada; e aparelho de compressão como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9, para comprimir a porção encurvada do elemento laminado.

5 11. Combinação de acordo com a reivindicação 10, ainda compreendendo um segundo elemento que pode ser unido ao elemento laminado.

12. Combinação de acordo com a reivindicação 11, na qual o elemento laminado tem um flange que pode ser unido ao segundo elemento.

10 13. Combinação de acordo com a reivindicação 12, na qual o flange é adaptado para se situar substancialmente paralelo à superfície do segundo elemento.

14. Combinação de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 até 13, na qual a porção encurvada tem uma face côncava em um primeiro lado do elemento laminado, e uma face convexa em um segundo lado do elemento laminado, e no qual o segundo elemento é adaptado para ser unido ao elemento laminado em seu segundo lado.

15 15. Combinação de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 até 14, ainda compreendendo um ou mais fixadores para unir o elemento laminado ao segundo elemento.

20 16. Combinação de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 até 15, na qual um ou mais fixadores se estendem entre os primeiro e segundo elementos e os fixadores estão em tensão.

17. Combinação de acordo com a reivindicação 16, na qual no mínimo um dos fixadores passa através da porção encurvada do elemento laminado.

25 18. Aeronave que inclui um aparelho de compressão como definido em qualquer uma das reivindicações 1 até 9.

19. Aeronave que inclui uma combinação de elementos como definida em qualquer uma das reivindicações 10 até 17.

30 20. Método de proteger uma região encurvada de um elemento laminado contra deslaminção, o método compreendendo colocar um pri-

meiro elemento contra uma primeira superfície da região encurvada e colocar um segundo elemento contra uma segunda superfície da região encurvada, ditas primeira e segunda superfícies estando em lados opostos da região encurvada, e forçar juntos os primeiro e segundo elementos de modo a
5 colocar a região encurvada entre eles sob compressão.

21. Método de acordo com a reivindicação 20, no qual fixadores se estendem entre os primeiro e segundo elementos, e os fixadores estão, em utilização, sob tensão.

22. Método de acordo com a reivindicação 20 ou 21, no qual os
10 primeiro e segundo elementos são perfilados de modo a terem superfícies que complementam aquelas da região encurvada do elemento laminado.

23. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 até 22 que ainda compreende unir um segundo elemento ao elemento laminado.

15 24. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 até 23, no qual a região encurvada tem uma face côncava em um primeiro lado do elemento laminado e a face côncava em um segundo lado do elemento laminado, e no qual o segundo elemento é unido ao elemento laminado em seu segundo lado.

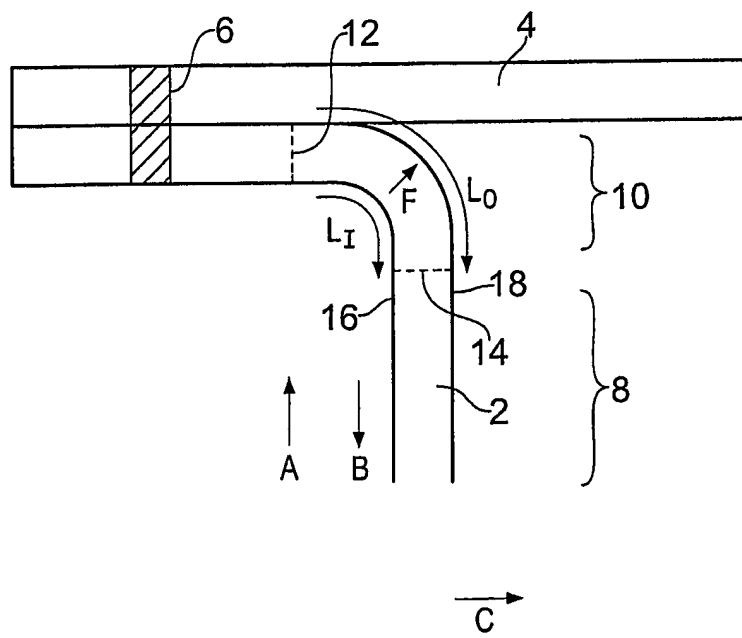


Fig. 1

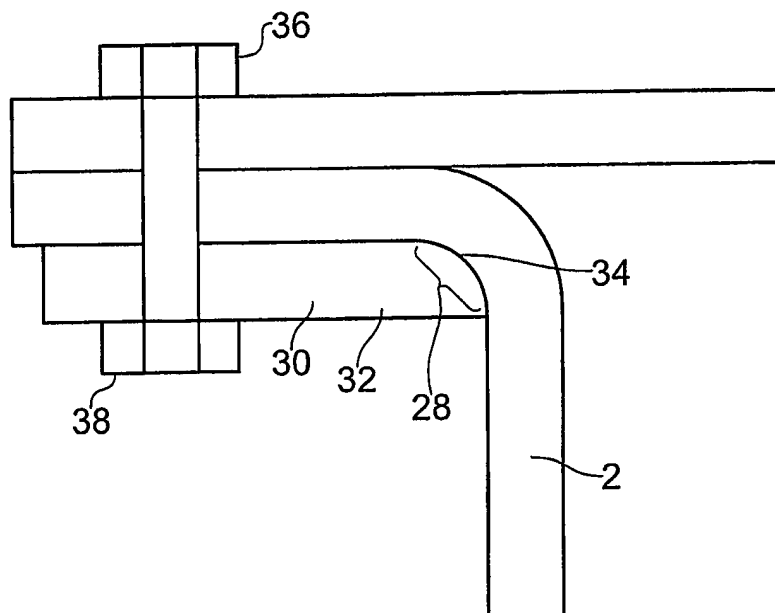


Fig. 2

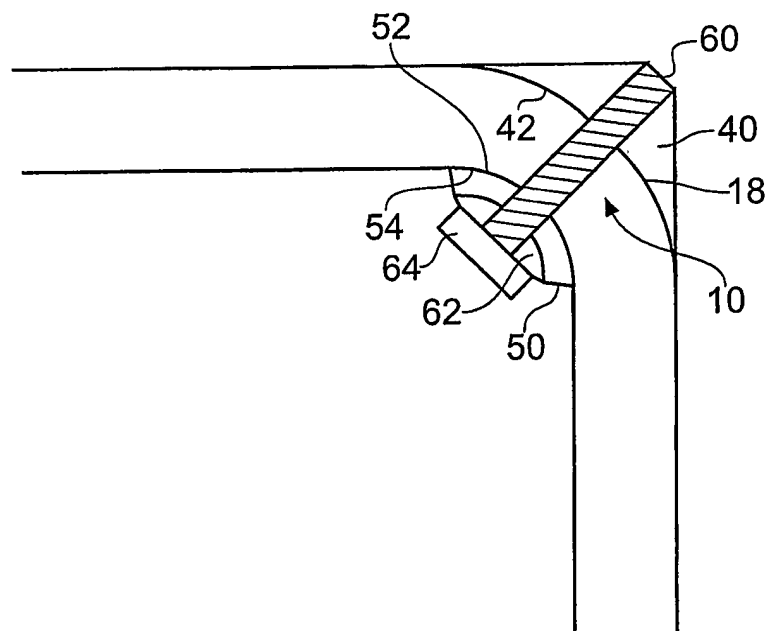


Fig. 3

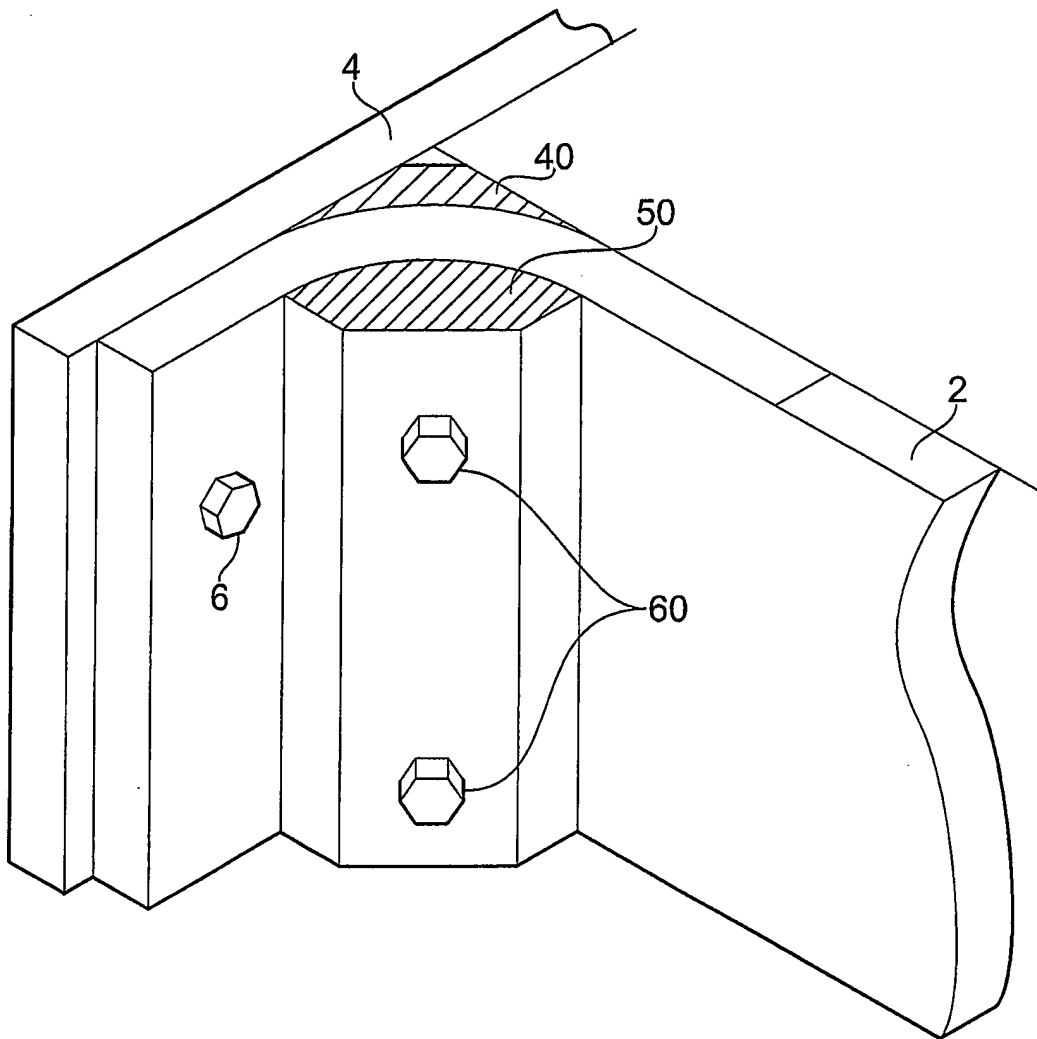


Fig. 4

RESUMO

Patente de Invenção: "**APARELHO PARA, E MÉTODO DE INIBIR DESLAMINAÇÃO**".

- A presente invenção refere-se a um aparelho de compressão
- 5 para comprimir uma região encurvada de um elemento laminado (2) que tem uma primeira região superficial que segue um primeiro trajeto encurvado e uma segunda região superficial oposta à primeira região superficial, que segue um segundo trajeto encurvado, no qual um primeiro elemento de compressão (40) é colocado contra a primeira região superficial e forçado no
- 10 sentido de um segundo elemento de compressão (50) colocado contra a segunda região superficial.