



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112014002495-2 B1



(22) Data do Depósito: 20/03/2012

(45) Data de Concessão: 01/09/2020

(54) Título: MANDRIL ADEQUADO PARA FORMAR UMA PARTE OCA E MÉTODO PARA FORMAR UMA PARTE OCA FEITA A PARTIR DE UM MATERIAL CURÁVEL A QUENTE

(51) Int.Cl.: B29C 70/30; B29C 33/76.

(30) Prioridade Unionista: 05/08/2011 US 13/204,468.

(73) Titular(es): COMPOSITES HORIZONS , LLC.

(72) Inventor(es): KEVIN SNYDER; DENNIS DIEM; JEFREY HYNES.

(86) Pedido PCT: PCT US2012029771 de 20/03/2012

(87) Publicação PCT: WO 2013/022489 de 14/02/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 31/01/2014

(57) Resumo: MANDRIL COM PROJEÇÃO EXTERIOR DESLIZANTE. Trata-se de um mandril 10 adequado para formar uma parte oca a partir de um material curável a quente que inclui um (a) um membro central alongado 12 que tem um coeficiente de expansão que é diferente do coeficiente de expansão do material curável a quente curado, (b) pelo menos um membro lateral 14, disposto em uma primeira localização 28 e que se projeta para longe da superfície externa 24 do membro central 12, o membro lateral 14, sendo preso de modo deslizável ao membro central 12, e (c) um membro de apoio alongado rígido 16 que tem um coeficiente de expansão substancialmente similar ao coeficiente de expansão do material curável a quente curado. A primeira extremidade 34 do membro de apoio 16 é afixada ao membro lateral 14 e a segunda extremidade 36 do membro de apoio 16 é afixada de modo separado do membro lateral 14.

MANDRIL ADEQUADO PARA FORMAR UMA PARTE OCA E MÉTODO
PARA FORMAR UMA PARTE OCA FEITA A PARTIR DE UM MATERIAL
CURÁVEL A QUENTE

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDO RELACIONADO

5 [01] Este Pedido Internacional refere-se a e
reivindica prioridade do Pedido de Patente nº U.S.
13/204.468, intitulado "Mandrel With Sliding Exterior
Projection," depositado em 5 de agosto de 2011, cujo conteúdo
é incorporado nesta revelação a título de referência em sua
10 totalidade.

CAMPO DA INVENÇÃO

[02] Esta invenção refere-se, em geral, a mandris
para formar partes oca a partir de um material curável a
quente.

15 ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[03] Partes oca alongadas de máquina são cada vez
mais construídas a partir de materiais não metálicos, tais
como materiais de compósito. Tipicamente, tais materiais de
compósito são construídos através de um processo de cura a
20 quente.

[04] Em tais processos de cura a quente, é típico
formar as partes de máquina aplicando-se material curável a
quente ao exterior de um mandril, curando o material não
metálico, resfriando o material não metálico curado -
25 enquanto a parte permanece sustentada pelo mandril - e,
finalmente, removendo a parte acabada do mandril.

[05] Um problema surge quando a parte deve ter uma
projeção lateral, tal como um flange, já que os mandris são
tipicamente feitos a partir de aço e, portanto, têm um
30 coeficiente de expansão térmica bem maior do que o material
não metálico. O mandril, incluindo o membro lateral no
mandril usado para sustentar a projeção lateral, se expande a
uma taxa maior do que a parte de compósito. Isso faz com que

um vão se forme entre a porção lateral (na parte de compósito) e o membro lateral (no mandril), resultando, desse modo, em uma redução da pressão de sustentação entre a projeção lateral e o membro lateral. Isso, por sua vez, pode 5 levar a projeção lateral da parte não metálica a desengatar de modo prematuro da sustentação fornecida pelo membro lateral. Tal desengate prematuro frequentemente resulta em porosidade, delaminações e/ou outros problemas na qualidade do laminado na parte não metálica.

10 [06] Outro problema que surge quando uma parte de compósito deve ter uma projeção lateral é que o membro lateral no mandril pode comprimir as projeções laterais durante o resfriamento.

15 [07] Em uma tentativa de lidar com esses problemas, alguns mandris da técnica anterior foram planejados com membros laterais "suspenso" - membros laterais livres para deslizar ao longo da parte exterior da porção central do mandril. Embora tais membros laterais suspenso geralmente 20 tenham obtido sucesso em solucionar a tendência dos membros laterais de comprimir as projeções laterais durante o resfriamento, a disposição final dos membros laterais não pode ser controlada de modo preciso. Isso significa que a localização das projeções laterais na parte de compósito não pode ser controlada de modo preciso.

25 [08] Assim, há uma necessidade por um mandril que tenha a capacidade de formar uma parte de máquina que tem uma projeção lateral que evita os problemas supramencionados na técnica anterior.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

30 [09] A invenção satisfaz essa necessidade. A invenção é um mandril adequado para formar uma parte oca, em que a parte é feita a partir de um material curável a quente que tem um primeiro coeficiente de expansão, tem um corpo

alongado com um eixo geométrico longitudinal e tem uma projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo, o mandril compreende (a) um membro central alongado que tem uma primeira extremidade, uma segunda extremidade 5 oposta, um eixo geométrico longitudinal, uma superfície externa e um segundo coeficiente de expansão que é diferente do primeiro coeficiente de expansão, (b) um membro lateral disposto em uma primeira localização e que se projeta para longe da superfície externa do membro central, sendo que o 10 membro lateral é preso de modo deslizável ao membro central de modo que o membro lateral seja deslizável ao longo de uma trajetória paralela ao eixo geométrico longitudinal do membro central, e (c) um membro de apoio alongado rígido que tem uma primeira extremidade, uma segunda extremidade e um 15 coeficiente de expansão substancialmente similar ao primeiro coeficiente de expansão, sendo que a primeira extremidade do membro de apoio é afixada ao membro lateral e sendo que a segunda extremidade do membro de apoio é afixada em uma segunda localização separada da primeira localização, sendo 20 que o membro de apoio é disposto de modo substancialmente paralelo ao eixo geométrico longitudinal do membro central.

DESENHOS

[010] Esses e outros recursos, aspectos e vantagens da presente invenção se tornarão mais bem entendidos com 25 referência à descrição a seguir, reivindicações anexas e desenhos anexos em que:

[011] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de um primeiro mandril que tem os recursos da invenção;

[012] A Figura 2 é uma vista lateral do mandril 30 ilustrado na Figura 1;

[013] A Figura 3 é uma vista de extremidade do mandril ilustrada na Figura 1;

[014] A Figura 4 é uma vista lateral em corte

transversal do mandril ilustrado na Figura 3, obtida ao longo da linha 4-4;

[015]A Figura 5 é um vista em perspectiva de um segundo mandril que tem os recursos da invenção; e

5 [016]A Figura 6 é uma vista lateral em corte transversal do mandril ilustrado na Figura 5.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[017]A discussão a seguir descreve em detalhes uma modalidade da invenção e diversas variações dessa modalidade.

10 Essa discussão não deve ser interpretada, entretanto, como limitando a invenção àquelas modalidades particulares. Os técnicos no assunto reconhecerão numerosas outras modalidades também.

15 [018]A invenção é um mandril 10 adequado para formar uma parte oca, em que a parte é feita a partir de um material curável a quente que tem um primeiro coeficiente de expansão, um corpo alongado com um eixo geométrico longitudinal e tem uma projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo.

20 [019]O material curável a quente pode ser um compósito de uma fibra e uma matriz. Os materiais de fibra incluem carbono, grafite, fibra de vidro, quartzo, cerâmica, aramida, nano fibra, UHMWPE, basalto e outras fibras reforçadas estruturais. As matrizes podem incluir epóxi, 25 poliimida, bismaleimida, fenólico, termoplástico, poliéster, éster vinil, éster de cianato, cerâmicas ou outra matriz de compósito polimérica. A fibra e a matriz podem ser em qualquer combinação.

30 [020]O mandril 10 compreende um membro central alongado 12, um ou mais membros laterais móveis 14 e pelo menos um membro de apoio alongado rígido 16.

[021]O membro central 12 é alongado e tem uma primeira extremidade 18, uma segunda extremidade oposta 20,

um eixo geométrico longitudinal 22 e uma superfície externa 24. Tipicamente, o membro central 12 está entre cerca de 1,21m (quatro pés) e cerca de 6,09m (20 pés) em comprimento, mais tipicamente entre cerca de 0,91m (três pés) e cerca de 5 2,43m (oito pés) em comprimento ~ tal como cerca de 1,52m (cinco pés) em comprimento.

[022]Também tipicamente, o membro central 12 é feito a partir de aço. Entretanto, outras ligas podem ser usadas, tais como alumínio ou ligas de níquel-aço tais como 10 Invar®. O membro central 12 em muitas aplicações também pode ser feito a partir de um compósito reforçado de carbono ou compósitos de carbono.

[023]O membro central 12 tem um coeficiente de expansão que é notavelmente diferente do primeiro coeficiente 15 de expansão. A diferença no coeficiente de expansão resultaria em detimento durante a cura do compósito. Tipicamente, o coeficiente de expansão é "notavelmente diferente," que significa que o coeficiente de expansão do membro central difere do primeiro coeficiente de expansão em 20 pelo menos 5%.

[024]Nas modalidades ilustradas nos desenhos, a superfície externa 24 do membro central 12 tem cortes transversais circulares ao longo do comprimento do membro central 12. Nas modalidades ilustradas nas Figuras 1 a 4, a 25 superfície externa 24 do membro central 12 é um cilindro circular direito que tem cortes transversais circulares iguais ao longo do comprimento do membro central 12. Na modalidade ilustrada nas Figuras 5 e 6, entretanto, os cortes transversais circulares da superfície externa 24 do membro central 12 são maiores na primeira extremidade 18 do que na 30 segunda extremidade 20. A superfície externa 24 do membro central 12 pode ter muitos outros formatos, incluindo formatos que têm cortes transversais elípticos e cortes

transversais poligonais (tais como cortes transversais quadrangulares, cortes transversais retangulares, cortes transversais octogonais, etc.). Os membros centrais 12 que têm cortes transversais irregulares também podem ser usados 5 na invenção.

[025] Nas modalidades ilustradas nos desenhos, o membro central 12 define uma passagem interna 26 que tem cortes transversais circulares. Nas modalidades ilustradas nas Figuras 1 a 4, o membro central 12 define uma passagem interna 26 que é um cilindro circular direito, que tem os mesmos cortes transversais circulares ao longo do comprimento do membro central 12. Na modalidade ilustrada nas Figuras 5 e 10 6, o membro central 12 define uma passagem interna 26 que tem cortes transversais circulares, mas a passagem interna 26 na 15 primeira extremidade 18 do membro central 12 é maior em diâmetro do que a passagem na segunda extremidade 20.

[026] O membro lateral 14 é disposto em uma primeira localização 28 e se projeta para longe da superfície externa 24 do membro central 12. O membro lateral 14 é preso de modo 20 deslizável ao membro central 12, de modo que o membro lateral 14 é deslizável ao longo de uma trajetória paralela ao eixo geométrico longitudinal 22 do membro central 12 e na direção de uma segunda localização 30 separada da primeira localização 28.

[027] Também nas modalidades ilustradas nos desenhos, o mandril 10 adicionalmente compreende um segundo membro lateral 32 disposto na segunda localização 30 e que se projeta para longe da superfície externa 24 do membro central 12. Nessas modalidades, o segundo membro lateral 32 é preso 30 de modo deslizável ao membro central 12 de modo que o segundo membro lateral 32 seja deslizável ao longo de uma trajetória substancialmente paralela ao eixo geométrico longitudinal 22 do membro central 12. Em outras modalidades, o segundo membro

lateral 32 pode ser afixado de modo rígido ao membro central 12. As modalidades com um segundo membro lateral 32 permitem que os mandris 10 formem partes que têm projeções laterais opostas, tais como um par de flanges de extremidade oposta.

5 [028] O membro de apoio alongado 16 é rígido, tem uma primeira extremidade 34, uma segunda extremidade 36 e um coeficiente de expansão substancialmente similar ao primeiro coeficiente de expansão. Por "substancialmente similar," significa que o coeficiente de expansão do membro de apoio 16 10 é próximo o suficiente para causar contato positivo suficiente entre a parte e o membro lateral 14 do mandril 10 durante a cura e resfriamento da parte para evitar detimento na parte acabada. Tipicamente, o membro de apoio alongado 16 tem um coeficiente de expansão dentro de cerca de 5% do 15 primeiro coeficiente de expansão.

20 [029] Preferencialmente, o membro de apoio 16 é feito partir do mesmo material da parte. Em tais modalidades, o coeficiente de expansão é idêntico ao primeiro coeficiente de expansão. Entretanto, muitos outros materiais podem ser usados para formar o membro de apoio 16, contanto que o membro de apoio 16 tenha um coeficiente de expansão substancialmente similar ao primeiro coeficiente de expansão. Exemplos de tais outros materiais incluem materiais de 25 compósito que têm fibras de carbono, grafite, fibra de vidro, quartzo, cerâmica, aramida, nano fibra, UHMWPE, basalto e outras fibras reforçadas estruturais, e que têm matriz de epóxi, poliimida, bismaleimida, fenólico, termoplástico, poliéster, éster de vinil, éster de cianato, cerâmicas ou outra matriz de compósito polimérica.

30 [030] A primeira extremidade 34 do membro de apoio 16 é afixada ao membro lateral 14 e a segunda extremidade 36 do membro de apoio 16 é afixada na segunda localização 30. O membro de apoio 16 é disposto de modo substancialmente

paralelo ao eixo geométrico longitudinal 22 do membro central 12.

[031] Nas modalidades ilustradas nos desenhos, o membro de apoio alongado 16 compreende uma pluralidade de 5 membros de apoio alongados rígidos 16. Nas modalidades ilustradas nas Figuras 1 a 4, o mandril 10 compreende três membros de apoio alongados 16. Na modalidade ilustrada nas Figuras 5 e 6, o mandril 10 compreende seis membros de apoio alongados 16.

10 [032] Também nas modalidades ilustradas nos desenhos, os membros de apoio 16 são afixados na segunda localização 30 ao segundo membro lateral deslizável 14. Em outras modalidades, os membros de apoio 16 podem ser afixados a um segundo membro lateral não deslizável disposto na 15 segunda localização 30. Em ainda outras modalidades, o membro de apoio 16 pode ser preso na segunda localização 30 a uma placa ou parede não parte do mandril 10, mas rigidamente disposto em relação ao membro central 12.

20 [033] O membro de apoio alongado 16 é tipicamente um membro cilíndrico sólido. Nas modalidades ilustradas nos desenhos, os membros de apoio alongados 16 são cilindros circulares direito que têm diâmetros em corte transversal, tipicamente entre cerca de 2,54 mm (0,1 polegada) e cerca de 10,16 cm (4 polegadas).

25 [034] A invenção é também um método de usar o mandril 10 descrito acima. No método, o mandril 10 é usado para formar uma parte oca feita a partir de um material curável a quente que tem um primeiro coeficiente de expansão, em que a parte compreende (i) um corpo alongado com uma 30 primeira extremidade, uma segunda extremidade e um eixo geométrico longitudinal, e (ii) uma projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo, sendo que o método compreende as etapas de (a) fornecer o mandril 10 da

invenção, (b) formar o corpo da parte aplicando-se material curável a quente à superfície externa 24 do membro central 12 do mandril 10, (c) formar uma projeção lateral aplicando-se o material curável a quente a uma superfície interna 38 do membro lateral 14, (d) reter, de modo firme, o corpo da parte e a projeção lateral da parte no mandril 10 enquanto se aquece o material curável a uma temperatura elevada enquanto mantém-se contato entre a projeção lateral e a superfície interna do membro lateral 14, e (e) após a parte ter sido curada, resfriar a parte.

[035]A invenção soluciona os problemas discutidos na seção Antecedentes, acima. Como o membro lateral 14 é permitido deslizar ao longo do membro central 12, e como o membro de apoio alongado 16 tem um coeficiente de expansão substancialmente similar ao coeficiente de expansão da parte sendo formado com o mandril 10, no aquecimento e resfriamento do mandril 10 e a parte não causa um desengate prematuro da parte a partir do membro lateral 14 do mandril 10. Além disso, como o membro lateral 14 é permitido deslizar ao longo do membro central 12, não há perigo do membro lateral comprimir a projeção lateral durante o resfriamento.

[036]Tendo, desse modo, descrito a invenção, deve ficar evidente que numerosas modificações estruturais e adaptações podem ser recorridas sem se afastar do escopo e significado legítimo da presente invenção conforme estabelecido acima no presente documento e conforme descrito no presente documento abaixo pelas reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. MANDRIL ADEQUADO PARA FORMAR UMA PARTE OCA, caracterizado pela parte ser feita a partir de um material curável a quente que tem um primeiro coeficiente de expansão, 5 tem um corpo alongado com um eixo geométrico longitudinal e tem uma projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo, sendo que o mandril compreende:

(a) um membro central alongado que tem uma primeira extremidade, uma segunda extremidade oposta, um eixo 10 geométrico longitudinal, uma superfície externa e um segundo coeficiente de expansão que é diferente do primeiro coeficiente de expansão;

15 (b) um membro lateral disposto em uma primeira localização e que se projeta para longe da superfície externa do membro central, sendo que o membro lateral é preso de modo deslizável ao membro central de modo que o membro lateral seja deslizável ao longo de uma trajetória paralela ao eixo geométrico longitudinal do membro central ; e

20 (c) um membro de apoio alongado rígido que tem uma primeira extremidade, uma segunda extremidade e um coeficiente de expansão substancialmente similar ao primeiro coeficiente de expansão, sendo que a primeira extremidade do membro de apoio é afixada ao membro lateral e a segunda extremidade do membro de apoio é afixada a uma segunda 25 localização separada da primeira localização, em que o membro de apoio é disposto de modo substancialmente paralelo ao eixo geométrico longitudinal do membro central .

2. MANDRIL, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pela segunda extremidade do membro de apoio ser 30 presa a um segundo membro lateral disposto na segunda localização.

3. MANDRIL , de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo membro de apoio alongado rígido

compreender uma pluralidade de membros de apoio alongados rígidos.

4. MANDRIL, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo segundo coeficiente de expansão ser maior 5 do que o primeiro coeficiente de expansão e em que o membro lateral é preso de modo deslizável ao membro central de modo que o membro lateral seja deslizável na direção da segunda localização.

5. MANDRIL, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo membro lateral compreender um primeiro membro lateral disposto de modo proximal na primeira extremidade do membro central e que se projeta para longe da superfície externa do membro central e um segundo membro lateral disposto de modo proximal na segunda extremidade do 15 membro central e que se projeta para longe da superfície externa do membro central, sendo que ambos os membros laterais são presos de modo deslizável ao membro central de modo que ambos os membros laterais sejam deslizáveis ao longo de uma trajetória paralela ao eixo geométrico longitudinal do 20 membro central;

e em que a primeira extremidade do membro de apoio é afixada ao primeiro membro lateral e a segunda extremidade do membro de apoio é afixada ao segundo membro lateral.

6. MANDRIL, de acordo com a reivindicação 5 caracterizado pelo membro de apoio alongado rígido 25 compreender uma pluralidade de membros de apoio alongado rígido.

7. MANDRIL, de acordo com a reivindicação 5 caracterizado pelo segundo coeficiente de expansão ser maior 30 do que o primeiro coeficiente de expansão e em que o membro lateral é preso de modo deslizável ao membro central de modo que o membro lateral seja deslizável na direção da segunda localização.

8. MÉTODO PARA FORMAR UMA PARTE OCA FEITA A PARTIR DE UM MATERIAL CURÁVEL A QUENTE que tem um primeiro coeficiente de expansão, caracterizado pela parte compreender (i) um corpo alongado com uma primeira extremidade, uma 5 segunda extremidade e um eixo geométrico longitudinal, e (ii) uma projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo, sendo que o método compreende as etapas de:

(a) fornecer um mandril adequado para formar uma parte oca, em que a parte é feita a partir de um material 10 curável a quente que tem um primeiro coeficiente de expansão, tem um corpo alongado com um eixo longitudinal e tem uma projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo, sendo que o mandril compreende:

(i) um membro central alongado que tem uma 15 primeira extremidade, uma segunda extremidade oposta, um eixo longitudinal, uma superfície externa e um segundo coeficiente de expansão que é diferente do primeiro coeficiente de expansão;

(ii) um membro lateral disposto em uma primeira 20 localização e que se projeta para longe da superfície externa do membro central, sendo que o membro lateral é preso de modo deslizável ao membro central de modo que o membro lateral seja deslizável ao longo de uma trajetória paralela ao eixo longitudinal do membro central ; e

(iii) um membro de apoio alongado rígido que tem 25 uma primeira extremidade, uma segunda extremidade e um coeficiente de expansão substancialmente similar ao primeiro coeficiente de expansão, a primeira extremidade do membro de apoio é afixada ao membro lateral e a segunda extremidade do 30 membro de apoio é afixada a uma segunda localização separada da primeira localização, em que o membro de apoio é disposto de modo substancialmente paralelo ao eixo longitudinal do membro central.

(b) formar o corpo da parte aplicando-se material curável a quente à superfície externa do membro central do mandril;

5 (c) formar uma projeção lateral aplicando-se o material curável a quente ao membro lateral;

10 (d) reter, de modo firme, o corpo da parte e a projeção lateral da parte ao mandril enquanto se aquece o material curável a quente a uma temperatura elevada enquanto mantém-se contato entre a projeção lateral e o membro lateral; e

15 (e) após a parte ter sido curada, resfriar a parte.

9. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo membro de apoio alongado rígido 15 compreender uma pluralidade de membros de apoio alongados rígidos .

10. MÉTODO PARA FORMAR UMA PARTE OCA FEITA A PARTIR DE UM MATERIAL CURÁVEL A QUENTE que tem um primeiro coeficiente de expansão, caracterizado pela parte compreender 20 (i) um corpo alongado com uma primeira extremidade, uma segunda extremidade e um eixo geométrico longitudinal, (ii) uma primeira projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo, e (iii) uma segunda projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo, sendo que 25 o método compreende as etapas de:

30 (a) fornecer um mandril adequado para formar uma parte oca, em que a parte é feita a partir de um material curável a quente que tem um primeiro coeficiente de expansão, tem um corpo alongado com um eixo longitudinal e tem uma projeção lateral presa ao corpo que se estende para longe do corpo, sendo que o mandril compreende:

(i) um membro central alongado que tem uma primeira extremidade, uma segunda extremidade oposta, um eixo

longitudinal, uma superfície externa e um segundo coeficiente de expansão que é diferente do primeiro coeficiente de expansão;

(ii) um membro lateral disposto em uma primeira localização e que se projeta para longe da superfície externa do membro central, sendo que o membro lateral é preso de modo deslizável ao membro central de modo que o membro lateral seja deslizável ao longo de uma trajetória paralela ao eixo longitudinal do membro central; e

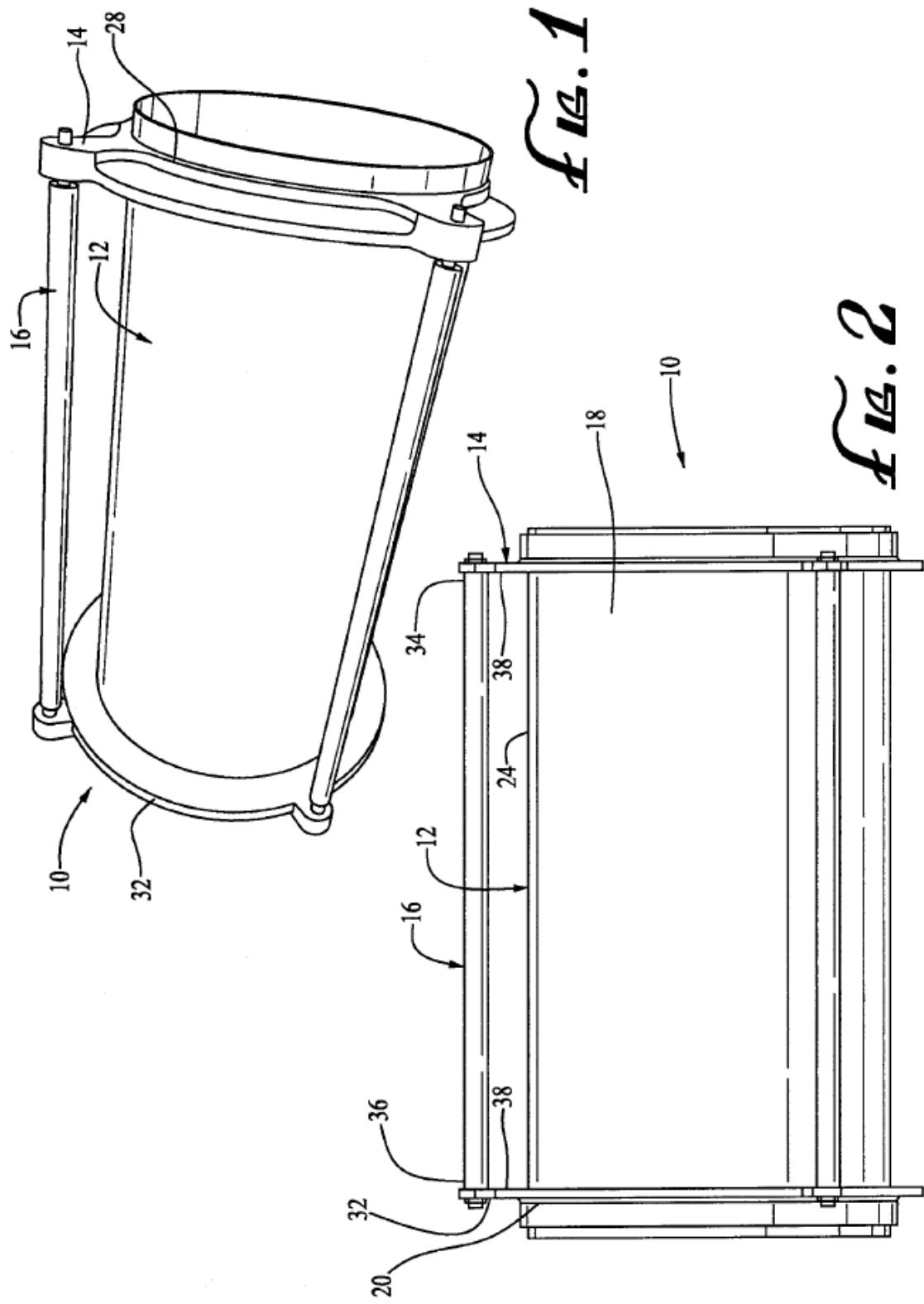
(iii) um membro de apoio alongado rígido que tem uma primeira extremidade, uma segunda extremidade e um coeficiente de expansão substancialmente similar ao primeiro coeficiente de expansão, a primeira extremidade do membro de apoio é afixada ao membro lateral e a segunda extremidade do membro de apoio é afixada a uma segunda localização separada da primeira localização, em que o membro de apoio é disposto de modo substancialmente paralelo ao eixo longitudinal do membro central;

(b) formar o corpo da parte aplicando-se material curável a quente à superfície externa do membro central do mandril;

(c) formar uma primeira projeção lateral aplicando-se o material curável a quente ao primeiro membro lateral;

(d) formar uma segunda projeção lateral aplicando-se o material curável a quente ao segundo membro lateral;

(e) reter de modo firme o corpo da parte e ambas as projeções laterais da parte ao mandril enquanto se aquece o material curável a quente a uma temperatura elevada enquanto mantém-se contato entre a primeira projeção lateral e o primeiro membro lateral e enquanto mantém-se contato da



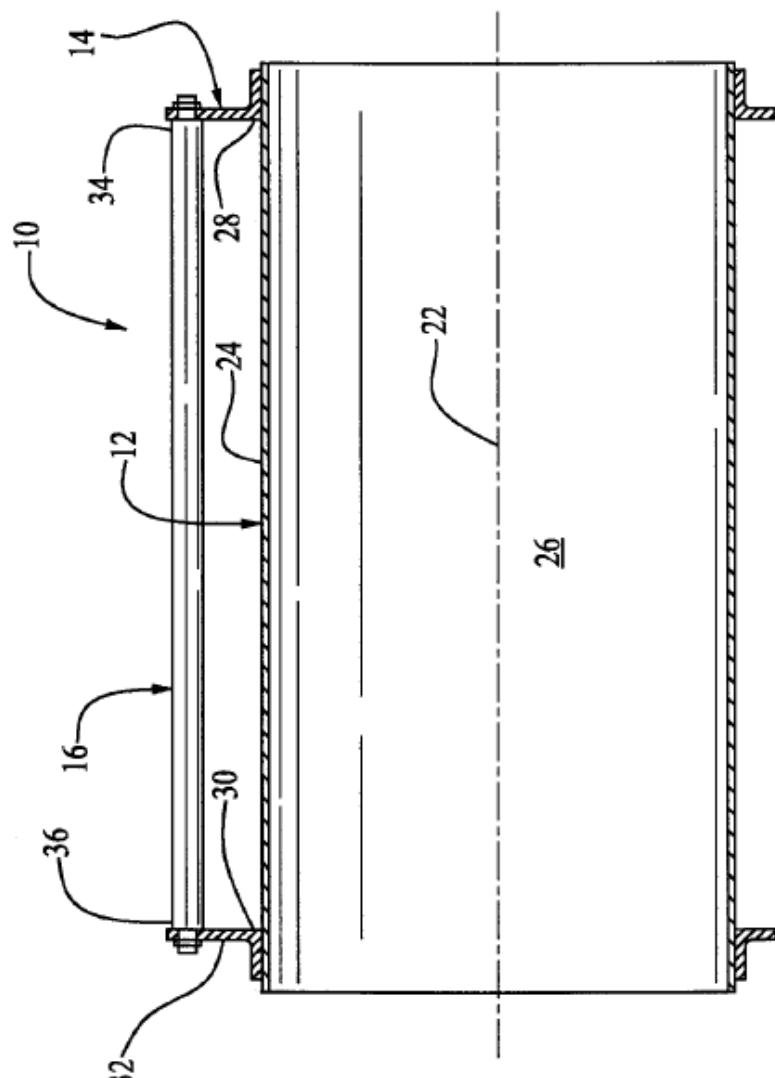


FIG. 4

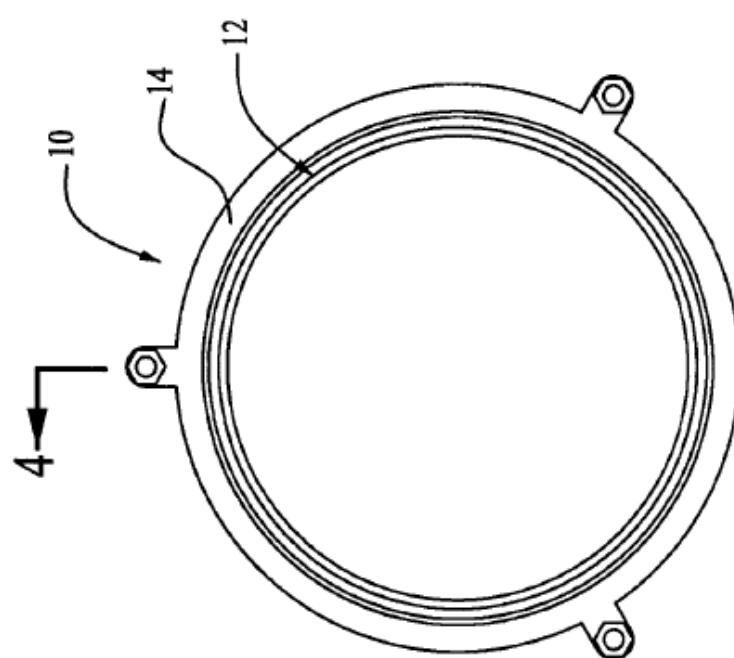


FIG. 3

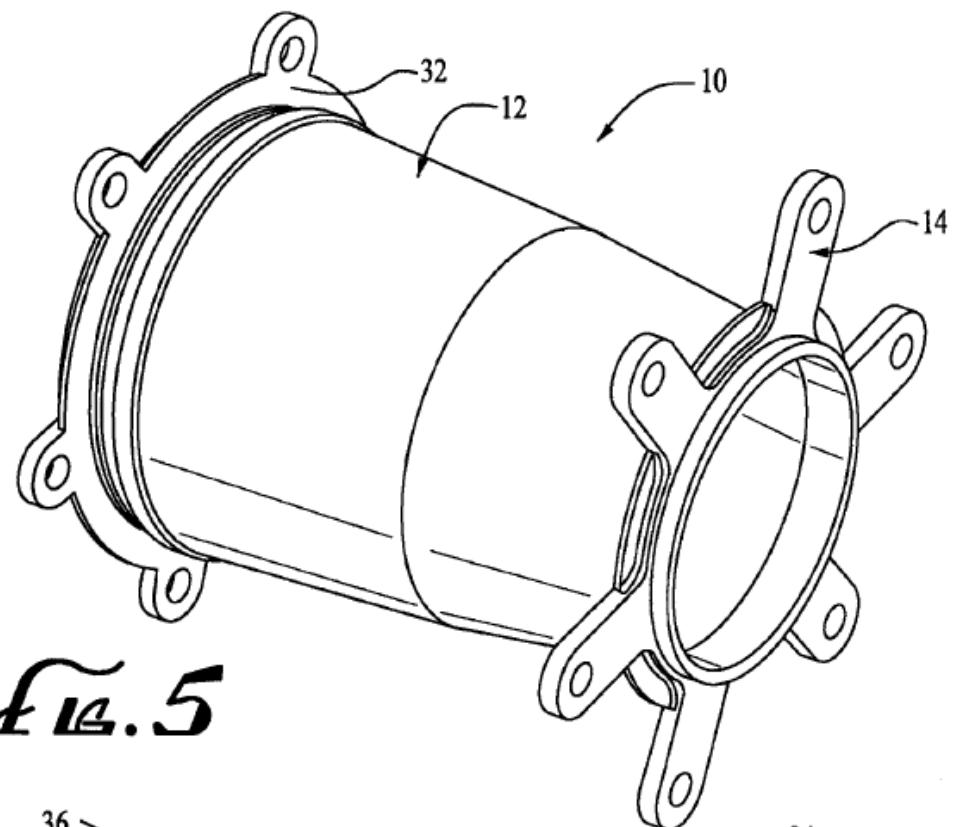


fig. 5

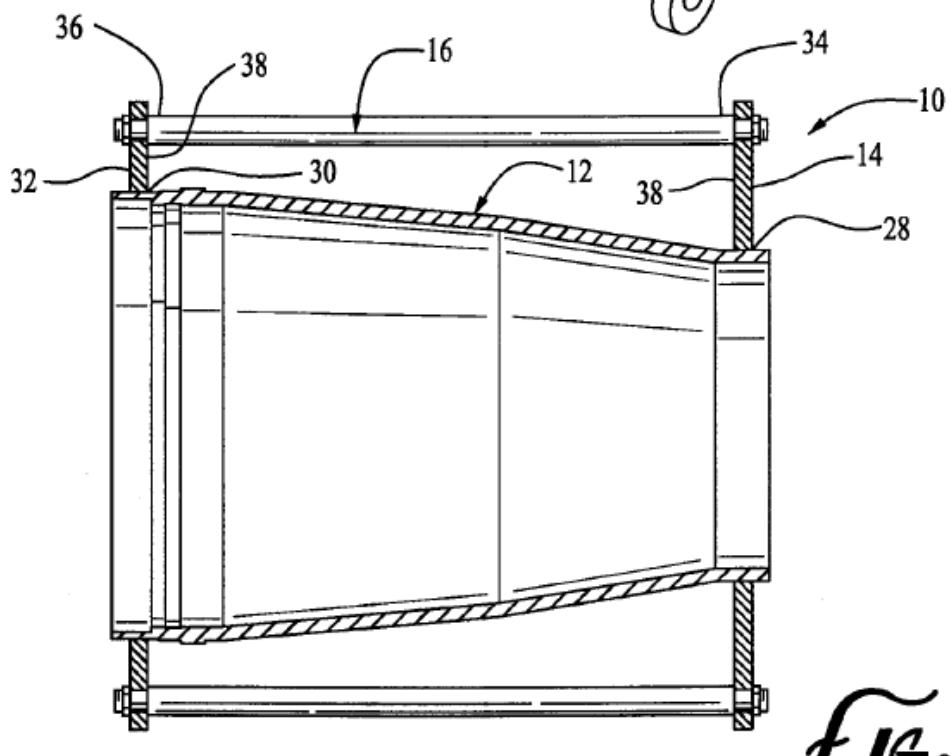


fig. 6