



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 112018068161-0 B1

(22) Data do Depósito: 07/03/2017

(45) Data de Concessão: 04/04/2023

(54) Título: MONTAGEM INCLUINDO UM RECIPIENTE DE PRESSÃO, APARELHO CONFIGURADO PARA IMPEDIR DANOS A UM RECIPIENTE DE PRESSÃO E MÉTODO PARA A FIXAÇÃO DE UM COMPONENTE EM UM RECIPIENTE DE PRESSÃO

(51) Int.Cl.: F17C 1/06; F17C 1/14.

(30) Prioridade Unionista: 07/03/2016 US 62/304,540.

(73) Titular(es): HEXAGON TECHNOLOGY AS.

(72) Inventor(es): JOHN SCHIMENTI; BRIAN C. YEGGY.

(86) Pedido PCT: PCT US2017021046 de 07/03/2017

(87) Publicação PCT: WO 2017/155917 de 14/09/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/09/2018

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a uma montagem (50) que inclui um recipiente de pressão (10) para conter um fluido, o recipiente (10) incluindo uma porção de extremidade abobadada (15) tendo uma superfície externa (64) e um componente (22) posicionado na porção de extremidade abobadada (15), em que o componente (22) é preso na superfície externa (64) por uma pluralidade de fitas de filamento (44) enroladas na porção da extremidade abobadada (15) e sobre pelo menos uma parte do componente (22). Em outro aspecto, um aparelho é descrito para impedir danos a um recipiente (10). O aparelho inclui um componente (22) configurado para ser posicionado na porção de extremidade abobadada (15), em que o componente (22) é configurado para ser preso na superfície externa (64) por uma pluralidade de fitas de filamento (44) enroladas na porção de extremidade abobadada (15) e sobre pelo menos uma parte do componente (22). Um método para a fixação de um componente (22) em um recipiente (10) é descrito que inclui posicionar o componente (22) na porção de extremidade abobadada (15) e enrolar uma pluralidade de fitas de filamento (44).

"MONTAGEM INCLUINDO UM RECIPIENTE DE PRESSÃO, APARELHO CONFIGURADO PARA IMPEDIR DANOS A UM RECIPIENTE DE PRESSÃO E MÉTODO PARA A FIXAÇÃO DE UM COMPONENTE EM UM RECIPIENTE DE PRESSÃO"

FUNDAMENTOS

[001] Recipientes de pressão são geralmente usados para conter uma variedade de fluidos sob pressão, tais como hidrogênio, oxigênio, gás natural, nitrogênio, propano, metano e outros combustíveis, por exemplo. De forma geral, os recipientes de pressão podem ser de qualquer tamanho ou configuração. Os recipientes podem ser pesados ou leves, de uso único (por exemplo, descartáveis), reutilizáveis, submetidos a altas pressões (maiores do que 3,51 kg/cm² (50 psi), por exemplo), baixas pressões (menores do que 3,51 kg/cm² (50 psi), por exemplo) ou usados para armazenar fluidos em temperaturas elevadas ou criogênicas, por exemplo.

[002] Materiais adequados de invólucro do recipiente de pressão incluem metais, tal como aço, ou compósitos, que podem ser formados de camada laminadas de filamentos de fibra de vidro enrolados ou outros filamentos sintéticos unidos por uma resina de termocura ou termoplástica, por exemplo. A construção do compósito dos recipientes proporciona numerosas vantagens, tais como leveza e resistência à corrosão, fadiga e falha catastrófica. Esses atributos são devidos pelo menos em parte às altas resistências específicas das fibras de reforço ou filamentos que são tipicamente orientados na direção das forças principais na construção dos recipientes de pressão compostos.

[003] Um forro ou balão é frequentemente disposto dentro de um invólucro do recipiente de pressão composto para servir como uma barreira de penetração ao fluido, dessa maneira vedando o recipiente. Tal forro é frequentemente formado de um material resiliente não metálico e impede que os fluidos internos entrem em

contato com o material composto.

[004] Os recipientes de pressão são submetidos a danos durante o transporte e uso devido, por exemplo, à colisão com outros objetos ou por serem derrubados. A capacidade de um recipiente reter um fluido em uma pressão desejada pode ser comprometida por tal dano. Uma abordagem existente para o alívio do dano é aderir uma tampa protetora em uma extremidade do recipiente. Entretanto, tampas que são meramente aderidas no recipiente podem se desalojar durante o uso do recipiente. Outras abordagens incluem aumentar a espessura do invólucro, aplicar revestimentos de elastômero ao invólucro e adicionar camadas protetoras ou tampas de extremidade que são totalmente cobertas ou encapsuladas por material de invólucro adicional, como descrito na Patente U.S. 5.476.189, discutida mais abaixo e com isso incorporada por referência. Pelo fato de que os revestimentos adicionais ou camadas geralmente cobrem totalmente uma peça para alívio de danos ou todo o recipiente, essas abordagens têm a desvantagem de aumentar significativamente o uso de material e a complexidade da fabricação.

SUMÁRIO

[005] Em um aspecto, uma montagem inclui um recipiente de pressão para conter um fluido, o recipiente incluindo uma porção de extremidade abobadada tendo uma superfície externa e um componente posicionado na porção de extremidade abobadada, em que o componente é preso na superfície externa por uma pluralidade de fitas de filamento enroladas na porção da extremidade abobadada e sobre pelo menos uma parte do componente.

[006] Em outro aspecto, um aparelho é descrito para impedir danos a um recipiente, em que o recipiente inclui uma porção de extremidade abobadada tendo uma superfície externa. O aparelho inclui um componente configurado para ser posicionado na porção de extremidade abobadada, em que o componente é configurado para ser preso na superfície externa por uma pluralidade de fitas de

filamento enroladas na porção de extremidade abobadada e sobre pelo menos uma parte do componente.

[007] Em ainda outro aspecto, um método para prender um componente em um recipiente é descrito. O recipiente inclui uma porção de extremidade abobadada tendo uma superfície externa. O método inclui posicionar o componente na porção de extremidade abobadada e enrolar uma pluralidade de fitas de filamento na porção de extremidade abobadada e através de pelo menos uma parte do componente para prender o componente na porção de extremidade abobadada.

[008] Essa revelação, nas suas várias combinações, tanto no aparelho quanto na forma do método, pode também ser caracterizada pela listagem seguinte de itens:

1. Uma montagem incluindo:

um recipiente de pressão para conter um fluido, o recipiente incluindo uma porção de extremidade abobadada tendo uma superfície externa e

um componente posicionado na porção de extremidade abobadada, em que o componente é preso na superfície externa por uma pluralidade de fitas de filamento enroladas na porção de extremidade abobadada e sobre pelo menos uma parte do componente.

2. A montagem do item 1, em que o componente inclui um recurso de ligação.

3. A montagem do item 2, em que a montagem ainda inclui uma tampa protetora e em que a tampa protetora é acoplada no componente através do recurso de ligação.

4. A montagem do item 3, em que o recurso de ligação inclui uma junta de encaixe por pressão, a montagem ainda incluindo:

uma inserção acoplada em uma superfície virada para o recipiente da tampa protetora, em que a inserção é configurada para acoplar na junta de encaixe por

pressão.

5. A montagem de qualquer um dos itens 1 a 4, em que o componente inclui: uma pluralidade de porções elevadas e uma porção baixa entre duas porções elevadas adjacentes, em que pelo menos uma da pluralidade de fitas de filamento é enrolada na porção baixa.

6. A montagem de qualquer um dos itens 1 a 5, em que o componente é anular.

7. A montagem de qualquer um dos itens 1 a 6, em que o componente inclui uma pluralidade de abas que se estendem radialmente e em que pelo menos uma da pluralidade de fitas de filamento é enrolada em pelo menos uma da pluralidade de abas.

8. Um aparelho para impedir danos a um recipiente, o recipiente incluindo uma porção de extremidade abobadada tendo uma superfície externa, o aparelho incluindo:

um componente configurado para ser posicionado na porção de extremidade abobadada, em que o componente é configurado para ser preso na superfície externa por uma pluralidade de fitas de filamento enroladas na porção de extremidade abobadada e sobre pelo menos uma parte do componente.

9. O aparelho do item 8, em que o componente inclui um recurso de ligação.

10. O aparelho do item 9, em que ainda inclui uma tampa protetora e em que a tampa protetora é configurada para ser acoplada no componente através do recurso de ligação.

11. O aparelho do item 10, em que o recurso de ligação inclui uma junta de encaixe por pressão e o aparelho ainda inclui:

uma inserção configurada para ser acoplada em uma superfície virada para o recipiente da tampa protetora, em que a inserção é configurada para acoplar na junta de encaixe por pressão.

12. O aparelho de qualquer um dos itens 8 a 11, em que o componente inclui uma pluralidade de abas que se estendem radialmente.

13. O aparelho de qualquer um dos itens 8 a 12, em que o componente inclui:

uma pluralidade de porções elevadas e

uma porção baixa entre duas porções elevadas adjacentes.

14. O aparelho do item 13, em que pelo menos uma da pluralidade de porções elevadas é formada como um trapezoide piramidal.

15. O aparelho de qualquer um dos itens 8 a 14, em que o componente é anular.

16. O aparelho de qualquer um dos itens 8 a 15, em que o componente inclui:

uma forma anular;

uma pluralidade de porções elevadas e

uma pluralidade de porções baixas,

em que a pluralidade de porções elevadas e a pluralidade de porções baixas são dispostas em um padrão alternado.

17. Método para a fixação de um componente em um recipiente, o recipiente incluindo uma porção de extremidade abobadada tendo uma superfície externa, o método incluindo:

posicionar o componente na porção de extremidade abobadada e

enrolar uma pluralidade de fitas de filamento na porção de extremidade abobadada e através de pelo menos uma parte do componente para prender o componente na porção de extremidade abobadada.

18. Método do item 17, em que o componente inclui uma pluralidade de porções elevadas e uma porção baixa entre duas porções elevadas adjacentes, em que o enrolamento da pluralidade de fitas de filamento inclui enrolar pelo menos uma

da pluralidade de fitas de filamento na porção baixa.

19. O método de qualquer um dos itens 17 e 18, em que o componente inclui uma pluralidade de abas que se estendem radialmente, em que o enrolamento da pluralidade de fitas de filamento inclui o enrolamento de pelo menos uma da pluralidade de fitas de filamento em pelo menos uma da pluralidade de abas.

20. O método de qualquer um dos itens 17 a 19, em que o componente inclui um recurso de ligação, o método ainda incluindo:

acoplar uma tampa protetora no componente no recurso de ligação.

[009] Esse sumário é apresentado para introduzir conceitos em forma simplificada que são ainda descritos abaixo na descrição detalhada. Esse sumário não é planejado para identificar aspectos chave ou aspectos essenciais da matéria em questão revelada ou reivindicada e não é planejado para descrever cada modalidade revelada ou toda realização da matéria exposta revelada ou reivindicada. Especificamente, aspectos revelados aqui com relação a uma modalidade podem ser igualmente aplicáveis a outra. Além do mais, esse sumário não é planejado para ser usado como uma ajuda na determinação do escopo da matéria em questão reivindicada. Muitas outras vantagens novas, aspectos e relações se tornarão evidentes, à medida que essa descrição prossegue. As figuras e a descrição que seguem exemplificam mais particularmente modalidades ilustrativas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[010] A matéria em questão revelada será ainda explicada com referência às figuras anexas, em que estrutura semelhante ou elementos do sistema são citados por numerais de referência semelhantes por todas as várias vistas.

[011] A figura 1A mostra uma vista lateral de um recipiente de pressão típico.

[012] A figura 1B mostra uma vista do corte vertical de uma porção de extremidade do recipiente de pressão típico, tomada na linha B-B da figura 1.

[013] A figura 2 mostra uma vista em perspectiva de uma primeira modalidade ilustrativa de um componente de extremidade da presente revelação.

[014] A figura 3 mostra uma vista de extremidade do componente de extremidade da figura 2 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[015] A figura 4 mostra uma vista em perspectiva do componente de extremidade da figura 2 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[016] A figura 5 é uma vista em perspectiva de uma primeira modalidade ilustrativa de uma montagem incluindo uma tampa de extremidade protetora da presente revelação montada em um recipiente de pressão via o componente de extremidade da figura 2.

[017] A figura 6 é uma vista parcial da seção transversal da montagem da figura 5, tomada ao longo da linha 6-6 da figura 5.

[018] A figura 7A mostra uma vista da seção transversal (tal como seria tomada ao longo da linha 6-6 da figura 5) de outra tampa de extremidade protetora exemplar da presente revelação com uma superfície virada para o recipiente incluindo arestas de circunferência.

[019] A figura 7B mostra uma vista da seção transversal (tal como seria tomada ao longo da linha 6-6 da figura 5) de ainda outra tampa de extremidade protetora exemplar da presente revelação com uma superfície virada para o recipiente incluindo arestas radiais.

[020] A figura 7C mostra uma vista da seção transversal (tal como seria tomada ao longo da linha 6-6 da figura 5) de ainda outra tampa de extremidade protetora exemplar da presente revelação incluindo uma superfície virada para o recipiente sem aspectos de aresta.

[021] A figura 8 mostra uma vista em perspectiva de uma segunda

modalidade ilustrativa de um componente de extremidade da presente revelação.

[022] A figura 9 mostra uma vista de extremidade do componente de extremidade da figura 8 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[023] A figura 10 mostra uma vista em perspectiva do componente de extremidade da figura 8 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[024] A figura 11 é uma vista parcial da seção transversal de uma segunda modalidade ilustrativa de uma montagem incluindo uma tampa de extremidade protetora montada em um recipiente de pressão via o componente de extremidade da figura 8. A vista na figura 11 é tomada na linha 11-11 da figura 10; entretanto, a figura 11 ainda adiciona a tampa de extremidade protetora.

[025] A figura 12 mostra uma vista em perspectiva de uma terceira modalidade ilustrativa de um componente de extremidade da presente revelação.

[026] A figura 13 mostra uma vista de extremidade do componente de extremidade da figura 12 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[027] A figura 14 mostra uma vista em perspectiva do componente de extremidade da figura 12 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[028] A figura 15 é uma vista parcial da seção transversal de uma terceira modalidade ilustrativa de uma montagem incluindo uma tampa de extremidade protetora montada em um recipiente de pressão via o componente de extremidade da figura 12. A vista na figura 15 é tomada na linha 15-15 da figura 14; entretanto, a figura 15 ainda adiciona a tampa de extremidade protetora.

[029] A figura 16 mostra uma vista em perspectiva de uma quarta modalidade ilustrativa de um componente de extremidade da presente revelação.

[030] A figura 17 mostra uma vista de extremidade do componente de extremidade da figura 16 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[031] A figura 18 mostra uma vista em perspectiva do componente de extremidade da figura 16 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[032] A figura 19 mostra uma vista da seção transversal explodida de uma quarta modalidade ilustrativa de uma montagem incluindo uma tampa de extremidade protetora a ser montada em um recipiente de pressão através de prendedores e o componente de extremidade da figura 16. A vista na figura 19 é tomada na linha 19-19 da figura 18; entretanto, a figura 19 ainda adiciona a tampa de extremidade protetora e mostra os componentes separados um do outro.

[033] A figura 20 é uma vista da seção transversal vertical ampliada de uma montagem incluindo uma tampa de extremidade protetora montada em um recipiente de pressão via um prendedor de empurrar integralmente formado com a tampa de extremidade protetora, através do componente de extremidade da figura 16.

[034] A figura 21 é uma vista da seção transversal vertical ampliada de uma montagem incluindo uma tampa de extremidade protetora montada em um recipiente de pressão através de um prendedor de empurrar diferente formado integralmente com a tampa de extremidade protetora, através do componente de extremidade da figura 16.

[035] A figura 22 mostra uma vista explodida da seção transversal vertical em perspectiva de uma quinta modalidade ilustrativa de uma montagem incluindo uma tampa de extremidade protetora montada em um recipiente de pressão através de uma inserção, prendedores e uma modalidade modificada do componente de extremidade da figura 16 incluindo juntas de encaixe por pressão.

[036] A figura 23 mostra uma vista explodida traseira da montagem da figura 22.

[037] A figura 24 mostra uma vista da seção transversal vertical em perspectiva parcial ampliada do componente de extremidade e recipiente de pressão da figura 22, em um estado parcialmente montado.

[038] A figura 25 mostra uma vista da seção transversal vertical parcial da montagem da figura 22, em um estado montado.

[039] A figura 26 mostra uma vista explodida ampliada de uma modalidade ilustrativa de uma tampa de extremidade protetora incluindo um recurso de ligação, a inserção da figura 22 incluindo um furo e um prendedor.

[040] A figura 27 mostra uma vista seccional ampliada da montagem da figura 22 mostrando a inserção acoplada na tampa de extremidade protetora por prendedores e no componente de extremidade por juntas de encaixe por pressão.

[041] A figura 28 mostra uma vista em perspectiva de uma sexta modalidade ilustrativa de um componente de extremidade da presente revelação.

[042] A figura 29 mostra uma vista de extremidade do componente de extremidade da figura 28 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[043] A figura 30 mostra uma vista em perspectiva do componente de extremidade da figura 28 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão por filamentos enrolados.

[044] A figura 31 é uma vista seccional parcial de uma sexta modalidade de uma montagem incluindo o componente de extremidade da figura 28 preso em uma porção de extremidade de um recipiente de pressão.

[045] Embora as figuras acima identificadas apresentem várias modalidades da matéria em questão revelada, outras modalidades são também consideradas, como mencionado na revelação. Em todos os casos, essa revelação apresenta a

matéria em questão revelada por meio de representação e não limitação. Deve ser entendido que numerosas outras modificações e modalidades podem ser planejadas por aqueles versados na técnica que se situam dentro do escopo dos princípios dessa revelação.

[046] As figuras podem não ser desenhadas em escala. Em particular, alguns aspectos podem ser ampliados em relação a outros aspectos por clareza. Além do mais, onde termos, tais como acima, abaixo, sobre, sob, topo, fundo, lado, direita, esquerda, vertical, horizontal, etc. são usados, deve ser entendido que eles são usados somente para facilidade de entendimento da descrição. É considerado que as estruturas podem ser orientadas de outra forma.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[047] Essa revelação reconhece que é desejável proteger um recipiente de pressão contra danos em uma maneira confiável e com baixo custo. É de interesse particular proteger as extremidades do recipiente de pressão, já que elas podem ser mais suscetíveis a danos devido a sua colocação e forma geralmente hemisférica. Nas modalidades ilustrativas, um componente de extremidade é preso em uma porção de extremidade de um recipiente por filamentos enrolados ao redor da porção de extremidade do recipiente e sobre porções do componente de extremidade. O componente de extremidade pode ser preso no recipiente no momento da fabricação do recipiente ou pode ser retroajustado em um recipiente de pressão existente em um momento posterior. Um componente de extremidade revelado exemplar pode incorporar características protetoras adequadas e/ou pode ser configurado para se unir com uma ligação, tal como uma tampa de extremidade protetora. Em uma modalidade exemplar, um componente de extremidade não é totalmente coberto ou envolvido pelo envoltório do filamento; assim, o conceito revelado usa menos filamento e resina do que alguns sistemas protetores anteriores, nos quais um componente protetor ou todo o recipiente é coberto com camadas de

material composto. Além do mais, a ligação de um componente de extremidade por filamentos enrolados curados é mais segura do que a união adesiva de uma tampa protetora sobre a porção de extremidade do recipiente.

[048] A figura 1 ilustra um recipiente de pressão alongado 10, tal como esse revelado na Patente U.S. 5.476.189, intitulada “Recipiente de pressão com sistema de mitigação de danos” (“Pressure vessel with damage mitigation system”), que é por meio disso incorporada por referência. Tal recipiente de pressão convencional ou tanque 10 é tipicamente usado para armazenar fluidos pressurizados. O recipiente 10 tem uma seção de corpo principal substancialmente cilíndrica com porções de extremidade abobadadas 15. Um ressalto 16 é fornecido em uma ou ambas as extremidades do recipiente 10 para produzir um orifício para comunicação com o interior do recipiente 10. O recipiente 10 é formado com um forro interior impermeável ao fluido 12 coberto por um invólucro composto externo 14.

[049] A porção de extremidade 15 pode ter uma forma hemisférica ou abobadada e pode incluir um ressalto 16 com um buraco 18 através dele que permite que o fluido seja introduzido ou removido do recipiente 10. O forro 12 pode ser feito, por exemplo, de plástico ou materiais de elastômero. O invólucro 14 pode ser material composto fabricado de fibras ou filamentos contidos em uma resina, as fibras sendo, por exemplo, de carbono, grafite ou aramida. Nesse caso, “composto” significa um material de matriz de resina reforçado com fibra, tal como uma estrutura laminada ou enrolada de filamento. O invólucro composto 14 resolve as cargas estruturais no recipiente 10. Detalhes relevantes para a formação de um recipiente de pressão exemplar 10 são revelados na Patente U.S. 4.838.971, intitulada “Filament Winding Process and Apparatus”, que é incorporada aqui por referência. O ressalto 16 pode ser formado de um metal, tais como, por exemplo, alumínio, latão, aço ou liga de níquel ou qualquer material adequado metálico ou não metálico. Detalhes de um ressalto exemplar são revelados na Patente U.S. 5.429.845,

intitulada “Boss for a Filament Wound Pressure Vessel”, que é incorporada aqui por referência.

[050] A figura 2 mostra uma primeira modalidade ilustrativa de um componente de extremidade 22a da presente revelação configurado para ser preso em um recipiente 10. Em uma modalidade ilustrativa, o componente de extremidade 22a tem uma forma anular com a abertura central 34a e inclui uma pluralidade de porções elevadas separadas 28a e uma pluralidade de áreas planas ou porções baixas 32a entre duas porções elevadas adjacentes 28a. Assim, na modalidade ilustrada, as porções elevadas 28a e as porções baixas 32a são dispostas ao redor do componente de extremidade 22a em um padrão alternado. A abertura central 34a é mostrada como sendo circular, mas pode ser uma abertura ou fenda de qualquer forma adequada. Áreas planas ou porções baixas 32a são mostradas como sendo substancialmente planares, mas podem ter qualquer forma adequada ou perfil que seja rebaixado comparado com as porções elevadas 28a. Além do mais, nas modalidades exemplares, áreas planas ou porções baixas 32a não são verdadeiramente planas ou planares, mas de preferência são ligeiramente contornadas para igualar a forma convexa da superfície externa da porção de extremidade abobadada 15 do recipiente de pressão 10. As porções elevadas 28a incluem recursos de ligação 38a configurados para acoplar com aspectos correspondentes 72 em uma ligação, tal como uma tampa protetora 40 (ver figuras 7A a 7C). Em uma modalidade ilustrativa, os recursos de ligação 38a são furos configurados para alinhar com prendedores, ou configurados para ligação em ou através, da tampa protetora 40, tais como parafusos, rebites, prendedores de empurrar, ganchos, abas de pressão ou grampos, por exemplo, (ver figuras 19 a 27). Alternativamente, os recursos de ligação 38a podem ser parafusos, rebites, prendedores de empurrar, ganchos, juntas de pressão, grampos ou semelhantes, configurados para se unirem com aspectos complementares na tampa protetora 40.

[051] Em uma modalidade ilustrativa, o componente de extremidade 22a tem uma forma anular, circular e inclui as porções baixas 32a e porções elevadas 28a, cada uma tendo comprimentos similares ao redor da circunferência do componente de extremidade 22a. Entretanto, é considerado que o componente de extremidade 22a e suas porções elevadas 28a e porções planas ou baixas 32a possam ter qualquer forma e configuração de superfície que permita ligação no recipiente 10 usando uma pluralidade de fitas de filamento 44, como descrito abaixo. Em uma modalidade exemplar, cada porção elevada é configurada substancialmente como um trapezoide piramidal, mas outras formas são também possíveis, contanto que as porções elevadas 28a sejam elevadas com relação às porções baixas 32a e tenham uma superfície superior 30a com ou sem recursos de ligação 38a. Em uma modalidade exemplar, o componente de extremidade 22a é construído de um polímero sólido formado pela moldagem à injeção ou formação a vácuo, porém o componente de extremidade 22a pode ser formado de qualquer material útil e por qualquer processo adequado.

[052] As figuras 3 e 4 mostram uma modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22a disposto para tocar em uma porção de extremidade 15 do recipiente 10, tal que um ressalto 16 do recipiente 10 é inserido através da abertura central 34a. O componente 22a é preso na superfície externa da porção de extremidade 15 por uma pluralidade de fitas de filamento 44 enroladas na porção de extremidade abobadada 15 e sobre pelo menos uma parte do componente 22a. Em uma modalidade exemplar, o componente de extremidade 22a tem uma superfície virada para o recipiente que é contornada para seguir a curvatura da porção de extremidade 15, tal que o componente de extremidade 22a fica posicionado substancialmente nivelado contra a superfície externa convexa da porção de extremidade 15.

[053] O componente de extremidade 22a é preso no recipiente 10 por uma

pluralidade de fitas de filamento 44. Em uma modalidade exemplar, as fitas de filamento 44 podem ser de um material de reforço fibroso, tais como fibra de vidro, carbono ou fibra de aramida, por exemplo, e podem ser formadas usando os mesmos materiais e processos que o invólucro 14. As fitas de filamento 44 se estendem ao longo do invólucro 14 do recipiente 10 e sobre o componente de extremidade 22a, tal que cada uma da pluralidade de fitas 44 passa sobre uma da pluralidade de porções baixas 32a, se estende além do (e em alguns pontos adjacentes à) ressalto 16 e passa sobre a outra da pluralidade de porções baixas 32a. A pluralidade de fitas de filamento 44 é posicionada, de modo que pelo menos uma das fitas de filamento 44 passa sobre e é enrolada em cada par de porções baixas 32a não adjacentes, dessa maneira formando uma trama 46 de fitas de filamento 44 dispostas ao redor da porção de extremidade 15 do recipiente 10. O padrão formado pela trama 46 depende do número e da colocação das fitas de filamento 44 e da forma e da configuração do componente de extremidade 22a. Para formar a trama do filamento 46, as fitas de filamento 44 se sobrepõem, interceptam ou de outra forma se unem. Em uma modalidade exemplar, a trama do filamento 46 é formada por materiais e processos, tais como descritos na Patente U.S. 4.838.971, que é incorporada por referência. Assim, cada fita de filamento 44 da trama do filamento 46 é formada de muitos filamentos construídos uns sobre os outros em um processo de enrolamento.

[054] É considerado que as fitas de filamento 44 podem passar sobre algumas ou todas as porções baixas 32a, dependendo da configuração do componente de extremidade 22a. Em uma modalidade exemplar, as fitas de filamento 44 se estendem além da porção de extremidade 15 e por alguma distância ao longo do corpo cilíndrico do recipiente de pressão 10. As fitas de filamento 44 em uma modalidade exemplar seguem um padrão de enrolamento helicoidal e/ou de arco. As fitas de filamento 44 podem ser unidas entre si e no recipiente 10 por uma

resina curável com calor, tais como epóxi, poliéster, viniléster ou qualquer outro material adequado capaz de produzir as propriedades exigidas para a aplicação na qual o recipiente 10 deve ser usado. O componente de extremidade 22a é por meio disso preso entre a trama 46 e a porção de extremidade 15 do recipiente 10. Por passar as fitas de filamento 44 sobre as porções baixas 32a dispostas entre as porções elevadas 28a, as porções elevadas 28a agem como paradas para ajudar a impedir a rotação do componente de extremidade 22a ao redor de um eixo geométrico 42 que se estende longitudinalmente através do um buraco 18 e o corpo do recipiente de pressão 10, para uso nos métodos de ligação discutidos mais abaixo.

[055] O uso de uma pluralidade de fitas de filamento 44 para prender o componente de extremidade 22 no recipiente 10 exige menos filamento do que se todo o recipiente 10, ou até mesmo apenas toda a porção de extremidade 15, fosse coberta em uma camada de enrolamentos do filamento. Embora padrões particulares de trama 46 sejam ilustrados, é considerado que outros padrões de fitas de filamento 44 possam ser usados para prender o componente de extremidade 22 no recipiente de pressão 10. Nas modalidades do componente de extremidade 22, nas quais os recursos de ligação 38 são fornecidos, é preferível que a trama 46 deixe pelo menos alguns dos recursos de ligação 38 expostos.

[056] Em uma modalidade exemplar, o componente de extremidade 22a permite que uma ligação seja montada no recipiente 10 e/ou permite que o recipiente 10 seja montado em outra estrutura. Em uma montagem ilustrativa 50a das figuras 5 e 6, a ligação montada é uma tampa protetora 40. As figuras 5 e 6 mostram uma primeira modalidade de uma montagem 50a incluindo a tampa protetora 40 montada em uma porção de extremidade 15 do recipiente 10 usando o componente de extremidade 22a. A figura 6 é uma vista da seção transversal tomada através da linha 6-6 da figura 5. O componente de extremidade 22a é

posicionado para tocar na porção de extremidade 15, tal que o ressalto 16 é inserido através da abertura central 34a. As fitas de filamento 44 se estendem através do componente de extremidade 22a, prendendo o componente de extremidade 22a no recipiente 10 e formando a trama 46a. A tampa protetora 40 é montada no componente de extremidade 22a pelo acoplamento dos recursos de ligação 72 na tampa 40 (visível nas figuras 7A a 7C) com recursos de ligação 38a do componente de extremidade 22a. Detalhes adicionais de tal ligação são explicados abaixo com referência a outra modalidade das figuras 16 a 27, por exemplo. A parede de extremidade 58 da tampa protetora 40 na proximidade do furo 52 é posicionada para tocar na trama 46 e o aro 68 é posicionado adjacente e se estendendo ao redor da circunferência do invólucro 14 do recipiente 10.

[057] A figura 5 mostra a tampa protetora 40 montada no recipiente 10 através do componente de extremidade 22, que está obscurecido pela tampa protetora 40 nessa figura. A tampa protetora 40 é configurada para encaixar sobre a porção de extremidade 15 do recipiente 10 e inclui uma parede de extremidade 58 que toca no componente de extremidade 22a na porção de extremidade 15 do recipiente 10, como mostrado na figura 6. Uma parede lateral 60 da tampa protetora 40 se estende ao longo do recipiente 10; uma parede de raio arredondada 62 se estende entre a parede lateral 60 e a parede de extremidade 58. A parede de raio 62 é configurada para proteger uma superfície de raio subjacente 64 do recipiente 10. Embora uma linha de demarcação seja visível na figura 5 entre a parede de extremidade 58 e a parede de raio 62, é considerado que em uma modalidade exemplar, essas porções de parede fluam suavemente uma para a outra sem demarcações claras. Em uma modalidade exemplar, a tampa protetora 40 inclui um furo 52 configurado para alinhar de forma concêntrica com o ressalto 16 e permitir a passagem do gargalo 54 do ressalto 16.

[058] As figuras 7A a 7C mostram modalidades ilustrativas da superfície

virada para o recipiente 48 das tampas protetoras 40a, 40b e 40c. Em algumas modalidades, a tampa protetora 40 tem uma espessura de parede que é maior na parede do raio 62, diminui ao longo da parede de extremidade 58 para o furo 52 e diminui ao longo da parede lateral 60 para o aro 68. Os recursos de ligação 72 na superfície virada para o recipiente 48 da tampa protetora 40 se alinham e correspondem com os recursos de ligação 38 no componente de extremidade 22 para permitir que a tampa protetora 40 seja acoplada no componente de extremidade 22 e, assim, no recipiente 10. Em uma modalidade ilustrativa, os recursos de ligação 72 são configurados como protuberâncias na superfície virada para o recipiente 48 da parede de extremidade 58. Nas modalidades ilustradas, um recurso de ligação 72 inclui um furo 74 configurado para aceitar um prendedor, tais como um parafuso, pino ou prendedor de empurrar (ver prendedor 56 na figura 19). Os recursos de ligação 72 são mostrados tendo uma forma complementar às porções elevadas 28 do componente de extremidade 22, mas é entendido que os recursos de ligação na tampa protetora 40 podem ter qualquer forma, fenda(s), buraco(s) e/ou configuração útil para acoplamento em um componente de extremidade 22.

[059] A modalidade ilustrativa da tampa protetora 40a mostrada na figura 7A inclui uma disposição de arestas da circunferência 76 posicionadas de forma concêntrica ao redor do furo 52, a disposição tendo uma forma para tocar a superfície de raio 64 da porção de extremidade 15 do recipiente de pressão 10. Outra modalidade ilustrativa da tampa protetora 40b, mostrada na figura 7B, inclui uma disposição de arestas 78 posicionadas radialmente ao redor do furo 52, cada uma se estendendo da parede de extremidade 58 para a parede lateral 60. A disposição das arestas 78 tem uma forma para tocar a superfície de raio 64 da porção de extremidade 15 do recipiente de pressão 10. As arestas 76, 78 produzem o suporte estrutural para a tampa protetora 40a, 40b, tornando a tampa protetora

40a, 40b mais bem capaz de suportar o impacto sem deformação ou dano ao recipiente 10. Qualquer número, espessura, espaçamento e configuração de arestas, nervuras e outros aspectos estruturais podem ser usados e podem depender, por exemplo, do material usado para a tampa de extremidade, do tamanho da tampa de extremidade, da forma da porção de extremidade 15 do recipiente de pressão 10 e da aplicação. A modalidade ilustrativa da tampa protetora 40c mostrada na figura 7C inclui uma superfície virada para o recipiente 48 sem arestas.

[060] É considerado que a tampa protetora 40 pode ser formada de qualquer material e em qualquer forma adequada para amenizar os danos ao recipiente 10. A tampa protetora 40 pode ser formada de um polímero sólido, um polímero espumoso e/ou um metal. Por exemplo, a tampa protetora 40 pode ser construída completamente de um polímero sólido, pode ser um invólucro de polímero sólido cheio com um polímero espumoso ou pode ser construída de um polímero espumoso com ou sem uma cobertura protetora. A tampa protetora 40 pode ser formada pela moldagem à injeção ou formação a vácuo ou por qualquer processo útil dependendo, por exemplo, do material e da forma da tampa protetora 40.

[061] Como mostrado na figura 6, uma porção elevada exemplar 28a tem um perfil um tanto trapezoidal, relativo ao invólucro 14, mas pode ter qualquer perfil de seção transversal adequado. Um espaço interior 80a definido entre a porção elevada 28a e a porção de extremidade 15 pode ter qualquer tamanho ou forma adequada para montar a tampa protetora 40 na porção de extremidade 15 nos recursos de ligação 38a e pode depender, por exemplo, dos prendedores (não mostrados) usados para montar a tampa protetora 40 no recipiente 10 e/ou a forma da tampa protetora 40. Um espaço interior 82a definido pela parede de raio 62 da tampa protetora 40 e superfície de raio 64 do recipiente 10 é produzido para permitir o espaço para dentro do qual a tampa protetora 40 pode ser esmagada ou deformada

sem danificar o invólucro 14 e/ou o recipiente 10. A forma e/ou o tamanho do espaço interior 82a podem depender, por exemplo, dos materiais usados ou da aplicação desejada para a tampa protetora 40. Além do mais, espuma ou outros materiais para amenizar o dano podem ser fornecidos no espaço interior 82a.

[062] É considerado que uma modalidade ilustrativa da tampa protetora 40 pode ser removível do componente de extremidade 22a para permitir a substituição se danificada, ou para satisfazer as necessidades de uma dada aplicação. Por exemplo, modalidades diferentes da tampa protetora 40 podem ter perfis físicos diferentes, níveis diferentes de resistência à raspagem, dano de impacto ou esmagamento e/ou podem ser configuradas para indicar visualmente a ocorrência do impacto, raspagem ou outro dano. É considerado que uma modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22a e/ou tampa protetora 40 pode ser adicionada a um recipiente existente. É considerado que ligações diferentes da tampa protetora 40 revelada podem ser acopladas no recipiente 10 através do componente de extremidade 22a.

[063] Uma segunda modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22b, mostrada na figura 8, tem a forma anular de um anel tendo abertura central 34b. O componente de extremidade 22b pode ter um perfil de seção transversal substancialmente na forma de um “U” (ver figura 11). Uma pluralidade de recursos de ligação 38b separados é disposta ao redor do componente de extremidade 22b. Os recursos de ligação 38b são configurados para se unirem com aspectos correspondentes 72 em uma tampa protetora 40 como previamente descrito aqui. Uma modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22b tem um perfil de seção transversal uniforme e recursos de ligação 38b que são espaçados de perto ao redor de toda a circunferência do componente de extremidade 22b. Assim, a pluralidade de fitas de filamento 44 pode passar sobre quaisquer localizações (ao invés de porções planas definidas) no componente de extremidade 22b enquanto

deixando uma porção da pluralidade de recursos de ligação 38b exposta para montagem da tampa protetora 40 no recipiente 10. Assim, o componente de extremidade 22b pode ser preso no recipiente 10 com qualquer orientação rotacional ao redor do eixo geométrico longitudinal 42 (ver figura 11). O componente de extremidade 22b e a abertura central 34b são mostrados como sendo circulares, mas podem ser de qualquer forma adequada.

[064] As figuras 9 e 10 mostram uma modalidade ilustrativa de uma montagem do componente de extremidade 22b disposto para tocar na porção de extremidade 15 do recipiente 10, tal que o ressalto 16 é inserido através da abertura central 34b. O componente de extremidade 22b pode ter superfícies viradas para o recipiente que são contornadas para seguir a curvatura do invólucro 15, tal que o componente de extremidade 22b fica posicionado substancialmente nivelado contra a porção de extremidade 15. O componente de extremidade 22b é preso no recipiente 10 por uma pluralidade de fitas de filamento 44. Em uma modalidade ilustrativa, cada uma da pluralidade de fitas de filamento 44 passa sobre o componente de extremidade 22b em uma localização 84, se estende além e adjacente ao ressalto 16 e passa sobre o componente de extremidade 22b em uma segunda localização 84. A pluralidade de fitas de filamento 44 é disposta, de modo que cada uma das fitas de filamento 44 passa sobre um par diferente de localizações separadas 84 no componente de extremidade 22b, dessa maneira formando uma trama 46b de fitas de filamento 44 ao redor da porção de extremidade 15 do recipiente 10. O padrão formado pela trama 46b depende do número e da colocação das fitas de filamento 44 e da configuração do componente de extremidade 22b. Em algumas figuras do desenho, pode aparentar que a trama do filamento 46 é espaçada do recipiente de pressão 10. Entretanto, deve ser entendido que as fitas de filamento 44 são unidas entre si e no recipiente 10 por uma resina curável com calor. O componente de extremidade 22b fica, com isso, preso entre a

trama 46b e a porção de extremidade 15 do recipiente 10.

[065] A figura 11 mostra uma vista da seção transversal de uma segunda modalidade da montagem 50b, tal como tirada ao longo da linha 11-11 da figura 10, e adicionalmente incluindo a tampa protetora 40 montada no recipiente 10 através do componente de extremidade 22b. Uma fita de filamento 44 é parcialmente mostrada passando sobre o componente de extremidade 22b, que é mostrado tendo um perfil de “U” invertido relativo ao recipiente 10, mas pode ter qualquer perfil de seção transversal adequado. Um espaço interior 80b definido pela porção de extremidade 15 e o componente de extremidade 22b podem ter qualquer tamanho ou forma adequados para montagem da tampa protetora 40 na porção de extremidade 15 e podem depender, por exemplo, dos prendedores usados para montar a tampa protetora 40 no componente de extremidade 22b. Um espaço interior 82b definido pela parede de raio 62 da tampa protetora 40 e superfície de raio 64 do recipiente 10 é fornecido para permitir o espaço para dentro do qual a tampa protetora 40 pode ser esmagada ou deformada sem danificar o recipiente 10. A forma e/ou o tamanho do espaço interior 82b podem depender, por exemplo, do material usado ou da aplicação desejada para a tampa protetora 40.

[066] Uma terceira modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22c, mostrada na figura 12, inclui uma porção de anel anular 86c com a abertura central 34c e tem uma pluralidade de porções elevadas 28c separadas no anel 86c. O componente de extremidade 22c e a abertura central 34c são mostrados como sendo circulares, mas podem ser de qualquer forma adequada. Uma modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22c inclui abas separadas que se estendem radialmente 88c estendidas para fora do anel 86c e radialmente alinhadas com as porções elevadas 28c. Cada aba 88c pode ter uma beira 90 disposta em uma extremidade distal e estendida em uma direção perpendicular à aba 88c, tal que a aba 88c é substancialmente em formato de “L”. Cada aba 88c é configurada

para aceitar uma fita de filamento 44 entre uma parede externa 92c da porção elevada 28c e a beira 90, tal que as fitas de filamento 44 são enroladas nas abas 88c e, com isso, prendem o componente de extremidade 22c no recipiente 10. Uma pluralidade de recursos de ligação 38c separados é disposta ao redor do anel 86 e é configurada para se unir com recursos de ligação 72 correspondentes em uma ligação, tal como tampa protetora 40. Em uma modalidade ilustrativa, cada recurso de ligação 38c é disposto em uma superfície superior 30c de uma da pluralidade de porções elevadas 28c. Entretanto, é considerado que os recursos de ligação 38c, tais como furos, ganchos, grampos, ou abas de pressão, por exemplo, podem ser dispostos em qualquer localização adequada no anel 86. Modalidades dos componentes de extremidade 22 podem incluir superfícies 30 nas porções elevadas 28 tendo configurações diferentes, tais como convexas, côncavas ou ranhuradas.

[067] As figuras 13 e 14 mostram uma modalidade ilustrativa de um componente de extremidade 22c' modificado, que comparado com o componente de extremidade 22c da figura 12, tem um anel de centralização adicional 20 preso no anel 86c por raios 24. Na modalidade mostrada, cada raio 24 corresponde com uma única porção elevada 28c; entretanto, é considerado que outras configurações também seriam adequadas. O componente de extremidade 22c' é disposto para tocar a porção de extremidade 15 do recipiente 10, tal que o ressalto 16 é inserido através do anel de centralização 20. O componente de extremidade 22c' pode ter uma superfície virada para o recipiente que é contornada para seguir a curvatura do invólucro 15, tal que o componente de extremidade 22c' fica posicionado substancialmente nivelado contra a porção de extremidade 15. O componente de extremidade 22c' é preso no recipiente 10 por uma pluralidade de fitas de filamento 44. As fitas de filamento 44 são enroladas ao redor da porção de extremidade 15 do recipiente 10 e sobre o componente de extremidade 22c', tal que cada uma da pluralidade de fitas 44 passa sobre pelo menos uma da pluralidade de abas 88c,

dessa maneira formando uma trama 46c de fitas de filamento 44 que são espaçadas ao redor da porção de extremidade 15 do recipiente 10. O padrão formado pela trama 46c depende do número e da colocação das fitas de filamento 44 e da configuração do componente de extremidade 22c'. As fitas de filamento 44 são unidas entre si e no recipiente 10 por uma resina curável com calor. O componente de extremidade 22c' fica dessa maneira preso entre a trama 46c e a porção de extremidade 15 do recipiente 10. Pelo fato de que as fitas de filamento 44 não passam sobre o anel 86c entre as porções elevadas 28c, as porções elevadas 28c não precisam ser estruturas discretas; de preferência, uma porção elevada contínua pode ser produzida, como na modalidade do componente de extremidade 22b, por exemplo.

[068] A figura 15 mostra uma vista de seção transversal de uma terceira modalidade da montagem 50c, tal como tomada ao longo da linha 15-15 da figura 14 e adicionalmente incluindo a tampa protetora 40 montada no recipiente 10 através do componente de extremidade 22c'. Na modalidade ilustrada, o anel de centralização 20 tem um perfil de seção transversal curvado para conectar os raios 24 e seguir o gargalo 54 do ressalto 16. Um espaço interior 82c definido pela parede do raio 62 da tampa protetora 40 e a superfície do raio 64 do recipiente 10 é produzido para permitir espaço para dentro do qual a tampa protetora 40 pode ser esmagada ou deformada sem danificar o recipiente 10. A forma e/ou o tamanho do espaço interior 82c podem depender, por exemplo, do material usado ou da aplicação desejada para a tampa protetora 40.

[069] A figura 16 mostra uma quarta modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22d incluindo um anel 86d com a abertura central 34d e tendo uma pluralidade de porções elevadas 28d separadas no anel 86d. Em uma modalidade exemplar, o componente de extremidade 22d e a abertura central 34d são mostrados como sendo circulares, mas podem ser de qualquer forma adequada.

Uma modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22d inclui uma pluralidade de abas separadas 88d que se estendem radialmente para fora do anel 86d. As abas 88d podem ou não ser radialmente alinhadas com as porções elevadas 28d. Na modalidade ilustrada, o número de abas 88d é maior do que o número de porções elevadas 28d e esses elementos geralmente não ficam radialmente alinhados uns com os outros. As abas 88d são configuradas para ser presas entre uma pluralidade de fitas de filamento 44 e o recipiente 10, como descrito abaixo. Uma pluralidade de recursos de ligação 38d separados é disposta ao redor do anel 86d. Em uma modalidade ilustrativa, cada recurso de ligação 38d é posicionado na superfície superior 30d de uma das porções elevadas 28d e é configurado para se unir com recursos de ligação 72 correspondentes em uma ligação, tal como a tampa protetora 40. Entretanto, é considerado que recursos de ligação 38d, tais como furos, ganchos, grampos ou abas de pressão, por exemplo, podem ser dispostos em qualquer localização adequada no anel 86d. Uma modalidade ilustrativa pode incluir superfícies 30d posicionadas em porções elevadas 28d e tendo configurações diferentes, tais como convexas, côncavas ou ranhuradas.

[070] As figuras 17 e 18 mostram uma modalidade ilustrativa de 22d disposta para tocar na porção de extremidade 15 do recipiente 10, tal que o ressalto 16 é inserido através da abertura central 34d. O componente de extremidade 22d pode ter uma superfície virada para o recipiente que é contornada para seguir a curvatura do invólucro 15, tal que o componente de extremidade 22d fica posicionado substancialmente nivelado contra a porção de extremidade 15. O componente de extremidade 22d é preso no recipiente 10 por uma pluralidade de fitas de filamento 44. As fitas de filamento 44 são enroladas ao redor da porção de extremidade 15 do recipiente 10 e sobre o componente de extremidade 22d, tal que cada uma da pluralidade de fitas 44 passa sobre pelo menos uma da pluralidade de abas 88d,

dessa maneira formando uma trama 46d de fitas de filamento 44 que são espaçadas ao redor da porção de extremidade 15 do recipiente 10. O padrão formado pela trama 46d depende do número e da colocação das fitas de filamento 44 e da forma e da configuração do componente de extremidade 22d. Por causa do alto número de abas 88d, o componente de extremidade 22d pode ser disposto em qualquer posição rotacional relativa ao eixo geométrico longitudinal 42, e a regulação rotacional precisa do padrão de trama 46d em relação ao componente de extremidade 22d não é necessária. As fitas de filamento 44 são unidas entre si e no recipiente 10 por uma resina curável com calor. O componente de extremidade 22d é preso por meio disso entre a trama 46 e a porção de extremidade 15 do recipiente 10. Pelo fato de que as fitas de filamento 44 não passam sobre o anel 86d entre as porções elevadas 28d, as porções elevadas 28d não precisam ser estruturas discretas; de preferência, uma porção elevada contínua pode ser produzida, como na modalidade do componente de extremidade 22b, por exemplo.

[071] A figura 19 mostra uma vista da seção transversal vertical explodida de uma segunda modalidade da montagem 50d, tal como tomada ao longo da linha 19-19 da figura 18 e adicionalmente incluindo a tampa protetora 40 configurada para ser montada no recipiente 10 através do componente de extremidade 22d. A montagem 50d tem prendedores 56, tais como parafusos, pinos, fechos ou prendedores de empurrar, alinhados com os furos 74 nos recursos de ligação 72 da tampa protetora 40 e alinhados com recursos de ligação 38d nas porções elevadas 28d do componente de extremidade 22c. O furo 52 na tampa protetora 40 é alinhado de forma concêntrica com a abertura central 34d no componente de extremidade 22d e ressalto 16 do recipiente de pressão 10 (não mostrado na figura 19).

[072] Como mostrado nas figuras 19 e 22 a 24, o componente de extremidade 22 pode incluir fendas 70 no anel 86 para aumentar a flexibilidade do anel 86, de modo que ele possa se conformar melhor com os contornos da porção

de extremidade 15 do recipiente de pressão subjacente 10. Deve ser entendido que tais fendas, ranhuras ou aspectos de acomodação de forma similares podem ser fornecidos em qualquer uma das modalidades dos componentes de extremidade revelados 22.

[073] As figuras 20 e 21 mostram vistas parciais da seção transversal da montagem 50d' e 50d", respectivamente, incluindo a tampa de extremidade protetora 40', 40" presa no recipiente de pressão 10 através do componente de extremidade 22d usando prendedores de empurrar diferentes 36, 36'. Nessas modalidades ilustradas, os recursos de ligação da tampa protetora 40 são prendedores de empurrar 36, 36' integrados na tampa de extremidade 40', 40" e são acoplados no componente de extremidade 22d nos recursos de ligação 38d em 28d. Cada prendedor 36, 36' inclui uma extremidade aberta 26, 26' que é configurada para passar através do recurso de ligação 38d e permanecer na configuração inserida. Como mostrado na figura 21, o prendedor 36' tem o vão 37 entre os braços 39. Os braços 39 podem flexionar para dentro do vão 37 para facilitar a passagem da extremidade aberta 26' através do recurso de ligação 38d.

[074] As figuras 22 a 25 mostram uma quinta modalidade exemplar do componente de extremidade 22e tendo abas de encaixe por pressão 98 e recursos de ligação 38e nas superfícies superiores 30d das porções elevadas 28e. As figuras 22, 23 e 25 mostram uma quinta modalidade de uma montagem 50e incluindo a tampa protetora 40 configurada para montagem em uma porção de extremidade 15 do recipiente 10 através do componente de extremidade 22e e inserção de encaixe por pressão 96. Por clareza, as fitas de filamento 44 prendendo o componente de extremidade 22d no recipiente 10 não são mostradas, mas é considerado que tais fitas de filamento 44 seriam fornecidas na forma de uma trama 46 sobre as abas 88e, como descrito acima com referência às abas 88d do componente de extremidade 22d.

[075] Os recursos de ligação na tampa protetora 40e podem ser luvas 102, cada uma tendo um buraco 104 através delas configurado para aceitar um prendedor 106, tal como um parafuso ou pino como mostrado nas figuras 22 e 23 e 25 e 26. Os buracos 104 podem ou não penetrar na parede de extremidade 58. Uma inserção de encaixe por pressão exemplar 96 é uma peça anular configurada para ser posicionada na superfície interna 48 da parede de extremidade 58 e inclui furos 108 alinhados com a luva 102 na tampa protetora 40e, tal que o prendedor 106 pode ser inserido através de ambos o furo 108 na inserção 96 e o buraco 104 na luva 102, dessa maneira prendendo a inserção 96 na tampa protetora 40e, como mostrado nas figuras 25 a 27. A luva 102 é posicionada no recesso 110 na inserção 96 para estabilizar a inserção 96 em relação à parede de extremidade 58. Um espaço interior 82e definido pela parede do raio 62 da tampa protetora 40e e superfície do raio 64 do recipiente 10 é produzido para permitir espaço para dentro do qual a tampa protetora 40e pode ser esmagada ou deformada sem danificar o recipiente 10. A forma e/ou o tamanho do espaço interior 82e podem depender, por exemplo, do material usado ou da aplicação desejada para a tampa protetora 40.

[076] A figura 27 mostra uma modalidade da inserção de encaixe por pressão 96 unida com a junta do encaixe por pressão 98 para montar a tampa protetora 40e no componente de extremidade 22e e, assim, no recipiente 10. A junta de encaixe por pressão 98 inclui o braço 112 e a beira 114 configurados para aceitar uma borda 116 da inserção 96. A natureza resiliente da junta 98 permite que o braço 112 seja movido para longe da inserção 96 quando a inserção 96 é pressionada em direção à junta 98, depois encaixe de volta sobre a borda 116 para prender a borda 116 com a beira 114. A porção elevada 28e do componente de extremidade 22e inclui o furo 38e para aceitar uma cabeça 120 do prendedor 106, permitindo que a inserção 96 seja posicionada nivelada com a superfície 30e da porção elevada 28e. A luva 102 espaça a inserção 96 da parede de extremidade 58 permitindo espaço

para o prendedor 106 e juntas do encaixe por pressão 98. É entendido que configurações diferentes de encaixe por pressão podem ser usadas, tais como inserções de outras formas, mais ou menos juntas de encaixe por pressão ou juntas de encaixe por pressão de tipos diferentes, por exemplo.

[077] Uma sexta modalidade ilustrativa do componente de extremidade anular 22f é mostrada na figura 28. O componente de extremidade anular 22f pode incorporar pelo menos algumas ou todas as características para alívio do dano da tampa protetora 40 descrita aqui. Uma modalidade ilustrativa do componente de extremidade 22f tem uma abertura central 34f e inclui uma pluralidade de porções elevadas 28f definindo uma pluralidade de porções baixas 32f entre elas. Em uma modalidade exemplar, o componente de extremidade 22f e a abertura central 34f são mostrados como sendo circulares, mas podem ser de qualquer forma adequada. As porções elevadas 28f podem ser aspectos protetores que agem como para-choques para amenizar o dano ao recipiente 10 devido, por exemplo, ao impacto ou raspagem. Um espaço interior 126 (ver figura 31) definido pelas porções elevadas 28f e recipiente 10 permite espaço para dentro do qual a porção elevada 28f pode ser esmagada ou deformada sem danificar o recipiente 10. A forma e/ou o tamanho das porções elevadas 28f e, portanto, o espaço interior 126, podem depender, por exemplo, do material do componente de extremidade 22f e/ou da aplicação desejada para o recipiente 10. Em uma modalidade ilustrativa, as porções elevadas 122 são substancialmente trapezoides piramidais. Em uma modalidade ilustrativa, partes das porções baixas 32f do componente de extremidade 22f são contornadas para se ajustarem substancialmente niveladas com a porção de extremidade 15 do recipiente 10.

[078] As figuras 29 e 30 mostram o componente de extremidade 22f disposto na porção de extremidade 15 do recipiente 10, tal que um ressalto 16 do recipiente 10 é inserido através da abertura central 34f. O componente de extremidade 22f é

preso no recipiente 10 por uma pluralidade de fitas de filamento 44. A pluralidade de fitas de filamento 44 é disposta, de modo que pelo menos uma das fitas de filamento 44 passa sobre uma da pluralidade de porções baixas 32f, se estende além e adjacente ao ressalto 16 e passa sobre outra da pluralidade de porções baixas 32f. A pluralidade de fitas de filamento 44 é disposta, de modo que pelo menos uma das fitas de filamento 44 é passada sobre cada um de um par diferente de porções baixas 32f, dessa maneira formando uma trama 46f de fitas de filamento 44 que são espaçadas ao redor da porção de extremidade 15 do recipiente 10. O padrão formado pela trama 46f depende do número e da colocação das fitas de filamento 44 e da configuração do componente de extremidade 22f. Em uma modalidade ilustrativa, uma fita de filamento 44 passa adjacente a cada uma de uma pluralidade de paredes laterais 130 dos componentes de extremidade 22f, se estende além e adjacente ao ressalto 16 e passa adjacente à outra da pluralidade de paredes laterais 130. Assim, duas fitas de filamento 44 passam sobre cada uma da pluralidade de porções baixas 32f. As fitas de filamento 44 são unidas entre si e no recipiente 10 por uma resina curável com calor. O componente de extremidade 22f é preso dessa forma entre a trama 46f e a porção de extremidade 15 do recipiente 10.

[079] A figura 31 mostra uma vista da seção transversal parcial do componente de extremidade 22f montado na porção de extremidade 15 do recipiente 10, tomada ao longo da linha 31-31 da figura 30. Uma fita de filamento 44 é parcialmente mostrada passando sobre uma porção baixa 32f que está obscurecida nesta vista pela porção de extremidade 15. Em uma modalidade ilustrativa, a porção elevada 28f é configurada para ter substancialmente uma forma de trapezoide piramidal, em relação ao invólucro 14, mas pode ter qualquer perfil de seção transversal adequado. O espaço interior 126 definido pela porção elevada 28f do componente de extremidade 22f e a porção de extremidade 15 do recipiente 10 é produzido para permitir espaço para dentro do qual o componente de extremidade

22f pode ser esmagado ou deformado sem danificar o recipiente 10. A forma e/ou o tamanho do espaço interior 126 podem depender, por exemplo, do material usado ou da aplicação desejada para o componente de extremidade protetor 22f. Além do mais, espuma ou outros materiais para alívio do dano podem ser fornecidos no espaço interior 126.

[080] Um método para fixação do componente de extremidade 22 no recipiente de pressão 10 inclui posicionar o componente de extremidade 22 na porção de extremidade abobadada 15 do recipiente de pressão 10 e montar o ressalto 16 em um mandril. O material composto é enrolado sobre porções do componente de extremidade 22, porção de extremidade 15 e, em alguns casos, parte do corpo cilíndrico do recipiente de pressão 10 na forma de fitas de filamento 44 para formar a trama do filamento 46, que prende o componente de extremidade 22 na porção de extremidade 15. As camadas laminadas das fibras ou filamentos enrolados de fibra de vidro ou outros filamentos sintéticos são unidas por uma resina de termocura ou termoplástica. A fibra pode ser fibra de vidro, aramida, carbono, grafite ou qualquer outro material de reforço fibroso geralmente conhecido. A matriz da resina usada pode ser epóxi, poliéster, viniléster, termoplástico ou qualquer outro material resinoso adequado capaz de produzir a união de fibra com fibra, união de camada de fibra com camada e a resistência de fragmentação exigida para a aplicação particular na qual o recipiente será usado. Em um método exemplar, uma cabeça de aplicação para as fibras se move em tal maneira de modo a enrolar a fibra no componente de extremidade 22 e recipiente de pressão 10 em um padrão desejado para a trama 46. Tal enrolamento da fibra é normalmente aplicado em ambos um envolvimento substancialmente longitudinal (helicoidal) e de circunferência (arco). Esse processo de enrolamento é definido por uma série de fatores, tais como teor da resina, configuração da fibra, tensão do enrolamento e o padrão do envolvimento em relação ao eixo geométrico 42 do recipiente de pressão

10. Detalhes relevantes para um processo de enrolamento de filamento adequado são revelados na Patente U.S. 4.838.971, intitulada “Aparelho e Processo de Enrolamento de Filamentos” (“Filament Winding Process and Apparatus”), que é incorporada aqui por referência.

[081] Embora a matéria dessa revelação tenha sido descrita com referência a várias modalidades, os peritos na técnica reconhecerão que mudanças podem ser feitas na forma e detalhes sem se afastar do escopo da revelação. Além disso, qualquer aspecto revelado com relação a uma modalidade pode ser incorporado em outra modalidade e vice-versa.

REIVINDICAÇÕES

1. Montagem, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que inclui:

um recipiente de pressão para conter um fluido, o recipiente de pressão tendo uma superfície externa e incluindo uma porção de extremidade abobadada; e

um componente posicionado na porção de extremidade abobadada, em que o componente é preso na superfície externa por uma pluralidade de fitas de filamento enroladas na porção da extremidade abobadada e sobre pelo menos uma parte do componente.

2. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que o componente inclui um recurso de ligação.

3. Montagem, de acordo com a reivindicação 2, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que a montagem ainda inclui uma tampa protetora, e em que a tampa protetora é acoplada no componente através do recurso de ligação.

4. Montagem, de acordo com a reivindicação 3, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que o recurso de ligação inclui uma junta de encaixe por pressão, a montagem ainda incluindo:

uma inserção acoplada em uma superfície virada para o recipiente da tampa protetora, em que a inserção é configurada para acoplar na junta de encaixe por pressão.

5. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que o componente inclui:

uma pluralidade de porções elevadas; e

uma porção baixa entre duas porções elevadas adjacentes, em que pelo menos uma da pluralidade de fitas de filamento é enrolada na porção baixa.

6. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que o componente é anular.

7. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADA** pelo fato

de que o componente inclui uma pluralidade de abas que se estendem radialmente, e em que pelo menos uma da pluralidade de fitas de filamento é enrolada em pelo menos uma da pluralidade de abas.

8. Aparelho configurado para impedir danos a um recipiente de pressão, o recipiente de pressão tendo uma superfície externa e incluindo uma porção de extremidade abobadada, o aparelho **CHARACTERIZADO** pelo fato de que inclui:

um componente configurado para ser posicionado na porção de extremidade abobadada, em que o componente é configurado para ser preso na superfície externa da porção de extremidade abobadada por uma pluralidade de fitas de filamento enroladas na porção de extremidade abobadada e sobre pelo menos uma parte do componente.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente inclui um recurso de ligação.

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que ainda inclui uma tampa protetora, e em que a tampa protetora é configurada para ser acoplada no componente através do recurso de ligação.

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o recurso de ligação inclui uma junta de encaixe por pressão e o aparelho ainda inclui:

uma inserção configurada para ser acoplada em uma superfície virada para o recipiente da tampa protetora,

em que a inserção é configurada para acoplar na junta de encaixe por pressão.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente inclui uma pluralidade de abas que se estendem radialmente.

13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente inclui:

uma pluralidade de porções elevadas; e

uma porção baixa entre duas porções elevadas adjacentes.

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 13, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos uma da pluralidade de porções elevadas é formada como um trapezoide piramidal.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente é anular.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente inclui:

uma pluralidade de porções elevadas; e

uma pluralidade de porções baixas,

em que a pluralidade de porções elevadas e a pluralidade de porções baixas são dispostas em um padrão alternado.

17. Método para a fixação de um componente em um recipiente de pressão, o recipiente de pressão tendo uma superfície externa e incluindo uma porção de extremidade abobadada, o método **CHARACTERIZADO** pelo fato de que inclui:

posicionar o componente na superfície externa do recipiente de pressão na porção de extremidade abobadada; e

enrolar uma pluralidade de fitas de filamento na porção de extremidade abobadada e através de pelo menos uma parte do componente para prender o componente na porção de extremidade abobadada.

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente inclui uma pluralidade de porções elevadas e uma porção baixa entre duas porções elevadas adjacentes, em que o enrolamento da pluralidade de fitas de filamento inclui enrolar pelo menos uma da pluralidade de fitas de filamento na porção baixa.

19. Método, de acordo com a reivindicação 17, **CHARACTERIZADO** pelo fato

de que o componente inclui uma pluralidade de abas que se estendem radialmente, em que o enrolamento da pluralidade de fitas de filamento inclui o enrolamento de pelo menos uma da pluralidade de fitas de filamento em pelo menos uma da pluralidade de abas.

20. Método, de acordo com a reivindicação 17, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o componente inclui um recurso de ligação, o método ainda incluindo:
acoplar uma tampa protetora no componente no recurso de ligação.



Fig. 1A
(Estado da Técnica)

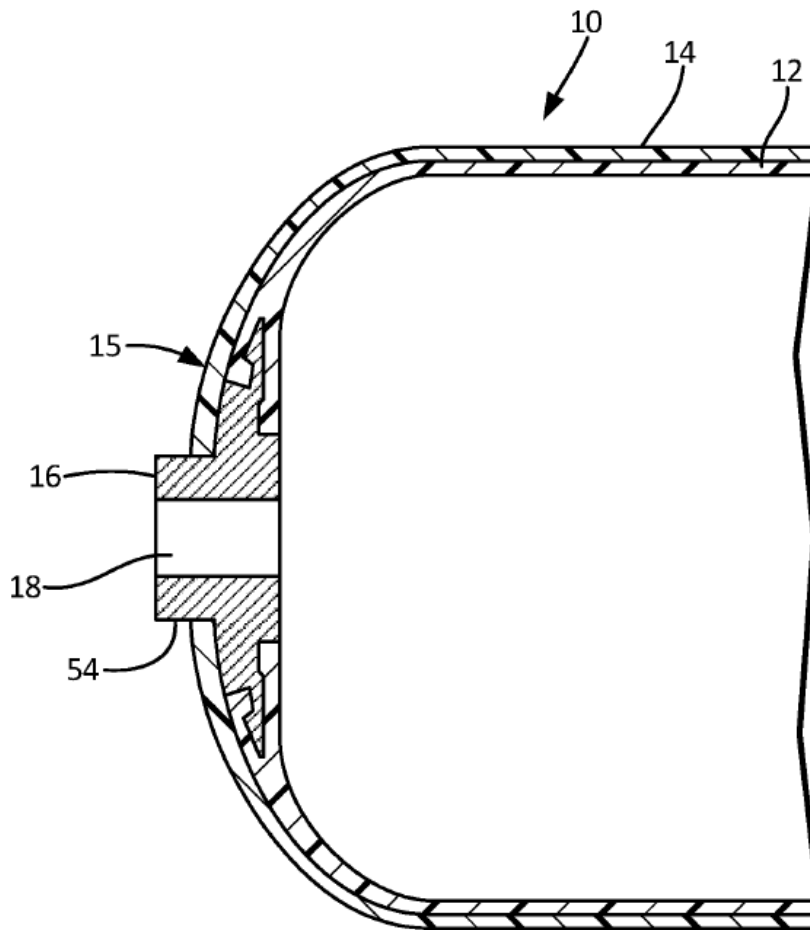


Fig. 1B
(Estado da Técnica)

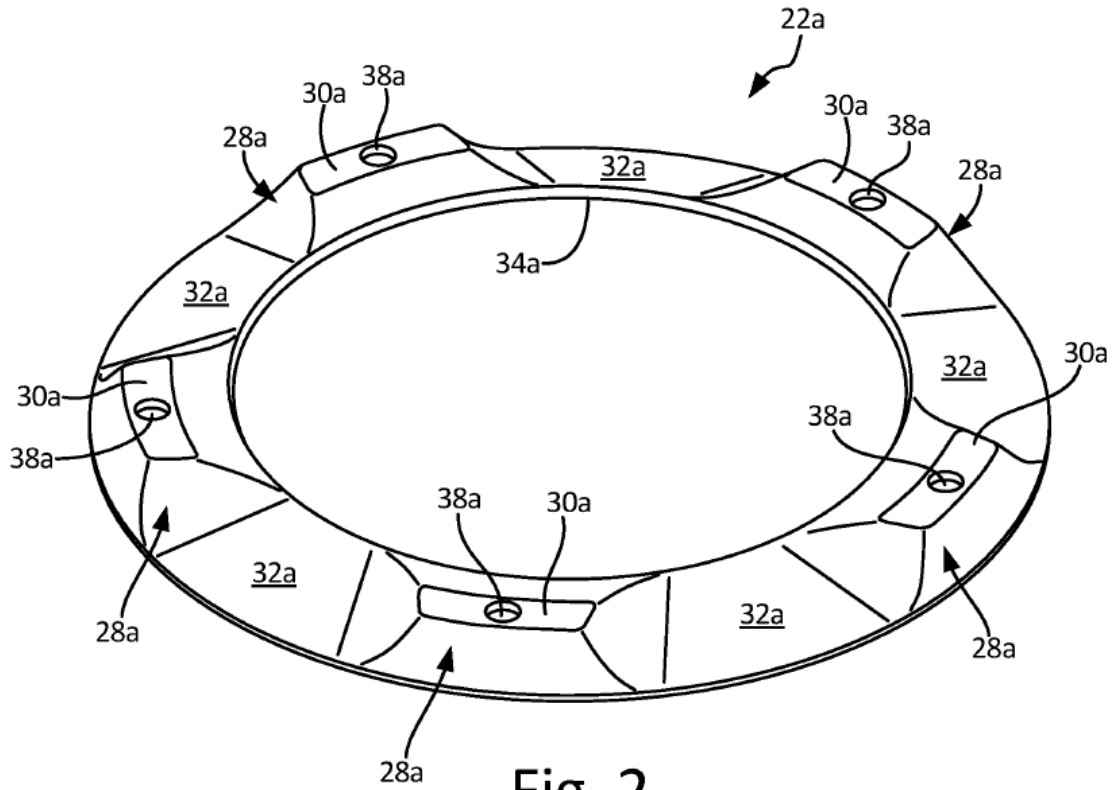


Fig. 2

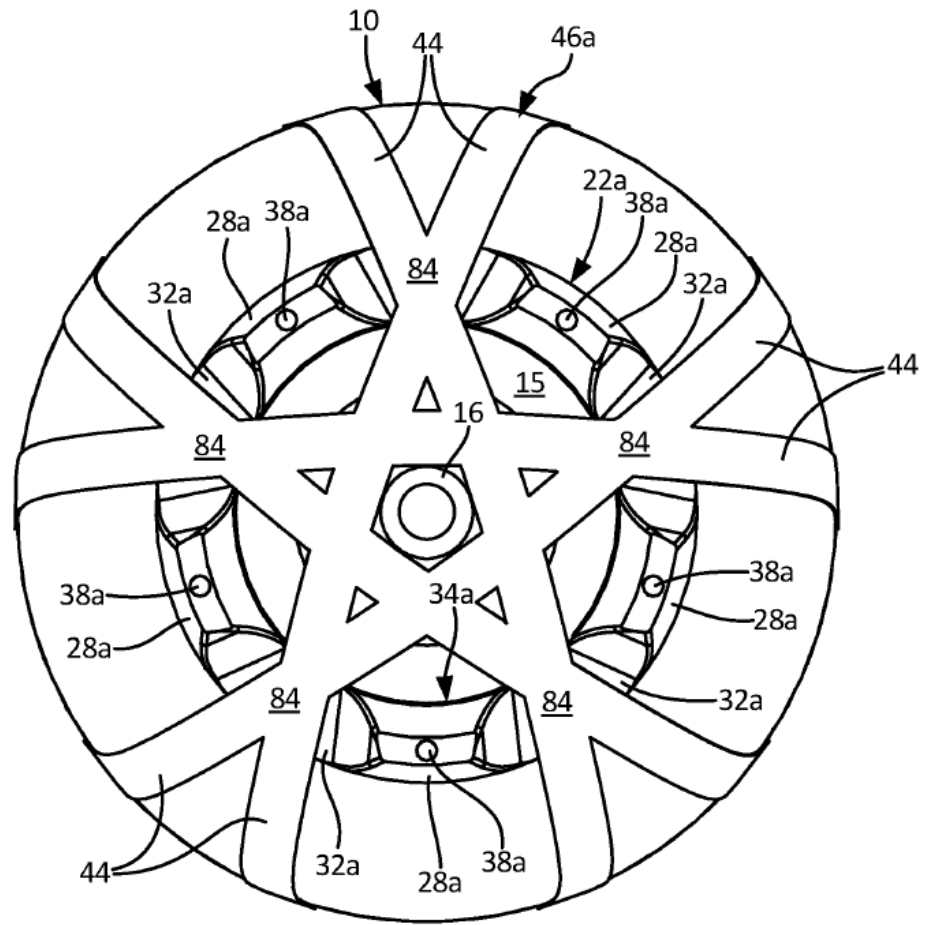


Fig. 3

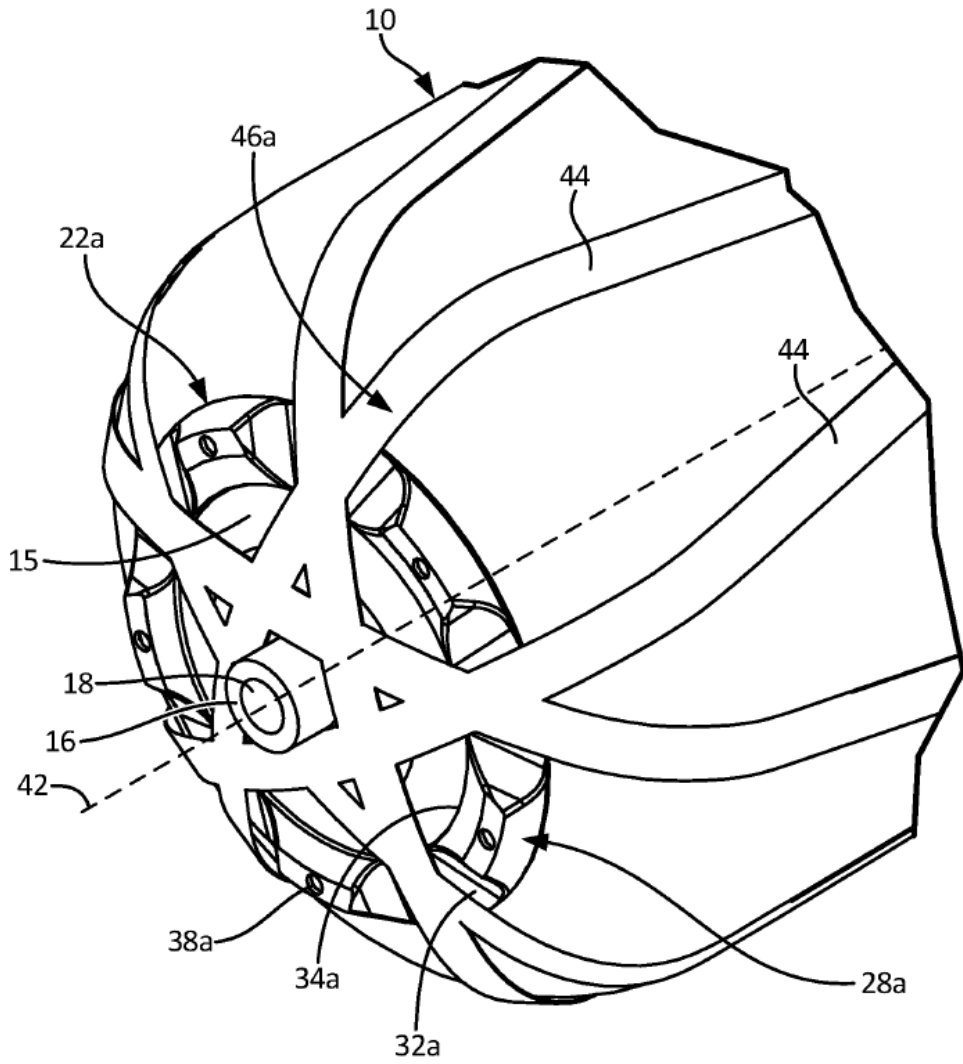


Fig. 4

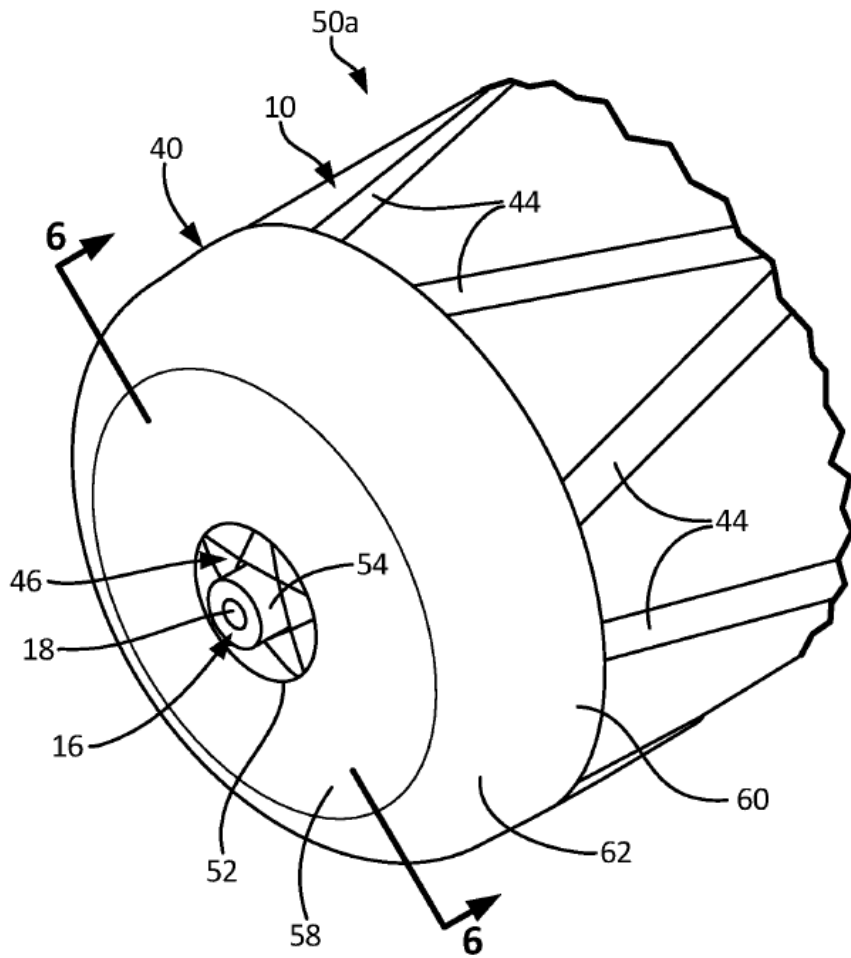


Fig. 5

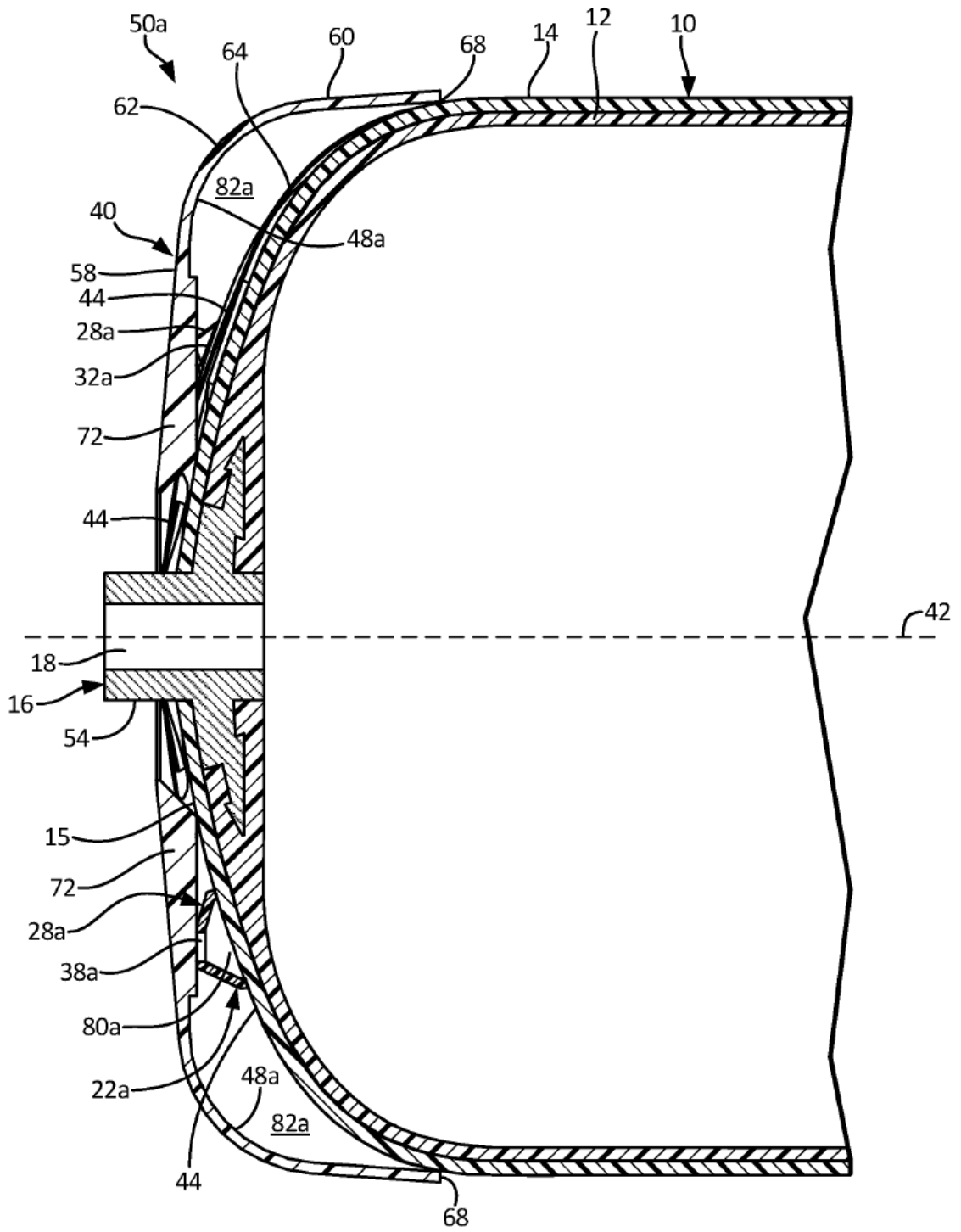


Fig. 6

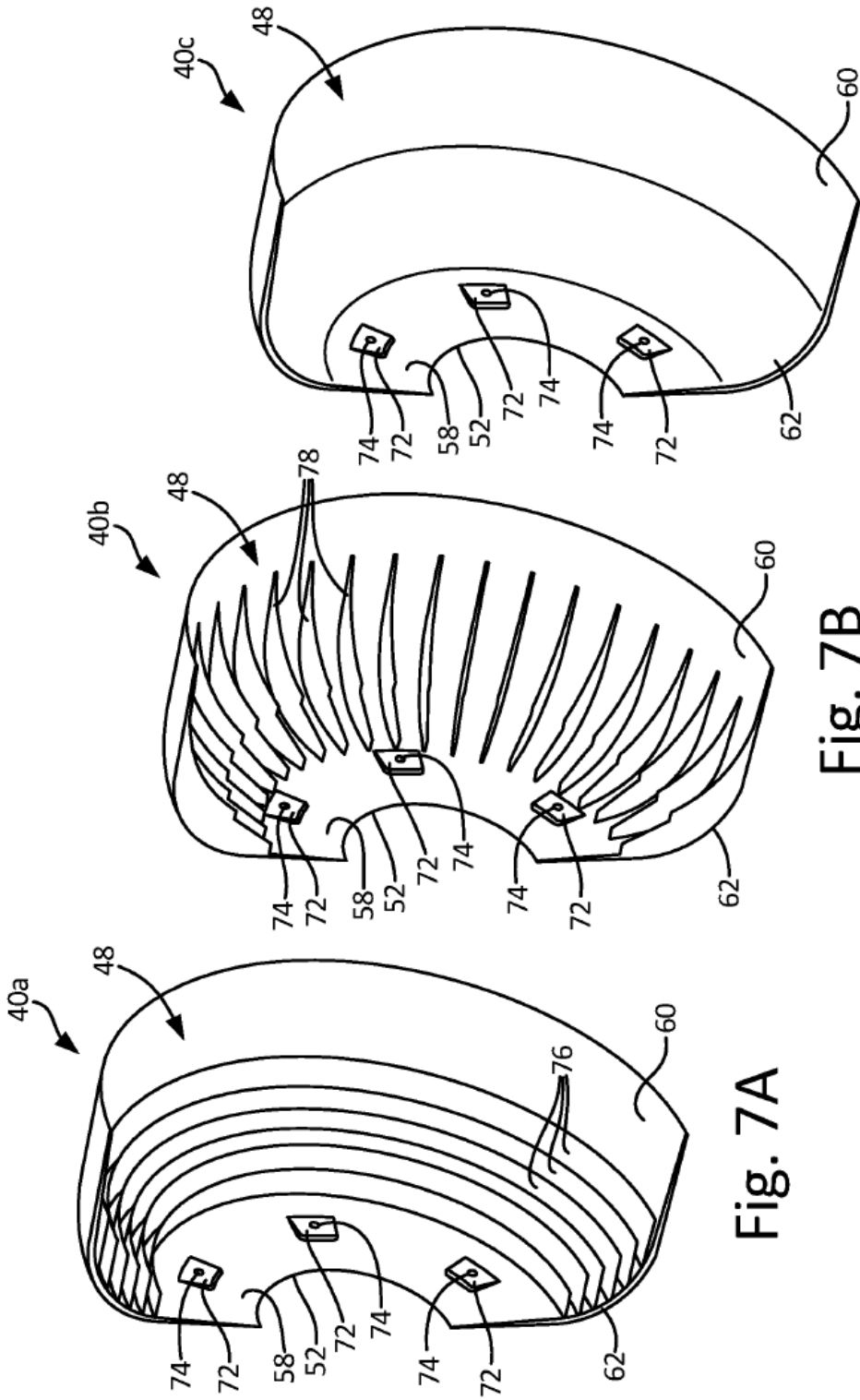


Fig. 7A

Fig. 7B

Fig. 7C

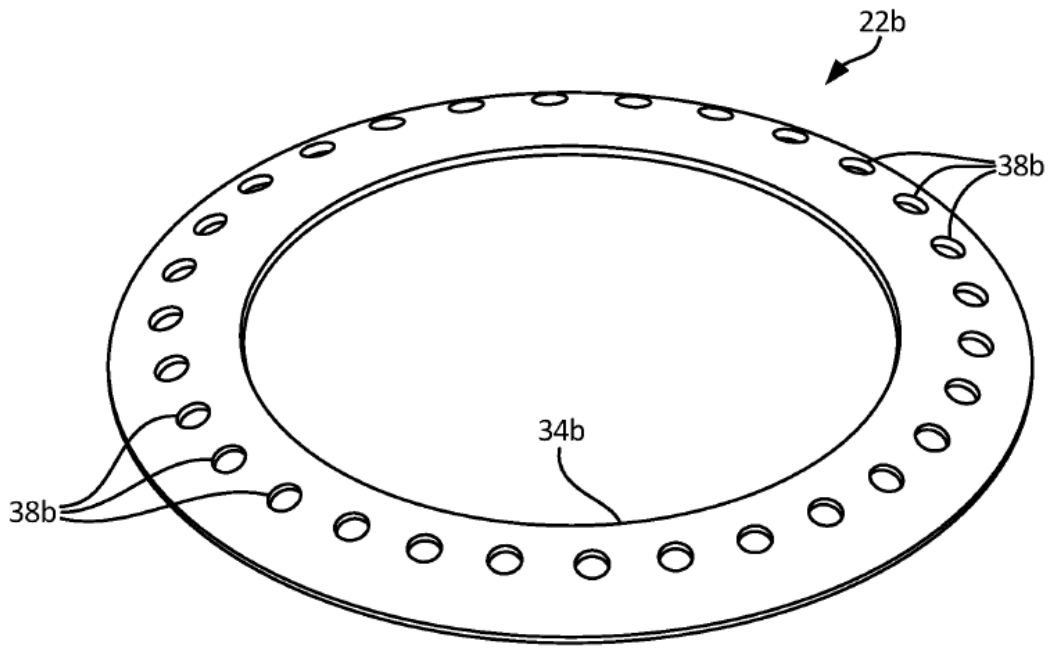


Fig. 8

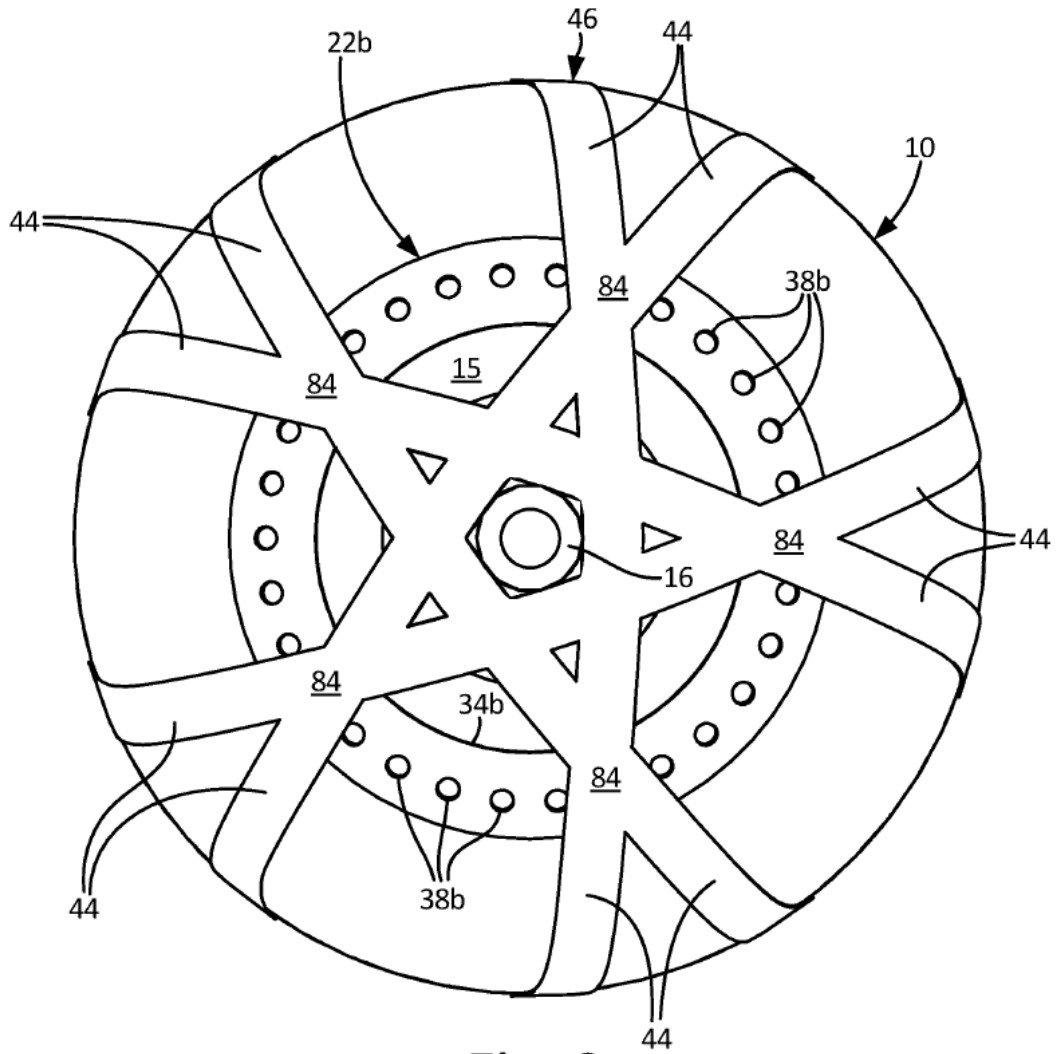


Fig. 9

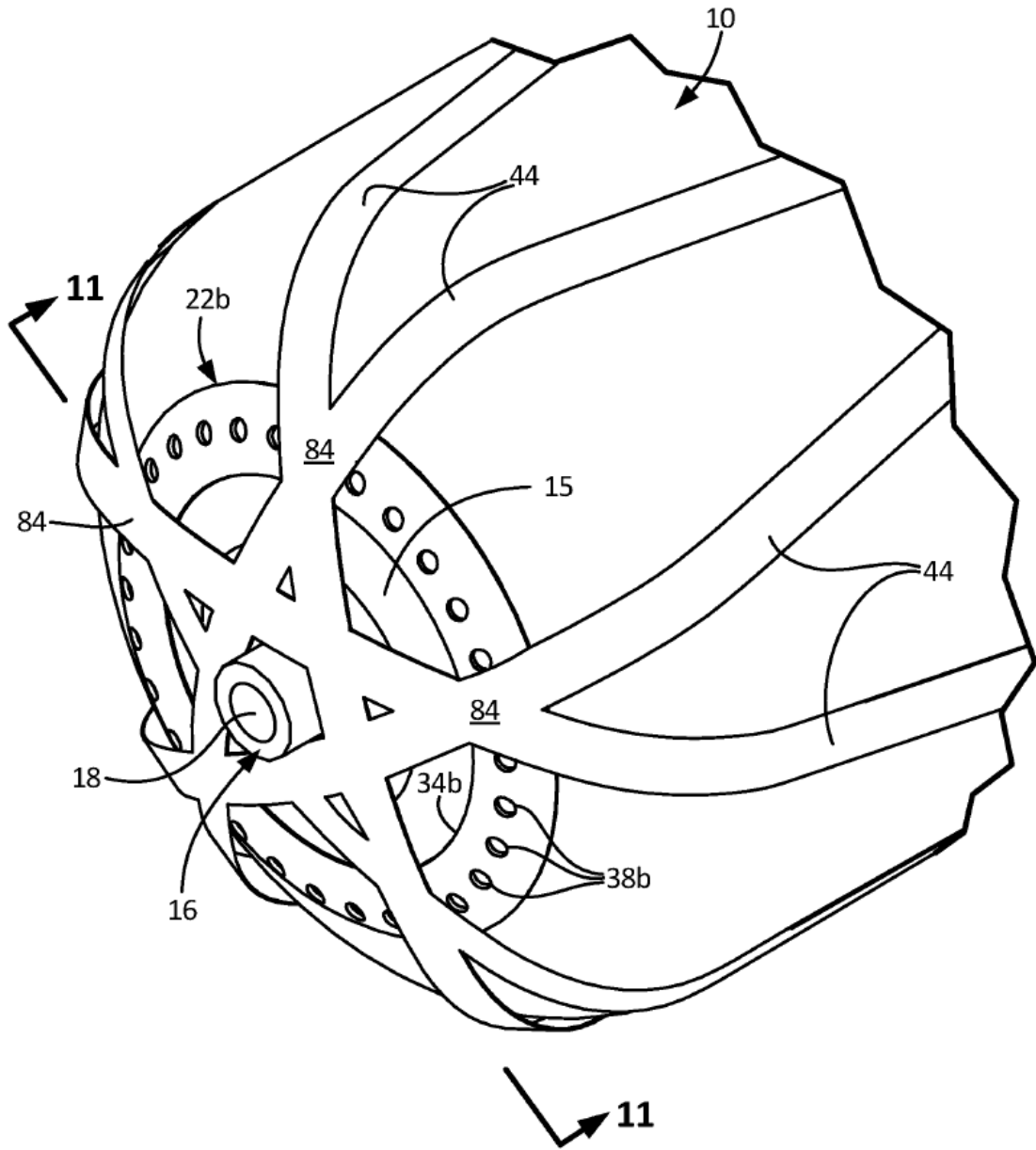


Fig. 10

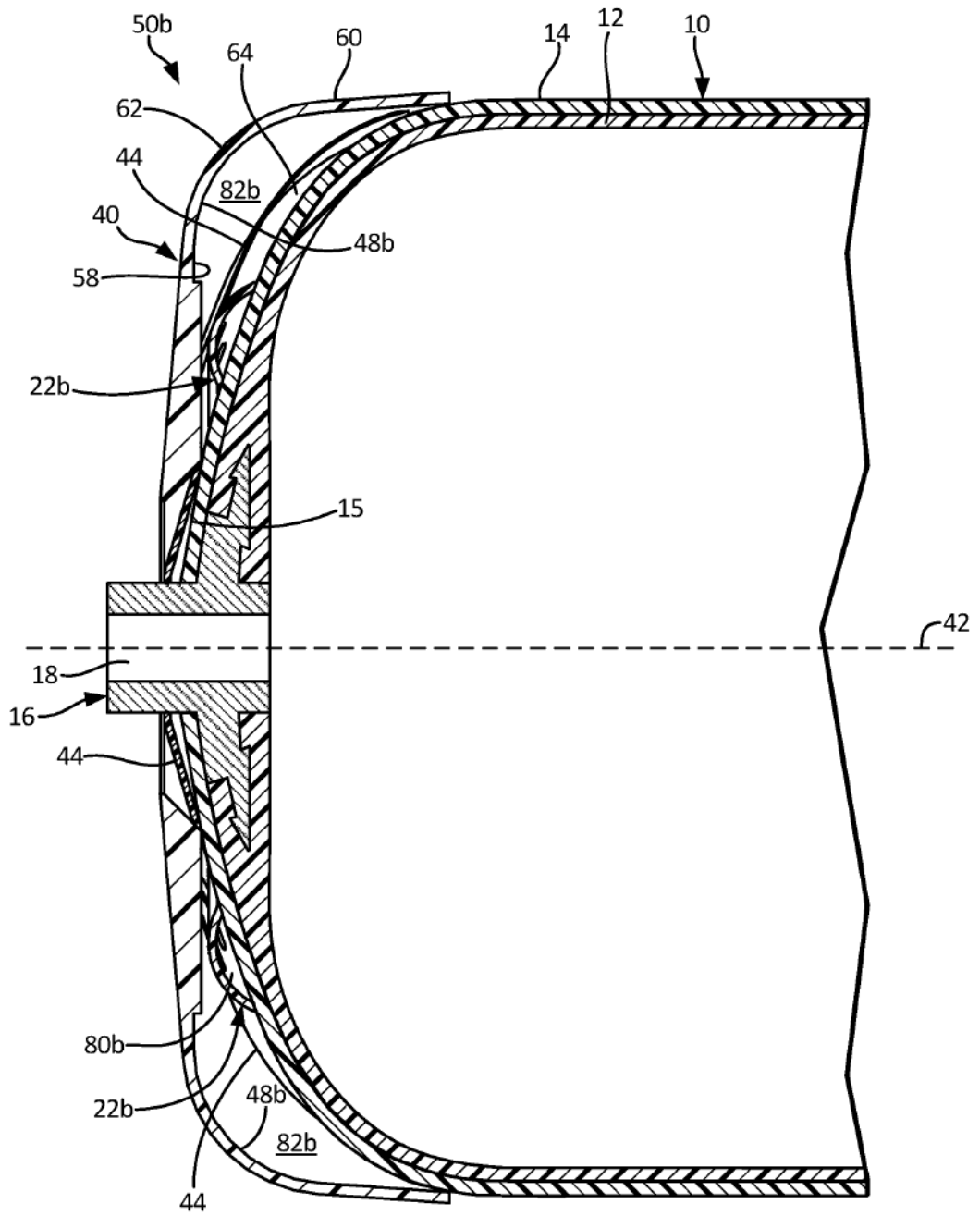


Fig. 11

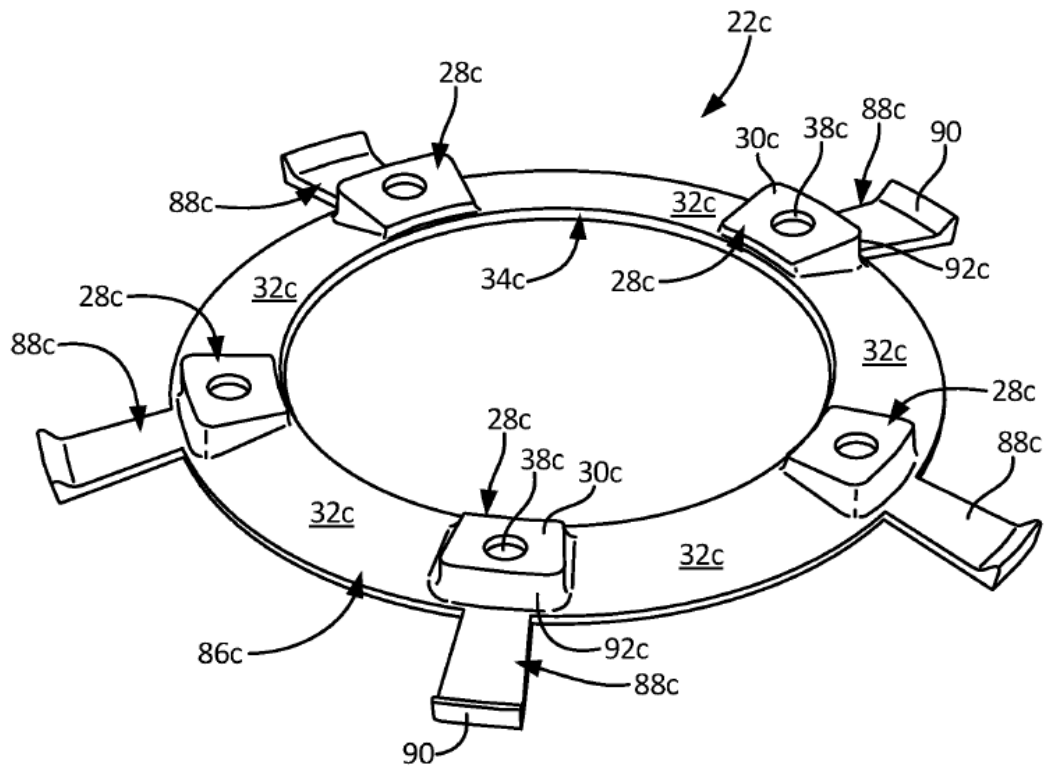


Fig. 12

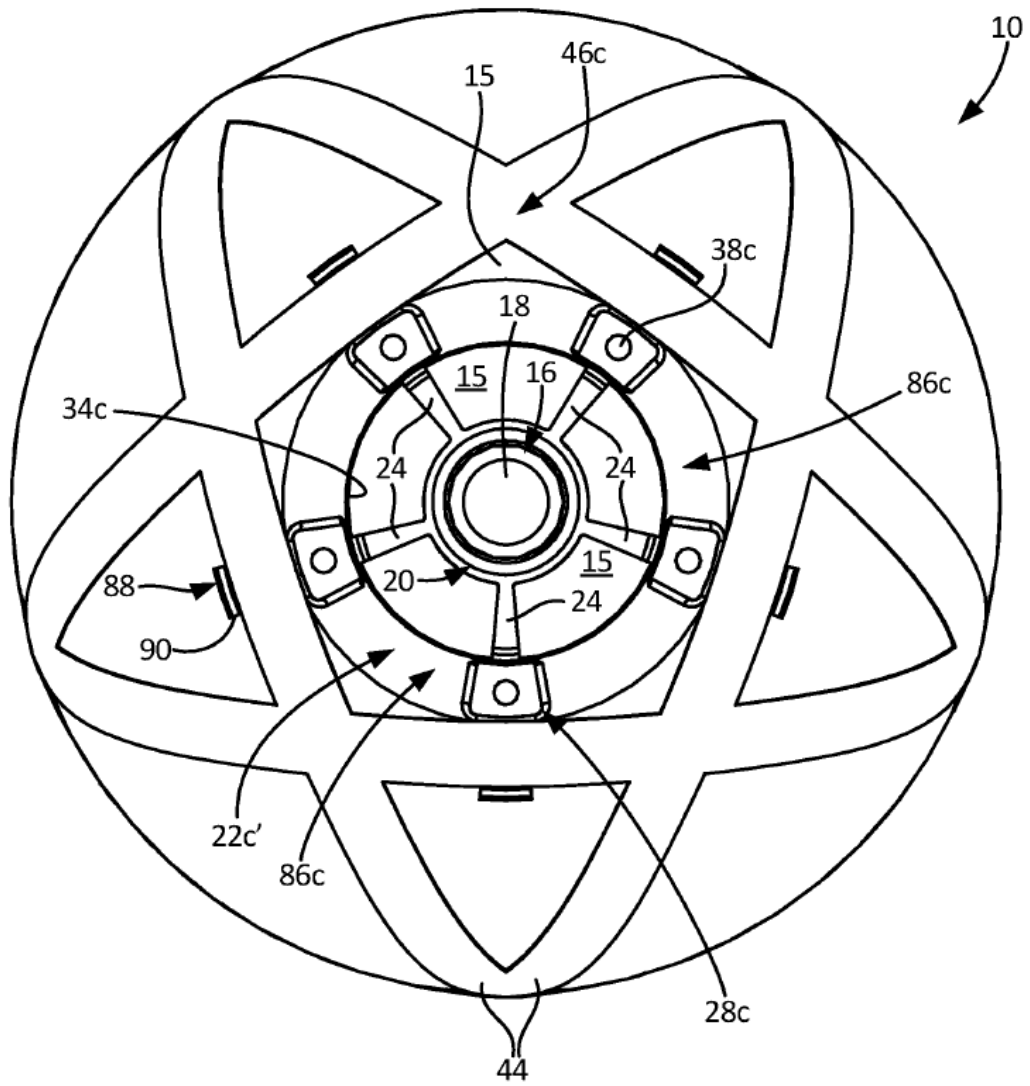


Fig. 13

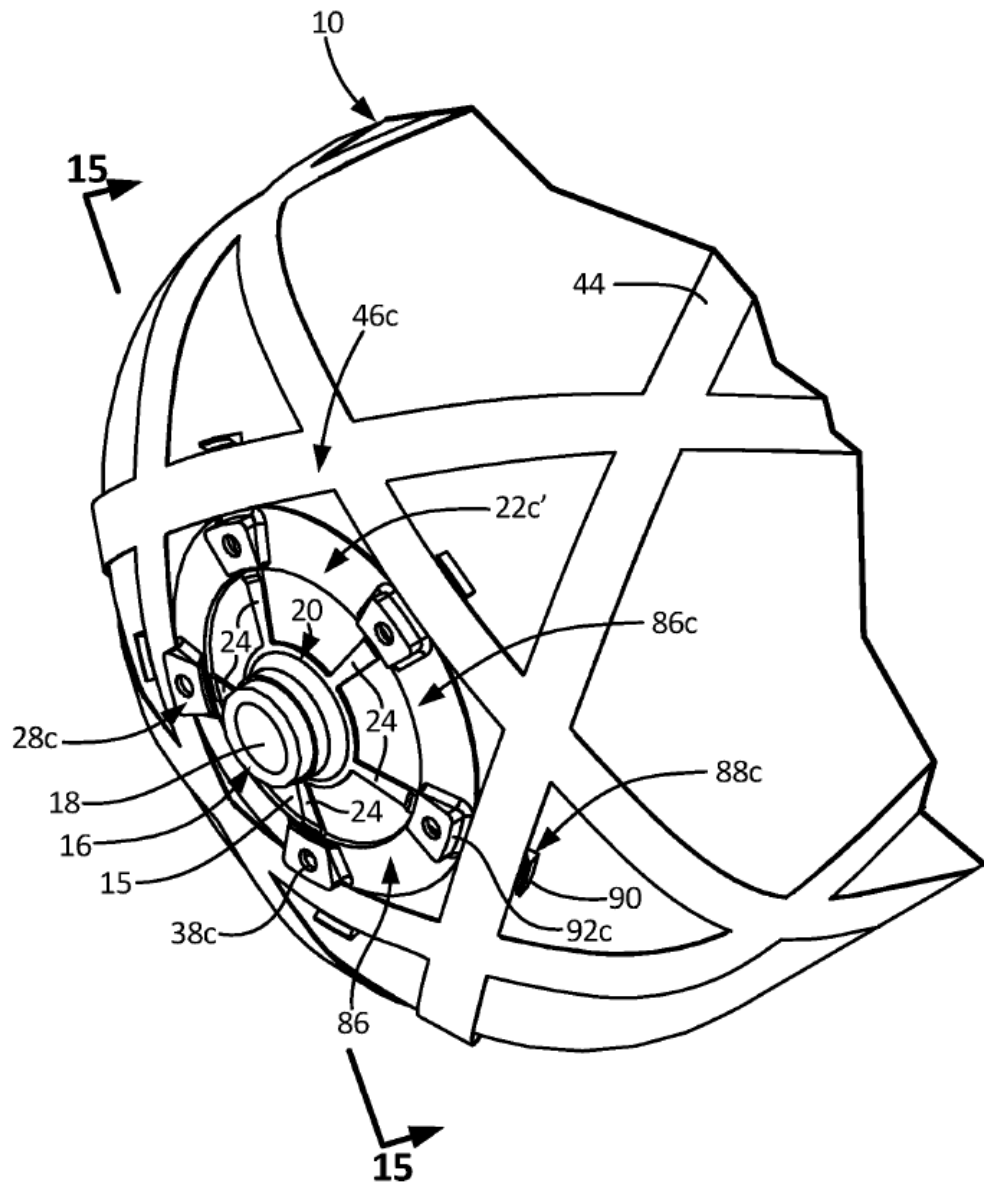


Fig. 14

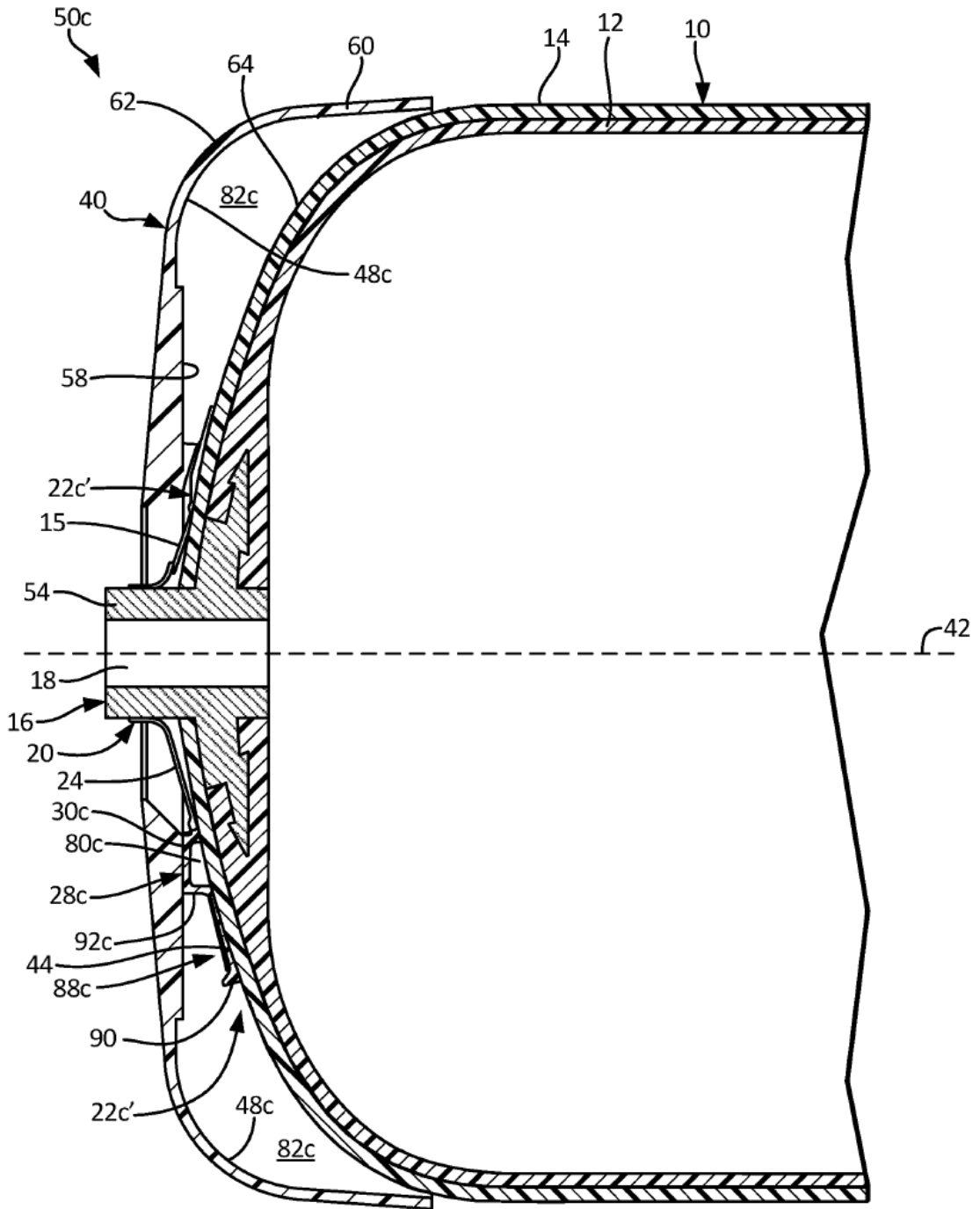


Fig. 15

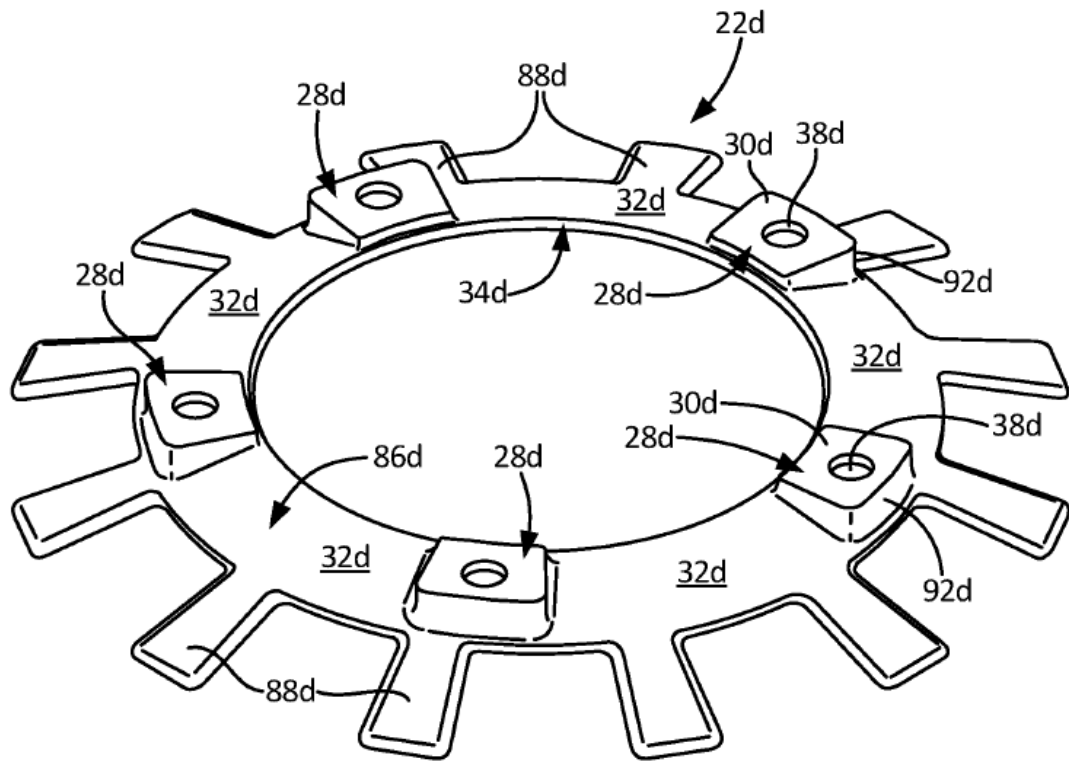


Fig. 16

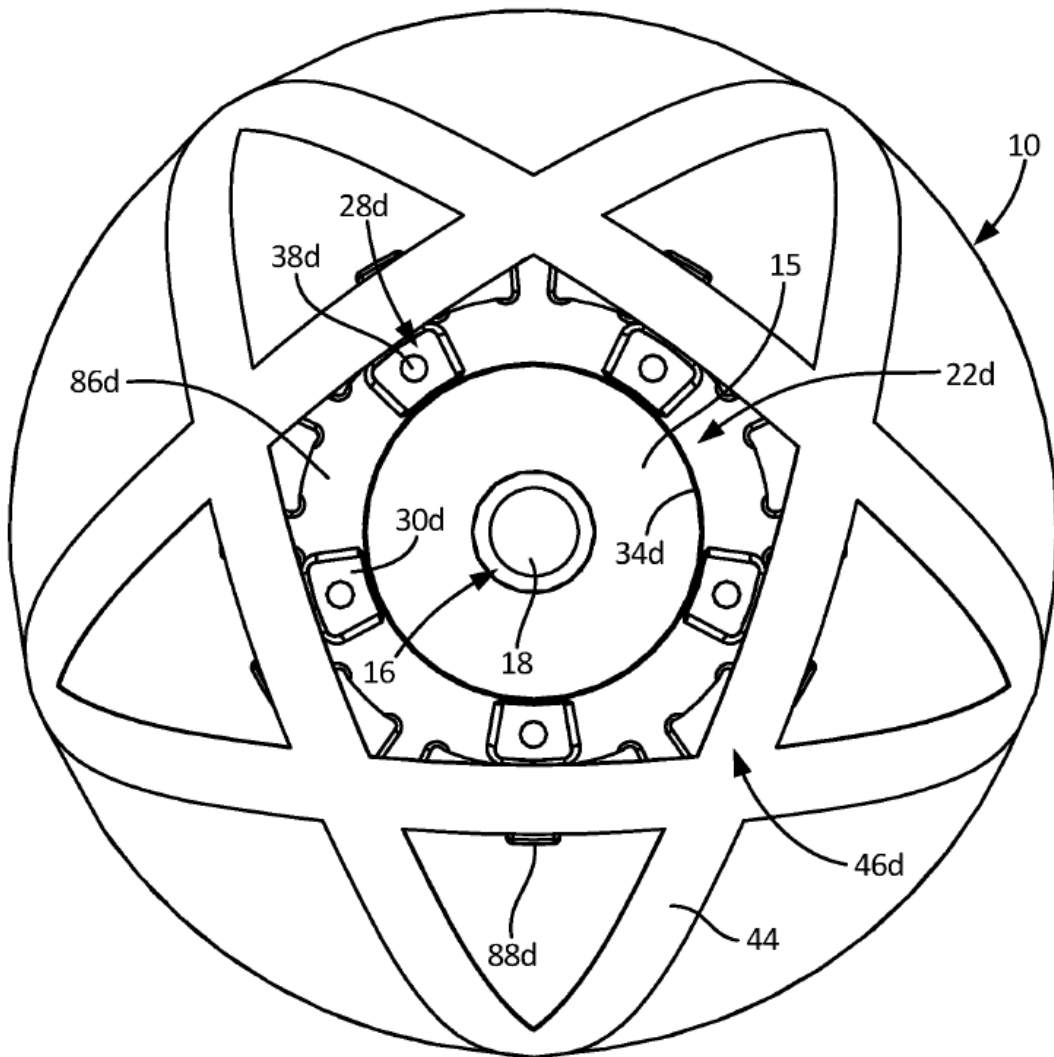


Fig. 17

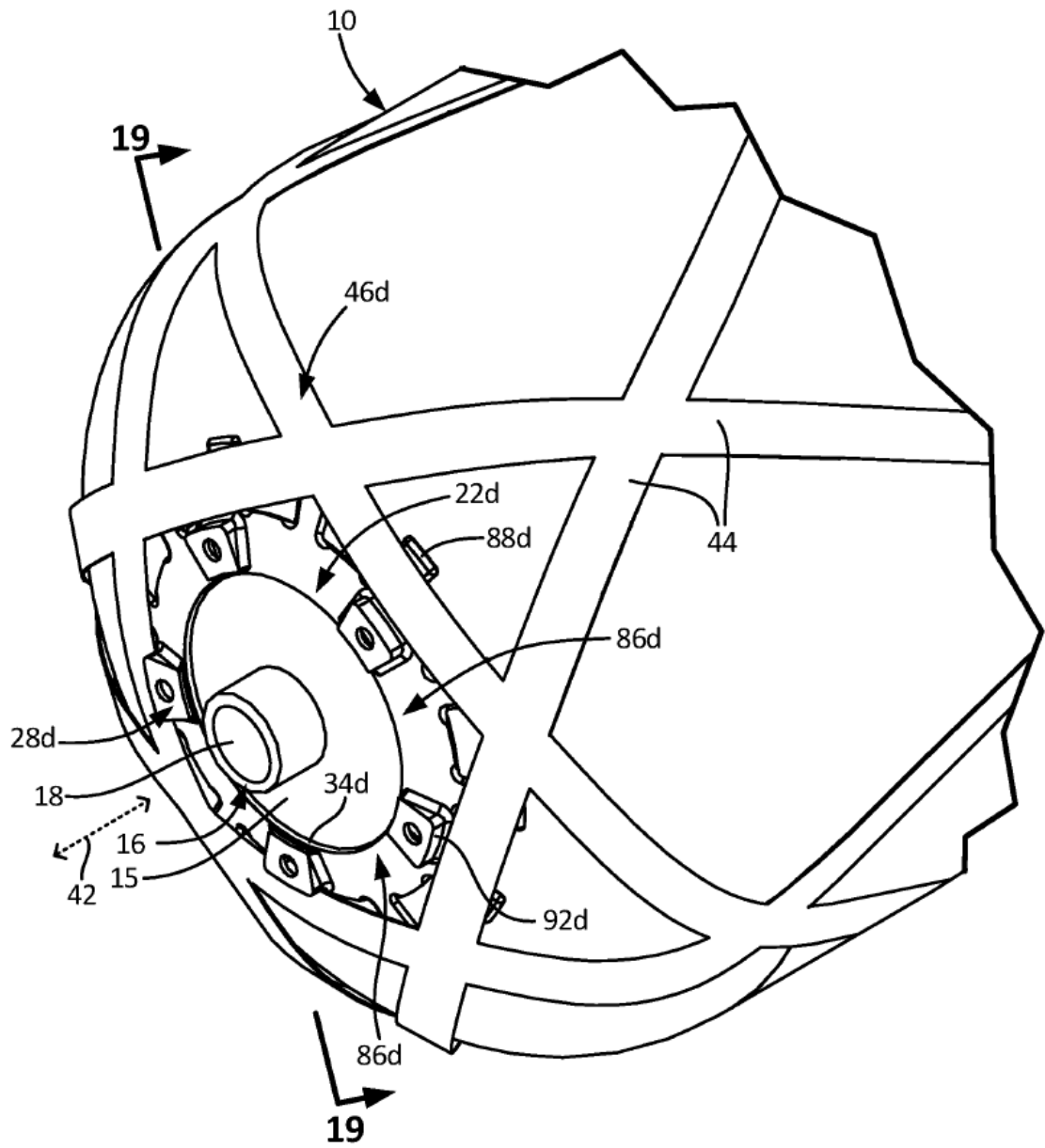


Fig. 18

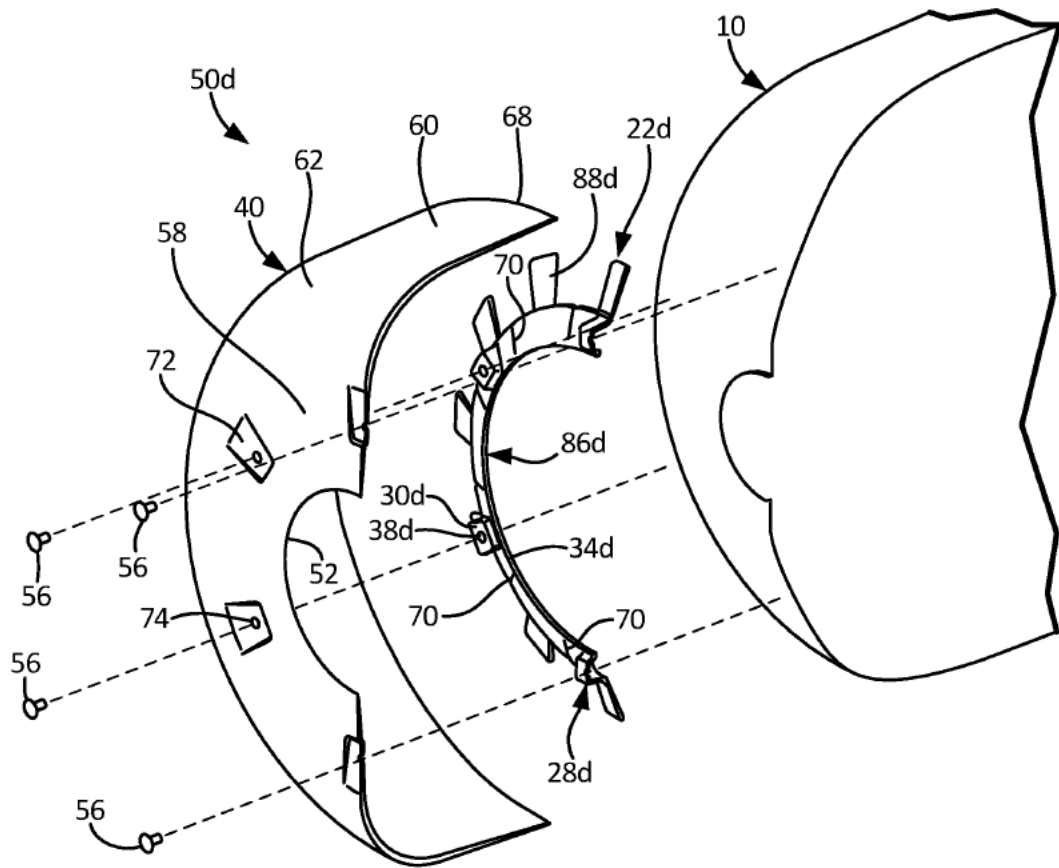


Fig. 19

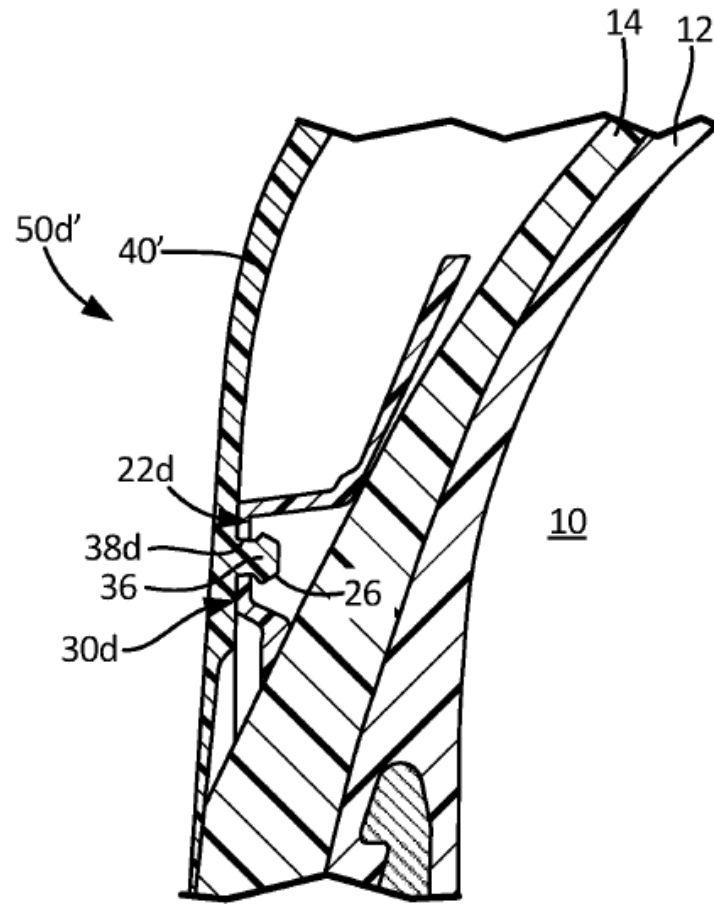


Fig. 20

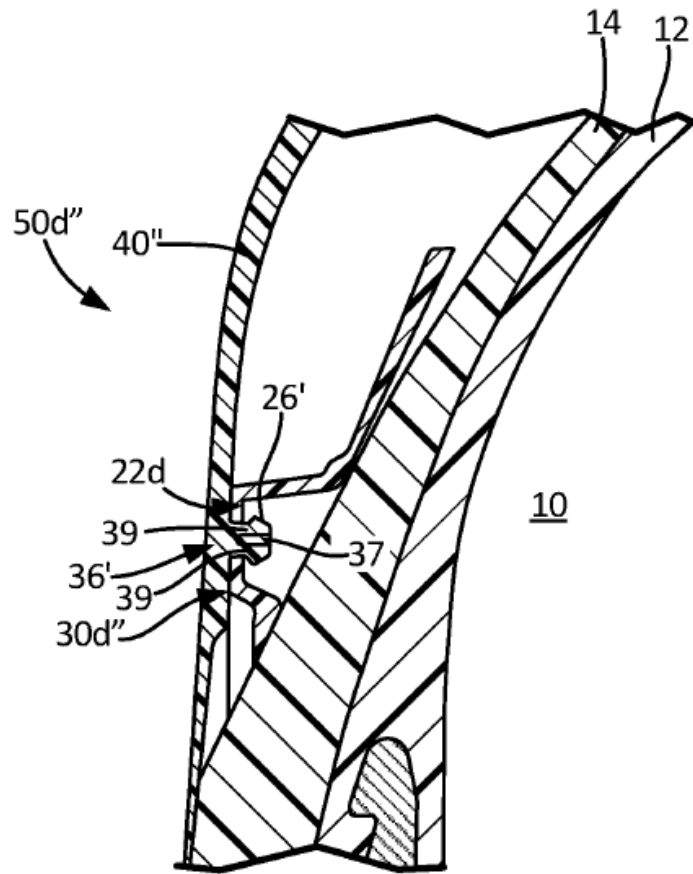


Fig. 21

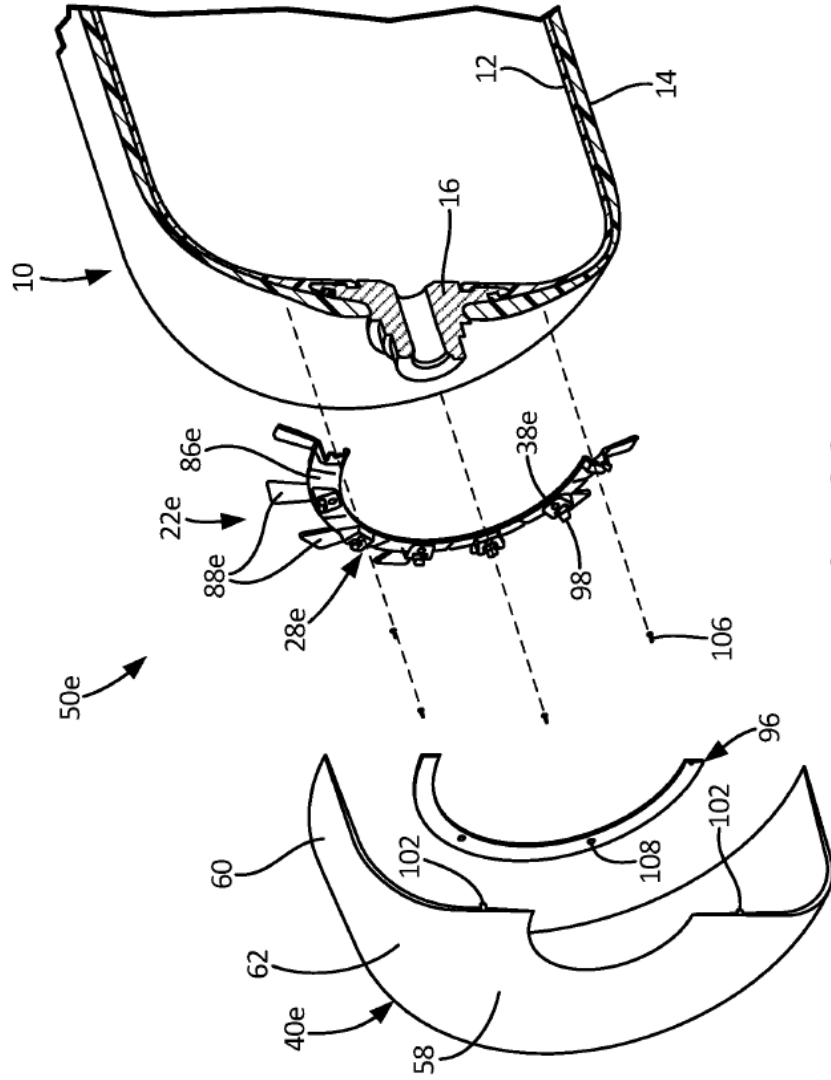


Fig. 22

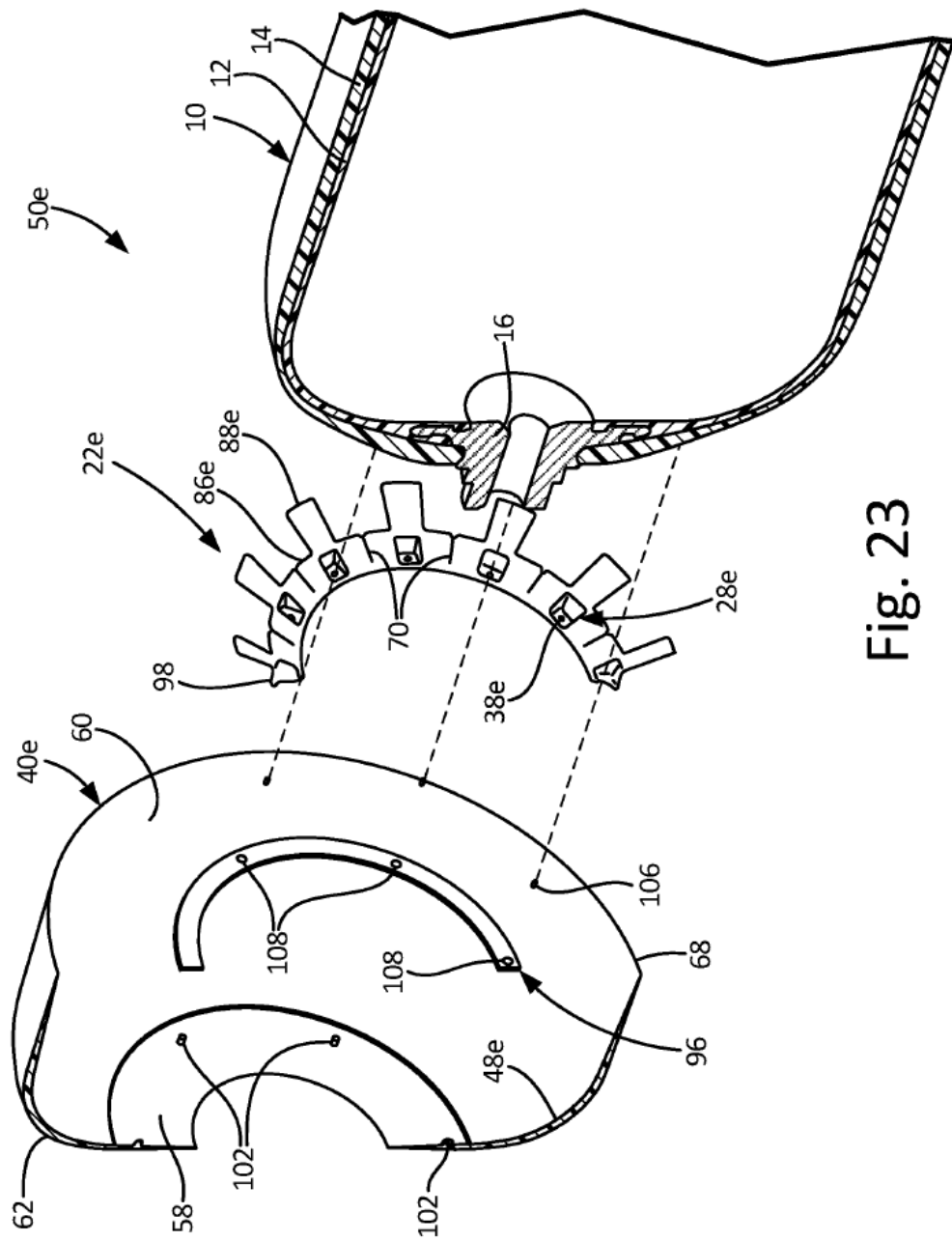


Fig. 23

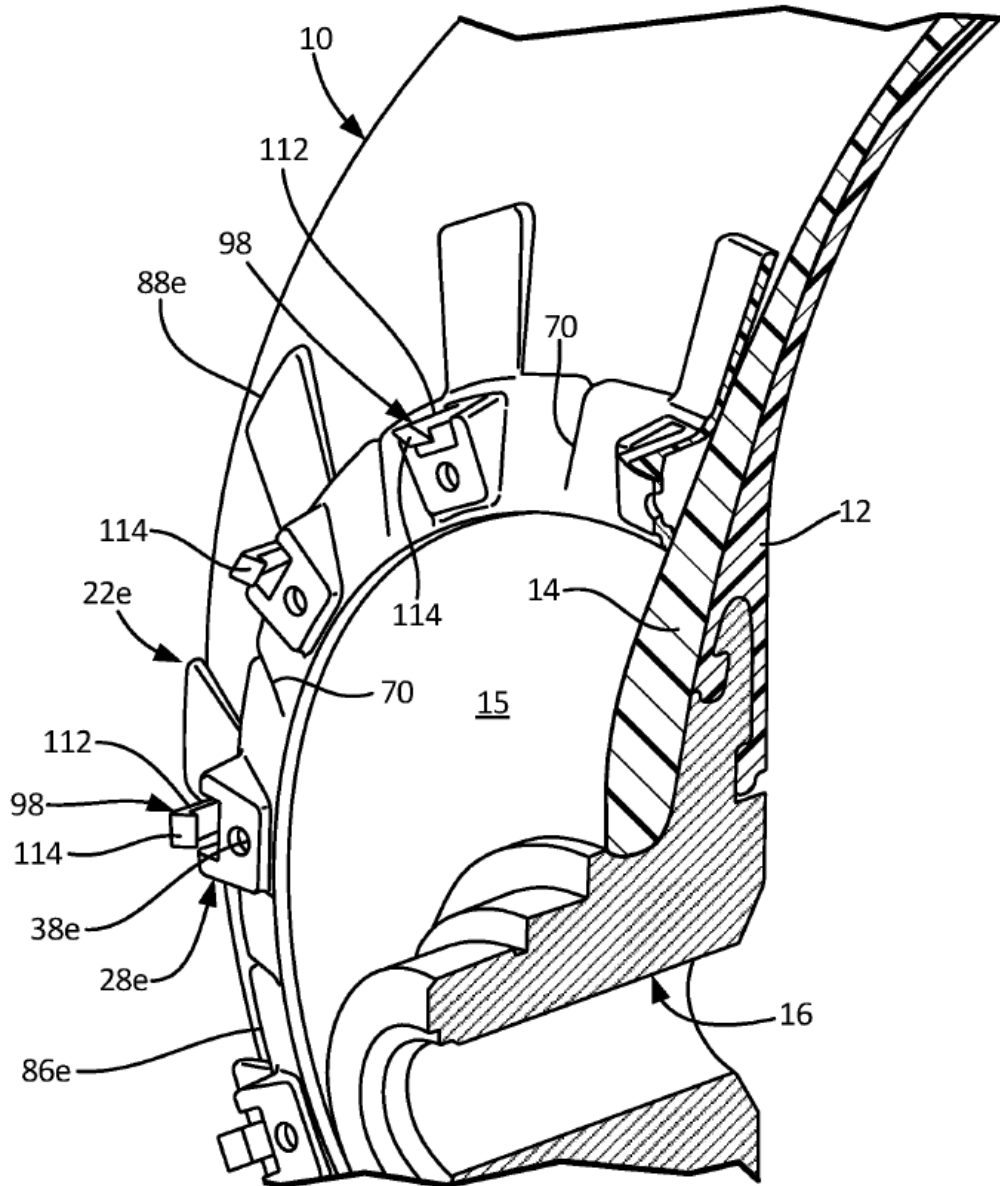


Fig. 24

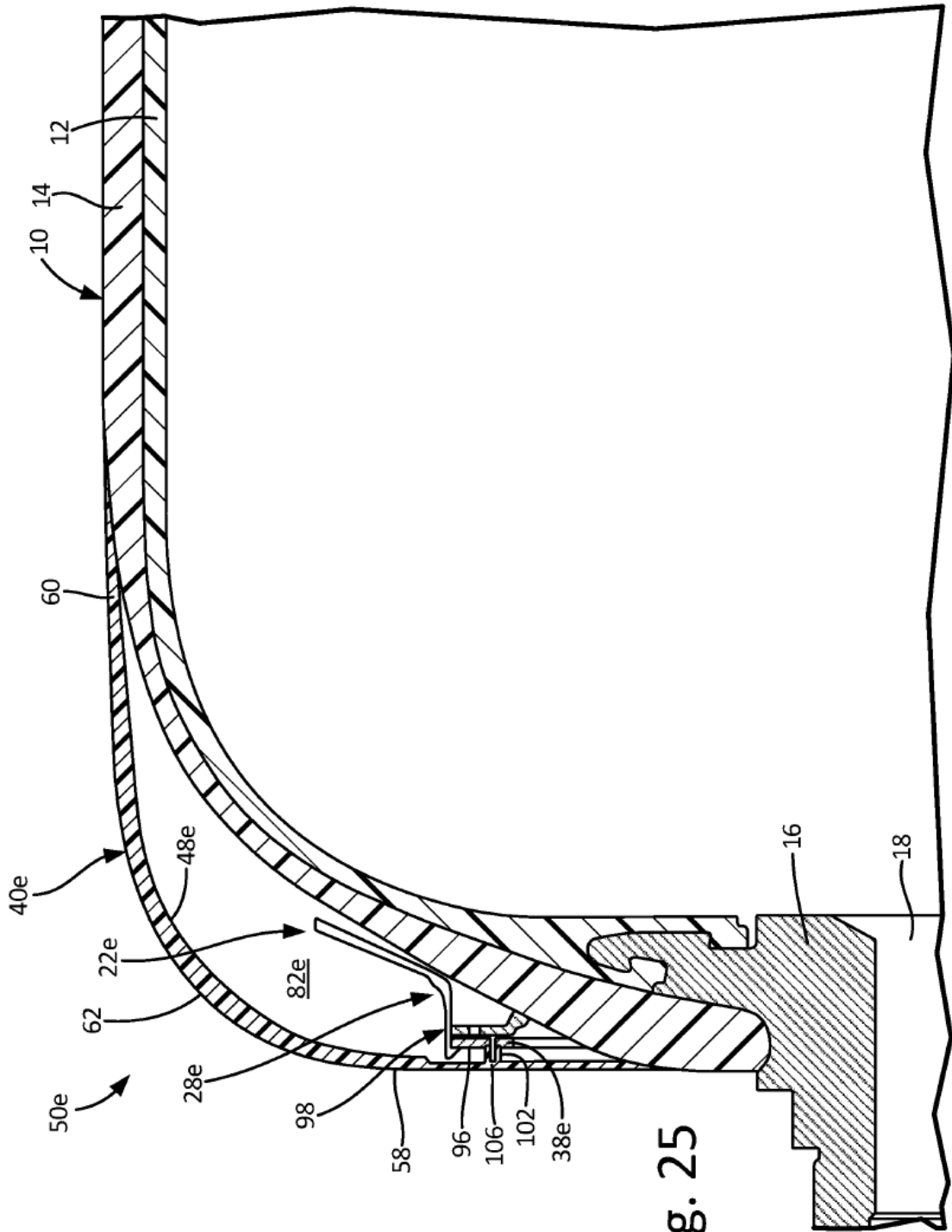


Fig. 25

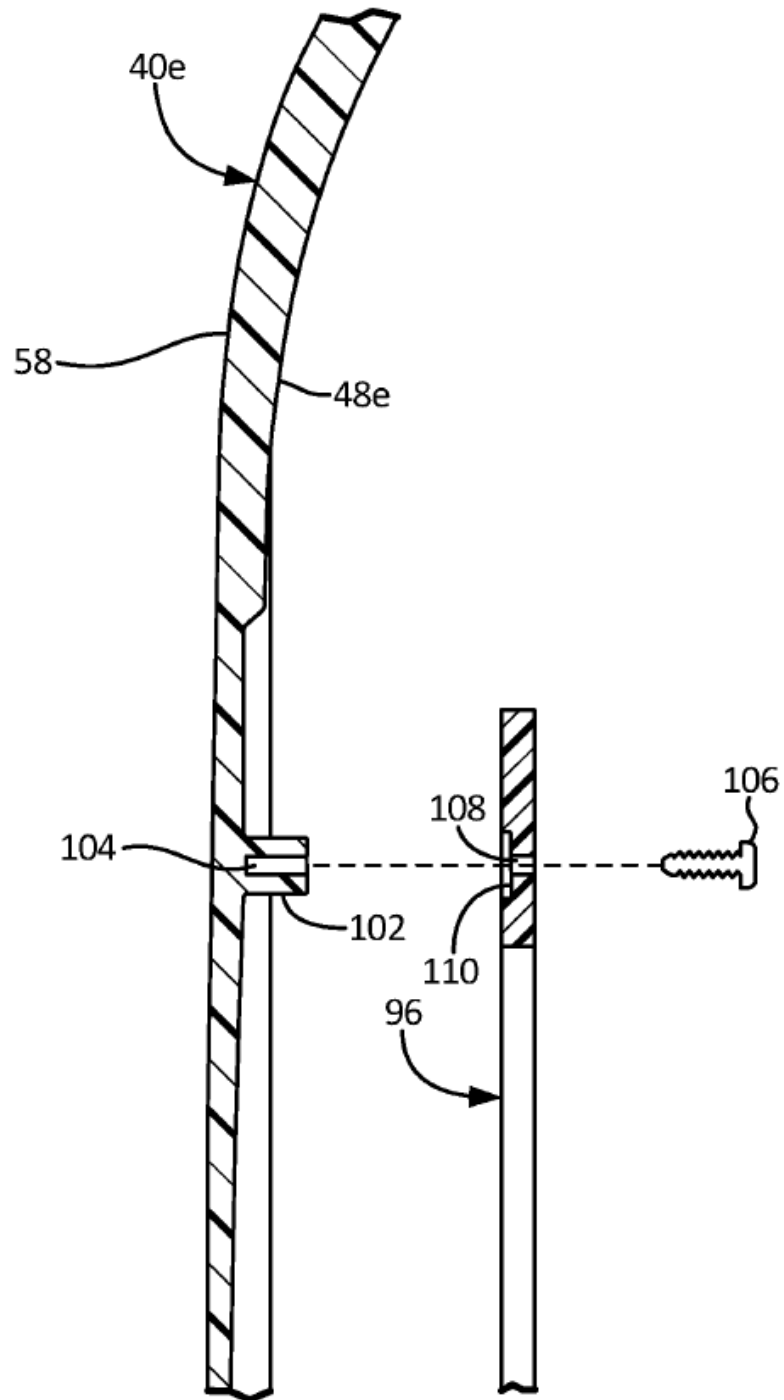


Fig. 26

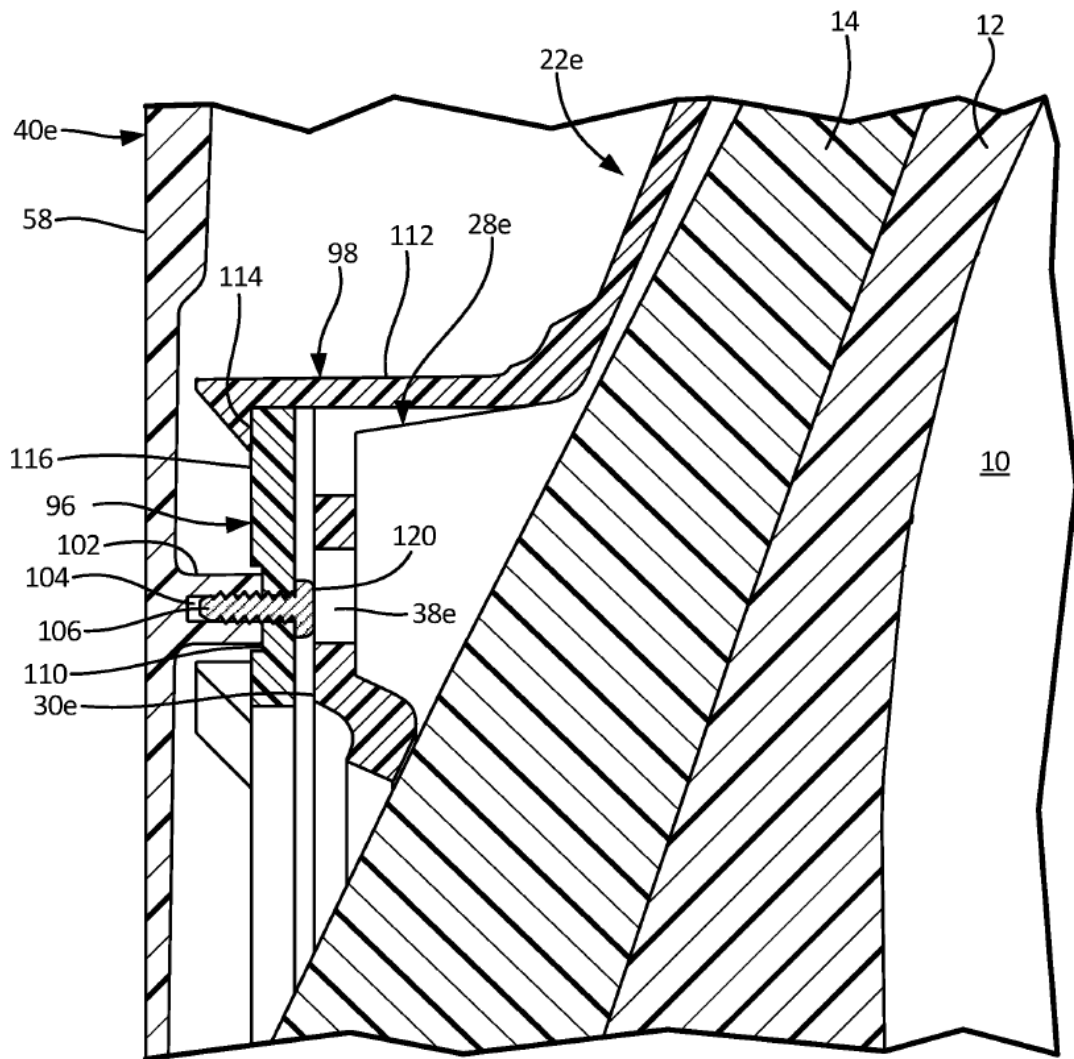


Fig. 27

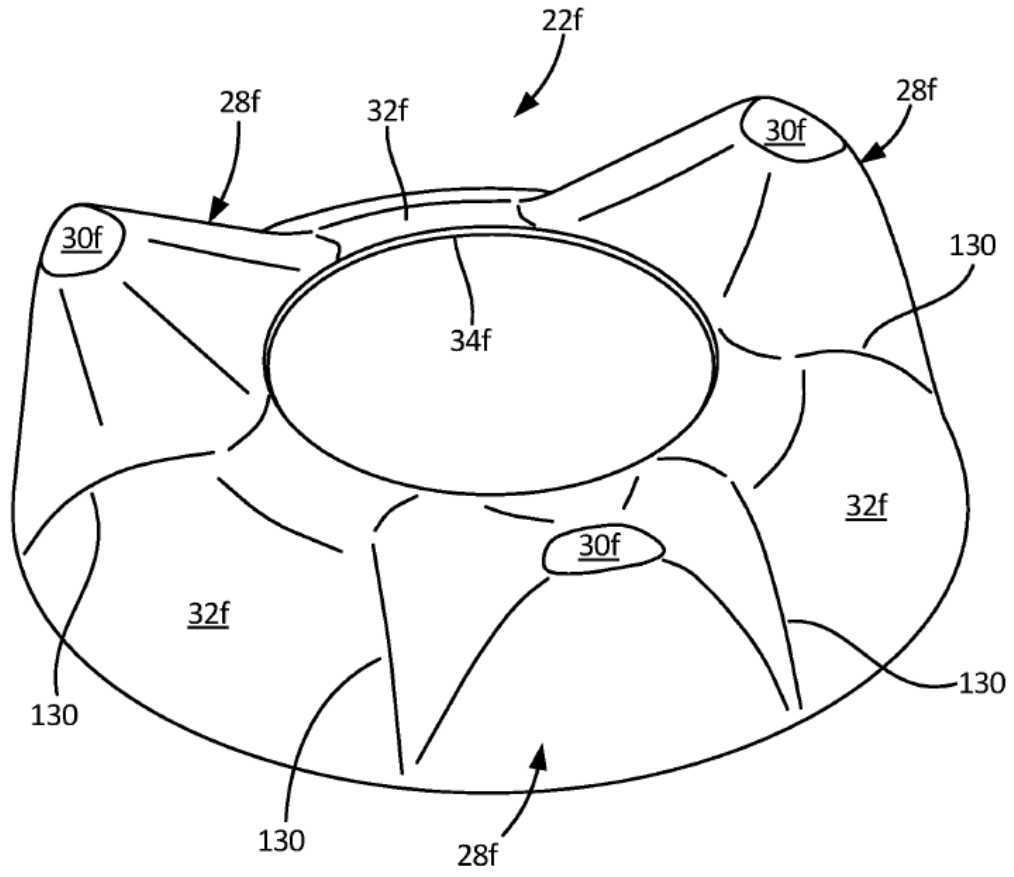


Fig. 28

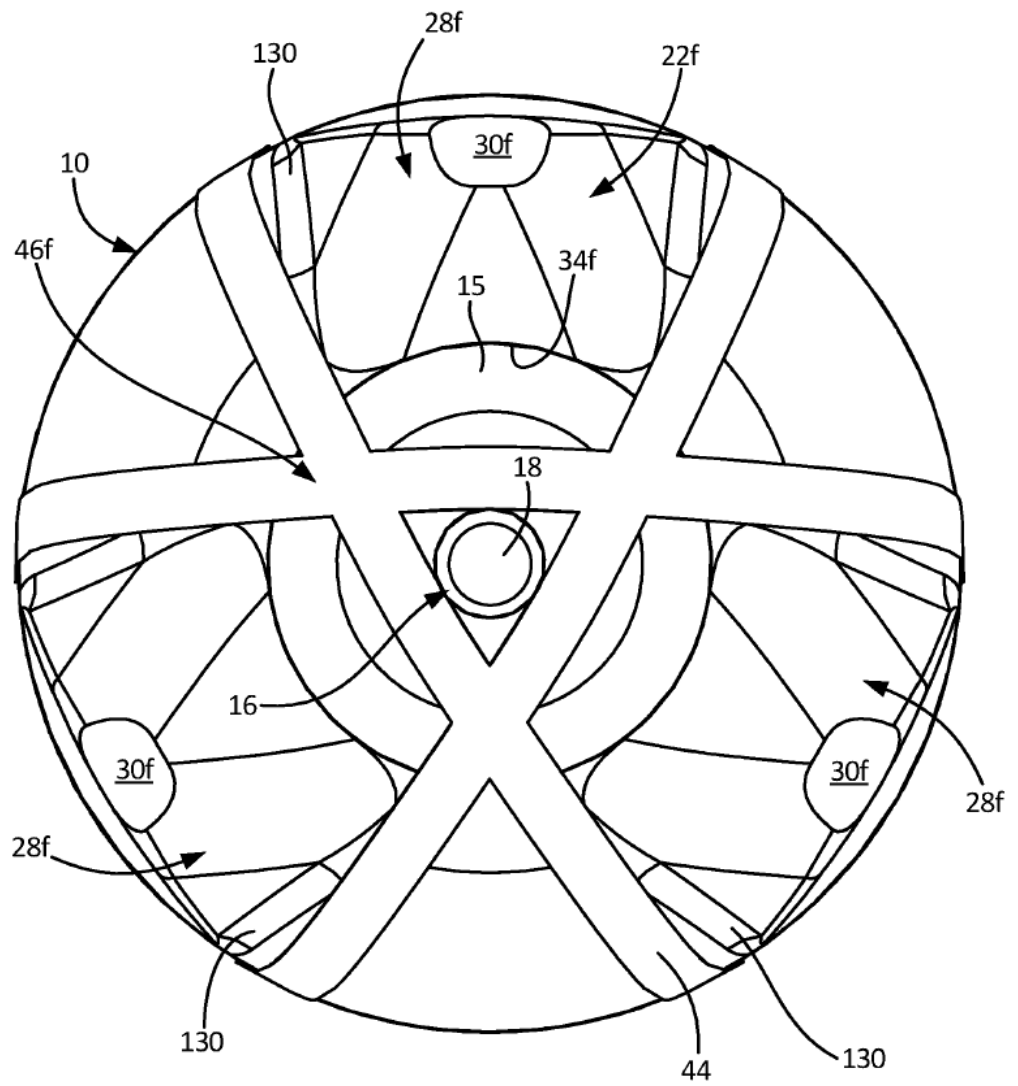


Fig. 29

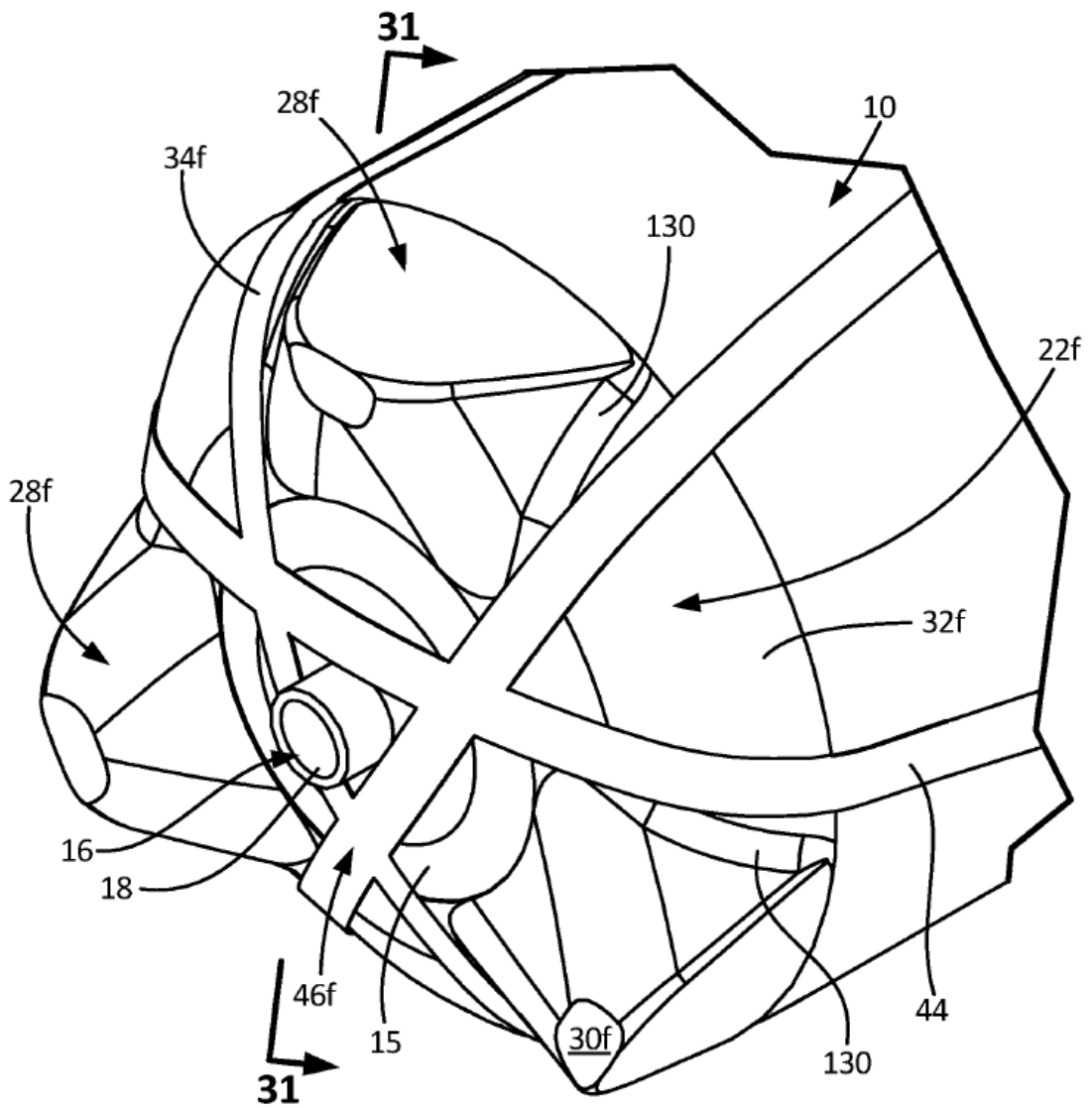


Fig. 30

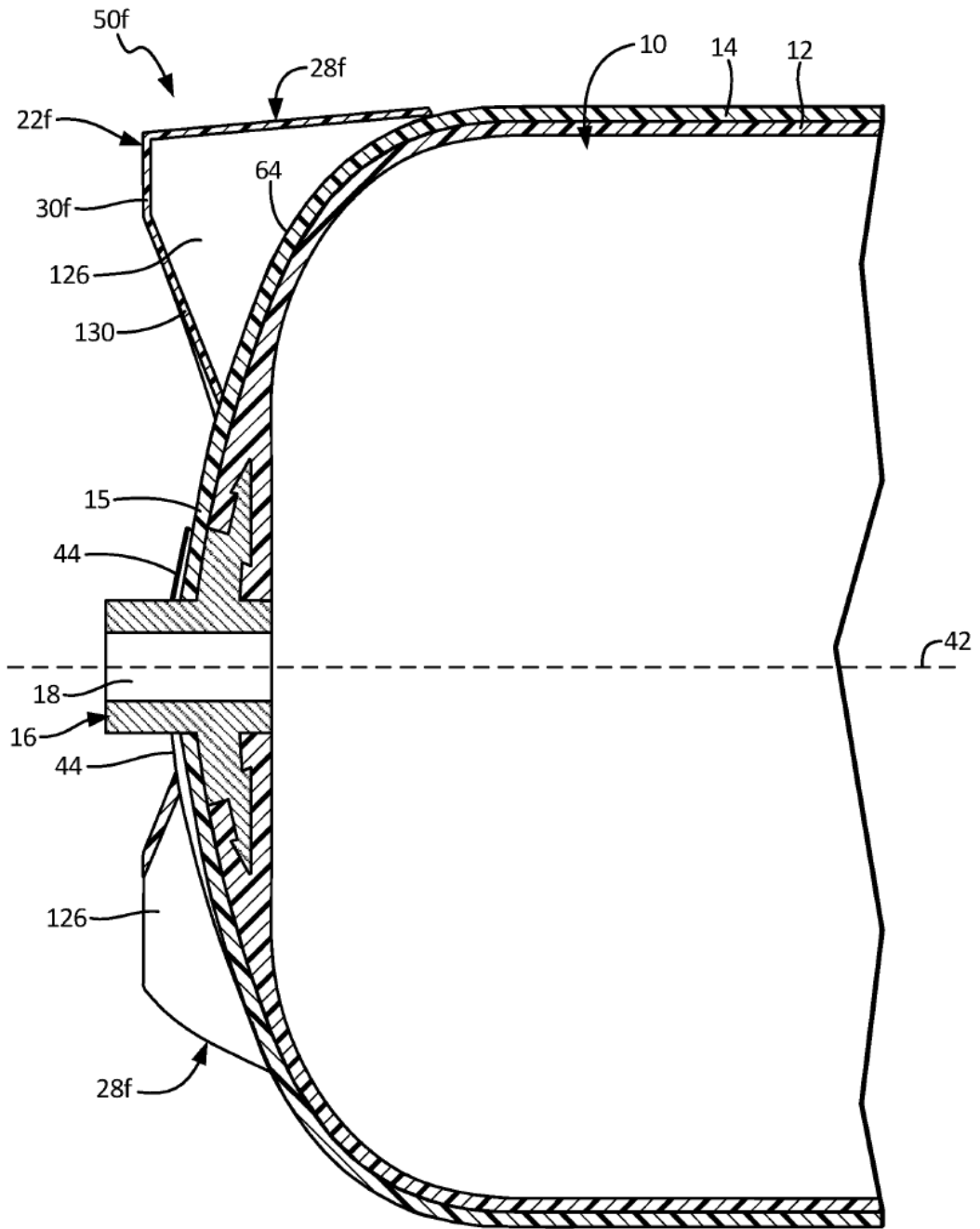


Fig. 31