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

(11) BR 112015023354-6 B1

(22) Data do Depósito: 06/02/2014

(45) Data de Concessão: 14/01/2020

(54) Título: MONTAGEM DE MODELO RADIAL

(51) Int.Cl.: B22C 7/02; B22C 9/04; B22C 9/08.

(30) Prioridade Unionista: 14/03/2013 US 13/804,819.

(73) Titular(es): HITCHINER MANUFACTURING CO., INC..

(72) Inventor(es): MICHAEL R. HANRAHAN; SKIP L. PATTEUW.

(86) Pedido PCT: PCT US2014015003 de 06/02/2014

(87) Publicação PCT: WO 2014/158359 de 02/10/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 14/09/2015

(57) Resumo: RESUMO MONTAGEM COM PADRÃO RADIAL Trata-se de uma montagem com padrão radial (10) que é revelada. A montagem inclui um canal de vazamento oco (12) que compreende uma parede de canal de vazamento (14) disposta ao redor de um eixo longitudinal, sendo que a parede de canal de vazamento tem uma espessura, um comprimento e uma periferia. A montagem também inclui um padrão (26) disposto radialmente para fora da parede de canal de vazamento (14). A montagem inclui adicionalmente uma porta que se estende radialmente para fora fixada a e que se estende entre a parede de canal de vazamento (14) e o padrão (26), sendo que cada um, dentre o canal de vazamento oco (12), o padrão (26) e a porta, é formado a partir de um material fugitivo. 1/1

MONTAGEM DE MODELO RADIAL

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção se refere, em geral, a uma montagem de modelo radial para o uso na fabricação de moldes refratários para fundição e, mais particularmente, para fabricar moldes refratários para fundição por cera perdida, inclusive fundição por cera perdida contra a gravidade.

ANTECEDENTES

[002] A fundição por cera perdida, especificamente a fundição por cera perdida contra a gravidade, utiliza montagens com modelo dos artigos a serem fundidos que são formadas a partir de um material fugaz ou material removível. Tais montagens com modelo são investidas com um material particulado refratário para formar uma carcaça refratária. O material fugaz é removido da carcaça refratária e o material particulado é aquecido para formar o molde de fundição por cera perdida. Tais moldes refratários, em seguida, são usados para a fundição por cera perdida de vários metais e ligas fundidos que têm um formato definido pelas montagens com modelo.

[003] As montagens com modelo usadas na fundição por cera perdida, particularmente a fundição por cera perdida contra a gravidade, em geral, foram formadas fixando-se um ou mais modelos do artigo ou artigos a serem formados em um canal de vazamento central. Cada um dos modelos é geralmente conectado ao canal de vazamento central através de um uma ou mais canais de ataque que são usados para definir passagens no molde refratário para o propósito de alimentar o metal fundido fornecido através da passagem

definida no molde pelo canal de vazamento central para as várias cavidades de molde definidas pelos modelos. Os modelos e canais de ataque são frequentemente fixados a um canal de vazamento central manualmente de uma maneira que se estendam radialmente como uma parte do processo de fabricação de modelo. Onde a montagem de modelo é formada a partir de cera, os modelos e canais de ataque podem ser fixados através de soldagem de cera. Embora isso seja e tenha sido um processo muito eficaz em diversos aspectos, a quantidade de modelos que podem ser fixados ao canal de vazamento central e, portanto, a quantidade de partes que podem ser produzidas a partir de uma montagem de modelo específica é geralmente limitada pelo tamanho dos modelos, canais de ataque e canal de vazamento e, particularmente, pelo diâmetro do canal de vazamento, pois o mesmo define a quantidade de modelos/canais de ataque que podem ser fixados, bem como a quantidade de material fundido que pode ser abastecida através das canais de ataque para os modelos. De tal modo, as montagens com modelo que utilizam canais de vazamento centralizados são limitadas em relação aos seus rendimentos de fundição resultantes pelas características do canal de vazamento selecionado e, particularmente, pelo diâmetro do canal de vazamento e seu comprimento.

[004] Devido ao fato de que é geralmente muito vantajoso aumentar os rendimentos de fundição de uma montagem de modelo específica, o desenvolvimento de montagens com modelo, métodos de fabricação de montagens com modelo, moldes refratários associados e métodos de fabricação dos moldes refratários aprimorados para fornecer fundições e métodos de fundição aprimorados é muito desejável.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[005] Em uma modalidade exemplificativa, uma montagem de modelo radial é revelada. A montagem inclui um canal de vazamento oco que compreende uma parede de canal de vazamento disposto ao redor de um eixo longitudinal, sendo que a parede de canal de vazamento tem uma espessura, um comprimento e uma periferia. A montagem também inclui um modelo disposto radialmente para fora da parede de canal de vazamento. A montagem inclui adicionalmente um canal de ataque que se estende radialmente para fora fixado a e que se estende entre a parede de canal de vazamento e o modelo, sendo que cada um dentre o canal de vazamento oco, o modelo e o canal de ataqueé formado a partir de um material fugaz.

[006] Em modalidade exemplificativa, uma montagem de modelo radial é revelada. A montagem inclui um canal de vazamento oco que compreende uma parede de canal de vazamento disposta ao redor de um eixo longitudinal, sendo que a parede de canal de vazamento tem uma espessura, um comprimento e uma periferia. A montagem também inclui um modelo disposto radialmente para fora da parede de canal de vazamento. A montagem inclui adicionalmente um canal de ataque que se estende radialmente para fora fiada a e que se estende entre a parede de canal de vazamento e o modelo, sendo que cada um dentre o canal de vazamento oco, o modelo e o canal de ataque é formado a partir de um material fugaz, em que a montagem de modelo radial compreende uma pluralidade de segmentos de modelo, sendo que cada segmento de modelo compreendem uma seção da parede de canal de vazamento, sendo que o modelo disposto radialmente para fora da seção da parede de canal de vazamento e o canal de ataque que se

estende radialmente para fora fixado a e que se estende entre o modelo e a seção da parede de canal de vazamento.

[007] Os recursos e vantagens acima e outros recursos e vantagens da invenção são prontamente evidentes a partir da seguinte descrição detalhada da invenção quando considerada em conjunto com os desenhos anexos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[008] Outros recursos, vantagens e detalhes são evidentes, apenas a título de exemplo, na seguinte descrição detalhada de modalidades, sendo que a descrição detalhada se refere aos desenhos em que:

[009] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma montagem de modelo radial como revelado neste documento;

[010] As Figuras 2A a 2H são vistas em seção transversal lateral representativas de várias modalidades de canais de vazamento ocos e paredes de canal de vazamento para o uso em montagens com modelo radial, como revelado aqui;

[011] As Figuras 3A, 3B e 3C são vistas em seção transversal que se estendem axialmente representativas de várias modalidades de canais de vazamento ocos e paredes de canal de vazamento para o uso em montagens com modelo radial como aqui revelado;

[012] As Figuras 4 A e 4B são vistas frontais representativas de várias modalidades de canais de vazamento ocos e paredes de canal de vazamento para uso em montagens com modelo radial em que a altura da parede de canal de vazamento varia ao redor da periferia como revelado neste documento;

[013] As Figuras 5A e 5B são projeções planas

representativas da periferia externa de várias modalidades de canais de vazamento ocos e paredes de canal de vazamento que têm aberturas através da mesma para uso em montagens com modelo radial como revelado neste documento;

[014] A Figura 6A é uma vista em perspectiva de uma modalidade de uma montagem de modelo radial que tem uma abertura através da mesma como revelado neste documento;

[015] A Figura 6B é uma vista em perspectiva de um segmento que se estende axialmente removido da montagem de modelo radial da Figura 6A que tem uma porção de parede de canal de vazamento que se estende axialmente como revelado neste documento;

[016] A Figura 7 é uma vista em seção transversal que se estende axialmente representativa de uma modalidade de um canal de vazamento oco e parede de canal de vazamento para uso na montagem de modelo radial que tem uma reentrância que varia de espessura ao longo da altura e ao redor das periferias interna e externa como revelado neste documento;

[017] A Figura 8 é uma vista em seção transversal que se estende axialmente representativa de uma modalidade de um canal de vazamento oco e parede de canal de vazamento para uso na montagem de modelo radial que tem uma protuberância que varia de espessura ao longo da altura e ao redor das periferias interna e externa como revelado neste documento;

[018] A Figura 9 é uma vista em perspectiva em seção transversal que se estende axialmente representativa do canal de vazamento oco e da parede de canal de vazamento e da calha de corrida da montagem de modelo radial da Figura 1;

[019] A Figura 10 é uma vista em perspectiva de seção transversal representativa de uma modalidade de um segmento de modelo que se estende axialmente e calha de corrida como revelado neste documento;

[020] A Figura 11 é uma vista em perspectiva de seção transversal representativa de outra modalidade de um segmento de modelo que se estende axialmente e calha de corrida como revelado neste documento;

[021] A Figura 12 é uma vista de topo de um canal de vazamento oco e parede de canal de vazamento e calha de corrida de uma modalidade de uma montagem de modelo radial como revelado neste documento;

[022] A Figura 13 é uma vista em seção transversal representativa de uma montagem de modelo radial que compreende uma pluralidade de segmentos de modelo que se estendem perifericamente;

[023] A Figura 14 é um fluxograma que ilustra uma modalidade de um método para fabricar uma montagem de modelo radial como revelado neste documento;

[024] A Figura 15 é um fluxograma que ilustra uma segunda modalidade de um método para fabricar uma montagem de modelo radial como revelado neste documento;

[025] A Figura 16 é uma modalidade exemplificativa de um molde refratário como revelado neste documento;

[026] A Figura 17 é um fluxograma que ilustra uma modalidade de um método para fabricar um molde refratário; e

[027] A Figura 18 é um fluxograma que ilustra uma segunda modalidade de um método para fabricar um molde

refratário.

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES

[028] A descrição a seguir é meramente exemplificativa em natureza e não se destina a limitar a presente revelação, sua aplicação ou usos. Deve-se entender que ao longo dos desenhos, numerais de referência correspondentes indicam partes e recursos semelhantes ou correspondentes.

[029] Com referência às Figuras e, mais particularmente, às Figuras 1 e 2, uma montagem de modelo radial 10 é revelada. A montagem de modelo radial 10 inclui um canal de vazamento oco 12 que compreende uma parede de canal de vazamento 14 disposta ao redor de um eixo longitudinal 16. A parede de canal de vazamento 14 tem uma espessura 18, um comprimento ou altura 20, uma periferia externa 22 e uma periferia interna 24. A montagem de modelo radial 10 também inclui um modelo 26 disposto radialmente para fora da parede de canal de vazamento 14 e um canal de ataque que se estende radialmente para fora 28 fixado a e que se estende entre a parede de canal de vazamento 14 e o modelo 26. Cada um dentre o canal de vazamento oco 12, a parede de canal de vazamento 14, o modelo 26 e o canal de ataque 28 são formados a partir de um material fugaz 58, o qual também pode ser descrito como um material fugaz, descartável ou, de outro modo, um material removível, como descrito neste documento. Como ilustrado na Figura 1, a montagem de modelo radial 10 pode incluir uma pluralidade de modelos 26 e uma pluralidade de canais de ataque 28 fixados a e que se estendem entre a parede de canal de vazamento 14 e os modelos 26. Conforme usado neste documento, os termos "radial" e "radialmente" são

destinados a serem entendidos muito amplamente em sua descrição dos elementos com os quais os mesmos são empregados e incluem, mas não se limitam a, local ou extensão dos elementos modificados por tais termos ao longo de um raio ao redor de um ponto central ou eixo geométrico. Tais termos incluem, mais amplamente, um local ou extensão para fora ou para dentro de determinados elementos em relação a outros elementos. Por exemplo, se uma parede de canal de vazamento 14 apresentar um formato não cilíndrico, tal como um formato periférico retangular, nem todos os canais de ataque (e modelos associados) fixados ortogonalmente à parede de canal de vazamento 14 ao redor da periferia, tanto para forma quanto para dentro, se estendem ao longo de um raio a partir de um ponto comum ou um eixo longitudinal, mas pode-se dizer que todas radiam a partir da parede de canal de vazamento e os termos "radial" e "radialmente" conforme usados neste documento se destinam a incluir, também amplamente, a extensão para fora e para dentro das canais de ataque 28, 34; modelos 26, 32; calhas de corrida 62 e outros elementos descritos neste documento a partir da parede de canal de vazamento 14, independentemente da maneira em que estão localizados ou se estendem. Em outro exemplo, um canal de ataque que se estende para fora 28 ou um canal de ataque que se estende para dentro 34 pode se estender ao longo de um eixo geométrico de o canal de ataque, mas o eixo geométrico não precisa ser um raio ao redor de um ponto central ou eixo geométrico e o mesmo pode ser curvado ou estendido de uma maneira diferente de uma linha reta.

[030] A montagem de modelo radial 10 e o canal de vazamento oco 12 são um aprimoramento em relação às

montagens da técnica que têm um canal de vazamento central sólido devido ao fato de que o canal de vazamento oco 12 possibilita que a área de superfície da superfície externa da parede de canal de vazamento 14 seja aumentada e possibilita a fixação de mais canais de ataque e modelos ao canal de vazamento sem necessariamente aumentar a quantidade do material necessário para preencher o canal de vazamento como ocorre conforme o diâmetro de um canal de vazamento sólido é aumentado. A montagem de modelo radial 10 e o canal de vazamento oco 12 pode ser usada para aumentar vantajosamente a quantidade de modelos que podem ser fixados a um canal de vazamento e o rendimento de fundição dos mesmos. Outra vantagem da montagem de modelo radial 10 é que o canal de vazamento oco 12 e a parede de canal de vazamento 14 também podem ser selecionados para incluir uma espessura predeterminada 18, um comprimento 20, uma periferia externa 22 e uma periferia interna 24 que fornece a um molde, uma cavidade de canal de vazamento que possibilita a alimentação dos modelos 26 e as canais de ataque 28 fixados à parede de canal de vazamento 14, inclusive a densidade de modelo aumentada fornecida pela montagem de modelo radial 10, bem como o refluxo substancialmente completo do material fundido a partir da cavidade de canal de vazamento após o molde ser fundido e as cavidades do modelo nos modelos terem sido preenchidas, como descrito neste documento. Ainda outra vantagem da montagem de modelo radial 10 é que o use do canal de vazamento oco 12 também possibilita a colocação dos segundos modelos 32 e segundas canais de ataque 34 radialmente para dentro da parede de canal de vazamento 14. Ainda como outra vantagem, a parede de canal de vazamento 14

pode incorporar vários recursos predeterminados que podem ser usados para intensificar o fluxo metalodinâmico do metal fundido no interior da cavidade de molde, particularmente para garantir o preenchimento das cavidades do modelo, como descrito neste documento. Dessa forma, a montagem de modelo radial 10 e o canal de vazamento oco 12 podem ser usados para aumentar adicionalmente a quantidade dos modelos 26 que podem ser fixados ao canal de vazamento e aumentar o rendimento de fundição das partes fundidas dos mesmos.

[031] Como mostrado nas Figuras 2A a 2H e 3A a 3C, em modalidades exemplificativas, sendo que o canal de vazamento oco 12 e a parede de canal de vazamento 14 podem compreender qualquer corpo oco adequado que tenha superfícies adequadas para a fixação das canais de ataque 28 e modelos 26 e têm qualquer formato oco adequado, inclusive vários formatos curvos ou poliédrico (inclusive superfícies planas achatadas) ou uma combinação dos mesmos. Isso pode incluir, em várias modalidades, muitos formatos cilíndricos (Figura 2A), particularmente, formatos cilíndricos direitos, inclusive vários formatos circulares (Figura 2A), elípticos (Figura 2B), arqueados (definidos por uma combinação de arcos ou curvas entrecruzadas, as Figuras 2C e 2H), retangulares arredondados (Figura 2G), retangulares (Figura 2E), triangulares (Figura 2D) e outros cilíndricos poliédricos ou formatos cilíndricos curvos regulares ou irregulares e similares, como ilustrado nas Figuras 2C e 2H pelo uso de vistas em seção transversal representativas que são geralmente ortogonais em relação ao eixo longitudinal. Tais formas representativas são apenas exemplificativas; muitas outras formas em seção transversal periféricas poliédricas e

curvas e combinações das mesmas são possíveis. O canal de vazamento oco 12 pode ser definido por uma parede de canal de vazamento 14 que é completamente fechada, de modo que envolva completamente o eixo longitudinal 16, como mostrado nos exemplos das Figuras 2A a 2G, ou pode ser substancialmente fechada, de modo que envolva substancialmente o eixo longitudinal 16, como mostrado no exemplo da Figura 2H. O canal de vazamento oco 12 e a parede de canal de vazamento 14 têm uma espessura predeterminada 18, um comprimento 20 e uma periferia externa 22 e uma periferia interna 24, que podem ser tanto constantes quanto variáveis em relação ou em referência um ao outro. Em uma modalidade exemplificativa, como ilustrado, por exemplo, nas Figuras 2A a 2G, a espessura 18, o comprimento 20, a periferia externa 22 e a periferia interna 24 são substancialmente constantes um em relação ao outro. Em outras modalidades, a espessura 18 pode estar constante (Figuras 2A a 2G, Figura 3A) ou variar ao longo do comprimento 20 (Figuras 3B e 3C) ou a periferia 22 (Figura 2C) ou ambos os mesmos, de qualquer maneira como ilustrado pelos exemplos das Figuras 2A a 2H e das Figura 3A a 3C. A espessura 18 pode variar ao longo do comprimento através do aumento na espessura de modo ascendente em direção à extremidade superior 44 da parede de canal de vazamento 14 (Figura 3C) ou através da diminuição da espessura de modo ascendente (Figura 3B). De modo semelhante, em outras modalidades, o comprimento 20 pode variar ao redor da periferia 22, como ilustrado nas Figuras 4A (escalonadamente) e 4B (contínuo). As variações mostradas são apenas exemplificativas; muitas outras variações no formato e forma do canal de vazamento oco 12, inclusive a espessura 18, o

comprimento 20, periferia externa 22 e periferia interna 24, são possíveis.

[032] Em uma modalidade, a parede de canal de vazamento 14 pode ser uma parede contínua, de modo que a parede seja uma forma fechada sólida que circunda completamente o eixo longitudinal 16 do canal de vazamento oco 12 como ilustrado, por exemplo, na Figura 1. Alternativamente, em outras modalidades, a parede de canal de vazamento 14 pode ser uma forma substancialmente fechada que inclui uma ou mais aberturas 36 que se estendem através da parede de canal de vazamento 14 a partir da superfície externa 38 para a superfície interna 40, como ilustrado, por exemplo, nas Figuras 2H, 5A e 5B. As aberturas 36 podem se estender para dentro a partir de uma ou tanto a extremidade inferior 42 quanto a extremidade superior 44 da parede de canal de vazamento 14 (Figura 5A) ou podem estar localizadas completamente no interior da parede de canal de vazamento 14 entre a extremidade inferior 42 e a extremidade superior 44 (Figura 5B). Como uma modalidade alternativa adicional, a parede de canal de vazamento 14 pode ter uma abertura 36 que se estende a partir da extremidade inferior 42 para a extremidade superior 44 através de todo o comprimento 20 (Figuras 2H e 6A), de modo que a parede de canal de vazamento 14 não seja uma forma fechada ao redor da periferia externa 22 e da periferia interna 24. Independentemente de a parede de canal de vazamento 14 ser uma forma fechada sólida ou conter uma ou mais aberturas 36, a parede de canal de vazamento 14 pode incluir uma ou mais reentrâncias 48 que se estendem para dentro da superfície externa 38 ou superfície interna 40 ou ambas as superfícies ou protuberâncias 50 que

se estendem para fora a partir da superfície externa 38 ou superfície interna 40 ou ambas as superfícies ou uma combinação de reentrâncias 48 e protuberâncias 50.

[033] O canal de vazamento oco 12 e a parede de canal de vazamento 14, que incluem a forma do formato geral e a espessura predeterminada 18, o comprimento 20, a periferia externa 22 e a periferia interna 24, bem como a incorporação das aberturas 36, reentrâncias 48 e protuberâncias 50, pode ser selecionada para fornecer um molde refratário que promove um fluxo metalodinâmico predeterminado do metal fundido no interior do molde durante a fundição. Isso inclui o fluxo para e através da cavidade de molde ou cavidades, particularmente a(s) passagem(ns) definida(s) no interior da parede de canal de vazamento 14 e as passagens no(s) canais de ataque (s) 28 e as cavidades do(s) modelo(s) 26, para preencher os mesmos durante a fundição, bem como o fluxo de retorno de volta através da cavidade de molde, particularmente, a passagem de canal de ataque e as passagens de parede de canal de vazamento no caso de fundição contra a gravidade um vez que a pressão usada para preencher as cavidades do modelo for liberada. Tais recursos podem ser usados para ajustar o fluxo metalodinâmico com a cavidade de molde durante e/ou após a fundição, inclusive aumentar ou diminuir a taxa de fluxo ou o volume do fluxo em uma porção específica da cavidade de molde, bem como as características de fluxo (por exemplo, fluxo turbulento ou laminar). No caso da fundição contra a gravidade, uma vez que as cavidades do modelo são preenchidas, é muito desejável retornar o máximo possível do metal fundido a partir das outras porções do molde, inclusive os canais de ataque e a parede de canal de

vazamento sem afetar negativamente os modelos, isso é, deixando as cavidades do modelo completamente preenchidas.

[034] Em uma modalidade, a montagem de modelo inclui um canal de ataque que se estende radialmente para fora 28 fixado a e que se estende entre a parede de canal de vazamento 14 e o modelo 26. Isso inclui pelo menos um canal de ataque 28 para cada modelo 26. Em outra modalidade, uma pluralidade de canais de ataque que se estendem radialmente para fora 28 podem ser fixados a e se estender entre a parede de canal de vazamento 14 e cada modelo 26. O canal de ataque 28 ou as canais de ataque 28 se estendem radialmente para fora a partir da parede de canal de vazamento 14. As mesmas podem ser estender radialmente para fora a partir da parede de canal de vazamento 14 para o modelo 26 de qualquer maneira ou orientação. Em uma modalidade, o canal de ataque 28 ou os canais de ataque 28 que se estendem radialmente para fora ao longo de um eixo geométrico de canal de ataque 52 que se estende radialmente para fora substancialmente perpendicular ao eixo longitudinal 16. Em outras modalidades, o canal de ataque 28 ou os canais de ataque 28 podem se estender radialmente para fora ao longo de um eixo geométrico de porta 52 que se estende radialmente para fora de uma maneira que é substancialmente não perpendicular ao eixo longitudinal 16. A quantidade dos canais de ataque 28 fixados a cada modelo, bem como suas outras características, inclusive seu formato em seção transversal, área em seção transversal, comprimento e similares, pode ser selecionada para fornecer passagens de canais de ataque suficientes para preencher as cavidades do modelo. O projeto dos canais de ataque 28 e as passagens de canais de ataque ou cavidades correspondentes podem

considerar diversos fatores, inclusive o tamanho, formato, orientação, colocação espacial, transferência de calor e outras características dos modelos e cavidades do modelo no molde. Em uma modalidade, uma pluralidade de canais de ataque 28 para cada uma dentre uma pluralidade de modelos idênticos 26 pode ser igual, inclusive tendo a mesma quantidade de canais de ataque fixados no mesmo local em cada modelo, em que as canais de ataque que têm o mesmo local em respectivos modelos são idênticas, como ilustrado nas Figuras 1, 6 A e 9. Nessa modalidade, visto que o canal de ataque 28 ou os canais de ataque 28 para cada um dos modelos 26 são iguais, as canais de ataque 28/modelos 26 podem ser espaçados uniformemente ao redor da superfície externa 38 da parede de canal de vazamento 14 ao longo do comprimento e ao redor da periferia externa 22 da parede de canal de vazamento 14, como mostrado na Figura 1. Muitas outras disposições são possíveis. Alternativamente, no caso de uma pluralidade de canais de ataque 28/modelos 26 que são iguais como descrito acima, as canais de ataque 28/modelos 26 podem ser desalinhadas ao longo do comprimento da superfície externa 38 em um modelo predeterminado, de modo a alternar o comprimento de canal de ataque dos modelos adjacentes 26 (que pode podem ser idênticos ou diferentes) de modo que os modelos adjacentes 26 sejam espaçados mais próximos a ou mais distantes da superfície externa 38 da parede de canal de vazamento 14. Tais disposições alternativas podem ser utilizadas em alguns casos para aumentar a densidade de embalagem dos modelos 26. As modalidades descritas acima são meramente exemplificativas e muitas outras disposições predeterminadas das canais de ataque 28/modelos 26 com o uso

do canal de vazamento oco 12 são possíveis. Quando uma pluralidade de modelos 26 são fixados através de canais de ataque 28 à parede de canal de vazamento 14, os mesmos podem incluir uma pluralidade do mesmo modelo 26 como ilustrado, por exemplo, na Figura 1, ou uma pluralidade de diferentes modelos 26 como ilustrado, por exemplo, na Figura 13 ou uma combinação dos mesmos.

[035] Em uma modalidade, a montagem de modelo pode incluir um segunda canal de ataque que se estende radialmente para dentro 34 ou um canal de ataque interno fixado a e que se estende entre a parede de canal de vazamento 14 e o segundo modelo 32 ou modelo interno. Isso inclui pelo menos uma segunda porta 34 para cada modelo 32. Em outra modalidade, uma pluralidade de segundos canais de ataque que se estendem radialmente para dentro 34 pode ser fixada a e se estender entre a parede de canal de vazamento 14 e cada segundo modelo 32. A segunda porta 34 ou as segundas canais de ataque 34 se estendem radialmente para dentro a partir da parede de canal de vazamento 14 em direção ao eixo longitudinal 16. As mesmas podem se estender radialmente para dentro a partir da parede de canal de vazamento 14 para o segundo modelo 32 de qualquer maneira ou orientação. Em uma modalidade, a segunda porta 34 ou as segundas canais de ataque 34 se estendem radialmente para dentro ao longo de um segundo eixo geométrico de canal de ataque 54. O segundo eixo geométrico de canal de ataque 54 pode se estender radialmente para dentro de modo substancialmente perpendicular ao eixo longitudinal 16 ou em outras orientações análogas em relação aos descritos neste documento para o eixo geométrico de canal de ataque 52. A

quantidade das segundas canais de ataque 34 fixadas a cada segundo modelo 32, bem como suas outras características, inclusive seu formato em seção transversal, área em seção transversal, comprimento e similares, pode ser selecionada para fornecer segundas passagens de canal de ataque suficientes para preencher as segundas cavidades do modelo. O projeto dos segundos canais de ataque 34 e as segundas passagens de canal de ataque ou segundas cavidades correspondentes podem considerar diversos fatores, inclusive o tamanho, formato, orientação, colocação espacial, transferência de calor e outras características dos segundos modelos 32 e segundas cavidades do modelo no molde. Nessa modalidade, visto que o segundo canal de ataque 34 ou as segundas canais de ataque 34 para cada um dos segundos modelos 32 são iguais, os segundos canais de ataque 34/segundos modelos 32 podem ser espaçados uniformemente ao redor da superfície interna 40 da parede de canal de vazamento 14 ao longo do comprimento 20 e ao redor da periferia interna 24 da parede de canal de vazamento 14, como mostrado na Figura 10. Muitas outras disposições são possíveis análogas às descritas acima para a disposição dos modelos 26 e canais de ataque 28, com a exceção de que as disposições são localizadas na periferia interna 24. Os segundos modelos 32 e os segundos canais de ataque 34 podem ser utilizados com ou sem os modelos 26 e os canais de ataque 28. Em uma modalidade, tanto os modelos 26 quando os segundos modelos 32 podem ser incorporados para aumentar adicionalmente o rendimento de fundição comparado aos rendimentos de fundição que podem ser realizados com o uso tanto dos modelos 26 quanto dos segundos modelos 32

separadamente. Em outra modalidade, os segundos modelos 32 podem ser usados separadamente, sem os modelos 26, de modo que os únicos modelos estejam localizados dentro da periferia interna 24 da parede de canal de vazamento 14. Como ocorre com os modelos 26, os segundos modelos 32 em uma determinada montagem de modelo 10 podem ser modelos iguais ou diferentes em qualquer disposição.

[036] A montagem de modelo 10, inclusive o canal de vazamento oco 12, o(s) modelo(s) 26 e o(s) canais de ataque 28, bem como qualquer/quaisquer segundo(s) modelo(s) 32 e segundo(s) canais de ataque (34), são formados a partir do material fugaz 58 (ou alternativamente a partir de uma pluralidade de diferentes materiais fugazs 58) que é descartável ou removível e é selecionado de modo que possa ser seletivamente removido uma vez que o molde refratário 90 que compreende uma carcaça de um material refratário 92 for formado na montagem de modelo 10. O material fugaz 58 também pode ser chamado de material descartável ou removível. O material fugaz 58 pode incluir qualquer material que seja configurado para a remoção do molde refratário 90 e pode incluir uma cera, polímero, metal, cerâmica, argila, madeira ou material inorgânico ou a combinação dos mesmos. O material fugaz 58 pode ser configurado para uma remoção seletiva através de qualquer método ou meio adequado, inclusive, através do aquecimento do material para pirolizar ou fundir o material fugaz 58, por exemplo. A remoção também pode ser alcançada com o uso de um solvente adequado para dissolver o material fugaz, inclusive vários solventes orgânicos ou inorgânicos, ácidos e similares. Em uma modalidade, o material fugaz pode incluir

uma cera de modelo, inclusive várias ceras de modelo comercialmente disponíveis. Os polímeros podem incluir, por exemplo, poliestireno expandido. Os metais podem incluir qualquer metal fugaz adequado, particularmente, metais com ponto de fusão relativamente baixo, tais como Pb, Sn, Bi ou Sb ou ligas dos mesmos. Os materiais inorgânicos podem incluir, por exemplo, gesso Paris. A montagem de modelo 10 pode ser formada a partir de um material fugaz 58 como uma peça única, inclusive o canal de vazamento oco 12, o(s) modelo(s) 26 e o(s) canais de ataque 28, ou pode ser formada como uma pluralidade de peças que são montadas em conjunto para formar a montagem de modelo 10. Quando montado como uma pluralidade de peças, o canal de vazamento oco 12, cada um dentre o(s) modelo(s) 26 e o(s) canal (is) de ataque 28 pode ser formado separadamente e montado em conjunto como descrito neste documento ou, alternativamente, um ou mais dentre uma porção 15, 17 ou seção da parede de canal de vazamento 14, do(s) modelo(s) 26 e do(s) canal(is) de ataque 28 podem ser formados em conjunto como um segmento de modelo 60 da montagem e tais segmentos podem ser unidos para formar a montagem de modelo 10, como descrito neste documento e ilustrado na Figura 1, por exemplo. Independentemente de ser formado como uma peça única, como componentes separados ou como segmentos, como descrito neste documento, as partes constituintes da montagem de modelo 10 formada de qualquer maneira adequada, inclusive várias formas de fundição ou moldagem ou vários processos subtrativos (por exemplo, usinagem) para formar um corpo formado de modo subtrativo ou processos aditivos (por exemplo, estéreo-litografia (SLA), conformação próxima ao formato final via laser (LENS),

impressão tridimensional ou outros métodos de rápida prototipagem/fabricação usados para formar objetos tridimensionais a partir de dados de projeto auxiliado por computador tridimensional (CAD) para formar um corpo formado de modo aditivo ou um combinação dos mesmos.

[037] A montagem de modelo radial 10 pode incluir, também, uma calha de corrida 62 disposta próxima a uma extremidade, inclusive a extremidade inferior 42 ou a extremidade superior 44 do canal de vazamento oco 12. A calha de corrida 62 é usada para formar a porção do molde refratário 90 que fornece uma passagem de calha de corrida que é usada para alimentar metal fundido a partir de uma poça fundida para a passagem de parede de canal de vazamento. Se a montagem de modelo 10 descrita neste documento se destinar a ser usada para fundição convencional ou por gravidade em que a montagem de modelo 10 é orientada para formar um molde refratário 90 que é projetado para ter o metal fundido abastecido por cima do molde refratário 90 e da calha de corrida 62, a calha de corrida 62, em geral, estará disposta próxima à extremidade superior 44 do canal de vazamento oco 12. Se a montagem de modelo 10 descrita neste documento se destinar a ser usada para fundição contra a gravidade em que a montagem de modelo 10 é orientada para formar um molde refratário 90 que é projetado para ter o metal fundido abastecido por baixo do molde refratário 90 e da calha de corrida 62, a calha de corrida 62, em geral, estará disposta próxima à extremidade inferior 42 do canal de vazamento oco 12. A calha de corrida 62 pode incluir um eixo geométrico de calha de corrida 64 e a calha de corrida e o eixo geométrico podem ser posicionados em qualquer orientação adequada em

relação à parede de canal de vazamento 14, inclusive de modo que se estenda de modo geralmente transversal ao eixo longitudinal 16 ou, por exemplo, de modo que se estenda de modo radialmente ascendente (ou descendente) a partir do eixo longitudinal 16 em direção ao canal de vazamento oco 12. A calha de corrida 62 é formada a partir de um segundo material fugaz 66, que pode ser o mesmo material que o material fugaz 58 ou um material fugaz diferente. A calha de corrida 62 pode ter qualquer tamanho e formato adequados e pode incluir recursos análogos aos descritos neste documento em relação ao canal de vazamento oco 12 e à parede de canal de vazamento 14. Em uma modalidade, a calha de corrida 62 pode ser uma parede contínua de modo que a parede seja uma forma fechada sólida que envolve completamente a extremidade do canal de vazamento oco 12 à qual a mesma está fixada e disposta ao redor do eixo longitudinal 16 do canal de vazamento oco 12 como ilustrado, por exemplo, na Figura 9. Alternativamente, em outras modalidades, a calha de corrida 62 pode ser uma forma substancialmente fechada que inclui uma ou mais aberturas 72 ou orifícios que se estendem através da calha de corrida 62 a partir da superfície superior 68 para a superfície inferior 70, como ilustrado, por exemplo, nas Figuras 10 e 12. A calha de corrida 62 e as aberturas 72 podem formar o formato de um cubo central 82 e uma pluralidade de raios 74, por exemplo, como mostrado na Figura 12. As aberturas 72 podem ter qualquer formato ou tamanho adequados e podem ser incluídas em qualquer quantidade. Independentemente de a calha de corrida 62 ser uma forma fechada sólida ou conter uma ou mais aberturas 72, a calha de corrida 62 pode incluir uma ou mais reentrâncias 75 que se

estendem para dentro a partir da superfície superior 68 ou da superfície inferior 70 ou ambas as superfícies ou protuberâncias 76 que se estendem para fora a partir da superfície superior 68 ou da superfície inferior 70 ou ambas as superfícies ou uma combinação de reentrâncias 75 e protuberâncias 76, como ilustrado esquematicamente nas Figuras 10 e 11. A calha de corrida 62, inclusive a forma do formato geral e espessura predeterminada 78 e comprimento radial 80, bem como a incorporação das aberturas 72, reentrâncias 75 e protuberâncias 76, podem ser selecionados para fornecer um molde refratário que promova um fluxo metalodinâmico predeterminado do metal fundido no interior do molde durante a fundição. Isso inclui um fluxo para e através da cavidade de molde ou cavidades, particularmente a(s) passagem(ns) definida(s) no interior da parede de canal de vazamento 14 e as passagens no(s) canal(is) de ataque 28 e as cavidades do modelo 26, para preencher os mesmos durante a fundição, bem como o fluxo de retorno de volta através da cavidade de molde, particularmente, a passagem de canal de ataque e as passagens de parede de canal de vazamento no caso de fundição contra a gravidade um vez que a pressão usada para preencher as cavidades do modelo for liberada. Tais recursos podem ser usados para ajustar o fluxo metalodinâmico com a cavidade de molde durante e/ou após a fundição, particularmente o fluxo para o interior das passagens no interior da parede do canal de vazamento 14, inclusive aumentar ou diminuir a taxa de fluxo ou o volume do fluxo em uma porção específica da cavidade de molde, bem como as características de fluxo (por exemplo, fluxo turbulento ou laminar). No caso da fundição contra a gravidade, uma vez que

as cavidades do modelo são preenchidas, é muito desejável retornar o máximo possível do metal fundido a partir das outras porções do molde, inclusive os canais de ataque e a parede de canal de vazamento sem afetar negativamente os modelos, isso é, deixando as cavidades do modelo completamente preenchidas.

[038] A calha de corrida 62 pode estar disposta no interior e fixada à superfície interna 40 ou a uma extremidade da parede de canal de vazamento oco 14, tanto a extremidade superior 44 quanto a extremidade inferior 42 ou uma combinação dos mesmos. Em uma modalidade, a calha de corrida 62 inclui um membro sólido fixado ao redor de uma periferia interna 24 próxima à extremidade inferior 42 da parede de canal de vazamento 14 como mostrado, por exemplo, na Figura 9. Em outra modalidade, a calha de corrida 62 inclui uma pluralidade de raios que se estendem para fora 74, estendendo-se a partir de um cubo central 82, sendo que cada raio 74 está fixado próximo à extremidade inferior 42 da parede de canal de vazamento 14 como ilustrado, por exemplo, na Figura 12.

[039] Como ilustrado nas Figuras 1 a 13, a montagem de modelo radial 10 pode ser formada como uma montagem de uma pluralidade de segmentos de modelo 60, em que os segmentos de modelo 60 incluem pelo menos um modelo 26 32 e pelo menos um canal de ataque correspondente, tal como um canal de ataque que se estende radialmente para fora 28 ou um canal de ataque que se estende radialmente para dentro 34 e que também pode incluir pelo menos uma porção 15, 17 da parede de canal de vazamento 14. Os segmentos de modelo 60 também podem incluir uma porção da calha de corrida 62. Os

segmentos de modelo 60 também podem ser combinados com segmentos espaçadores 61 que incluem pelo menos uma porção da parede de canal de vazamento 14. As canais de ataque 28, 32 e a porção de parede de canal de vazamento 14 dos segmentos de modelo 60 e dos segmentos espaçadores 61 também podem incluir os recursos descritos neste documento, tais como as aberturas 36, bem como as reentrâncias 48 e as protuberâncias 50 na superfície externa 38 ou na superfície interna 40 ou uma combinação dos mesmos. Os segmentos de modelo 60 podem incluir segmentos de modelo que se estendem axialmente 60 onde as porções que se estendem axialmente 15 da parede de canal de vazamento 14 se estendem substancialmente na direção do eixo longitudinal 16 ou os segmentos de modelo que se estendem perifericamente que se estendem perifericamente 60 onde as porções que se estendem perifericamente 17 da parede de canal de vazamento 14 se estendem de modo substancialmente lateral para incluir a periferia da parede, inclusive, estendendo-se de modo substancialmente ortogonal em relação ao eixo longitudinal 16 ou podem incluir uma combinação de segmentos que se estendem axialmente e segmentos que se estendem perifericamente 60. Os segmentos de modelo que se estendem perifericamente 60 também podem ser descritos como segmentos de modelo que se estendem radialmente (por exemplo, segmentos em formato de anel), em que a parede de canal de vazamento 14 é cilíndrica ou também como segmentos de modelo que se estendem lateralmente. Os segmentos de modelo 60 são formados a partir de um material fugaz 58 como descrito neste documento. Os segmentos de modelo 60, inclusive suas porções 15, 17 da parede de canal de vazamento 14, os modelos 26, 32 e os canais de ataque 28, 34, podem ser formados a partir doo

mesmo material fugaz 58 ou a partir de materiais fugazs diferentes como uma questão de escolha de projeto para promover sua remoção em conjunto com a formação de um molde refratário nos mesmos como descrito neste documento. Uma pluralidade de segmentos de modelo 60, bem como os segmentos espaçadores 61, se forem empregados, podem ser montados para fornecer uma montagem de modelo radial 10, como descrito neste documento. Os segmentos de modelo 60 empregados, independentemente de serem segmentos que se estendem axialmente 60 ou segmentos que se estendem perifericamente 60 podem ser o mesmo ou diferentes um do outro. Os segmentos de modelo 60 podem ser montados em conjunto para formar a montagem de modelo radial 10 de qualquer maneira adequada, inclusive ligações diretas, tais como soldas formadas entre segmentos adjacentes, vários adesivos, colas ou outros materiais de junta usados para aderir um segmento ao outro e vários dispositivos de fixação, inclusive os que, em si, são formados a partir de um material fugaz.

[040] Como ilustrado nas Figuras 1 e 13, uma montagem de modelo radial 10 que inclui uma pluralidade de modelos 32 pode incluir uma pluralidade do mesmo modelo 26 (Figura 1) ou uma pluralidade de diferentes modelos 32.1-32.4 (Figura 13) ou uma combinação dos mesmos, visto que a Figura 13 inclui uma pluralidade de mesmos modelos (por exemplo, mais do que um de cada de 26.2 e 26.3, em que 26.2 e 26.3 são diferentes modelos).

[041] Como ilustrado nas Figuras 1, 6A, 6B, 9, 10 e 11, por exemplo, em uma modalidade, a montagem de modelo radial 10 pode ser formada como uma montagem de uma pluralidade de segmentos de modelo que se estendem axialmente

60, em que cada uma incluir uma porção que se estende axialmente 15 (Figura 6B) da parede de canal de vazamento 14, do(s) canal(is) de ataque) 28 e do(s) modelo(s) 26. Como discutido neste documento, os segmentos de modelo que se estendem axialmente 60 podem ser selecionados para serem iguais ou diferentes, dependendo do projeto predeterminado da montagem de modelo radial 10. Por exemplo, o(s) canal(is) de ataque28 e o(s) modelo(s)26 usados podem ser iguais ou diferentes ou uma combinação dos mesmos, de acordo com as exigências do projeto. Além disso, as seções ou porções que se estendem axialmente 15 da parede de canal de vazamento 14 empregadas nos vários segmentos de modelo 60 podem ser selecionadas para que sejam iguais ou diferentes ou uma combinação dos mesmos, de acordo com as exigências do projeto, particularmente, o formato predeterminado da parede de canal de vazamento 14, como descrito neste documento. Por exemplo, a pluralidade de lados adjuntos da pluralidade de porções adjuntas 15, 17 podem ser selecionados para fornecer ângulos que afetam um formato predeterminado da parede de canal de vazamento 14, conforme na Figura 1, por exemplo. Os segmentos que se estendem axialmente 60 podem ser unidos um ao outro através de qualquer junta adequada 79 ou dispositivo de fixação 83, inclusive um adesivo 84 (Figura 1) disposto em uma ou ambas as superfícies contíguas das porções da parede de canal de vazamento; as soldas 85 (Figura 9), inclusive soldas de tacha 86 ou emenda 87 ou uma combinação das mesmas e vários fixadores mecânicos 88 que podem ser fixados a ou fornecer um dispositivo de junção para segmentos contíguos que se estendem axialmente 60 e suas porções associadas da parede de canal de vazamento, tal como todas as formas de

pinos, estacas, faixas, abas, acessórios, armações, bandas, calços, grampos, clipes e outros dispositivos configurados para formar uma junta mecânica ou fixar um segmento ao outro. O dispositivo ou dispositivos de fixação 83 também serão configurados para a remoção com a montagem de modelo 10 e também podem ser formados a partir de um material fugaz adequado 58, tais como os descritos neste documento.

[042] Em outra modalidade, sendo que a montagem de modelo radial 10 pode ser formada como uma montagem de uma pluralidade de segmentos de modelo que se estendem axialmente 60, sendo que cada uma inclui uma ou mais canais de ataque 28 e modelos 26 que são fixados a uma parede de canal de vazamento que se estende axialmente 14 que é formada como um componente separado. A mesma pode ser, por exemplo, idêntica à montagem de modelo radial 10 das Figuras 6A e 6B, com a exceção de que apenas um modelo 26 e canais de ataque correspondentes 28 formam cada segmento de modelo 60, enquanto a parede de canal de vazamento 14 é formada como uma peça e os segmentos de modelo que se estendem axialmente 60, que também pode-se dizer que se estendem axialmente em virtude da orientação de seus modelos 26 ou sua orientação geral em relação à parede de canal de vazamento 14, estão fixados à superfície externa 38 da parede de canal de vazamento 14. Ainda em outra modalidade, os segundos modelos 32 e as canais de ataque correspondentes que se estendem para dentro 34 também podem ser formados como segmentos de modelo 60 e fixados à superfície interna 40 da parede de canal de vazamento 14, tanto juntamente com os segmentos de modelo 60 que incluem os modelos 28 e canais de ataque que se estendem para fora 32, quanto separadamente, dependendo das exigências

do projeto da montagem de modelo radial 10. Os segmentos de modelo 60 da presente modalidade podem ser fixados à parede de canal de vazamento 14 com o uso dos dispositivos e métodos descritos neste documento para unir os segmentos de modelo 60 um ao outro.

[043] Como ilustrado na Figura 13, a montagem de modelo radial 10 pode incluir uma pluralidade de segmentos de modelo que se estendem de modo substancialmente periférico (por exemplo, 60.1 a 60.6), sendo que cada segmento de modelo que se estende de modo substancialmente periférico compreende uma seção ou porção de parede de canal de vazamento 17 da parede de canal de vazamento 14. De modo similar ao que foi descrito neste documento em conjunto com os segmentos de modelo que se estendem de modo substancialmente axial (por exemplo, Figuras 1 a 11), tais segmentos de modelo podem ter suas porções 17 da parede de canal de vazamento, o(s) canal(is) de ataque 34 e modelo(s) 32 formados como uma peça única ou como peças separadas que são unidas uma à outra. Isso pode incluir uma pluralidade de segmentos de modelo (60.1 a 60.3) em que os modelos correspondentes estão dispostos radialmente para fora de uma periferia externa 22 da seção da parede de canal de vazamento 14 e o canal de ataque que se estende radialmente para fora 28 é fixada a e se estende entre o modelo e a seção da parede de canal de vazamento (por exemplo, 60.1/14.1/34.1/32.1, 60.2/14.2/34.2/32.2 e 60.3/14.1/34.1/32.2). Em tais exemplos, as diferenças nos dígitos de dezenas do segmento, a porção de parede de canal de vazamento, o canal de ataque e/ou o modelo indicam um diferente segmento, porção de parede de canal de vazamento, porta e/ou modelo. As diferenças nos segmentos

(por exemplo, 60.2 e 60.3) podem ser devido a uma diferença no tipo de modelo (por exemplo, 60.1 e 60.2) ou devido a um local ou colocação diferente do mesmo modelo no segmento (por exemplo, 60.1 e 60.3) ou uma diferença na porção do segmento que compreende a parede de canal de vazamento (por exemplo, 60.2 e 60.3) ou uma combinação dos mesmos. As diferenças nos segmentos também podem incluir diferenças nos canais de ataque (por exemplo, 60.2/34.2 e 60.3/34.1 embora os modelos sejam iguais (32.2)).

[044] De modo similar, isso pode incluir uma pluralidade de segmentos de modelo que se estendem de modo substancialmente periférico (60.4 a 60.6) em que os modelos correspondentes são dispostos radialmente para dentro em uma periferia interna 24 da seção da porção de parede de canal de vazamento 14.1 ou 14.2 e os canais de ataque que se estendem radialmente para dentro 34.1 ou 34.2 são fixados a e que se estendem entre os modelos e as seções da parede de canal de vazamento (por exemplo, 60.4/14.1/34.1/32.3, 60.5/14.2/34.2/32.2 e 60.6/14.1/34.1/32.3). Em tais exemplos, as diferenças nos dígitos de dezenas do segmento, porções da parede de canal de vazamento, canais de ataque e/ou os modelos também indicam um segmento, uma porção de parede de canal de vazamento, um canal de ataque e/ou um modelo diferentes. As diferenças nos segmentos (por exemplo, 60.4 e 60.5) podem ser devido a uma diferença no tipo de modelo (por exemplo, 60.4 e 60.5) ou devido a um local ou colocação diferente do mesmo modelo no segmento (por exemplo, 60.4 e 60.6) ou uma diferença na porção do segmento que compreende a parede de canal de vazamento (por exemplo, 60.5 e 60.6) ou uma combinação dos mesmos. Conforme também é mostrado na

Figura 13, a parede de canal de vazamento 14 também pode incluir um segmento de espaçador 61 ou uma pluralidade de segmentos espaçadores 61 que compreendem porções da parede de canal de vazamento 14.7 que não incluem um canal de ataque ou modelo, sendo que cada segmento de espaçador 61 compreende uma seção de espaçador da parede de canal de vazamento 14 e é usado para estender a parede de canal de vazamento 14 ou espaçar os segmentos 60 um do outro, independentemente de os segmentos e espaçadores serem segmentos e/ou espaçadores substancialmente horizontais ou segmentos e/ou espaçadores que se estendem de modo substancialmente axial. A espessura 18 da parede de canal de vazamento 14 pode ser formada a partir de pelo menos uma porção de parede de canal de vazamento que se estende de modo substancialmente periférico, mas também pode ser formada a partir de uma pluralidade de porções da parede de canal de vazamento que se estendem de modo substancialmente periférico, inclusive as que têm a disposição contígua ilustrada na Figura 13. O comprimento 20 da parede de canal de vazamento 14 é formado empilhando-se uma pluralidade de porções da parede de canal de vazamento que se estendem de modo substancialmente periférico, inclusive as que têm a disposição contígua ilustrada na Figura 13. Além da disposição contígua ilustrada na Figura 13, todas as maneiras de sobrepor ou nivelar as disposições de porções da parede de canal de vazamento adjacentes são contempladas, inclusive as combinações de disposições sobrepostas e contíguas. Os segmentos que se estendem perifericamente 60 podem ser unidos um ao outro através de qualquer dispositivo ou dispositivos de fixação adequados 83, inclusive os descritos neste documento, que foram

adequadamente adaptados para uso com os segmentos que se estendem perifericamente 60.

[045] A montagem de modelo radial 10 pode ser montada com ou sem o uso de um auxílio de montagem, tal como um acessório de modelo 89 como mostrado, por exemplo, na Figura 9. O acessório de modelo 89 ilustrado inclui um cilindro para sustentar a montagem de modelo 10 e uma haste que fornece um apoio giratório para o cilindro.

[046] Com referência às Figuras, e mais particularmente à Figura 14, um método 100 para fabricar uma montagem de modelo radial 10 é revelado. O método inclui formar 110 um canal de vazamento oco 12 que compreende uma parede de canal de vazamento 14 disposto ao redor de um eixo longitudinal 16 em que a parede de canal de vazamento que tem uma espessura 18, um comprimento 20 e uma periferia, inclusive em uma modalidade, uma periferia externa 22 e uma periferia interna 24 como descrito neste documento. A montagem de modelo também inclui um modelo 26 disposto para fora da parede de canal de vazamento 14 e um canal de ataque que se estende para fora 28 fixada a e que se estende entre a superfície externa 38 da parede de canal de vazamento 14 e o modelo 26, sendo que o canal de vazamento oco 12, o modelo 26 e o canal de ataque que se estende radialmente para fora 28, sendo que cada um é formado a partir de um material fugaz 58, como descrito neste documento. A formação 110 inclui formar os elementos descritos a partir de um material fugaz 58 ou uma pluralidade de materiais fugazs 58, como descrito neste documento. Em uma modalidade, formar 110 inclui formar o canal de vazamento oco 12, o modelo 26 e o canal de ataque que se estendem para fora 28 como uma montagem unitária com

modelo 12, em que tais porções são formadas em conjunto como uma peça única. A formação 110 como uma montagem unitária com modelo 10 pode ser realizado de qualquer maneira adequada, que irá depender de modo geral, do material fugaz 58 selecionado. Em um exemplo em que o material fugaz 58 compreende uma cera ou um metal de baixo ponto de fusão, uma montagem unitária com modelo 10 pode ser formada, através da fundição da cera ou metal com o uso de técnicas de fundição convencionais, em um modelo ou molde de fundição de uma peça. Em outro exemplo em que o material fugaz 58 compreende um polímero, inclusive um polímero expandido, tal como poliestireno, uma montagem unitária com modelo 10 pode ser formado, injetando-se o polímero com o uso de técnicas convencionais de moldagem por injeção, em um molde de uma peça. Ainda em outro exemplo em que o material fugaz 58 compreende um polímero, uma montagem unitária com modelo 10 pode ser formada com o uso de um processo de fabricação aditiva, tal como impressão em 3D. A fabricação aditiva, inclusive a impressão em 3D, obtém modelos virtuais a partir de um projeto auxiliado por computador (CAD) ou software de modelagem de animação e "fatia" os mesmos em seções transversais digitais para inserir em uma impressora para depositar aditivamente de modo sucessivo (isso é, imprimir) uma série sucessiva de seções transversais de um material de modelo. Dependendo da máquina e do processo usados, um material de modelo adequado, como descrito neste documento, e/ou um material de aglutinação é depositado no leito de construção ou plataforma até que a formação de camadas do material/aglutinante seja concluída e o modelo em 3D final tenha sido "imprimido". O mesmo é um processo em que o modelo

virtual (matemática) e o modelo físico (impresso) estejam aproximadamente idênticos. Para realizar uma impressão, a impressora recebe o projeto em um formato de arquivo modelo (por exemplo, arquivos ".stl", ".ply" ou ".wrl") e deposita camadas sucessivas de líquido, pó ou material em folha para construir o modelo das séries de seções transversais. Tais camadas, que correspondem às seções transversais virtuais do modelo de CAD, são unidas ou automaticamente fundidas para criar o formato final. A vantagem principal de tal técnica é sua capacidade para criar quase qualquer formato ou recurso geométrico, inclusive todos os elementos de uma montagem unitária com modelo 12, tal como um canal de vazamento 12, o(s) modelo(s) 26 e o(s) canal(is) de ataque que se estende(m) para fora 28, bem como a(s) calha(s) de corrida 62.

[047] Em outra modalidade, a formação 110 compreende formar o canal de vazamento oco 12, o modelo 26 e o canal de ataque que se estende para fora 28 como uma pluralidade de componentes, tais como em que cada um é formado como um componente ou peça separada ou em que os aspectos de tais componentes são combinados em uma pluralidade de componentes ou peças, seguido da junção da pluralidade de componentes para formar a montagem de modelo 10. A formação 110 da pluralidade de componentes pode ser realizada de qualquer maneira adequada dependendo do material fugaz 58 selecionado, inclusive o use de vários métodos de fundição ou moldagem convencionais. Em um exemplo, a formação 110 inclui formar o canal de vazamento oco 12, o modelo 26 e o canal de ataque 28 como uma pluralidade de componentes seguido da junção de tal pluralidade de componentes para

formar a montagem de modelo 10. Cada um dentre a pluralidade de componentes pode ser formado a partir do mesmo material fugaz 58. Alternativamente, a pluralidade de componentes pode ser formada a partir de materiais fugazs diferentes 58, inclusive, formar cada um dentre a pluralidade de componentes a partir de diferentes materiais fugazs 58. A junção pode ser realizada com o uso de qualquer aparelho ou método de junção adequado ou uma combinação dos mesmos. Em um exemplo, em que o material fugaz é a cera, a junção pode ser alcançada através da soldagem de cera, tal como através da formação de uma microesfera ao longo da periferia da interface entre os componentes que são unidos ou através do aquecimento de toda ou uma porção de uma ou ambas as superfícies a serem suficientemente unidas para amaciar a cera, até alcançar e incluindo a fusão, para fazer com que as superfícies adjuntas se liguem uma à outra e formem uma junta entre as mesmas mediante o resfriamento. Em outro exemplo em que o material fugaz 58 inclui qualquer um de tais materiais descritos neste documento e, particularmente, onde o mesmo inclui uma cera, os componentes podem ser unidos um ao outro com o uso de vários pinos, estacas, faixas, abas, acessórios, armações, bandas, calços, grampos, clipes e outros dispositivos ou membros que podem ser usados para formar uma junta 79 ou atuar como um dispositivo de fixação 83 ou uma combinação dos mesmos, formada a partir do mesmo material fugaz 58 ou de um material fugaz diferente (por exemplo, mais rígido), inclusive qualquer um de tais materiais fugazs 58 listados neste documento que estão configurados para unir um componente ao outro componente, incluindo particularmente, um componente imediatamente adjacente. Ainda em outro exemplo em

que o material fugaz 58 inclui qualquer um de tais materiais descritos neste documento e, particularmente, em que o mesmo inclui uma cera, polímero ou metal, os componentes podem ser unidos um ao outro com o uso de vários adesivos ou colas ou uma combinação dos mesmos, que são configurados para unir um componente ao outro componente, incluindo particularmente, um componente imediatamente adjacente. A formação 110 também pode incluir a formação dos recursos na parede de canal de vazamento 14 descrita neste documento, tais como aberturas 36, reentrâncias 48 e protuberâncias 50, independentemente de ser diretamente durante uma operação de fundição ou moldagem ou indiretamente através de operações secundárias, tais como usinagem ou outros métodos conhecidos para adicionar ou remover o material. Por exemplo, a formação 110 pode incluir também, opcionalmente, a remoção 140 de uma porção da parede de canal de vazamento 14, tal como através do corte ou usinagem, para formar uma abertura 36 na parede de canal de vazamento 14 como descrito neste documento.

[048] O método 100 para formar a montagem de modelo 10 também pode incluir a formação 120 de um segundo modelo 32 disposto radialmente para dentro da parede de canal de vazamento 14 e um segundo canal de ataque que se estende radialmente para dentro 34 fixadoe que se estende entre a parede de canal de vazamento e o segundo modelo, sendo que cada um dentre o segundo modelo e a segundo canal de ataque também é formado a partir de um segundo material fugaz 66, como descrito neste documento. A formação 120 pode incluir um processo de formação para tais elementos que é completamente separado da formação 110, de modo que tais elementos sejam formados separadamente da parede de canal de vazamento 14, do

modelo 26 e do canal de ataque 28. Onde a formação 120 dos membros que se estendem para dentro é separada da formação 110 dos membros que se estendem para fora, além do modelo que se estende para dentro 32 e do canal de ataque que se estende para dentro 34, a porção da montagem de modelo radial 10 que é formada também pode incluir uma porção da parede de canal de vazamento 14, particularmente, a superfície interna 40 da mesma. Em um exemplo, a parede de canal de vazamento 14 pode ser formada com um membro interno e um membro externo, tais como cilindros ou luvas concêntricos ou aninhados, por exemplo, em que o membro externo é formado juntamente com os modelos 26 e os canais de ataque 28 e o membro interno é formado juntamente com os segundos modelos 32 e os segundos canais de ataque 34. Nesse exemplo, a formação 120 [é usada para formar uma segunda porção da montagem de modelo radial que é unida a uma primeira porção da montagem de modelo radial 10 formada através da formação 110 para formar a montagem de modelo radial 10. Alternativamente, a formação 120 pode incluir formar os segundos modelos 32 e os segundas canais de ataque 34 juntamente com os modelos 26, os canais de ataque 28 e a parede de canal de vazamento 14 como uma montagem de modelo radial integral ou de uma peça 10 da maneira descrita neste documento.

[049] O método 100 da formação da montagem de modelo radial 10 pode incluir também, opcionalmente, a formação 130 de uma calha de corrida 62 e a junção 140 da calha de corrida 62 próxima a uma extremidade, inclusive a extremidade inferior 42 e a extremidade superior 44 como descrito neste documento do canal de vazamento oco 12 e da parede de canal de vazamento 14 com a calha de corrida 62

disposta ao redor do eixo longitudinal 16 e unido à parede de canal de vazamento 14 conforme também é descrito neste documento. Em uma modalidade, a calha de corrida 62 também pode ser formada juntamente com a parede de canal de vazamento 14, os modelos 26 e os canais de ataque 28 como uma montagem de modelo unitária ou de uma peça 10 através dos métodos descritos neste documento, tais como fundição ou moldagem por injeção, por exemplo. Em outra modalidade, a formação 130 da calha de corrida 62 pode incluir ser formada separadamente em conjunto com a formação da outra pluralidade de componentes ou como uma porção de um dentre a outra pluralidade de componentes através dos métodos descritos neste documento, tais como fundição ou moldagem por injeção, por exemplo, e unida com a outra pluralidade de componentes como descrito neste documento. Nesse caso, a formação 110 compreende adicionalmente formar uma calha de corrida 62 como um dos componentes separados e a junção compreende adicionalmente juntar a calha de corrida 62 para formar a montagem de modelo 10. A formação 120 da calha de corrida 62 também pode incluir a formação de recursos, tais como as aberturas 72, as reentrâncias 75 ou as protuberâncias 76, na calha de corrida como descrito neste documento, independentemente de ser diretamente durante uma operação de fundição ou moldagem, ou indiretamente através de operações secundárias, tais como usinagem ou outros métodos conhecidos para adicionar ou remover o material.

[050] Com referência à Figura 15, em uma modalidade, a montagem de modelo radial 10 pode ser formada através de um método 200 que usa uma pluralidade de segmentos de modelo 60, como descrito neste documento. O método 200

inclui a formação 210 de uma pluralidade de segmentos de modelo 60, sendo que cada segmento de modelo compreende uma seção ou porção de modelo 15, 17 de uma parede de canal de vazamento 14, um ou mais modelos 26, 32 separados da seção ou porção da parede de canal de vazamento 14 e uma ou mais canais de ataque 28, 34 fixados a e que se estendem entre o(s) modelo(s) e a seção ou porção de modelo da parede de canal de vazamento. Cada segmento de modelo 60 também pode incluir uma calha de corrida 62 ou uma porção de uma calha de corrida como descrito neste documento. A pluralidade de segmentos de modelo 60 são formados a partir de um material fugaz como descrito neste documento. O método 200 também inclui a junção 220 das seções ou porções do modelo 15, 17 da parede de canal de vazamento 14 para formar a parede de canal de vazamento, em que a parede de canal de vazamento compreende um canal de vazamento oco 12 disposto ao redor de um eixo longitudinal e em que os modelos 26 são separados do canal de vazamento oco e as canais de ataque 28 se estendem entre o canal de vazamento oco e os modelos. Em uma modalidade do método 200, as canais de ataque 28 incluem os canais de ataque que se estendem para fora 26, em que cada canal de ataque que se estende para fora se estende para forma a partir da respectiva porção 15, 17 da parede de canal de vazamento 14 para um respectivo dentre os modelos 26. Em outra modalidade do método 200, os canais de ataque incluem canais de ataque que se estendem para dentro 34, em que cada canal de ataque que se estende para dentro se estende para dentro da parede de canal de vazamento 14 para um respectivo dentre os modelos 32. Ainda em outra modalidade do método 200, os canais de ataque incluem canais de ataque que se

estendem para fora 28 e os canais de ataque que se estendem para dentro 34, em que cada canal de ataque que se estende para fora e cada canal de ataque que se estende para dentro 28, 34 se estende para fora e para dentro, respectivamente, a partir da parede de canal de vazamento 14 para um respectivo dentre os modelos 26, 32.

[051] Em uma modalidade do método 200, as seções ou porções do modelo 15 da parede de canal de vazamento 14 são seções de modelo que se estendem de modo substancialmente axial, como descrito neste documento. Nessa modalidade, a junção 220 pode incluir formar uma junção que se estende axialmente 79 entre as seções ou porções do modelo que se estendem de modo substancialmente axial 15. Qualquer junta 79 ou dispositivo de fixação 83 adequado descrito neste documento pode ser empregado para a junção 220. Em um exemplo, o material fugaz 58 pode incluir uma cera e a junção que se estende axialmente 79 compreende uma solda de cera 85.

[052] Em outra modalidade do método 200, as seções ou porções do modelo 17 da parede de canal de vazamento 14 são seções de modelo que se estendem de modo substancialmente periférico, como descrito neste documento. Nessa modalidade, a junção 220 pode incluir formar uma junta que se estende perifericamente entre as seções ou porções do modelo que se estendem de modo substancialmente periférico 17. Em um exemplo, o material fugaz 58 pode incluir uma cera e a junção que se estende axialmente 79 compreende uma solda de cera 85.

[053] Em outras modalidades do método 200, as seções ou porções do modelo 15,17 da parede de canal de vazamento 15 podem incluir seções de modelo que se estendem

de modo substancialmente axial e que se estendem circunferencialmente. Nessa modalidade, a junção 220 pode incluir formar tanto juntas que se estendem axialmente quanto juntas que se estendem perifericamente entre seções ou porções do modelo que se estendem axialmente e que se estendem perifericamente 15, 17. Em um exemplo, o material fugaz 58 pode incluir uma cera e as juntas que se estendem axialmente e que se estendem perifericamente 79 compreendem soldas de cera 85.

[054] O método 200 também pode incluir a formação 230 de pelo menos um segmento de espaçador 61 que compreende pelo menos uma seção de espaçador ou porção da parede de canal de vazamento 14 e a junção da seção ou porção de modelo compreende adicionalmente juntar a modelo seção e a pelo menos uma seção de espaçador para formar a parede de canal de vazamento 14.

[055] Com referência às Figuras e, particularmente, à Figura 16, a montagem de modelo radial 10 pode ser usada para qualquer propósito adequado e é particularmente projetada para uso como um modelo na fabricação de um molde refratário 90 para fundição. O molde refratário 90 pode ser usado para qualquer tipo adequado de fundição, mas é particularmente adequado para uso como um molde para todas as formas de fundição por cera perdida, inclusive todas as formas de fundição por cera perdida por gravidade e contra a gravidade. O molde refratário 90 pode ser formado como descrito neste documento através do depósito de um material refratário 92 sobre uma superfície externa 102 da montagem de modelo radial 10 para formar uma montagem de molde refratário 105. De tal modo, a montagem de molde

refratário 105 inclui uma montagem de modelo radial fugaz 10 que compreende um canal de vazamento oco 12 que compreende uma parede de canal de vazamento 14 disposta ao redor de um eixo longitudinal 16; um modelo 26 disposto para fora da parede de canal de vazamento 14; e um canal de ataque que se estende para fora 28 fixado a e que se estende entre a parede de canal de vazamento 14 e o modelo 26, sendo que cada um dentre o canal de vazamento oco 12, o modelo 26 e o canal de ataque 28 é formado a partir de um material fugaz; e um molde refratário 90 formado sobre e que tem uma cavidade de molde 103 definida pela superfície externa 102 da montagem de modelo radial fugaz 10.

[056] O material fugaz 58 da montagem de modelo radial 10 é removido da montagem de molde refratário 105 para fornecer o molde refratário 90 que tem uma cavidade de molde 103 que é definida através da superfície externa 102 da montagem de modelo radial 10. A cavidade de molde 103 do molde refratário 90 inclui uma porção de canal de vazamento oco 112 que compreende uma porção de parede de canal de vazamento 114 disposta ao redor de um eixo longitudinal 116. O molde refratário 90 também inclui uma porção de modelo 126 da cavidade de molde 103 disposta para fora da porção de parede de canal de vazamento 114. O molde refratário 90 inclui, adicionalmente, uma porção de canal de ataque que se estende para fora 128 da cavidade de molde 103 fixada a e que se estende e fornece comunicação fluida entre a porção de parede de canal de vazamento 114 e a porção de modelo 126. O molde refratário 90 pode ter qualquer um dentre os formatos da cavidade de molde 103 definidos pelas configurações da superfície externa 102 da montagem de modelo radial 10

descritas neste documento e pode ter porções da cavidade de molde 103 que correspondem às várias porções das montagens com modelo radial 10 descritas neste documento, incluindo por exemplo, várias porções de canal de vazamento oco 112 que compreendem várias porções da parede de canal de vazamento 114, bem como porções de modelo 126 e porções de canal de ataque que se estende para fora 128. Em uma modalidade, por exemplo, a porção de canal de vazamento oco 112 pode incluir uma porção de canal de vazamento cilíndrico oco 112 da cavidade de molde. Em outra modalidade, a porção de modelo 126 pode incluir uma pluralidade de porções de modelo 126 dispostas ao redor da porção de superfície externa 138 da porção de canal de vazamento oco 112 da cavidade de molde 103. As porções da cavidade de molde 103 observadas neste documento têm números de referência que são incrementados em 100 a partir de números de referência dos membros correspondentes da montagem de modelo radial 10 usadas para formar tais porções da montagem de molde refratário 105. Isso também inclui, por exemplo, várias porções de canal de vazamento oco 112 que compreendem várias porções da parede de canal de vazamento 114, bem como segundas porções de modelo (não mostrado) dispostas para dentro da porção de parede de canal de vazamento 114 e porções de canal de ataque que se estende para dentro (não mostrado) fixadas a e que se estendem e fornecem comunicação fluida entre as porções da parede de canal de vazamento 114 e as segundas porções de modelo 132. Isso também pode incluir configurações do molde refratário 90 e da cavidade de molde 103 que incluem várias combinações das porções da cavidade de molde 103 que se estendem para fora e para dentro como descrito neste

documento. As várias porções da cavidade de molde 103 do molde refratário 90 são interconectadas uma com a outra e fornecem passagens fluidas para a comunicação fluida entre as mesmas. Isso inclui fluidos que compreendem gases quentes, tais como gases de combustão, com o propósito de queima da montagem de modelo radial 10 a partir do molde refratário 90, bem como fluidos que compreendem materiais fundidos conforme os mesmos sofrem a fusão no molde refratário 90 e na cavidade de molde 103 e são solidificados para formar artigos fundidos.

[057] Como descrito neste documento, a montagem de modelo radial fugaz 10 também pode incluir uma calha de corrida 62 disposta próxima a uma extremidade do canal de vazamento oco 12 e da parede de canal de vazamento 14, inclusive uma extremidade inferior 42 ou uma extremidade superior 44, em que o molde refratário 90 também é formado sobre a superfície externa 102 de uma montagem de modelo radial 10 que inclui a calha de corrida 62 e, portanto, inclui uma porção de calha de corrida 162 da cavidade de molde 103. Isso pode incluir porções de calha de corrida 162 que têm todas as configurações das calhas de corrida 62 descritas neste documento. Em uma modalidade, por exemplo, a calha de corrida 62 está disposta no interior e fixada a uma superfície interna da parede de canal de vazamento 14 e a porção de calha de corrida 162 da cavidade de molde 103 está disposta no interior e fixada a e em comunicação fluida com uma porção de superfície interna da porção de parede de canal de vazamento 114. Em outra modalidade, a calha de corrida 62 está disposta próxima a uma extremidade inferior 42 da parede de canal de vazamento 14 e a porção de calha de corrida 162

da cavidade de molde 103 está fixada a e em comunicação fluida com a porção de extremidade inferior da cavidade de molde 103. Ainda em outra modalidade, a calha de corrida 62 compreende uma pluralidade de raios que se estendem para fora 74, que se estendem a partir de um cubo central 82, em que cada raio está fixado a uma superfície interna 40 da parede de canal de vazamento 14 em uma extremidade externa e o cubo 82 em uma extremidade interna e a porção de calha de corrida 162 da cavidade de molde 103 compreende uma pluralidade de porções de raio que se estendem para fora 174, sendo que cada porção de raio está fixada a e em comunicação fluida com uma porção de superfície interna da porção de parede de canal de vazamento 114 da cavidade de molde 103 e uma porção de cubo 182 da cavidade de molde 103.

[058] O molde refratário 90 e a cavidade de molde 103 são definidos e ligados através de uma superfície interna 107 da parede de molde refratário 104 formada a partir do material refratário 92. A parede de molde refratário 104 pode ser qualquer espessura de parede adequada suficiente para formar o molde refratário 90 e definir a cavidade de molde 103. A parede espessura pode variar dependendo de muitos fatores, inclusive o tamanho geral, o formato e outros aspectos da configuração de molde inclusive a porção do canal de vazamento oco e, particularmente, a quantidade, o tamanho, o formato e o espaçamento das porções de modelo e das porções de canal de ataque. Os fatores adicionais que afetam a seleção do material refratário 92 da parede de molde 104 incluem a possibilidade de o molde 90 ser autossustentado durante a fundição ou colocado no interior e parcialmente sustentado por um apoio médio (por exemplo, um

meio particulado refratário, tal como areia de fundição). Em uma modalidade, a parede de molde 104 tem uma espessura menor que cerca de 0,3 cm (0,12 polegadas). Em uma modalidade, a parede de molde 104 pode incluir um material refratário homogêneo 92. Em outra modalidade, o molde refratário 90 inclui uma parede de molde 104 que compreende uma pluralidade de camadas de uma pasta fluida refratária seca de um material refratário 92 que são sinterizadas juntas para formar a parede. Qualquer material refratário adequado 92 pode ser usado para formar a parede de molde 104 a partir de uma pasta fluida ou de outra forma. As mesmas incluem zircônio, sílica fundida, sílica, um silicato de alumínio, mulita, ou alumina fundida ou uma combinação dos mesmos. O material refratário 92 e outros aspectos da parede de molde, inclusive sua espessura, podem ser selecionados para fornecer uma parede de molde 104 que é permeável ao gás ou impermeável ao gás.

[059] O molde refratário 90 pode ser formado com o uso da montagem de modelo radial 10 através de qualquer método adequado para fabricar um molde refratário. Com referência às Figuras 16 e 17, em uma modalidade, o molde refratário 90 pode ser formado a partir de uma pasta fluida de material refratário 92 através de um método 300. O método 300 inclui formar 310 uma montagem de modelo fugaz 10 que compreende um canal de vazamento oco 12 que compreende uma parede de canal de vazamento 14 disposta ao redor de um eixo longitudinal 16; um modelo 26 disposto para fora da parede de canal de vazamento 14; e um canal de ataque que se estende para fora 28 fixado a e que se estende entre a parede de canal de vazamento 14 e o modelo 26, sendo que cada um dentre o canal de vazamento oco 12, o modelo 26 e o canal de ataque

28 é formado a partir de um material fugaz; e um molde refratário 90 formado sobre e que tem uma cavidade de molde 103 definida pela superfície externa 102 da montagem de modelo radial fugaz 10. De acordo com o método 300, a montagem de modelo 10 pode incluir qualquer uma dentre as montagens com modelo radial 10 descritas neste documento e a formação 310 pode incluir qualquer método adequado para formar a montagem de modelo, inclusive, por exemplo, o método 200 descrito neste documento. Em uma modalidade, a formação 310 da montagem de modelo 10 inclui adicionalmente formar uma calha de corrida 62; e juntar a calha de corrida próxima a uma extremidade 42, 44 do canal de vazamento oco 12, sendo que a calha de corrida 62 está disposta ao redor do eixo longitudinal 16 e unida à parede de canal de vazamento 14.

[060] O método 300 também inclui depositar 320 um molde refratário 90 sobre uma superfície externa 102 da montagem de modelo fugaz 10, sendo que o molde refratário tem uma cavidade de molde 103 definida pela superfície externa 102 da montagem de modelo radial fugaz 10 e que tem os recursos e vantagens descritos neste documento. O depósito 320 pode incluir qualquer método adequado para depositar o molde refratário 90. Em uma modalidade, o depósito 320 do molde refratário 90 compreende formar uma pluralidade de camadas de um material refratário 92 imergindo-se a montagem de modelo radial 10 em uma pasta fluida refratária que compreende um meio carreador líquido e partículas de um material refratário 92 para depositar uma camada da pasta fluida sobre a superfície externa 102 da montagem de modelo radial e secar para remover o meio carreador líquido para formar uma camada seca do material refratário 92 e, em

seguida, repetir tais etapas para formar camadas secas subsequentes do material refratário e criar, assim, um molde refratário 90 em uma condição não sinterizada (isso é, o precursor do molde refratário). Em uma modalidade, o molde refratário não sinterizado 90 pode incluir uma única camada do material refratário 92 e, em outras modalidades, pode incluir uma pluralidade de camadas do material refratário 92, inclusive duas ou mais camadas e, mais particularmente, 2 a 5 camadas. Qualquer pasta fluida refratária adequada ou combinação de diferentes pastas fluidas refratárias e materiais refratários 92 podem ser usados para formar o molde refratário 90, inclusive os descritos na Patente nº U.S. 5.069.271 para Chandley et al., que está incorporado neste documento a título de referência em sua totalidade.

[061] Em uma modalidade, o método 300 também pode incluir o aquecimento 330 do molde refratário para remover a montagem de modelo fugaz 10 ou sinterizar o molde refratário 90 ou uma combinação dos mesmos. O aquecimento 330 para remover a montagem de modelo fugaz 10 ou sinterizar o molde refratário 90 pode ser alcançado através de qualquer aparelho e método adequados para aquecimento. No caso em que o material fugaz 58 compreende uma cera, o aquecimento 330 pode incluir a desparafinagem. Em uma modalidade, o aquecimento 330 pode incluir inserir um precursor do molde refratário não sinterizado que foi depositado na montagem de modelo fugaz 10 como descrito neste documento em um forno de molde, incluindo todas as formar de fornos de molde convencionais, em que o forno é controlado para fornecer um perfil de temperatura suficiente para remover o material de modelo fugaz. Isso pode incluir qualquer processo ou

mecanismo adequado por meio do qual o calor pode ser usado para remover o material de modelo fugaz 58 do molde refratário 90. Isso inclui, por exemplo, fundir o material de modelo fugaz 58 de modo que o mesmo flua para fora das aberturas na cavidade de molde 103 através da gravidade conforme pode ser usado de modo eficaz com várias ceras de modelo e/ou metais que têm um baixo ponto de fusão. Isso também pode incluir pirólise do material de modelo fugaz 58 de modo que o mesmo flua para fora das aberturas na cavidade de molde 103 ou através da parede de molde 104, nos casos em que a parede de molde é permeável ao gás, conforme pode ser usado de modo eficaz para várias ceras e outros materiais poliméricos, inclusive, por exemplo, vários polímeros expandidos ou transformados em espuma, tais como o poliestireno expandido. Isso também pode incluir combinações do disposto acima, em que o material de modelo fugaz 58 é removido através de uma combinação de fundição e pirólise, por exemplo. Em uma modalidade, o aquecimento 330 pode ser realizado com o uso de um aquecedor de molde alimentado por gás para remover o material fugaz 58, tal como através de uma combinação de pirólise e fundição. Em outra modalidade, o aquecimento 330 pode ser realizado com o uso de uma autoclave de vapor d'água para remover o material fugaz 58, tal como através de fundição.

[062] Além da remoção do material de modelo fugaz 58, o aquecimento 330 do molde refratário também pode englobar o aquecimento do molde refratário 90 em uma condição não sinterizada (isso é, um precursor do molde refratário) suficientemente para sinterizar o material refratário 92, inclusive, quaisquer materiais aglutinantes utilizados na

pasta fluida e formar um molde refratário 90 em uma condição sinterizada, em que os particulados do material refratário 92 e quaisquer outros constituintes (por exemplo, materiais aglutinantes) da pasta fluida são ligados, em conjunto, para formar uma carcaça de cerâmica ou revestimento que tem uma resistência suficiente para reter o material a ser fundido no molde. Qualquer material refratário adequado 92 pode ser usado na pasta fluida usada para criar o revestimento, inclusive sílica, zircônio, vários silicatos de alumínio ou alumina ou uma combinação dos mesmos. A sílica pode incluir sílica fundida bem como quartzo. Em uma modalidade, os silicatos de alumínio podem incluir misturas de alumina e sílica, tais como, por exemplo, um conteúdo de alumina a partir de cerca de 42 a cerca de 72 % (por exemplo, mulita). Qualquer aglutinante adequado pode ser usado para ligar o(s) material(is) refratário(s) 92, inclusive silicato de etila (por exemplo, à base de álcool e quimicamente fixado), sílica coloidal (por exemplo, à base de água, também conhecido como solução de sílica, fixada através de secagem) ou silicato de sódio ou uma combinação dos mesmos, inclusive, por exemplo, um híbrido de tais constituintes controlado por pH e viscosidade. O aquecimento 330 pode incluir qualquer combinação adequada de temperatura/tempo suficiente para sinterizar o material refratário 92 e formar um molde refratário 90 na condição sinterizada, tal como, por exemplo, temperaturas na faixa de cerca de 1.600 °F (871 °C) a cerca de 2.000 °F (1.093 °C) e, mais particularmente, cerca de 1.800 °F (982 °C) a cerca de 2.000 °F (1.093 °C). Em uma modalidade, a sinterização pode ser realizada em uma temperatura de cerca de 1.800 °F (982°C) durante cerca de 90

minutos. A sinterização pode ser realizada sob qualquer atmosfera adequada, inclusive atmosferas oxidantes, de redução ou inertes e, mais particularmente, pode ser realizada no ar.

[063] O molde refratário 90 que tem a forma descrita neste documento pode ser formada com o uso de qualquer método adequado para fabricar um molde refratário. Com referência às Figuras 16 e 18, em uma modalidade, o molde refratário 90 pode ser formado através de um método 400 que inclui a fabricação aditiva 410 de um molde 90 em uma condição não sinterizada (isso é, um molde precursor) que compreende um material refratário 92 sem o uso de um modelo, tal como através da impressão em 3D de uma montagem de molde refratário 105. A fabricação aditiva, inclusive a impressão em 3D, obtém modelos virtuais a partir de um projeto auxiliado por computador (CAD) ou software de modelagem de animação como descrito neste documento e "fatia" os mesmos em seções transversais digitais para inserir em uma impressora para depositar aditivamente de modo sucessivo (isso é, imprimir) uma série sucessiva de seções transversais do material de refratário 92. A fabricação aditiva pode incluir a impressão em 3D de partículas do material refratário 92, tais como através da impressão em 3D de uma pasta fluida que compreende aglutinantes e materiais refratários 92 como descrito neste documento, bem como um meio carreador adequado, inclusive um meio carreador líquido, como descrito neste documento. Os métodos aditivos podem incluir, por exemplo, estéreo-litografia (SLA), inclusive impressão de processamento de luz digital (DLP) em que uma impressora em 3D adequada expõe um aglutinante fotopolímero preenchido com

o material refratário 92 para acender a partir de um projetor de processamento de luz digital (DLP). A luz polimeriza o aglutinante para formar uma camada em seção transversal do objeto impresso.

[064] Uma vez que um precursor do molde 90 e a montagem de molde 105 forem formados, o método 400 também pode incluir o aquecimento 420 do material refratário 92 para formar o molde 90 e a montagem de molde 105 em uma condição sinterizada, como descrito neste documento. O molde 90 e a montagem de molde 105 podem ser sinterizados com o uso de qualquer processo de sinterização adequado, como descrito neste documento.

[065] Em outras modalidades, o método 400 pode combinar a fabricação aditiva 410, tal como a impressão em 3D e o aquecimento 420 para sinterizar o material refratário. Os mesmos podem incluir, por exemplo, sinterização a laser seletivo (SLS) em que um laser de alta potência (por exemplo, um laser de dióxido de carbono) é usado para fundir pequenas partículas de material refratário 92 ou aglutinante em uma massa que tem um formato tridimensional desejado.

[066] No caso de fabricação aditiva, o molde refratário 90 que tem uma cavidade de molde 103 não é mais definida pela superfície externa de uma montagem de modelo, mas em vez disso, é formado diretamente através de processos aditivos, tais como uma impressão em 3D. O molde resultante 90; entretanto, pode incluir todos os recursos da montagem de molde 105 realizados com o uso de uma montagem de modelo, como descrito neste documento.

[067] Embora a invenção tenha sido descrita com referência às realizações exemplificativas, será entendido

pelos versados na técnica que várias mudanças podem ser feitas e que equivalentes podem ser substituídos por elementos das mesmas sem se afastar do escopo da invenção. Adicionalmente, muitas modificações podem ser feitar para adaptar uma situação particular ou um material aos ensinamentos da invenção sem se afastar do escopo essencial da mesma. Portanto, a invenção não se destina a ser limitada às modalidades específicas reveladas, porém, a invenção irá incluir todas as modalidades abrangidas pelo escopo do pedido.

REIVINDICAÇÕES

1. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, caracterizada por compreender:

um canal de vazamento oco que compreende uma parede de canal de vazamento disposta ao redor de um eixo longitudinal, sendo que a parede de canal de vazamento tem uma espessura, um comprimento e uma periferia;

uma pluralidade de padrões disposta radialmente para fora da parede de canal de vazamento; e

uma pluralidade de canais de ataque que se estende radialmente para fora fixo e que se estende entre a parede de canal de vazamento e o modelo, sendo que o canal de vazamento oco compreende uma pluralidade de segmentos de modelo individuais unidos, sendo que cada modelo compreende uma seção de modelo que se estende axialmente da parede de canal de vazamento, um modelo separado da seção de modelo da parede de canal de vazamento, e um canal de ataque fixo e que se estende entre o modelo e a seção de modelo da parede de canal de vazamento, as seções de modelo da parede do canal de vazamento unidas para formar a montagem, o canal de vazamento oco, cada um dentre os modelos e os canais de ataque são formados a partir de um material fugaz.

2. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela montagem de modelo compreender adicionalmente uma calha de corrida disposta próxima a uma extremidade de entrada do canal de vazamento oco, sendo que a calha de corrida está disposta ao redor do eixo longitudinal e unida à parede de canal de vazamento.

3. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pela calha de corrida estar

disposta no interior e fixada a uma superfície interna ou à extremidade de entrada da parede de canal de vazamento ou uma combinação das mesmas.

4. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pela calha de corrida compreender um membro sólido fixo ao redor de uma periferia da parede de canal de vazamento.

5. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pela calha de corrida estar disposta próxima a uma extremidade inferior da parede de canal de vazamento.

6. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pela calha de corrida compreender uma pluralidade de raios que se estendem para fora, sendo que cada raio está fixado à parede de canal de vazamento.

7. MONTAGEM COM MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo canal de vazamento oco compreende um canal de vazamento cilíndrico oco.

8. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela espessura variar ao longo do comprimento ou da periferia ou uma combinação dos mesmos.

9. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo canal de vazamento oco compreender uma abertura na parede de canal de vazamento.

10. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo canal de vazamento cilíndrico oco compreender uma pluralidade de aberturas na parede de canal de vazamento.11. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela

pluralidade de modelos compreender uma pluralidade do mesmo modelo ou uma pluralidade de diferentes modelos, ou uma combinação dos mesmos.

12. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada por cada pluralidade de modelos ter uma pluralidade de canais de ataque que se estendem radialmente para fora fixado e que se estendem entre o modelo e a parede de canal de vazamento.

13. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada por cada um dentre a pluralidade de modelos ter uma pluralidade de canais de ataque que se estende radialmente para fora fixa e que se estende entre o modelo e a parede de canal de vazamento.

14. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela montagem com modelo compreender adicionalmente:

um segundo modelo disposto radialmente para dentro da parede de canal de vazamento; e

um segundo canal de ataque que se estende radialmente para dentro fixa e que se estende entre a parede de canal de vazamento e o segundo modelo, sendo que cada um dentre o segundo modelo e o segundo canal de ataque também são formados a partir de um segundo material fugaz.

15. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela montagem de modelo radial compreender um corpo unitário.

16. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo corpo unitário compreender um corpo fundido, moldado, formado de modo subtrativo ou formado de modo aditivo ou uma combinação dos

mesmos.

17. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pela montagem com modelo radial compreender adicionalmente uma pluralidade de segundos segmentos de modelo, sendo que cada segundo segmento de modelo compreende uma segunda seção da parede de canal de vazamento, em que um segundo modelo está disposto radialmente para dentro da segunda seção da parede de canal de vazamento e um segundo canal de ataque que se estende radialmente para dentro fixada a e que se estende entre o segundo modelo e a segunda seção da parede de canal de vazamento.

18. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela montagem com modelo radial compreender adicionalmente uma pluralidade de segmentos espaçadores, sendo que cada segmento de espaçador que compreende uma seção de espaçador da parede de canal de vazamento.

19. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos segmentos de modelo que compreendem seções de modelo da parede de canal de vazamento serem seções de modelo que se estendem de modo axial.

20. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 19, caracterizada pelos segmentos de modelo adjuntos serem unidos através de uma junção que se estende axialmente ou uma fixação mecânica ou uma combinação das mesmas.

21. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos segmentos de modelo que compreendem seções de modelo da parede de canal de vazamento serem seções de modelo que se estendem de modo periférico.

22. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 21, caracterizada pelos segmentos de modelo adjuntos da parede de canal de vazamento serem unidos através de uma junta que se estende perifericamente ou uma fixação mecânica ou uma combinação das mesmas.

23. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos segmentos de modelo que compreendem seções da parede de canal de vazamento compreenderem segmentos de modelo que se estendem axial e perifericamente.

24. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo material fugaz compreender uma cera, polímero, metal ou material inorgânico, ou uma combinação dos mesmos.

25. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, caracterizada por compreender:

um canal de vazamento oco que compreende uma parede de canal de vazamento disposto ao redor de um eixo longitudinal, sendo que a parede de canal de vazamento tem uma espessura, um comprimento e uma periferia;

uma pluralidade de modelos dispostos para fora da parede de canal de vazamento; e

uma pluralidade de canais de ataque que se estende radialmente para fora fixa e que se estende entre a parede de canal de vazamento e o modelo, sendo que o canal de vazamento oco compreende uma pluralidade de segmentos de modelo individuais unidos, sendo que cada modelo compreende uma seção de modelo que se estende axialmente da parede de canal de vazamento, um modelo separado da seção de modelo da parede de canal de vazamento, e um canal de ataque fixo e que se

estende entre o modelo e a seção de modelo da parede de canal de vazamento, as seções de modelo da parede do canal de vazamento unidas para formar a montagem, o canal de vazamento oco, cada um dentre os modelos e o canais de ataque são formados a partir de um material fugaz, em que o canal de vazamento oco compreende um ou mais aberturas com qualquer tamanho e formato adequados na parede de canal de vazamento.

26. MONTAGEM DE MODELO RADIAL, caracterizada por compreender:

uma parede de canal de vazamento compreendendo canal de vazamento oco disposta ao redor de um eixo longitudinal, sendo que a parede de canal de vazamento tem uma espessura, um comprimento e uma periferia, e a parede de canal de vazamento varia ao longo do comprimento;

um modelo disposto radialmente para fora da parede de canal de vazamento; e

um canal de ataque que se estende radialmente para fora fixo e que se estende entre a parede de canal de vazamento e o modelo, sendo que o canal de vazamento oco compreende uma pluralidade de segmentos de modelo individuais unidos, sendo que cada modelo compreende uma seção de modelo que se estende axialmente da parede de canal de vazamento, um modelo separado da seção de modelo da parede de canal de vazamento, e um canal de ataque fixo e que se estende entre o modelo e a seção de modelo da parede de canal de vazamento, as seções de modelo da parede do canal de vazamento unidas para formar a montagem, o canal de vazamento oco, cada um dentre os modelos e o canais de ataque são formados a partir de um material fugaz, em que o canal de vazamento oco compreende um ou mais aberturas com qualquer tamanho e

formato adequados na parede de canal de vazamento.

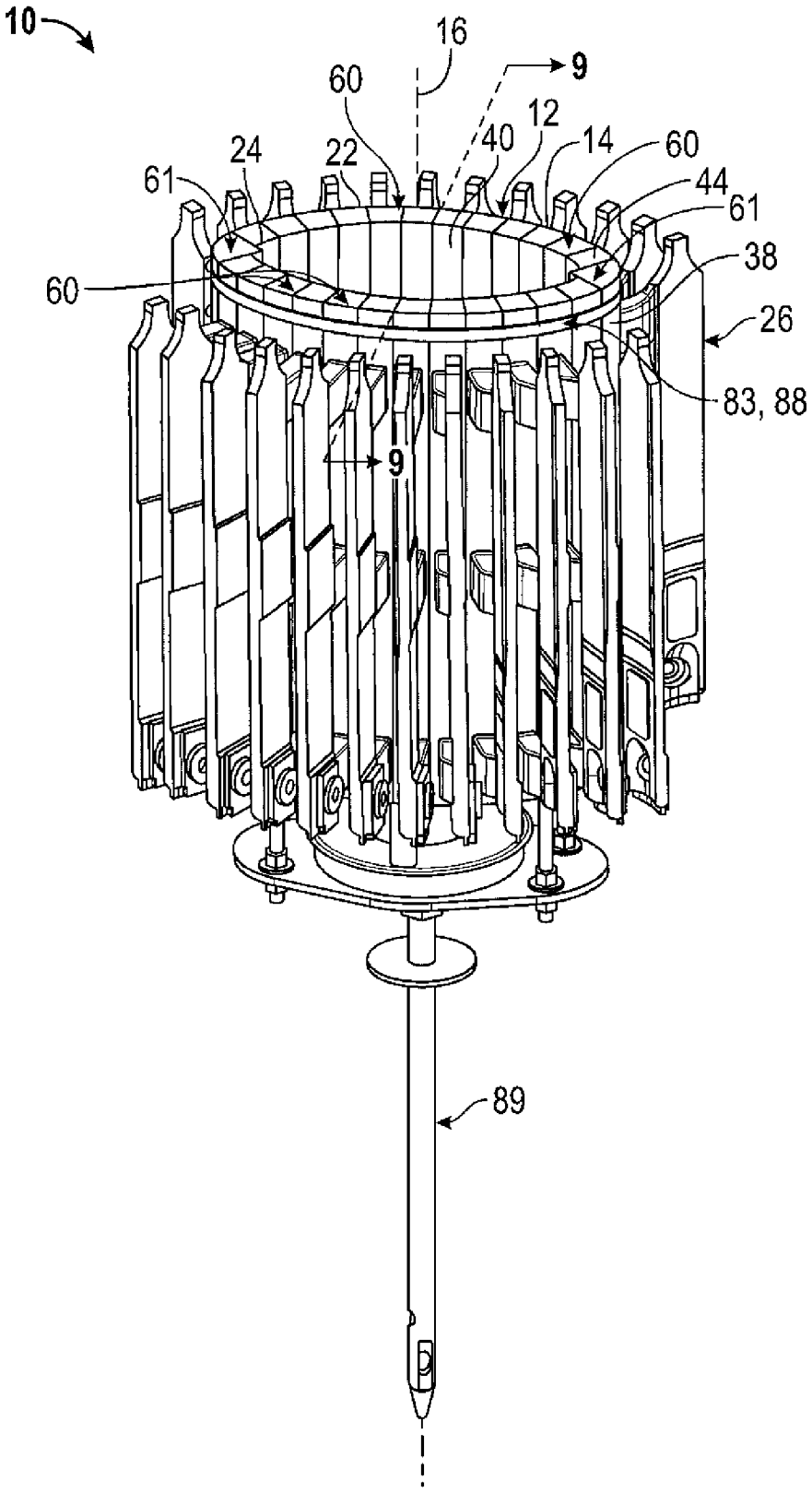

FIG. 1

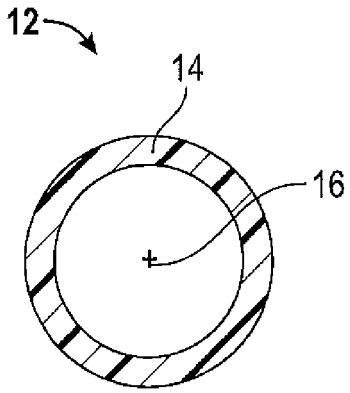

FIG. 2A

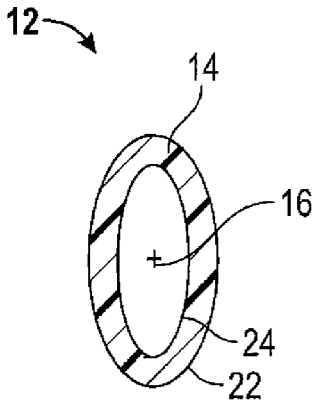

FIG. 2B

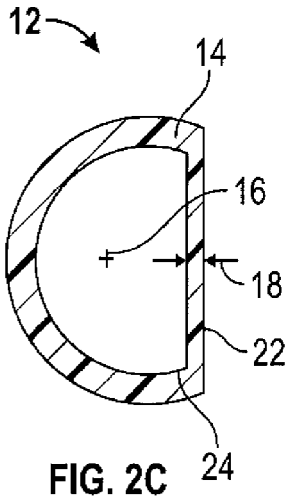

FIG. 2C

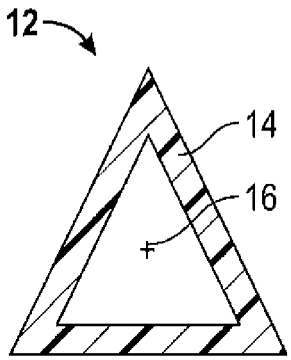

FIG. 2D

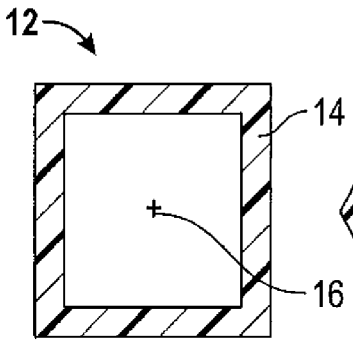

FIG. 2E

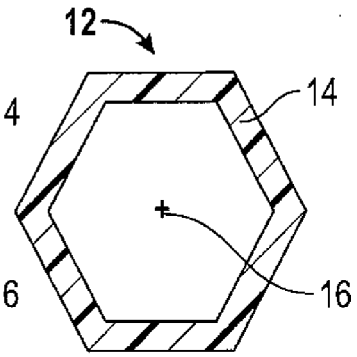

FIG. 2F

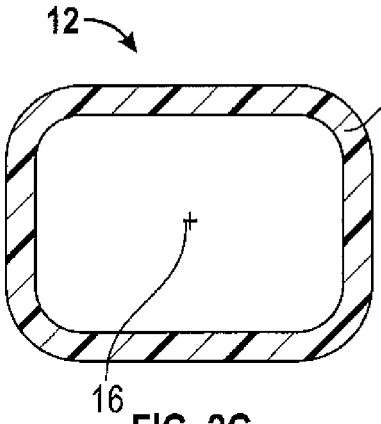

FIG. 2G

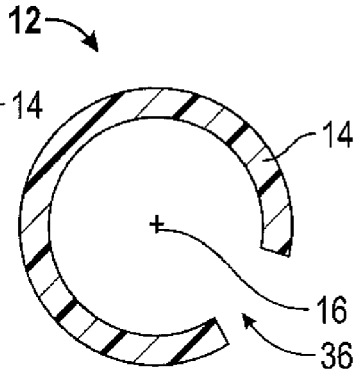

FIG. 2H

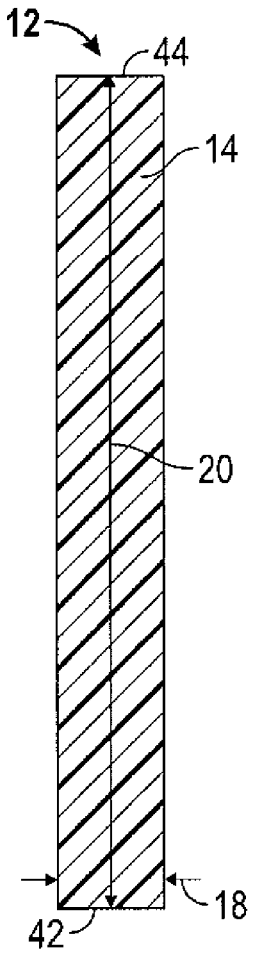

FIG. 3A

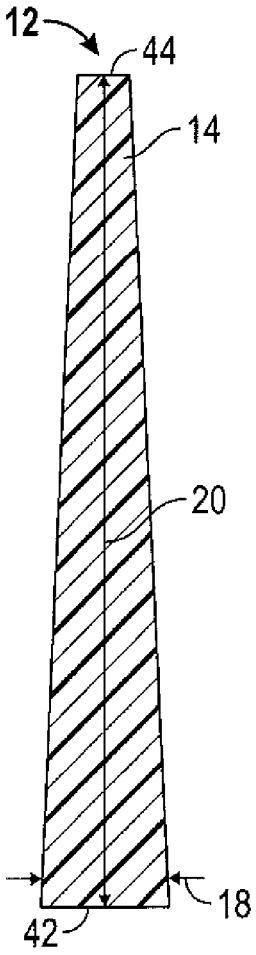

FIG. 3B

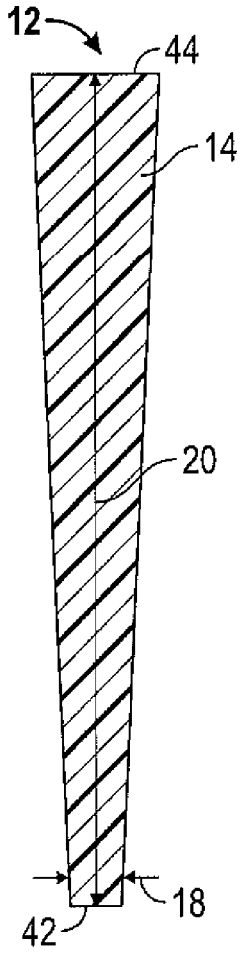

FIG. 3C

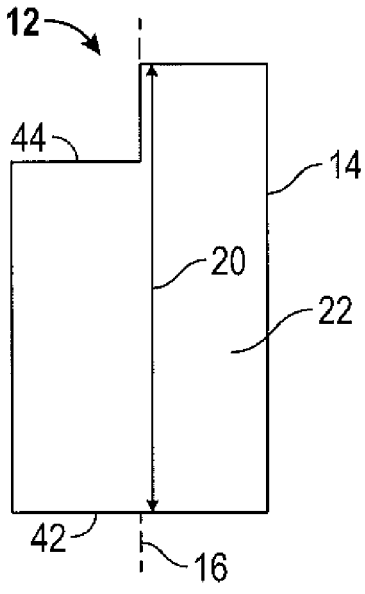

FIG. 4A

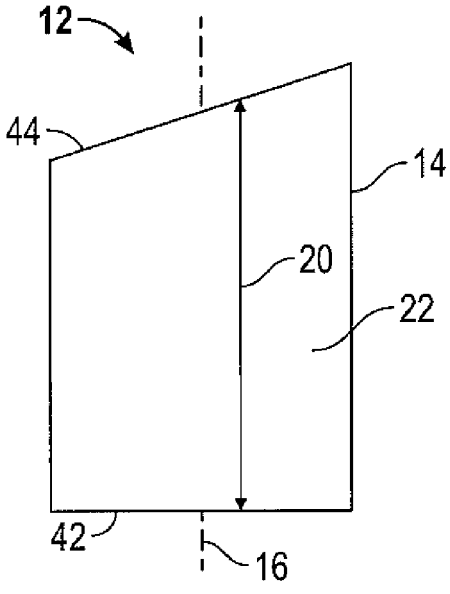

FIG. 4B

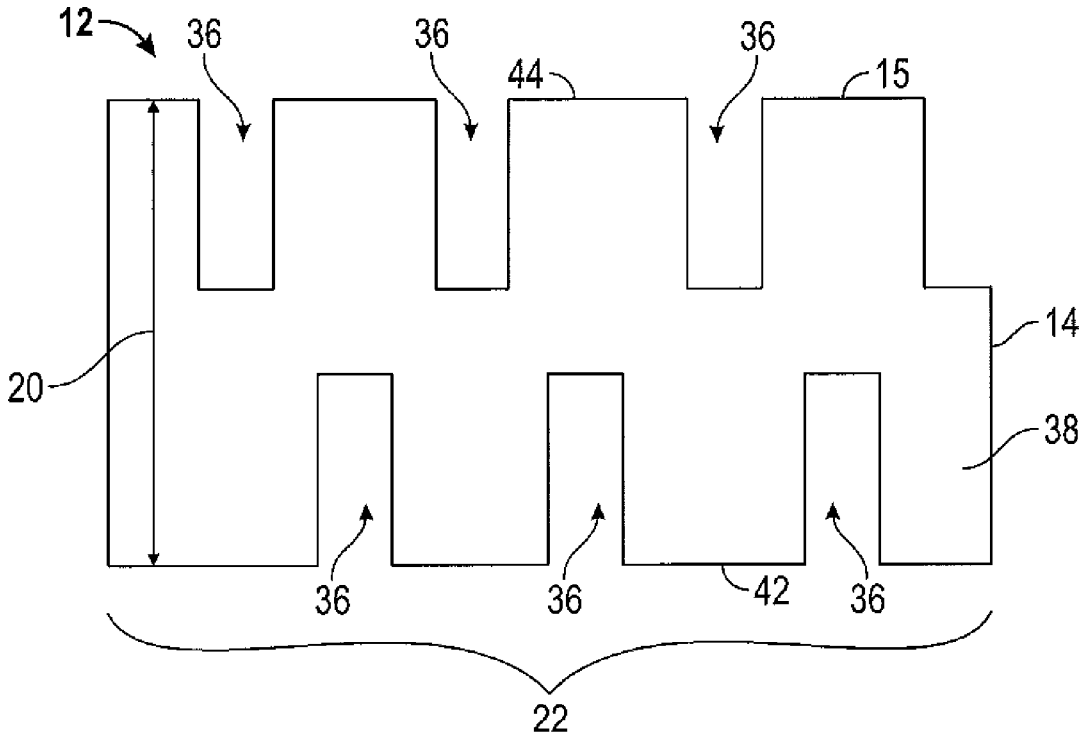
12
36
36
36
44
15
14
20
38
36
36
42
36
22

FIG. 5A

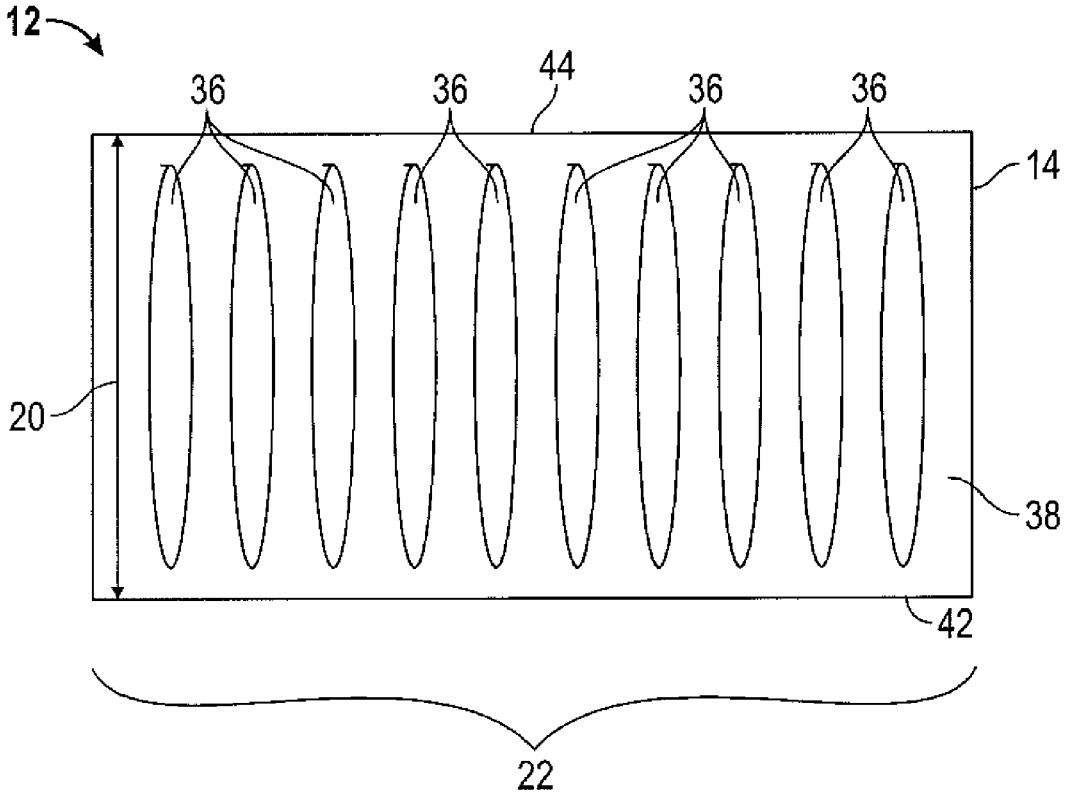
12
36
36
44
36
36
14
20
38
42
22

FIG. 5B

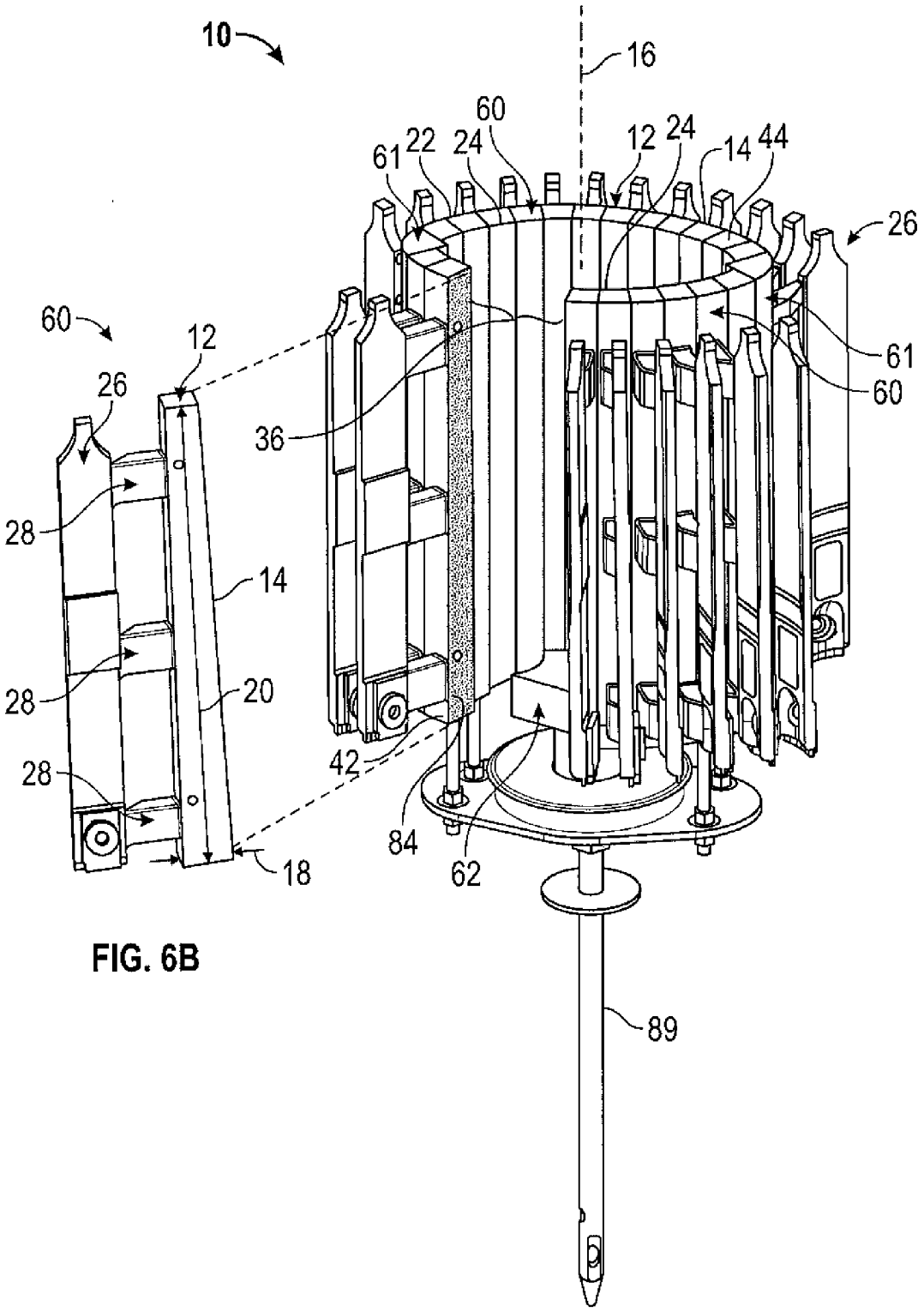
10
16
60
61
22
24
12
24
14
44
26
60
12
26
36
61
60
28
14
28
20
28
42
84
62
18
89

FIG. 6B

FIG. 6A

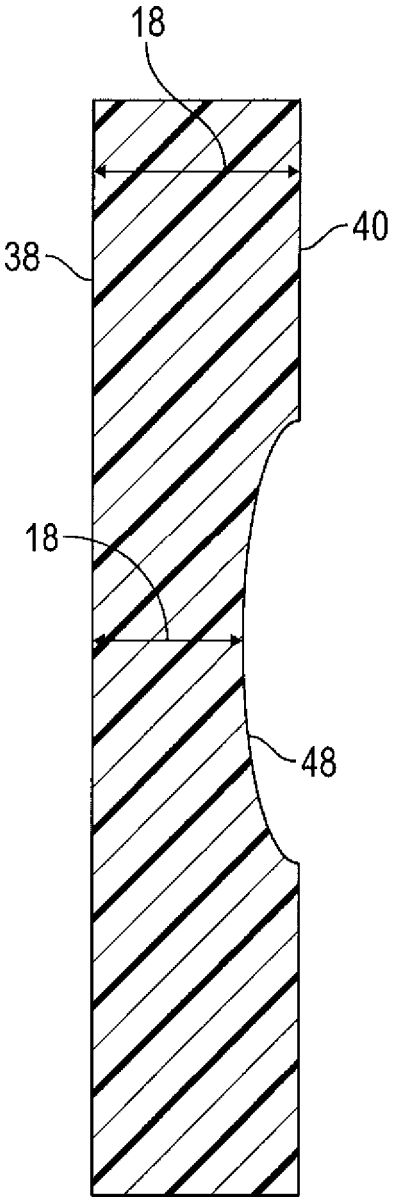

FIG. 7

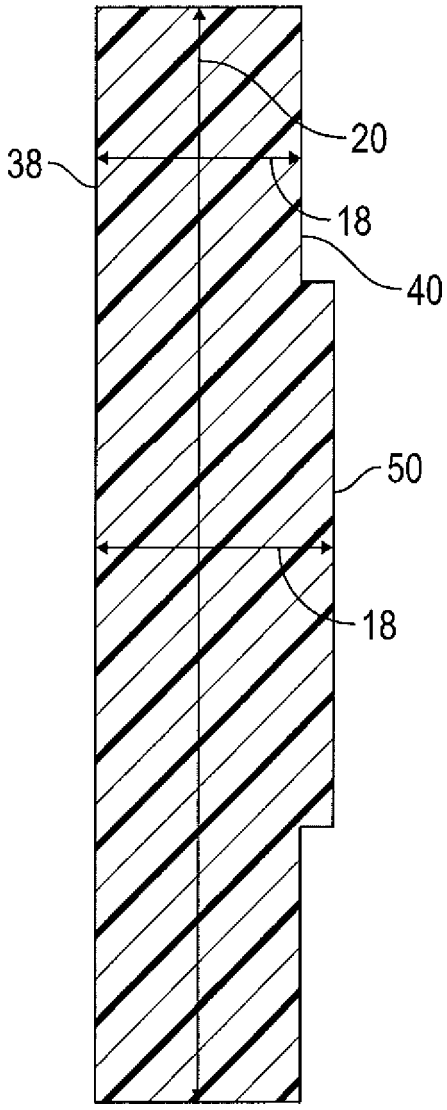

FIG. 8

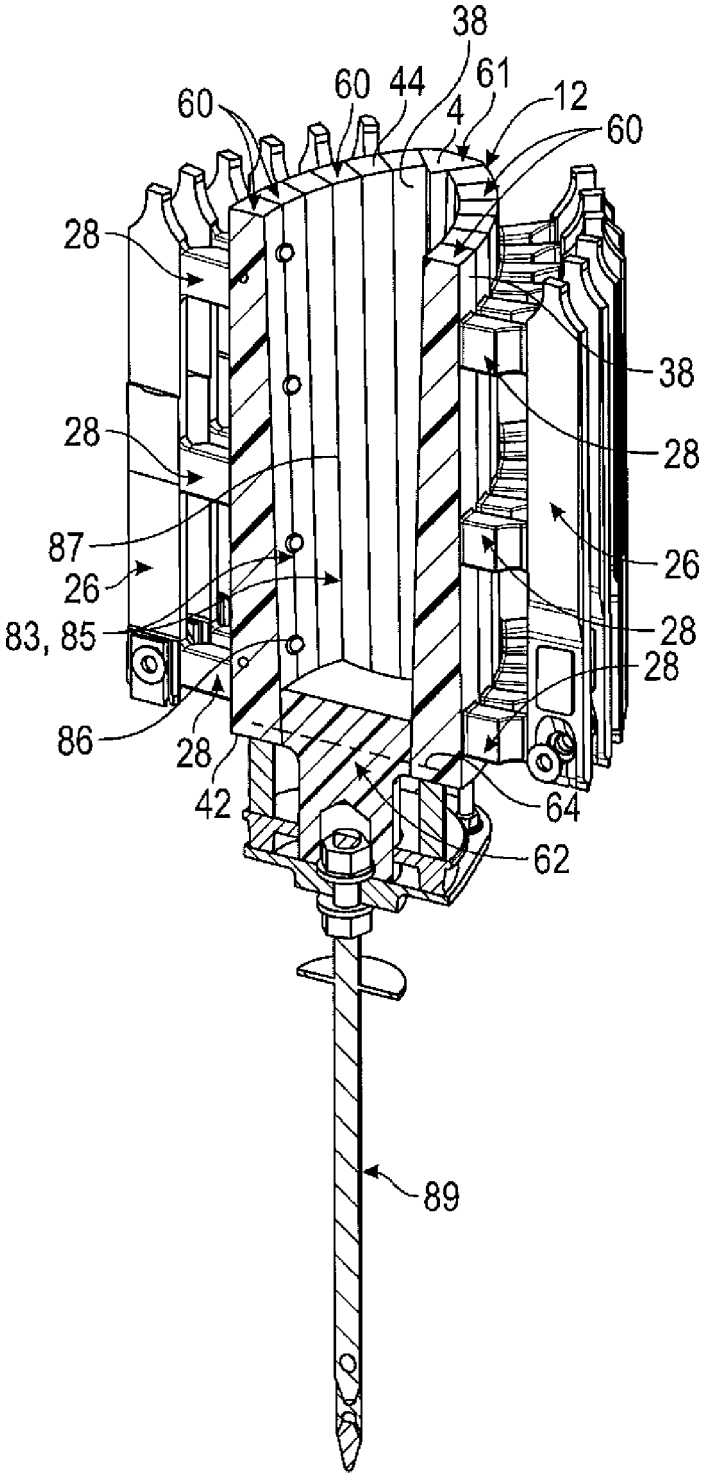

FIG. 9

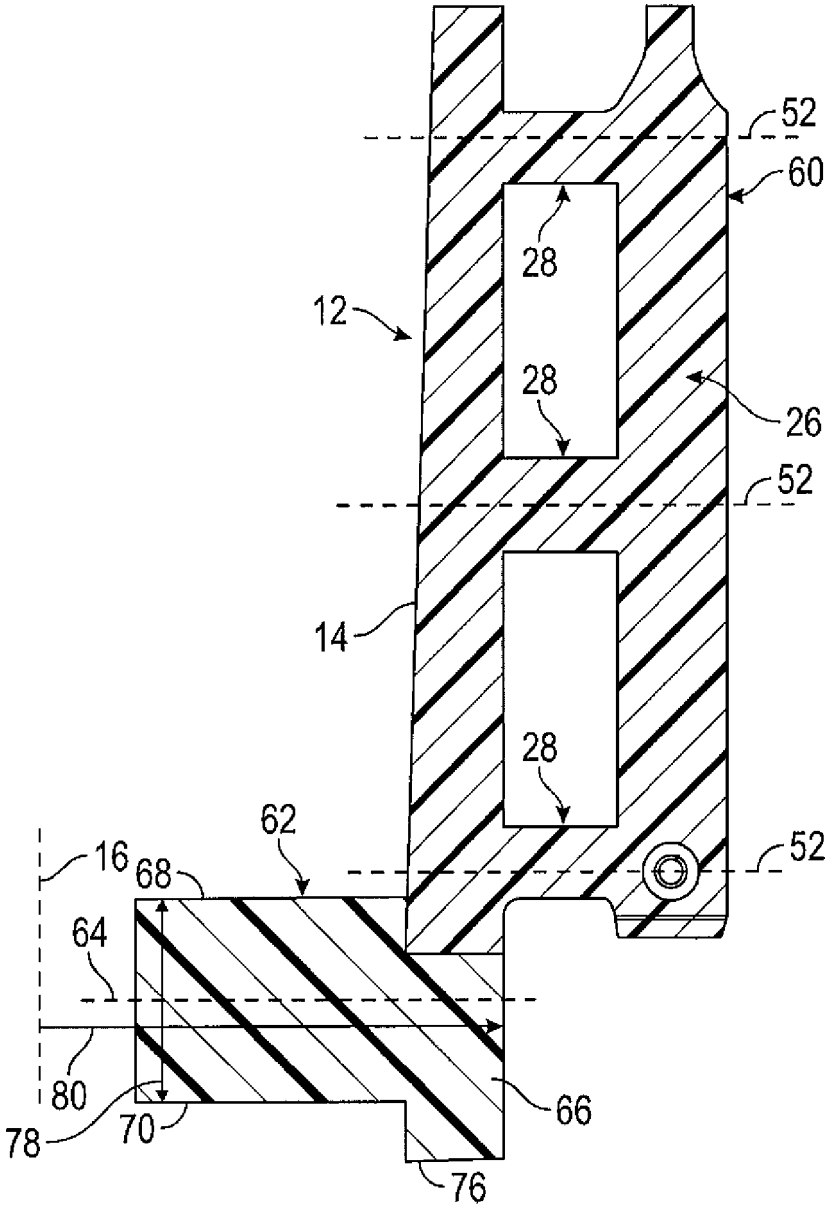

FIG. 10

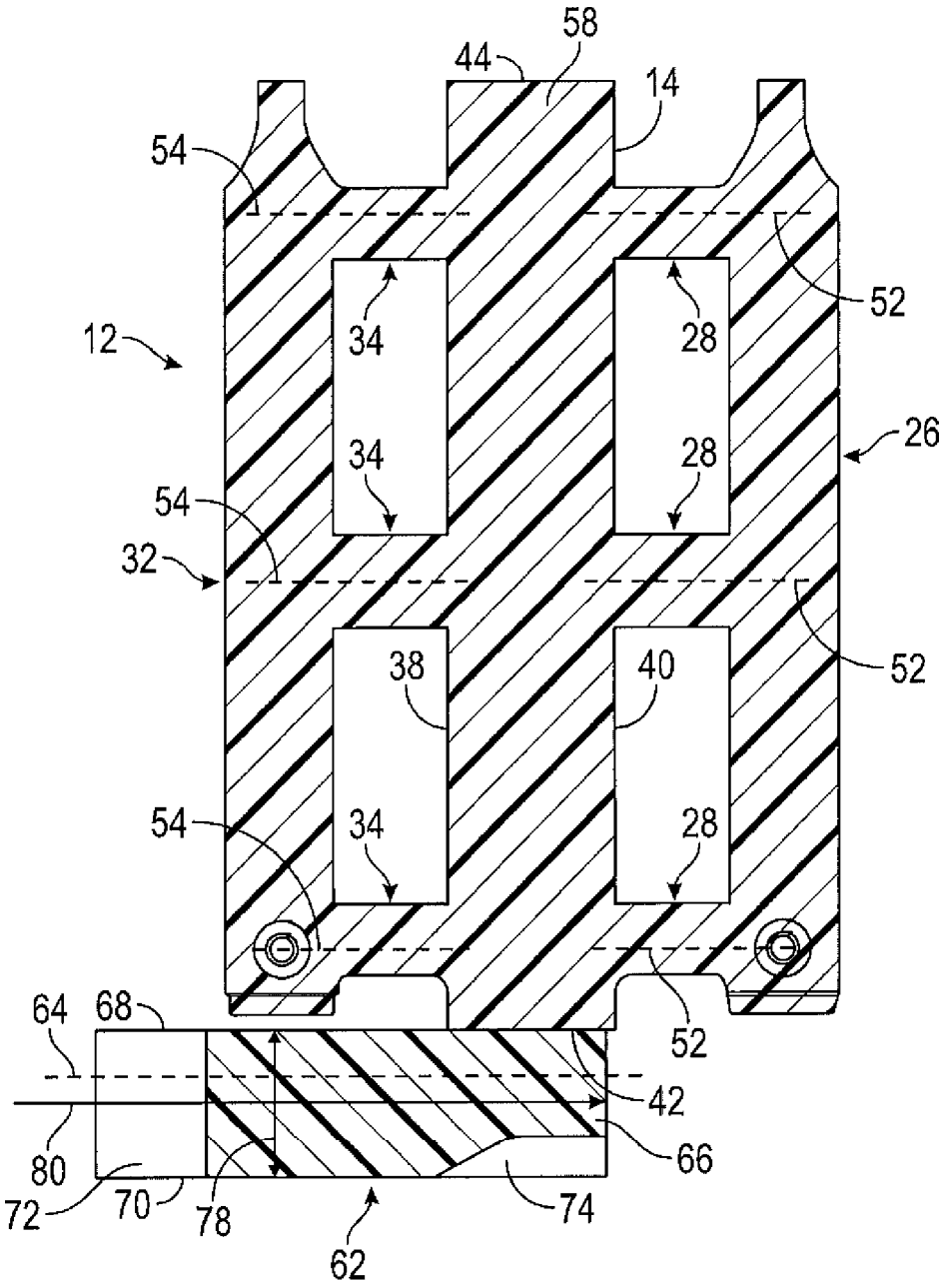
58
44
14
54
52
12
34
28
26
34
28
54
32
52
38
40
54
34
28
52
64
68
42
80
66
72
70
78
74
62

FIG. 11

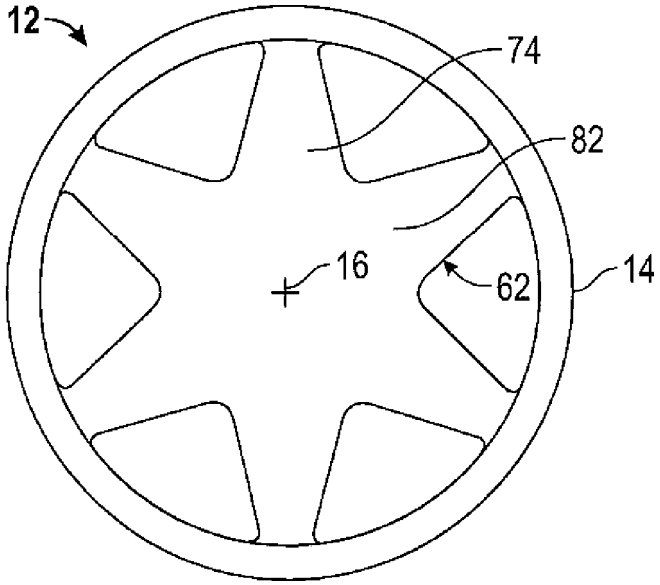
12
74
82
16
62
14

FIG. 12

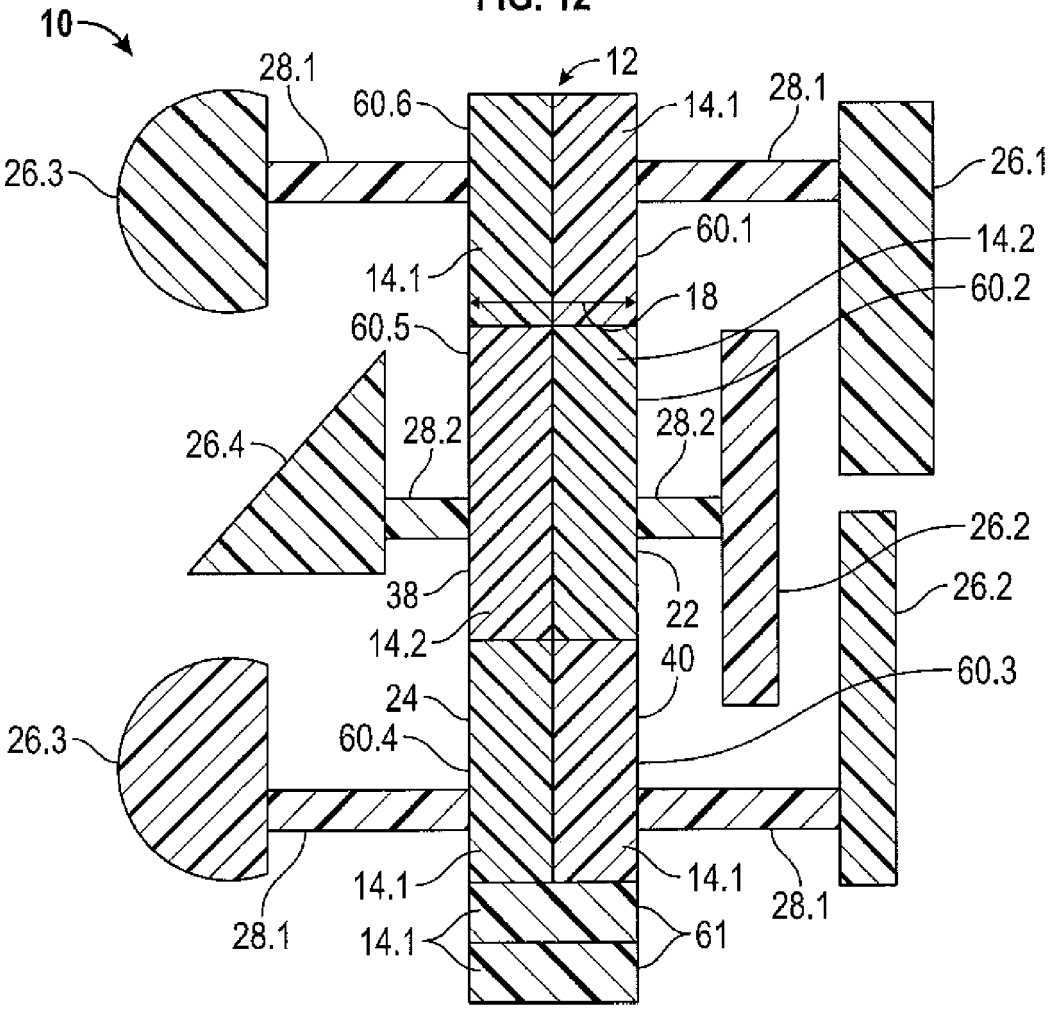
10
12
28.1
60.6
14.1
28.1
26.3
26.1
60.1
14.2
14.1
18
60.2
60.5
28.2
28.2
26.4
26.2
38
22
26.2
14.2
40
60.3
24
26.3
60.4
14.1
14.1
28.1
28.1
14.1
61

FIG. 13

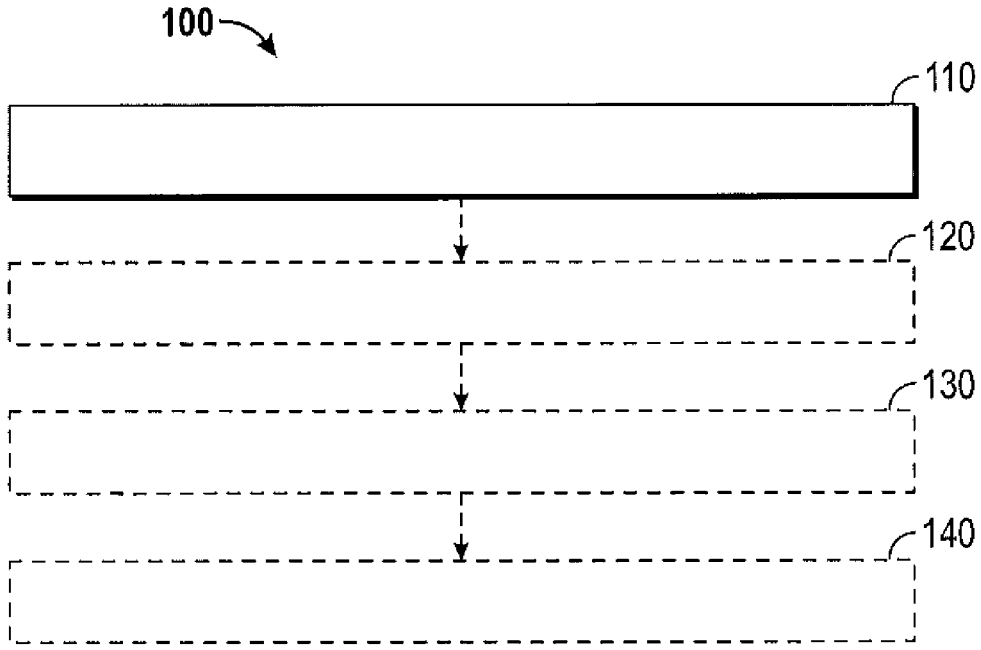

FIG. 14

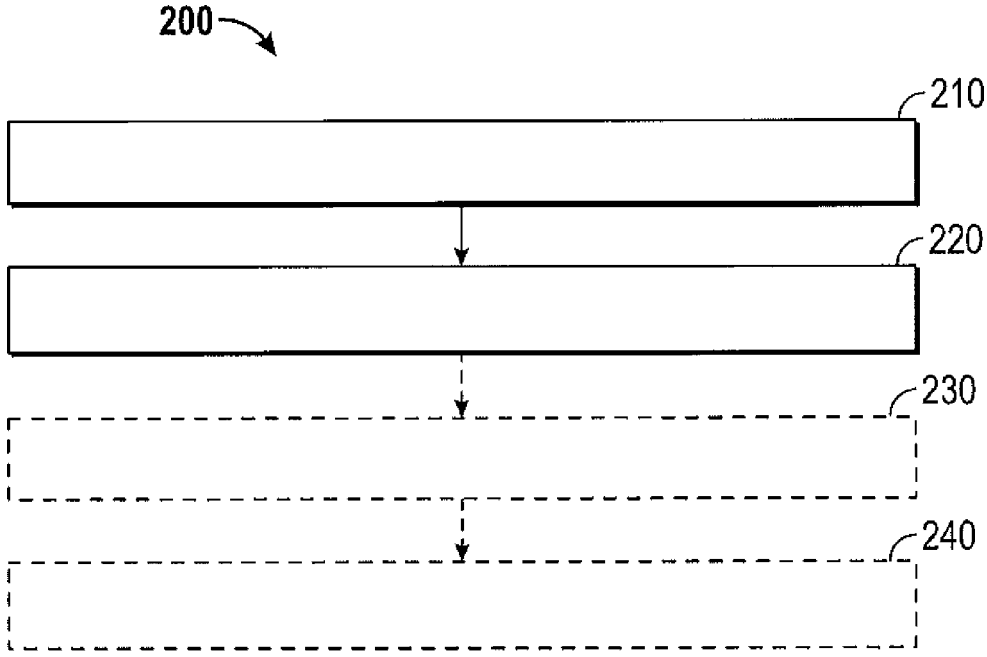

FIG. 15

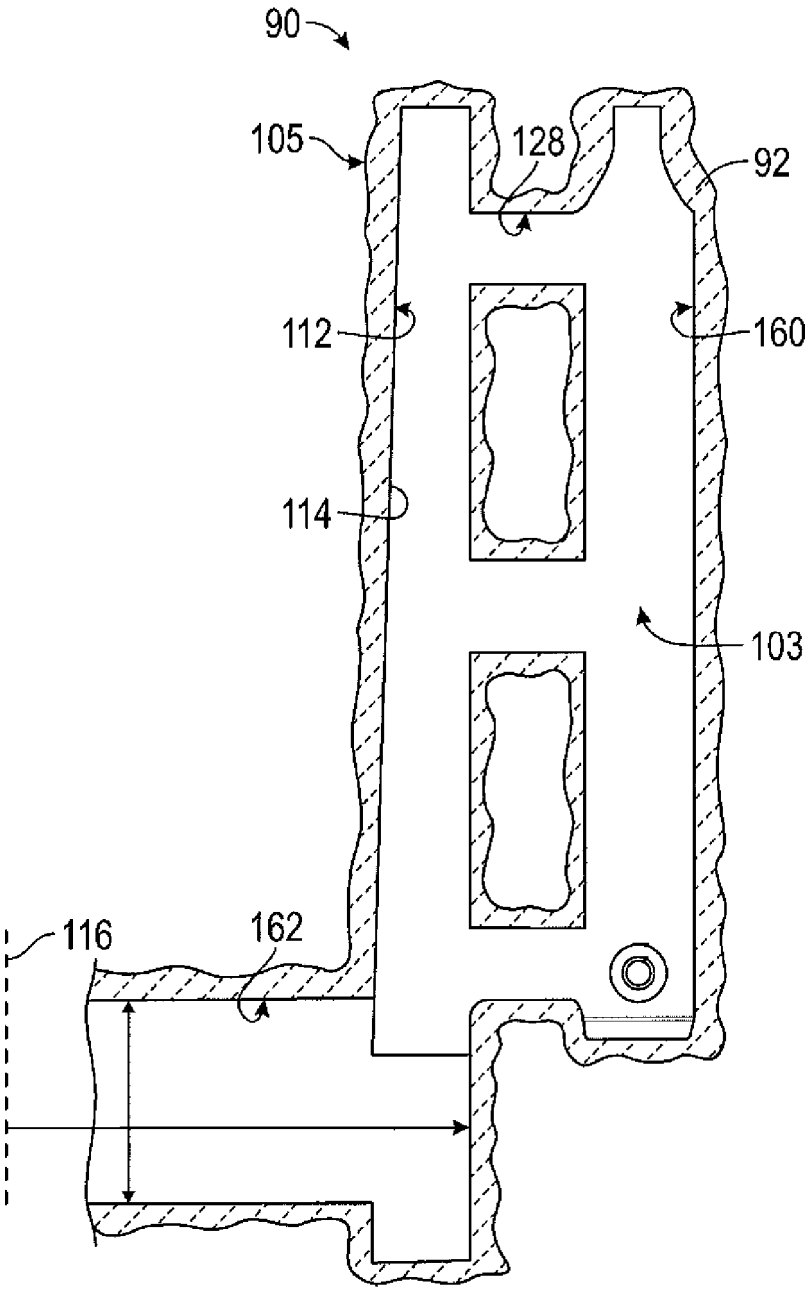

FIG. 16

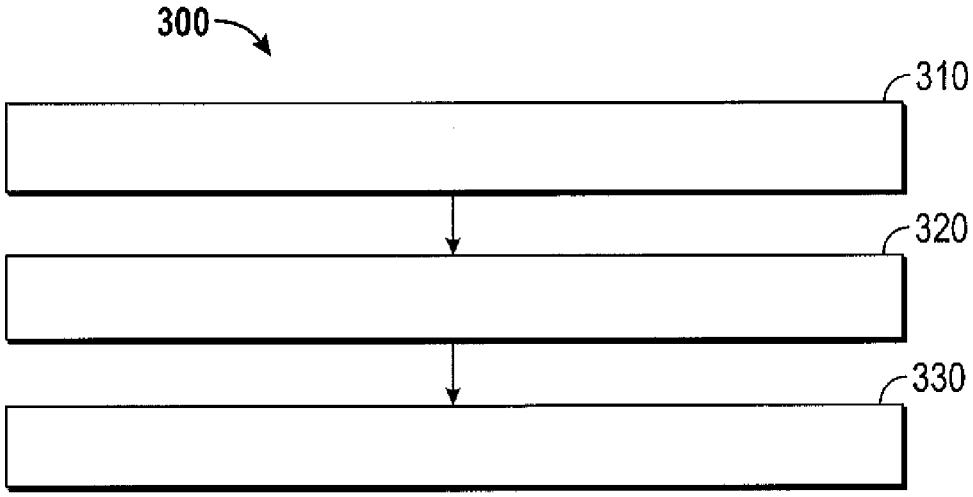

FIG. 17

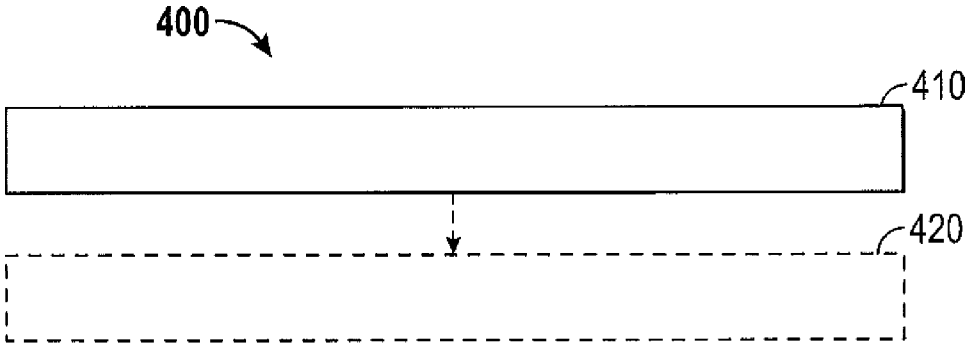

FIG. 18