



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

(11) BR 112012022127-2 B1

(22) Data do Depósito: 17/03/2011

(45) Data de Concessão: 19/06/2018



(54) Título: DISPOSITIVO DE TROCA DE TUBO PARA CONTER E TROCAR UMA VÁLVULA DE VAZAMENTO INTERCAMBIÁVEL, VÁLVULA INTERNA FEITA DE UM MATERIAL DE NÚCLEO REFRACTÁRIO PARA LINGOTAR METAL EM FUSÃO A PARTIR DE UM VASO METALÚRGICO, CONJUNTO DE UMA VÁLVULA INTERNA E DE UM DISPOSITIVO DE TROCA DE TUBO E REVESTIMENTO METÁLICO PARA REVESTIR UMA VÁLVULA INTERNA

(51) Int.Cl.: B22D 41/34; B22D 41/40; B22D 41/56

(30) Prioridade Unionista: 19/03/2010 EP 10157126.3

(73) Titular(es): VESUVIUS GROUP S.A.

(72) Inventor(es): VINCENT BOISDEQUIN; MARIANO COLLURA; FABRICE SIBIET

“DISPOSITIVO DE TROCA DE TUBO PARA CONTER E TROCAR UMA VÁLVULA DE VAZAMENTO INTERCAMBIÁVEL, VÁLVULA INTERNA FEITA DE UM MATERIAL DE NÚCLEO REFRACTÁRIO PARA LINGOTAR METAL EM FUSÃO A PARTIR DE UM VASO METALÚRGICO, CONJUNTO DE UMA VÁLVULA INTERNA E DE UM DISPOSITIVO DE TROCA DE TUBO E REVESTIMENTO METÁLICO PARA REVESTIR UMA VÁLVULA INTERNA”

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção diz respeito à técnica de lingotamento contínuo de metal em fusão. Mais especificamente, ela diz respeito à fixação de uma válvula interna em uma instalação de lingotamento contínuo.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Em uma instalação de lingotamento, o metal em fusão é no geral contido em um vaso metalúrgico, por exemplo, um distribuidor, antes de ser transferido para um outro recipiente, por exemplo, para um molde de lingotamento. O metal é transferido do vaso para o recipiente via um sistema de válvula provido na base do vaso metalúrgico, compreendendo uma válvula interna localizada pelo menos parcialmente no vaso metalúrgico e estando em contato íntimo com uma placa de transferência deslizante (ou placa de lingotamento) localizada abaixo e fora do vaso metalúrgico e posta em registro com a válvula interna via um dispositivo para conter e trocar placas, montado sob o vaso metalúrgico. Esta placa deslizante pode ser uma placa calibrada, um tubo de lingotamento ou um revestimento refratário compreendendo duas ou mais placas. Uma vez que todos esses tipos de placas são parte de uma válvula compreendendo uma placa conectada a uma seção tubular de comprimentos variados dependendo das aplicações e, para distingui-las de válvulas gavetas usadas, por exemplo, em uma panela, elas serão referidas aqui como "válvula deslizante", "válvula de vazamento", "válvula de vazamento intercambiável" ou combinações destas. A válvula de vazamento pode ser

usada para transferir o metal em fusão tanto na forma de um fluxo livre com um tubo curto quanto de um fluxo guiado com uma válvula de lingotamento parcialmente submersa mais longa.

[003] Um exemplo de tal instalação de lingotamento é descrito no documento EP1289696. Para proporcionar contato íntimo entre a válvula interna e a válvula de vazamento corredeira, o dispositivo para conter e trocar tubos compreende dispositivo de fixação, destinado a pressionar a válvula interna, particularmente para baixo, e dispositivo de empurrar, destinado a pressionar a placa deslizante da válvula de vazamento, particularmente para cima, de maneira a pressionar a válvula interna e a válvula de vazamento uma contra a outra. Esses dispositivos de fixação de pressão são no geral arranjados ao longo das bordas longitudinais da válvula interna e da placa deslizante, a direção longitudinal correspondente à direção de troca da placa.

[004] Uma dificuldade baseia-se no fato de que a firmeza da interface válvula interna/placa deslizante tem que ser a mais perfeita possível, para que o metal em fusão não possa escoar entre as duas partes, danificando as superfícies dos elementos refratários durante a troca da válvula de vazamento por uma nova. Além disso, a falta de firmeza (contato entre os dois elementos refratários) permite que ar infiltre, que é prejudicial tanto para os elementos refratários quanto para a qualidade do metal lingotado.

[005] A presente invenção visa melhorar a firmeza das superfícies de contato entre a placa da válvula interna e a placa deslizante da válvula de vazamento. A presente invenção também visa otimizar a distribuição de tensões nos elementos refratários, para aumentar sua vida útil.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[006] A presente invenção é definida nas reivindicações independentes anexas. Modalidades preferidas são definidas nas reivindicações dependentes. Em particular, a presente invenção diz respeito a

um dispositivo de troca de tubo para conter e trocar uma válvula de vazamento intercambiável para lingotar metal em fusão de um vaso, o dito dispositivo de troca de tubo compreendendo uma armação com uma abertura de lingotamento, a dita armação sendo adequada para ser fixa no lado inferior de um vaso de lingotamento de metal e compreendendo uma primeira porção superior e uma segunda porção inferior, unindo em um plano da seção intermediária definindo o plano onde uma válvula interna e uma válvula de vazamento intercambiável formam um contato deslizante, a porção do lado superior da armação compreendendo:

(a) dispositivo para receber e fixar no lugar na sua posição de vazamento uma superfície de apoio de uma válvula interna contra uma porção de suporte da porção do lado superior da armação, de maneira tal que o furo passante da válvula interna fique em comunicação fluídica com a abertura de lingotamento, e a porção do lado inferior da armação compreendendo,

(b) uma passagem estendendo-se ao longo do primeiro eixo da primeira direção (X) entre uma abertura de entrada e uma abertura de saída adequada para receber e movimentar uma válvula de vazamento intercambiável da dita entrada para a dita saída, passando por uma posição de lingotamento em registro com a abertura de lingotamento da armação,

(c) dispositivo para deslocar e dispositivo para guiar a dita válvula de vazamento intercambiável de uma posição de espera para uma posição de lingotamento em registro com a abertura de lingotamento da armação, e opcionalmente para guiá-la para a saída, o dito dispositivo de guia disposto substancialmente paralelo à primeira direção (X),

(d) dispositivo alinhado com o dispositivo de guia e estendendo-se substancialmente paralelo à primeira direção (X) no nível da posição de lingotamento da válvula de vazamento para pressionar para cima a dita válvula de vazamento intercambiável na sua posição de lingotamento na direção da

porção superior da armação, caracterizado em que pelo menos dois dos dispositivos de fixação são arranjos transversais à dita primeira direção (X).

[007] Em uma modalidade preferida, o dispositivo de fixação compreende pelo menos um primeiro elemento de fixação (50a) interceptando e arranjado substancialmente normal à dita primeira direção (X).

[008] Em ainda uma outra modalidade, o dispositivo de fixação compreende três elementos de fixação, em que os respectivos centróides das projeções ortogonais no plano da seção intermediária dos elementos de fixação em sua posição fixada formam os vértices de um triângulo. Como normalmente aceito pelos versados na técnica, o centróide de uma figura do plano é o ponto de interseção de todas as linhas retas que dividem a dita figura em duas partes de momentos iguais em torno da linha. Em um triângulo, o centróide é definido como o ponto de interseção das medianas. Em particular, o triângulo formado pelos centróides das projeções do dispositivo de fixação é definido por uma ou qualquer combinação de quaisquer das seguintes geometrias:

(a) uma primeira altura do triângulo, referida como altura X, passando por um primeiro vértice, referido como vértice X, é substancialmente paralela à primeira direção (X);

(b) uma primeira mediana do triângulo referida como mediana X, passando por um primeiro vértice, referido como vértice X, é substancialmente paralela à primeira direção (X);

(c) um triângulo de acordo com (a) ou (b) em que o vértice X aponta na direção da abertura de entrada;

(d) um triângulo de acordo com (a) ou (b) em que o vértice X aponta na direção da abertura de saída;

(e) todos os ângulos do triângulo são agudos;

(f) o triângulo é isósceles, preferivelmente de acordo com (a) e (b), mais preferivelmente de acordo com (a), (b), de maneira tal que o vértice X

seja o ponto de encontro dos dois lados de mesmo comprimento, mais preferivelmente de acordo com (a), (b) e (e);

(g) um triângulo de acordo com (f) em que o ângulo, 2α , formado pelo centróide (46) da abertura de lingotamento e os dois vértices do triângulo sem ser o vértice X é compreendido entre 60 e 90°;

(h) um triângulo em que o ângulo formado pelo vértice X é menor que 60°.

[009] É preferível que um primeiro elemento de fixação correspondente ao vértice X cubra um setor angular, γ , compreendido entre 14 e 52°, e os outros dois elementos de fixação (50b, 50c) cubram um setor angular, β , entre 10 e 20°, todos os ângulos medidos com relação ao centróide da abertura de lingotamento. É também preferível que a borda interna (isto é, adjacente à cavidade de lingotamento) da projeção do dito primeiro elemento de fixação intercepte o primeiro eixo (X) com uma tangente normal a ele. Em ainda uma modalidade preferida, o dito primeiro elemento de fixação estendendo-se normal à primeira direção (X) é movelmente montado entre uma posição inativa e uma posição de fixação, atuado de uma posição para a outra por um dispositivo de atuação de eixo de manivelas.

[0010] Em uma modalidade preferida, o dispositivo de troca de tubo da presente invenção compreende pelo menos uma conexão de gás a uma fonte de gás, a dita conexão sendo arranjada entre dois dos três elementos de fixação, e apontando de preferência substancialmente paralelo à primeira direção (X).

[0011] A presente invenção também diz respeito a uma válvula interna feita de um material de núcleo refratário para lingotar metal em fusão de um vaso metalúrgico, e adequada para ser montada na porção superior de um dispositivo de troca de tubo de vazamento, a dita válvula interna compreendendo:

(a) uma porção substancialmente tubular com um furo passante axial conectando fluidicamente uma abertura de entrada em uma abertura de saída; e

(b) uma placa compreendendo uma primeira superfície de contato normal ao furo passante axial e compreendendo a abertura de saída, e uma segunda superfície oposta à a primeira superfície de contato unindo a parede da porção tubular nas bordas laterais definindo o perímetro e espessura da placa, caracterizado em que a placa da válvula interna compreende três elementos de apoio separados ressaltando nas bordas laterais, cada qual compreendendo uma saliência de apoio voltada na direção da superfície de contato e distribuídos no perímetro da placa, em que os centróides das projeções ortogonais em um plano paralelo à superfície de contato das saliências de apoio formam os vértices de um triângulo.

[0012] Em uma modalidade preferida, o triângulo formado pelos centróides das projeções das três saliências de apoio é definido por uma ou qualquer combinação de quaisquer das geometrias seguintes:

(a) uma primeira altura do triângulo, referida como altura X, passando por um primeiro vértice, referido como vértice X, é substancialmente paralelo a um primeiro eixo (X);

(b) uma primeira mediana do triângulo referida como mediana X, passando pelo vértice X, é substancialmente paralela ao dito primeiro eixo (X);

(c) um triângulo de maneira tal que tanto a altura X quanto a mediana X intercepte o eixo central (Z) do furo passante da válvula no centro do furo passante (46);

(d) todos os ângulos do triângulo são agudos;

(e) o triângulo é isósceles, preferivelmente de acordo com (a) e (b), mais preferivelmente de acordo com (a), (b) e (c) de maneira tal que o

vértice X seja o ponto de encontro dos dois lados de mesmo comprimento, acima de tudo preferivelmente de acordo com (a), (b), (c) e (d);

(f) um triângulo de acordo com (c) em que o ângulo, 2α , formado pelo centro do furo passante e os dois vértices do triângulo sem ser o vértice X é compreendido entre 60 e 90°;

(g) um triângulo em que o ângulo formado pelo vértice X é menor que 60°.

[0013] Todas além da primeira superfície de contato da placa da válvula interna são preferivelmente pelo menos parcialmente revestidas com um revestimento metálico com as três saliências de apoio sendo parte do dito revestimento metálico. Em uma modalidade preferida, a válvula interna compreende dispositivo de conexão de gás em comunicação fluídica com o furo passante de lingotamento da válvula interna, de forma que o fluxo de metal que escoar através da válvula interna possa ser coberto por uma manta de um gás inerte, tais como Ar, He, Ne e similares. O dispositivo de conexão de gás pode também ficar em comunicação fluídica com uma ranhura disposta na superfície de contato 26 da válvula interna, a fim de proteger o banho metálico contra oxidação em caso de um vazamento na interface entre a superfície de contato da válvula interna e a superfície de deslizamento da válvula de vazamento. O dispositivo de conexão de gás é preferivelmente arranjado entre duas saliências de apoio.

[0014] A presente invenção também diz respeito a um conjunto de um dispositivo de troca de tubo anteriormente definido e de uma válvula interna, em que a válvula interna compreende elementos de apoio que correspondem ao dispositivo de fixação do dispositivo de troca de tubo. Preferivelmente, a válvula interna é também como anteriormente definida.

[0015] A presente invenção também diz respeito a um revestimento metálico para revestir uma válvula interna como anteriormente

definido, o dito revestimento metálico compreendendo uma superfície principal com uma abertura para acomodar a porção tubular da válvula e bordas laterais estendendo-se do perímetro da superfície principal, caracterizado em que o dito revestimento metálico compreende três elementos de apoio separados sobressaindo-se nas ditas bordas laterais, cada elemento de apoio compreendendo uma saliência de apoio que é orientada para fora da dita superfície principal e é arranjada em torno da periferia do revestimento metálico de maneira tal que os centróides de cada qual dos ditos três elementos de apoio formem os vértices de um triângulo. A palavra centróide aqui significa o centro geométrico da forma do objeto. As várias geometrias das saliências de apoio da válvula interna supradefinida aplicam-se *mutatis mutandis* ao presente revestimento metálico, uma vez que as bordas são parte do revestimento metálico.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DAS FIGURAS

[0016] A invenção ficará mais claramente entendida mediante leitura da descrição seguinte, meramente dada como um exemplo não limitante do escopo da invenção, com referência às figuras, em que:

A figura 1a é uma vista em perspectiva de uma válvula interna de acordo com uma modalidade, na sua orientação de lingotamento;

A figura 1b é uma vista em perspectiva da válvula da figura 1 um quando ela está virada de cabeça para baixo na direção vertical;

A figura 2 é uma vista de topo da válvula da figura 1 fixada no lugar em um dispositivo de troca de tubo de acordo com a presente invenção;

A figura 2a é uma vista seccional ilustrando a estrutura de um elemento de fixação da figura 2;

As figuras 3 e 3a são vistas de topo da válvula da figura 1;

A figura 4 é uma vista seccional de um elemento de fixação;

A figura 5 é uma vista seccional lateral da válvula interna da figura 1 na sua posição de lingotamento no dispositivo de troca de tubo antes de ser fixada; e

As figuras 5a a 5d são vistas seccionais ao longo de um plano longitudinal ilustrando as etapas de fixação do dispositivo de fixação na figura 4 para fixar uma saliência de suporte de uma válvula interna;

As figuras 6a-c mostram a distribuição de tensões compressivas em torno do canal de lingotamento para várias distribuições do dispositivo de fixação da válvula interna.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0017] A presente invenção diz respeito a um dispositivo de troca de tubo para conter e trocar uma válvula deslizante montada sob um vaso metalúrgico para lingotar metal em fusão contido no vaso, e para guiar a válvula deslizante para uma posição de lingotamento em que ela estende-se de um canal de lingotamento de uma válvula interna provida no vaso metalúrgico. A direção de troca da placa correspondendo a uma direção longitudinal do dispositivo, e as direções não paralelas à dita direção longitudinal correspondendo às direções transversais do dispositivo, com a direção perpendicular à direção longitudinal sendo referida como a direção normal. A placa deslizante da válvula de vazamento e a válvula interna cada qual com duas bordas substancialmente longitudinais e duas bordas no geral normais transversais.

[0018] A presente invenção propõe aplicar a força de fixação ao longo das bordas transversais da válvula interna, enquanto a força de pressão é aplicada nas bordas longitudinais da válvula de vazamento, de maneira tal que a firmeza nas bordas transversais do plano de contato da válvula interna/placa deslizante seja melhorado. Em outras palavras, por causa do dispositivo de fixação e dispositivo de empurrar arranjados em desta maneira, é

possível aplicar uma força que ajusta o contato substancialmente em toda a circunferência do plano de contato da válvula interna/válvula deslizante, conseqüentemente superior firmeza e assim uma maior vida útil das partes e melhor qualidade do metal lingotado. Em particular, os inventores notaram que é mais vantajoso aplicara as forças desta maneira do que quando a força de empuxo oposta e a força de fixação são aplicadas, como na tecnologia anterior, em que a alta pressão nas bordas longitudinais da válvula interna e na placa deslizante pode dobrar e separar as respectivas bordas transversais.

[0019] Além disso, o dispositivo de fixação posicionado na direção transversal pode adicionalmente contribuir para referir adicionalmente a válvula interna em relação à armação do dispositivo de troca de tubo ao longo da direção longitudinal, que é particularmente vantajoso. Certamente, a válvula interna é sujeita a forças de cisalhamento substanciais na direção longitudinal durante a troca de uma válvula de vazamento, e as forças de fixação distribuídas na direção transversal contribuem para melhorar a estabilidade da válvula interna na direção longitudinal, e assim travar a dita válvula na direção longitudinal a despeito dos movimentos das tensões de cisalhamento por causa das trocas de placa.

[0020] Os termos "dispositivo de fixação" referem-se a dispositivos montados rotacionalmente na armação do dispositivo de troca de tubo para aplicar uma força de fixação em uma superfície de fixação de uma válvula interna, a dita força sendo transmitida para uma superfície de apoio oposta contra uma superfície de suporte correspondente da armação do dispositivo de troca de tubo. No geral, a força aplicada pelo dispositivo de fixação na válvula interna é uma força descendente, aplicada em uma superfície superior da válvula interna, e a força aplicada pelo dispositivo de pressão na placa da válvula deslizante é oposta à primeira e no geral orientada para cima, aplicada na superfície inferior da placa. A direção vertical é definida

como a direção de fluxo do metal em fusão na saída do vaso metalúrgico. A direção transversal é definida como qualquer direção secante à direção longitudinal, e a direção normal é perpendicular tanto à direção longitudinal quanto vertical, de maneira tal que as direções longitudinal, normal e vertical definem um referencial ortogonal. Além disso, deve-se notar que a direção à frente é definida com referência à direção de troca da válvula no dispositivo de troca de tubo, a placa sendo movimentada da traseira para a dianteira para adotar as seguintes sucessivas posições: posição de espera (quando uma outra válvula já está na posição de lingotamento), posição de lingotamento (quando o furo da válvula de vazamento está em registro com o furo passante da válvula interna), posição de vedação (quando uma superfície de vedação provida na placa da válvula de vazamento fica voltada para a saída do furo passante da válvula interna, e sela a mesma) e posição de ejeção (quando a face deslizante da placa é liberada do dispositivo de troca de tubo). Deve-se também notar que diversas superfícies refratárias das placas tanto da válvula interna quanto da válvula de vazamento são no geral revestidas com um revestimento metálico. A válvula de vazamento no geral compreende uma extensão tubular de comprimentos variados dependendo das aplicações. A extensão tubular pode ser estendida suficientemente de forma que a sua extremidade seja imersa no vaso metalúrgico à jusante, por exemplo, em moldes de lingotamento contínuo. O tubo de lingotamento a ser imerso é feito de elemento refratário.

[0021] A seguir, a direção substancialmente vertical, correspondente à direção de lingotamento, é referida como a direção Z, e o eixo central do furo passante da válvula interna como o eixo Z, que é paralelo à direção Z quando a válvula interna é montada em sua posição de lingotamento no dispositivo de troca de tubo. A direção longitudinal, correspondente à direção de troca da placa, é referida como a direção X, que é substancialmente

normal à direção Z; o eixo X é paralelo à direção X e passa pelo centróide da abertura de lingotamento do dispositivo de troca de tubo.

[0022] A presente invenção é baseada na observação de que, nos dispositivos de troca de tubos convencionais, revelados, por exemplo, em EP1289696, em que o dispositivo de fixação para conter o tubo interno na porção superior da armação é posicionado substancialmente paralelo à direção X, e substancialmente por cima do dispositivo de pressão 18 que pressiona a válvula de vazamento para cima contra a superfície de contato da válvula interna 12, gerou problemas de firmeza. O inventor realizou uma análise de distribuição de tensões em torno da abertura de lingotamento e percebeu que o nível de tensão compressiva na porção transversal das placas foi muito menor que nos lados longitudinais, levando à possível formação de uma folga fina, embora inaceitável, que poderia levar ao vazamento do banho metálico (cf. figura 6a). A solução proposta na presente invenção para solucionar este problema é localizar pelo menos dois, preferivelmente três elementos de fixação 20 transversais à direção X ao longo da qual o dispositivo de pressão 18 é alinhado. Esta solução aparentemente simples surpreendentemente soluciona o problema de risco de vazamento de sistemas de troca de tubos da tecnologia anterior, como será visto a seguir.

[0023] Em uma instalação de lingotamento contínuo de metal em fusão, tal como para lingotar aço fundido, um dispositivo 10 para conter e trocar válvulas deslizantes é usado para transferir o metal contido em um vaso metalúrgico, por exemplo, um distribuidor, para um recipiente, tal como um ou uma pluralidade de moldes de lingotamento. O dispositivo 10, parcialmente representado na figura 2, é montado sob o vaso metalúrgico, em registro com uma abertura no seu piso, de maneira a inserir nela uma válvula interna 12, fixa na armação de um dispositivo de troca de tubo 10 e anexada na base do vaso metalúrgico, por exemplo, com cimento. Uma representação em vista lateral de

um dispositivo de troca de tubo típico pode ser encontrada na figura 1 de EP1289696. O furo passante 14 da válvula interna 12 define um canal de lingotamento e o dispositivo 10 é arranjado de maneira tal que ele possa guiar a placa deslizante de uma válvula de vazamento para uma posição de lingotamento, de maneira tal que o furo axial desta fique em comunicação fluídica com o furo passante 14 da válvula interna. Com este propósito, o dispositivo 10 compreende dispositivo 16 para guiar a válvula deslizante através de uma entrada e de uma posição de espera para uma posição de lingotamento. Por exemplo, o dispositivo de guia pode ser na forma de trilhos guias 16. Os trilhos 16 são arranjados ao longo das bordas longitudinais 17a, 17b do canal do dispositivo 10 que vai da entrada do dispositivo até a posição inativa e até a posição de lingotamento. Além disso, na posição de lingotamento da válvula de vazamento, o dispositivo 10 compreende dispositivo 18 arranjado paralelo à direção X para pressionar a placa da válvula de vazamento contra a superfície de contato da válvula interna 12, por exemplo, molas comprimidas 18, o dito dispositivo sendo arranjado para aplicar uma força em uma superfície inferior de cada qual das duas bordas longitudinais da placa deslizante da válvula de vazamento, de maneira a pressionar a placa em contato íntimo contra a superfície de contato da válvula interna 12 e assim criar uma conexão hermética a fluido entre o furo passante 14 da válvula interna e o furo axial da válvula de vazamento. Como pode-se ver na figura 2, as molas 18 são distribuídas ao longo das bordas longitudinais 17a, 17b do dispositivo 10 substancialmente paralelas à direção X. O dispositivo 10 compreende adicionalmente dispositivo 20 para fixar a válvula interna, descrito com mais detalhes a seguir, e arranjado para aplicar uma força em uma superfície superior de duas bordas transversais da válvula interna 12, de maneira a manter a válvula interna pressionando o dispositivo 10. Os termos transversal significa no presente contexto não paralelo ou secante com a direção X.

[0024] A válvula interna 12 compreende um revestimento metálico 22, que reveste toda a primeira superfície de contato (26) da placa da válvula interna 24 feito de um material refratário, como pode-se ver na figura 1b. O revestimento metálico 22 reforça o elemento refratário 24 e é preferivelmente ligado na placa usando um cimento. A placa refratária é essencial para suportar as altas temperaturas onde quer que a válvula faça contato com banho metálico, mas suas propriedades mecânicas, em particular resistência a compressão, cisalhamento, atrito e desgaste são insuficientes onde quer que exista concentração de tensões. Por este motivo, a placa refratária é revestida com um revestimento metálico onde quer que as tensões mecânicas sejam aplicadas, mas fora de qualquer possível contato com metal em fusão. A espessura do revestimento metálico pode variar de cerca de 1 mm a mais que 6 mm, as paredes mais espessas sendo no geral quando o revestimento metálico é feito de ferro fundido. O revestimento metálico fica livre da superfície de contato 26 da válvula interna (cf. figura 1b) já que esta é posta em contato íntimo com a superfície de deslizamento da placa de uma válvula de vazamento. Metal não poderia ser usado para revestir a superfície de contato em virtude de poder ser danificado no caso de qualquer vazamento do banho metálico, com consequências drásticas. Como supramencionado, a superfície de contato 26 da válvula interna é destinada a ficar em contato íntimo com a superfície de deslizamento de uma válvula de vazamento quando a dita válvula é empurrada no lugar pelo dispositivo 10 para a posição de lingotamento, isto é, voltada para a válvula interna 12. Uma extremidade do furo passante da válvula interna 14 abre-se na superfície de contato 26.

[0025] A válvula interna 12 compreende três elementos de apoio separados 30a, 30b, 30c sobressaindo-se das bordas laterais e distribuídos no perímetro da placa. Cada elemento de apoio compreende uma saliência de apoio (34a, 34b, 34c) voltada na direção da superfície de contato 26. Os

centróides da projeção ortogonal das respectivas saliências em um plano paralelo à superfície de contato 26 formam os vértices de um triângulo. Os elementos de apoio e suas saliências são realmente parte do revestimento metálico que reveste partes da placa da válvula interna. Isto é vantajoso em virtude de a força de fixação ser aplicada a uma superfície de metal que não desagrega como possivelmente ocorre com refratário quando exposta altas concentrações de tensão compressivas e de cisalhamento. As superfícies das três saliências definem a superfície de apoio. Elas são preferivelmente coplanares, mas isto não é essencial para a presente invenção. Elas são preferivelmente paralelas à superfície de contato 26, mas isto não é igualmente essencial, já que uma ligeira inclinação das saliências pode ajudar centralizar a válvula interna no dispositivo de troca de tubo 10. É claro, entretanto, que as saliências de apoio da válvula interna têm que casar com a porção de suporte e dispositivo de fixação 20 do dispositivo de troca de tubo 10. Oposto às saliências de apoio (34a, 34b, 34c), a válvula interna compreende superfícies de fixação (32a, 32b, 32c) que são adequadas para receber o dispositivo de fixação do dispositivo de troca de tubo, tal como para fixar na posição as saliências de apoio da válvula interna contra porções de suporte correspondentes da armação do dispositivo de troca de tubo. As superfícies de fixação são preferivelmente metálicas e podem ser parte da segunda superfície da placa, oposta à superfície de contato, ou elas podem ser parte dos elementos de apoio, mas separadas da dita segunda superfície, como ilustrado na figura 1.

[0026] Os elementos de apoio 30a, 30b, 30c são separados e projetam-se de uma superfície periférica 36 da placa da válvula interna 12, a dita superfície 36 estendendo-se da superfície de contato inferior 26 da placa, preferivelmente, mas não necessariamente, em uma direção Z substancialmente vertical. Em uma modalidade, material refratário pode

estender-se entre a borda de apoio e a superfície de fixação de um elemento de apoio da válvula interna. Nesta modalidade, uma porção do refratário é exposta às tensões compressivas do dispositivo de fixação 20, mas qualquer concentração de tensão é distribuída pela camada de metal que separa o refratário do dispositivo de fixação e superfícies de suporte do dispositivo de troca de tubo. Em uma modalidade preferida, a borda de apoio e a superfície de fixação oposta são separadas por metal somente. Isto garante que a força de fixação não é aplicada absolutamente no refratário, mas no metal somente. Como no exemplo ilustrado nas figuras, os três elementos de apoio 30a, 30b, 30c são completamente feitos de metal, isto é, existe somente metal entre as saliências de apoio 34a, 34b, 34c e as superfícies de fixação 32a, 32b, 32c.

[0027] Como pode-se ver na figura 3, a válvula interna 12 tem duas bordas opostas substancialmente longitudinais 40a, 40b e duas bordas opostas 42a, 42b, substancialmente normais às bordas longitudinais. Além disso, um plano longitudinal central vertical P pode ser definido pelos eixos X e Z e os três elementos de apoio 30a, 30b, 30c podem ser arranjados em uma forma de Y na periferia 36 da válvula 12, a base 44a do Y sendo arranjada no plano longitudinal central P coaxialmente com eixo X e os dois braços 44b, 44c do Y sendo arranjados em qualquer lado do dito plano P e todos os braços do Y encontrando no centróide 46 do furo passante da válvula interna 14. Mais especificamente, o segundo 30b e terceiro 30c elementos de apoio têm uma segunda 34b e uma terceira 34c borda de empuxo, cada qual dessas segunda 34b e terceira 34c saliências de apoio sendo arranjada em qualquer lado do plano longitudinal P. Nos exemplos descritos, a segunda e terceira saliências de apoio são arranjadas simetricamente, mas este não é necessariamente o caso. Além disso, cada qual das projeções ortogonais das três saliências de apoio 34b, 34c em um plano paralelo à superfície de contato 26 tem um centróide 34'b, 34'c posicionado em um ângulo α (alfa) entre 30 e 45° em

relação ao plano longitudinal P, com referência ao centróide 46 da válvula interna 12, correspondente ao centro do orifício de lingotamento 28. Além disso, cada qual da segunda 34b e terceira 34c saliências de apoio é incluída em um setor angular β (beta) entre 10 e 20° com referência ao centro 46 da válvula interna 12. Além disso, o primeiro elemento de apoio 30a tem uma primeira saliência de apoio 34a passando pelo plano longitudinal P da válvula 12. Mais especificamente, a saliência de apoio 34a estende-se de forma substancialmente simétrica em relação ao plano P, o centróide 34'a desta superfície sendo posicionado no plano P. A saliência de apoio 34a pode estender-se em uma superfície incluída em um setor angular γ (gama) entre 14 e 52° com a referência ao centro 46 da válvula interna. No caso representado na figura 3, os centróides 34'a, 34'b, 34'c da projeção das saliências de apoio corresponde aos centróides da projeção das superfícies de fixação 32'a, 32'b, 32'c.

[0028] A válvula interna 12 pode compreender adicionalmente dispositivo de conexão de gás 48, em comunicação fluídica com o furo central da válvula interna 14 e/ou com uma ranhura disposta na superfície de contato 26. É preferível que o dito dispositivo 48 seja arranjado entre o segundo 30b e terceiro 30c elementos de apoio. Neste caso, o dispositivo 48 compreende um ou dois canais que se abrem em uma superfície vertical transversal ou borda transversal 49 pertencente à superfície periférica 36 e conectando os dois elementos de apoio 30b, 30c. O gás injetado é, por exemplo, argônio.

[0029] O dispositivo de fixação 20 do dispositivo de troca de tubo compreende dois elementos de fixação arranjados transversais ao eixo X. Preferivelmente, três elementos de fixação 50a, 50b, 50c, são arranjados em uma forma de Y na periferia da válvula interna 12 (cf. figura 2), isto é, um primeiro elemento de fixação 50a na base do Y, arranjado na porção traseira do plano longitudinal central P, e um segundo 50b e um terceiro 50c elementos

de fixação nas extremidades de ambos braços do Y, arranjados em qualquer lado da porção dianteira do dito plano P. Como pode-se ver, o dispositivo de fixação é arranjado para aplicar a sua força nas bordas transversais 42a, 42b da válvula interna. Os elementos de fixação 50a, 50b, 50c têm uma configuração complementar dos elementos de apoio 30a, 30b, 30c. Desta maneira, o primeiro 50a, segundo 50b e terceiro 50c elementos de fixação respectivamente aplicam uma força de fixação na primeira 34a, segunda 34b e terceira 34c saliências de apoio supradescritas.

[0030] O segundo e terceiro elementos de fixação 50b, 50c podem ser substancialmente idênticos. Somente a estrutura do elemento 50b assim será descrita, com referência às figuras 2 e 2a. O elemento de fixação 50b é rotacionalmente montado em um eixo 52b anexado na armação 31, estendendo-se substancialmente em uma direção transversal. O elemento 50b tem uma extremidade livre que apoia em uma assim chamada superfície de fixação 54b, destinada a entrar em contato com a superfície de fixação 32b do elemento de apoio 30b, e aplicar uma força de fixação na dita superfície 32b pressionando-a. Com este propósito, o elemento 50b é atuado por um dispositivo rotativo 56b (que pivota em torno de um eixo vertical) que age como um came em contato com o elemento 50b. Mais especificamente, quando o came 56 é rotacionado, ele aplica uma força horizontal na extremidade livre do elemento 50b, de acordo com a seta ilustrada na figura 2a, que pivota a extremidade livre para baixo, e assim a superfície 54b em torno do eixo 52b. o pivotamento para baixo da superfície 54b assim gera uma força de fixação na superfície 32b que é transmitida para a saliência de apoio oposta 34b que é presa na posição contra a porção correspondente de suporte da armação. Deve-se notar que o elemento de fixação 50b não somente aplica uma força de fixação para baixo, mas também uma força horizontal, destinada a travar a saliência 34b horizontalmente. Outros mecanismos de fixação conhecidos

pelos versados na técnica podem ser usados dentro do escopo da presente invenção, bem como a orientação, em vez de o mecanismo de fixação do dispositivo de fixação que define o significado da presente invenção.

[0031] A estrutura de um primeiro elemento de fixação 50a será agora descrita, com referência às figuras 4, 5 e 5a a 5d. O primeiro elemento de fixação 50a tem uma forma similar à do elemento 50b representado na figura 2a, exceto que ele pode estender-se em uma maior superfície do que o elemento 50b. O elemento 50a é rotacionalmente montado em um eixo 52a anexado na armação 31, estendendo-se em uma direção transversal à direção X, e tem uma extremidade livre que apoia-se em uma superfície de fixação 54a, destinada a entrar em contato com a superfície de fixação 32a pressionando-a. O elemento 50a pode ser atuado diferentemente em relação ao elemento 50b, particularmente pelo dispositivo que age como uma haste de conexão. Mais especificamente, ele é atuado por um dispositivo rotativo 56a montado a pivô em torno de um eixo no exemplo normal ao eixo X e que age como um came em contato com um cilindro 58. O cilindro 58 pode mover-se pela translação na direção X. Ele leva uma haste 60 que age como uma haste de conexão, uma extremidade 62 da qual é rotacionalmente montada em torno da extremidade livre dos elementos de fixação 58 e cuja extremidade oposta 64 é rotacionalmente montada em torno da extremidade livre do elemento de fixação 50a, o elemento 50a agindo como uma haste de conexão. Além disso, o cilindro 58 forma um alojamento para uma haste 66 retornada pelo dispositivo de retorno 68 do elemento de fixação 50a na posição inativa, por exemplo, uma mola comprimida.

[0032] O elemento de fixação 50a é montado movelmente entre uma posição inativa e uma posição de fixação, atuado pelo sistema da haste de conexão, como se segue. A posição inativa está ilustrada na figura 5a. Para mover para a posição de fixação, é necessário girar o dispositivo móvel 56a em

torno do seu eixo, de maneira tal que ele mova o cilindro 58 na direção horizontal ilustrada pela seta 70. Em decorrência desta translação, a haste de conexão 60 gira o elemento 50a em torno do seu eixo 52a, como ilustrado nas figuras 5b, 5c e 5d, de maneira tal que a superfície de fixação 54a do elemento de fixação pressione a superfície de fixação 32a do elemento de apoio e o elemento de fixação 50a adote a sua posição de fixação. Simultaneamente com a translação do cilindro 58, a haste 66 apoia-se na parede vertical do elemento de apoio 30a, que comprime a mola 68, como ilustrado nas figuras 5c e 5d. Por meio da compressão desta mola, o sistema pode retornar para a posição inativa simplesmente girando o dispositivo que age como um came 56a. Certamente, em tal sistema de eixo de manivela, quando o elemento 50a está na posição de fixação, ilustrada na figura 5d, a rotação do dispositivo 56a permite que o cilindro 58 mova-se pela translação na direção indicada pela seta 72 pela ação da mola 68 que é liberada, e assim permite que o elemento de fixação retorne para a posição ilustrada na figura 5a.

[0033] O dispositivo 10 ilustrado nas figuras anexas compreende adicionalmente, entre os dois elementos de fixação 50b, 50c, dois canais de injeção de gás na válvula 12, abrindo em uma superfície transversal vertical 51 do dispositivo 10. Desta maneira, quando o elemento 50a está na posição de fixação, os canais de injeção do dispositivo 10 estendem-se dos canais 48 da válvula 12, e as posições de fixação dos elementos 50b, 50c fornecem uma junção particularmente justa dos ditos canais.

[0034] O método para fixar a válvula interna 12 no dispositivo 10 será agora descrito com base na modalidade ilustrada nas figuras. No início do método de fixação, a válvula interna 12 é simplesmente colocada sobre a armação 31 do dispositivo de troca de tubo 10. O método de fixação compreende uma primeira etapa de apoiar a superfície vertical transversal 49 da válvula 12, arranjada entre os elementos de apoio 30b, 30c, contra a

superfície vertical transversal 51 da armação 31 do dispositivo 10, seguido pela atuação do primeiro elemento de fixação 50a na posição de fixação. O primeiro elemento 50a assim move-se pela translação de acordo com a seta 70 na figura 5a, apoia-se no elemento de apoio 30a, pressionando a válvula interna 12 contra a borda transversal dianteira 51 do dispositivo 10, assim referenciando mesmo muito precisamente contra a dita borda dianteira. Entende-se que o estabelecimento da posição de fixação pelo elemento de fixação 50a simultaneamente dá origem a compressão das vedações arranjadas nos canais de injeção de gás 48. As vedações podem ser posicionadas na válvula interna ou no dispositivo. Elas são preferivelmente feitas de grafite. A translação ao longo da seta 70 permite compressão controlada. Uma vez que o elemento de fixação 50a está na posição de fixação, o método de montagem é seguido pela atuação opcionalmente simultânea dos dois elementos de fixação 50b, 50c na posição de fixação. A fixação do primeiro elemento 50a seguida, em uma segunda etapa, pela fixação dos dois outros elementos 50b, 50c, permite um método particularmente simples, todos os elementos de fixação 50a, 50b, 50c e a atuação do seu dispositivo formando um sistema de fixação particularmente vantajoso.

[0035] Entre os benefícios da válvula interna 12 e do dispositivo de troca de tubo 10 supradescritos, deve-se notar que o dispositivo de fixação aplica a sua força nas bordas transversais 42a, 42b da válvula interna, ao passo que o dispositivo de pressão 18 aplica a sua força nas bordas longitudinais da placa da válvula de vazamento corrediça contra as bordas longitudinais 17a, 17b do dispositivo 10. Em decorrência disto, uma pressão é aplicada substancialmente em toda a circunferência da superfície de contato entre a válvula interna 12 e a placa deslizante, consequentemente superior firmeza (cf. Figura 6(c)).

[0036] Uma outra vantagem da presente invenção é que, depois do uso da válvula interna 12, o mesmo revestimento metálico 22 pode ser usado novamente para revestir um novo elemento refratário 24.

[0037] A presente invenção claramente melhora a hermeticidade a fluido da interface da superfície de contato 26 de uma válvula interna e da superfície de deslizamento da placa de uma válvula de vazamento em um dispositivo de troca de tubo 10. A figura 6 mostra a distribuição de tensões compressivas calculadas em decorrência do arranjo do dispositivo de fixação em torno da periferia da abertura de lingotamento: quanto mais escura a coloração, tanto maior a tensão compressiva. Na figura 6(a) está representada uma configuração da tecnologia anterior descrita, por exemplo, em EP1289696, com o dispositivo de fixação 20 para fixar no lugar a válvula interna arranjado ao longo das bordas longitudinais, paralelo ao eixo X e disposto substancialmente por cima do dispositivo de pressão 18 para pressionar a superfície de deslizamento da válvula de vazamento contra a superfície de contato 26 da válvula interna. Pode-se ver que a pressão é alta somente na porção adjacente às bordas longitudinais, com uma baixa pressão ao longo da direção transversal, levando a um alto risco de vazamento de metal em fusão mediante lingotamento e significativa aspiração de ar. As figuras 6(b) e (c) por outro lado são de acordo com a presente invenção.

[0038] Na figura 6(b), existem dois elementos de fixação 20 para fixar a válvula interna, que são posicionados substancialmente normais ao eixo X. Pode-se ver que a porção da placa compreendendo o eixo X é exposta a um maior nível de pressão do que a primeira geometria da figura 6(a). Na figura 6(c), três grampos são arranjados no perímetro da válvula interna, em que os centróides das projeções ortogonais de cada dispositivo de fixação 20 em suas posições fixadas no plano da superfície de contato da válvula interna formam os vértices de um triângulo, ou os braços de um "Y" unindo no centróide 46 do

furo passante da válvula interna, como anteriormente discutido. Pode-se ver na figura 6(c) que o nível de compressão é muito homogêneo, com todo o perímetro das placas sendo exposto a uma alta pressão, garantindo assim hermeticidade de fluido na interface das duas superfícies da válvula interna e da válvula de vazamento. Uma vez que o sistema de três grampos parece ser tão eficiente, diversas modalidades de sistemas de três grampos são discutidos.

[0039] A altura de um triângulo é uma linha reta através de um vértice e perpendicular ao lado oposto. A interseção das alturas é o ortocentro. Uma mediana de um triângulo é uma linha reta através de um vértice e o ponto médio do lado oposto, e divide o triângulo em duas áreas iguais. O ponto de interseção das medianas de um triângulo é denominado centróide.

[0040] Em uma modalidade, é preferível que uma mediana, referida como a mediana X e/ou um altura referida como a altura X, ambas passando pelo vértice X do triângulo projetado é coaxial com o eixo X, representado nas figuras 2(a) e 6(c). Os outros dois dispositivos de fixação 20 são dispostos em qualquer lado do eixo X. Preferivelmente, o triângulo é isósceles com os dois lados de mesmo comprimento unindo no vértice X, como está representado nas figuras anteriores.

[0041] O vértice X pode apontar na direção da abertura de entrada. Esta configuração é vantajosa em caso de uma conexão de gás localizada entre o segundo e terceiro vértices, sem ser o vértice X, já que o atrito aplicado na direção longitudinal por uma válvula de vazamento que está sendo inserida e, respectivamente, extraída da porção inferior do dispositivo de troca de tubo empurraria a válvula interna contra a dita conexão, garantindo assim uma conexão hermética a gás. Além disso, as forças friccionais cooperam com o sistema de eixo de manivela instalado no primeiro dispositivo

de fixação, como anteriormente explicado. Alternativamente, o vértice X pode estar apontando para a abertura de saída.

[0042] É preferível que todos os ângulos do triângulo sejam agudos para garantir uma distribuição uniforme do dispositivo de fixação em torno da periferia da válvula. Em particular, é preferível que o vértice X seja menor que 60° . O ângulo 2α , por outro lado, formado pelo centróide (46) da abertura de lingotamento e os dois vértices do triângulo sem ser o vértice X é preferivelmente compreendido entre 60 e 90° ;

[0043] Como ilustrado nas figuras, é preferível que o triângulo seja isósceles, preferivelmente com a mediana X sendo coaxial com o eixo X. Mais preferivelmente, o vértice X deve ser o ponto de interseção dos dois lados de mesmo comprimento (com esta configuração, a mediana X e a altura X são coaxiais).

[0044] Lista de componentes:

- 10. Dispositivo de troca de tubo;
- 12. Válvula interna;
- 14. Furo passante da válvula interna;
- 16. Dispositivo de guia;
- 17a, 17b. Bordas longitudinais do dispositivo;
- 18. Dispositivo de pressão;
- 20. Dispositivo de fixação;
- 22. Revestimento metálico;
- 24. Elemento refratário;
- 26. Superfície de contato;
- 28. Abertura de lingotamento;
- 30a, 30b, 30c. Elementos de apoio;
- 31. Armação;
- 32a, 32b, 32c. Superfície de fixação dos elementos de apoio;

- 34a, 34b, 34c. Saliência de apoio dos elementos de apoio;
- 36. Superfície periférica;
- 40a, 40b. Bordas longitudinais de válvula;
- 42a, 42b. Bordas transversais de válvula;
- 44a. Base de Y;
- 44b, 44c. Braços de Y;
- 46. Centróide da abertura do furo passante da válvula interna;
- 48. Dispositivo de injeção de gás;
- 49. Superfície transversal da válvula;
- 50a, 50b, 50c. Elementos de fixação;
- 51. Superfície transversal do dispositivo;
- 52a, 52b. Eixo do elemento de fixação;
- 54b. Superfície de fixação do elemento de fixação;
- 56a, 56b, 56c. Dispositivo rotativo ou came;
- 58. Cilindro;
- 60. Haste que age como haste de conexão;
- 66. Haste;
- 68. Dispositivo de retorno;
- 70. Direção horizontal;
- 72. Direção oposta à direção 70.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de troca de tubo (10) para conter e trocar uma válvula de vazamento intercambiável para lingotar metal em fusão para fora de um vaso, o dispositivo de troca de tubo compreendendo uma armação com uma abertura de lingotamento, a armação sendo adequada para ser fixada no lado inferior de um vaso de lingotamento de metal e compreendendo uma primeira porção superior e uma segunda porção inferior, unindo em um plano da seção intermediária definindo o plano onde uma válvula interna (12) e uma válvula de vazamento intercambiável formam um contato deslizante, a porção do lado superior da armação compreendendo:

(a) meios para receber e fixar (50a, 50b, 50c) no lugar na sua posição de vazamento uma superfície de apoio de uma válvula interna (12) contra uma porção de suporte da porção do lado superior da armação, de maneira tal que o furo passante da válvula interna (12) fique em comunicação fluídica com a abertura de lingotamento, e

a porção do lado inferior da armação compreendendo,

(b) uma passagem estendendo-se ao longo do primeiro eixo da primeira direção (X) entre uma abertura de entrada e uma abertura de saída adequada para receber e movimentar uma válvula de vazamento intercambiável da entrada para a saída, passando por uma posição de lingotamento em registro com a abertura de lingotamento da armação,

(c) meios para deslocar e meios (16) para guiar a válvula de vazamento intercambiável de uma posição de espera para uma posição de lingotamento em registro com a abertura de lingotamento da armação, e opcionalmente para guiá-la para a saída, o dispositivo de guia (16) disposto paralelo à primeira direção (X),

(d) meios de pressão (18) alinhados com os meios de guia e estendendo-se paralelo à primeira direção (X) no nível da posição de

lingotamento da válvula de vazamento para pressionar para cima a válvula de vazamento intercambiável na sua posição de lingotamento na direção da porção superior da armação,

caracterizado pelo fato de que pelo menos dois dos meios de fixação (50a, 50b, 50c) são arranjos transversais à primeira direção (X).

2. Dispositivo de troca de tubo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de fixação compreende pelo menos um primeiro elemento de fixação (50a) interceptando e arranjado normal à primeira direção (X).

3. Dispositivo de troca de tubo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de fixação compreende três elementos de fixação (50a, 50b, 50c), em que os respectivos centróides das projeções ortogonais no plano da seção intermediária dos elementos de fixação em sua posição de fixação formam os vértices de um triângulo.

4. Dispositivo de troca de tubo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o triângulo formado pelos centróides dos três elementos de fixação é definido por uma ou qualquer combinação de quaisquer das seguintes geometrias:

(a) uma primeira altura do triângulo, referida como altura X, passando por um primeiro vértice, referido como vértice X, é paralela à primeira direção (X);

(b) uma primeira mediana do triângulo referida com mediana X, passando por um primeiro vértice, referido como vértice X, é paralela à primeira direção (X);

(c) um triângulo de acordo com (a) ou (b) em que o vértice X aponta na direção da abertura de entrada;

(d) um triângulo de acordo com (a) ou (b) em que o vértice X aponta na direção da abertura de saída;

(e) todos os ângulos do triângulo são agudos;

(f) o triângulo é isósceles, preferivelmente de acordo com (a) e (b), mais preferivelmente de acordo com (a), (b), de maneira tal que o vértice X seja o ponto de encontro dos dois lados de mesmo comprimento, mais preferivelmente de acordo com (a), (b), e (e);

(g) um triângulo de acordo com (f) em que o ângulo 2α , formado pelo centróide (46) da abertura de lingotamento e os dois vértices do triângulo sem ser o vértice X é compreendido entre 60 e 90°;

(h) um triângulo em que o ângulo formado pelo vértice X é menor que 60°.

5. Dispositivo de troca de tubo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 4, caracterizado pelo fato de que um primeiro elemento de fixação (50a) correspondente ao vértice X cobre um setor angular, γ , compreendido entre 14 e 52°, e os outros dois elementos de fixação (50b, 50c) cobrem um setor angular, β , entre 10 e 20°, todos os ângulos medidos com relação ao centróide (46) da abertura de lingotamento.

6. Dispositivo de troca de tubo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a crista interna da projeção do primeiro elemento de fixação, correspondente ao vértice X, intercepta o primeiro eixo (X) com uma tangente normal a ela.

7. Dispositivo de troca de tubo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 6, caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos uma conexão de gás a uma fonte de gás, a conexão sendo arranjada entre dois dos três elementos de fixação, (50b, 50c) e apontando de preferência paralelo à primeira direção (X).

8. Dispositivo de troca de tubo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 7, caracterizado pelo fato de que o primeiro elemento de fixação (50a) estendendo-se normal à primeira direção (X) é movelmente montado entre uma posição inativa e uma posição de fixação, atuados de uma posição para a outra por um dispositivo de atuação de eixo de manivelas (60, 50a).

9. Válvula interna (12) feita de um material de núcleo refratário para lingotar metal em fusão a partir de um vaso metalúrgico, e adequada para ser montada na porção superior de um dispositivo de troca de tubo de vazamento, a válvula interna compreendendo:

(a) uma porção tubular com um furo passante axial conectando fluidicamente uma abertura de entrada (14) para uma abertura de saída (28); e

(b) uma placa compreendendo uma primeira superfície de contato (26) normal ao furo passante axial e compreendendo a abertura de saída (28), e uma segunda superfície oposta à primeira superfície de contato (26) unindo a parede da porção tubular nas bordas laterais (22, 36, 49) definindo o perímetro e espessura da placa;

caracterizada pelo fato de que a placa da válvula interna compreende três elementos de apoio separados (30a, 30b, 30c) sobressaindo-se das bordas laterais, cada qual elemento de apoio compreendendo uma saliência de apoio (34a, 34b, 34c) voltada na direção da superfície de contato (26) e distribuída no perímetro da placa, em que os centróides das projeções ortogonais em um plano paralelo à superfície de contato (26) das saliências de apoio formam os vértices de um triângulo.

10. Válvula interna (12), de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que todas além da primeira superfície de contato (26) da placa da válvula interna são pelo menos parcialmente revestidas com

um revestimento metálico, e em que as três saliências de apoio são parte do revestimento metálico.

11. Válvula interna (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 10, caracterizada pelo fato de que o triângulo formado pelos centróides das projeções das três saliências de apoio é definido por uma ou qualquer combinação de quaisquer das seguintes geometrias:

(a) uma primeira altura do triângulo, referida como altura X, passando por um primeiro vértice, referido como vértice X, é paralelo a um primeiro eixo (X);

(b) uma primeira mediana do triângulo referida como mediana X, passando pelo X vértice, é paralela ao primeiro eixo (X);

(c) um triângulo de maneira tal que tanto a altura X quanto a mediana X intercepta o eixo central (Z) do furo passante da válvula no centro do furo passante (46);

(d) todos os ângulos do triângulo são agudos;

(e) o triângulo é isósceles, preferivelmente de acordo com (a) e (b), mais preferivelmente de acordo com (a), (b), e (c) de maneira tal que o vértice X seja o ponto de encontro dos dois lados de mesmo comprimento, acima de tudo preferivelmente de acordo com (a), (b), (c), e (d);

(f) um triângulo de acordo com (c) em que o ângulo, 2α , formado pelo centro do furo passante (46) e os dois vértices do triângulo sem ser o vértice X é compreendido entre 60 e 90°;

(g) um triângulo em que o ângulo formado pelo vértice X é menor que 60°.

12. Válvula interna (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, caracterizada pelo fato de que compreende dispositivo de conexão de gás (48) em comunicação fluídica com o furo passante de lingotamento (14) e/ou com uma ranhura disposta na superfície de contato 26

da válvula interna (12), o dispositivo de conexão de gás sendo preferivelmente arranjado entre duas saliências de apoio (30b, 30c).

13. Conjunto de uma válvula interna (12) e de um dispositivo de troca de tubo (10), conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a válvula interna (12) compreende elementos de apoio (30a, 30b, 30c) que casam com o dispositivo de fixação (50a, 50b, 50c) do dispositivo de troca de tubo.

14. Conjunto, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a válvula interna é conforme definida em qualquer uma das reivindicações 9 a 12, e o dispositivo de troca de tubo é conforme definido em qualquer uma das reivindicações 3 a 8, quando dependente da reivindicação 3.

15. Revestimento metálico (22) para revestir uma válvula interna (12), conforme definida em qualquer uma das reivindicações 9 a 12, quando dependente da reivindicação 9, o revestimento metálico (22) compreendendo uma superfície principal com uma abertura para acomodar a porção tubular da válvula e bordas laterais estendendo-se do perímetro da superfície principal, o revestimento metálico caracterizado pelo fato de que compreende três elementos de apoio separados (30a, 30b, 30c) sobressaindo-se nas bordas laterais, cada elemento de apoio compreendendo uma saliência de apoio (34a, 34b, 34c) que é orientada para fora da superfície principal, e sendo arranjada em torno da periferia do revestimento metálico de maneira tal que os centróides de cada qual dos três elementos de apoio formem os vértices de um triângulo.

16. Revestimento metálico (22), de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que as posições das três saliências de apoio são da maneira definida na reivindicação 11 quando o revestimento metálico é revestido em uma válvula interna (12).

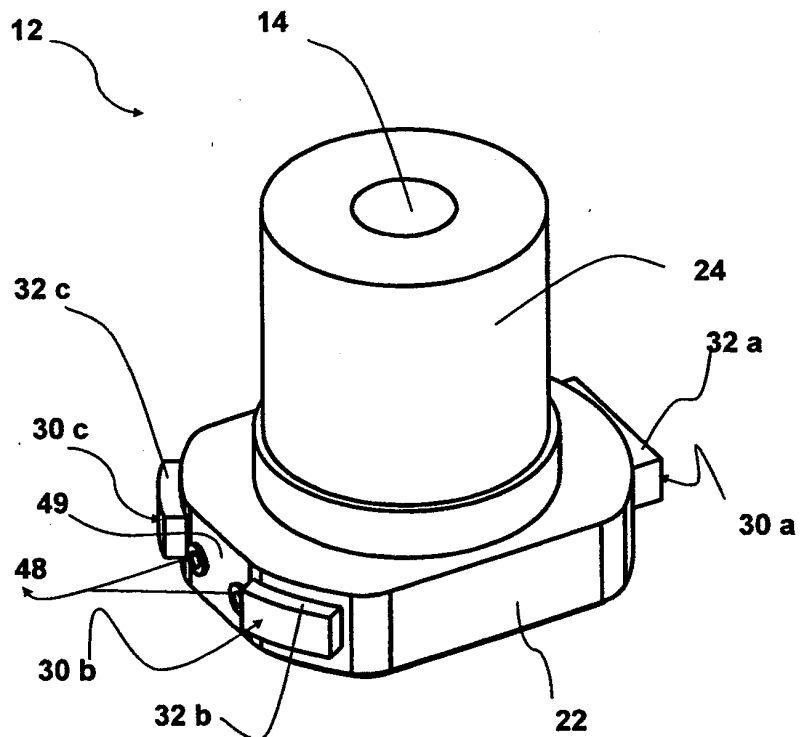


Figura 1a

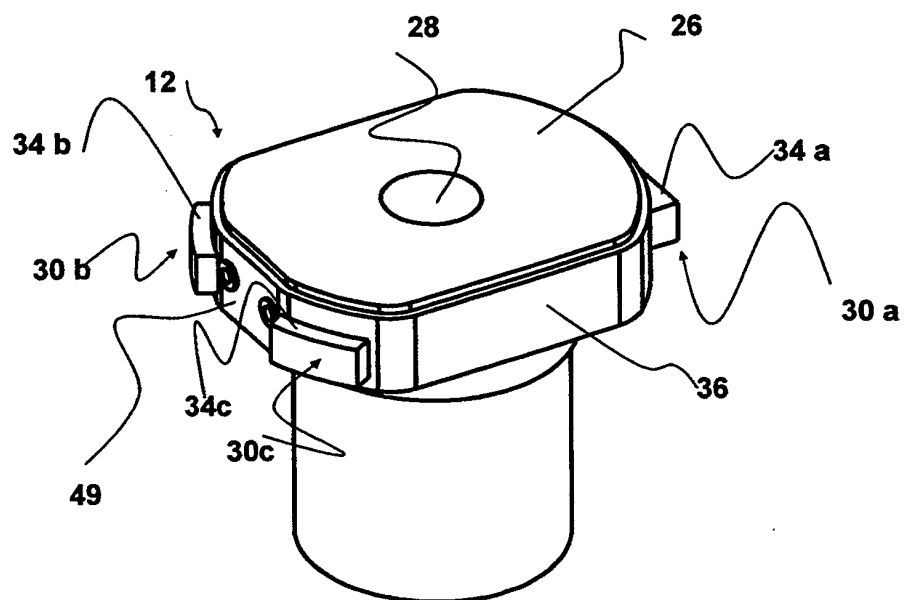
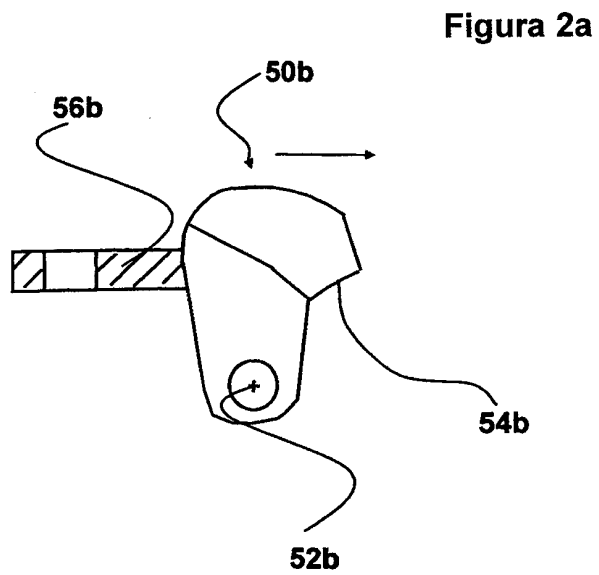
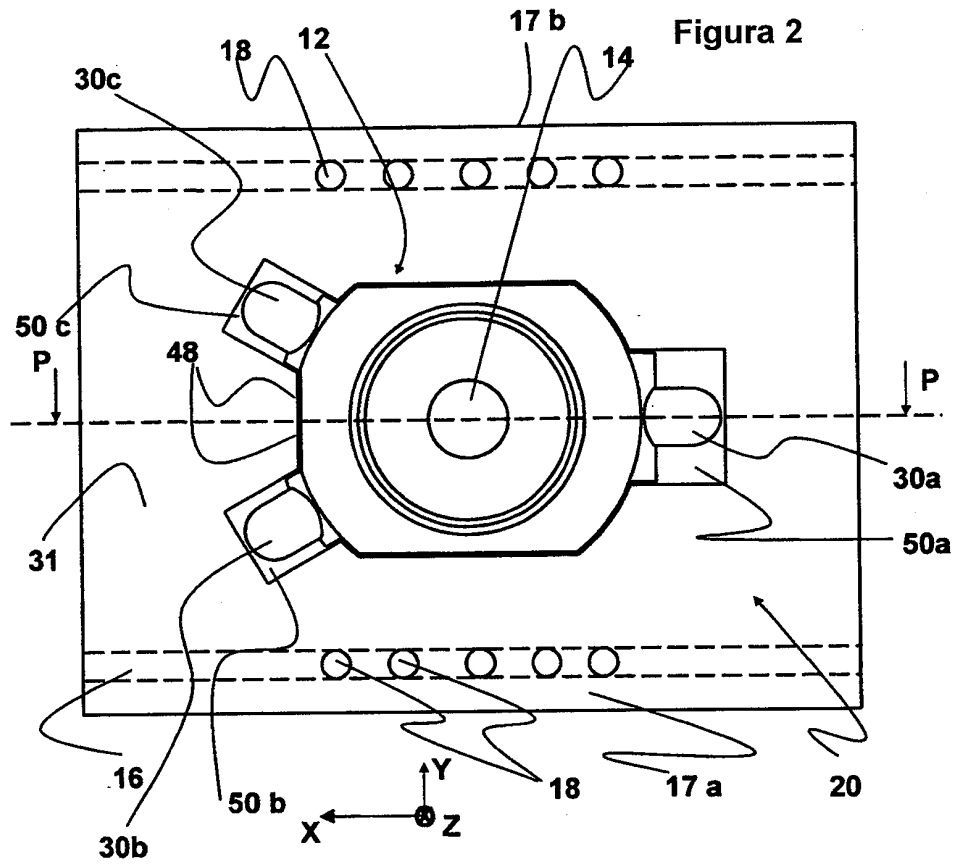
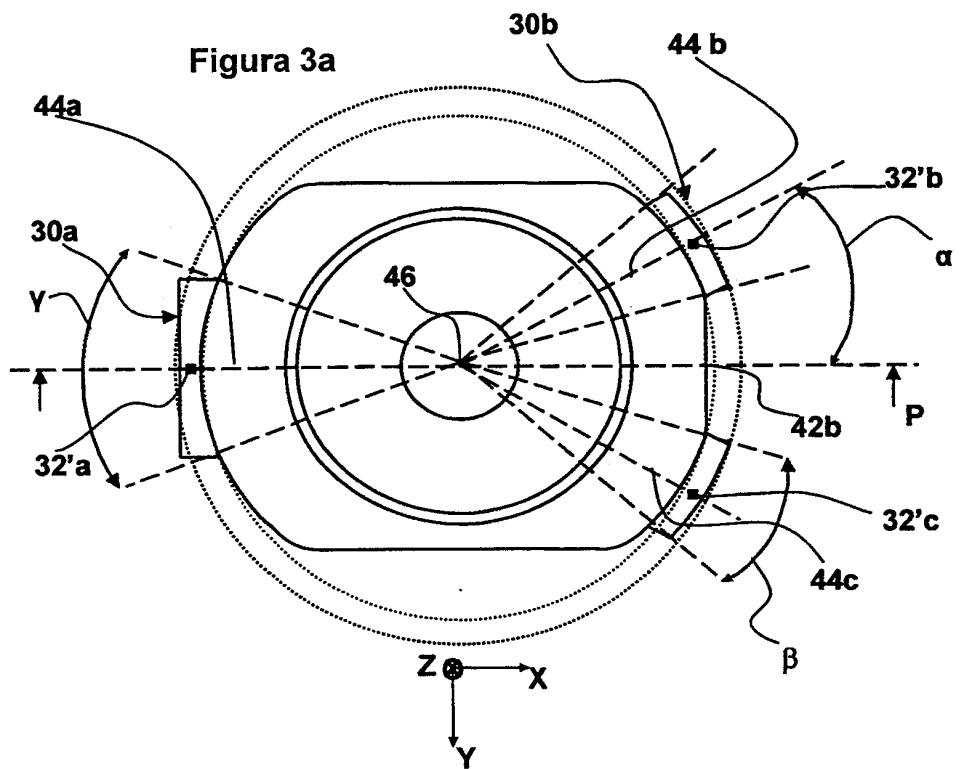
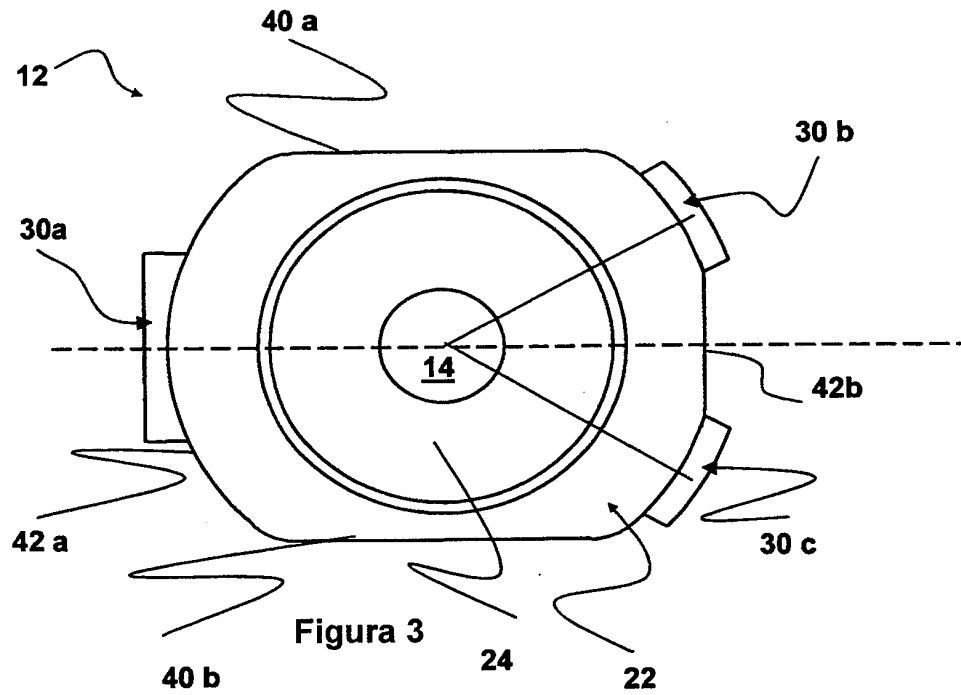


Figura 1b





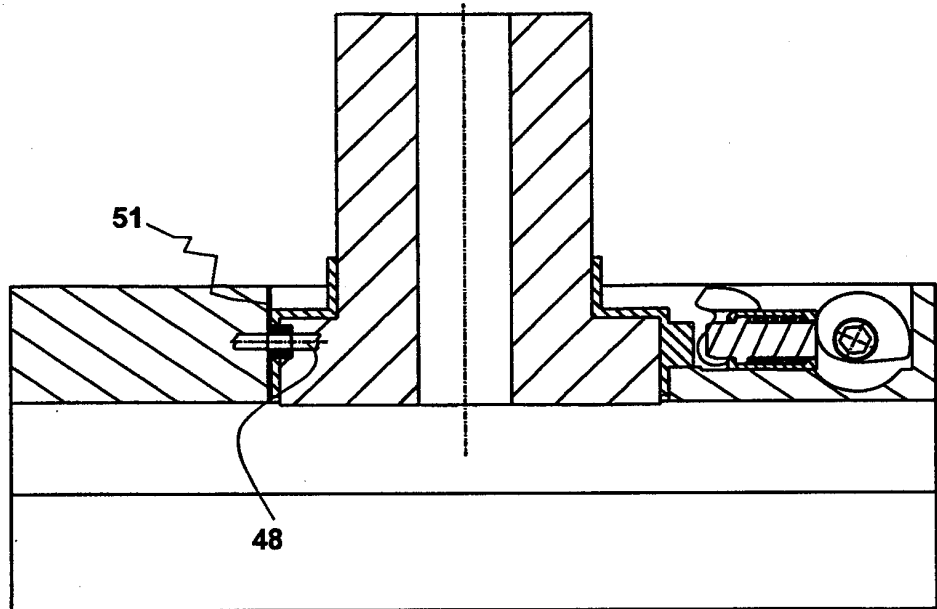


Figura 5

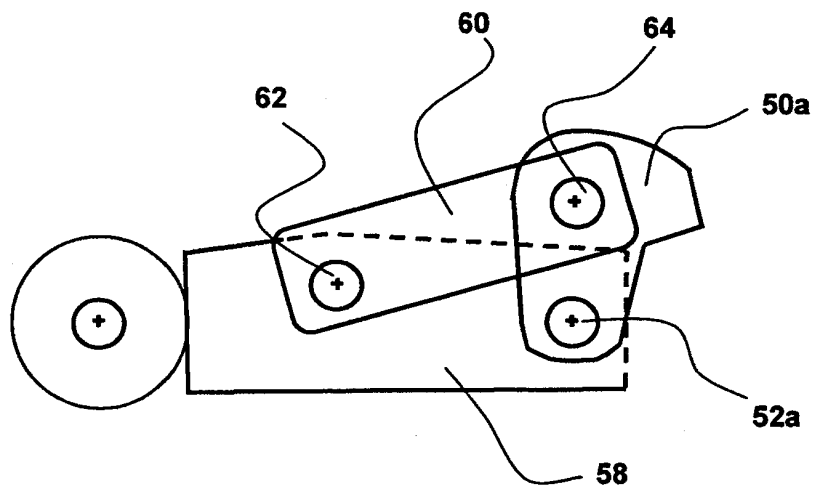


Figura 4

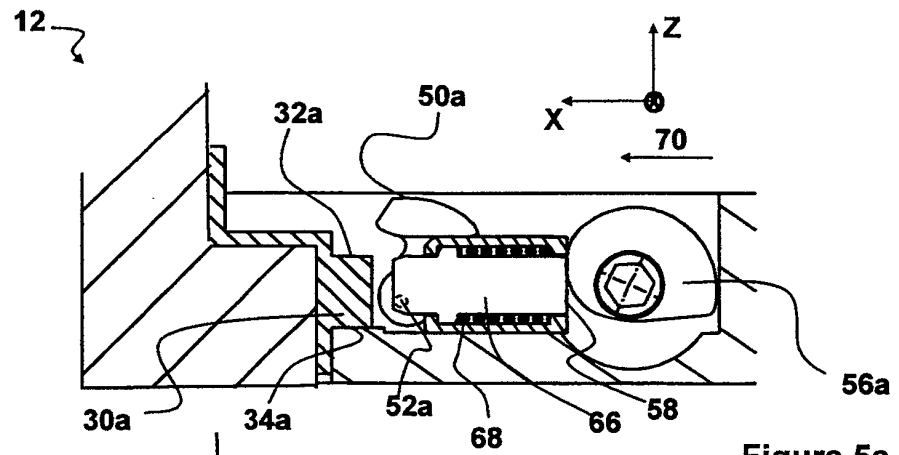


Figura 5a

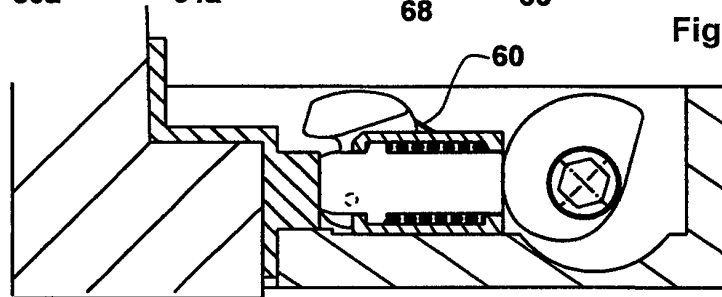


Figura 5b

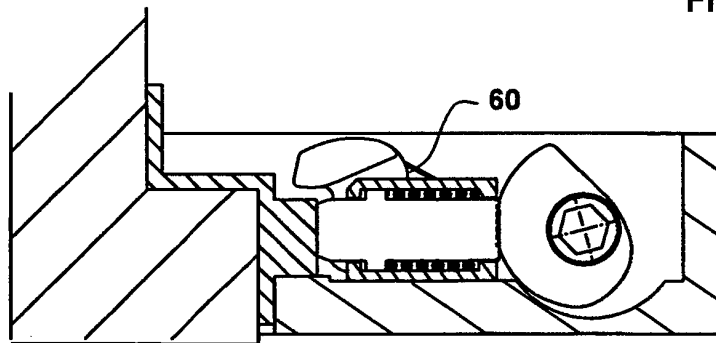


Figura 5c

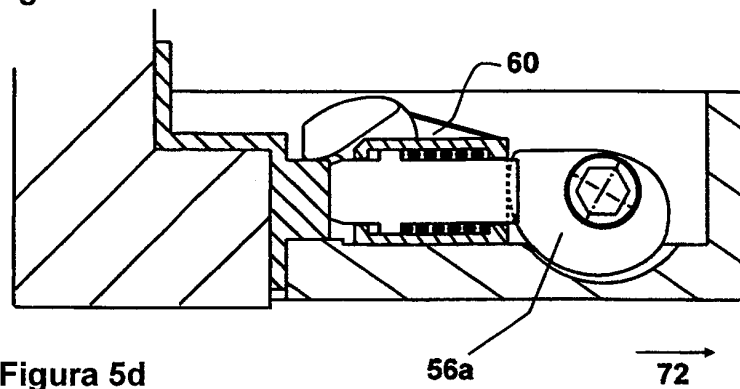


Figura 5d

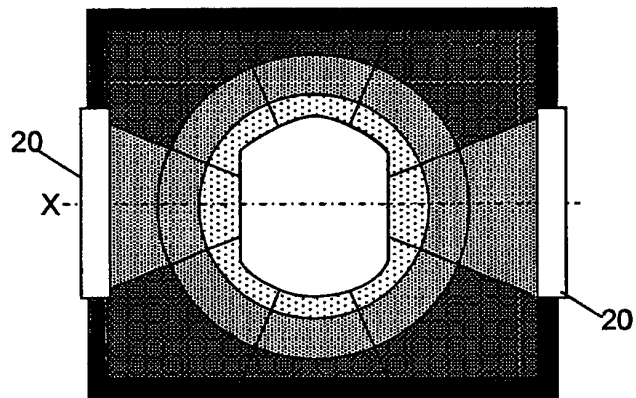
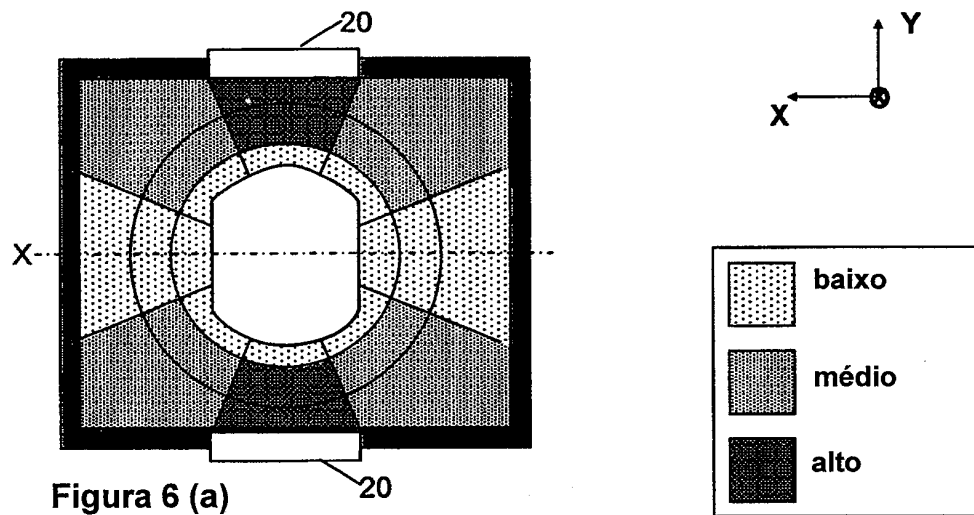


Figura 6 (b)

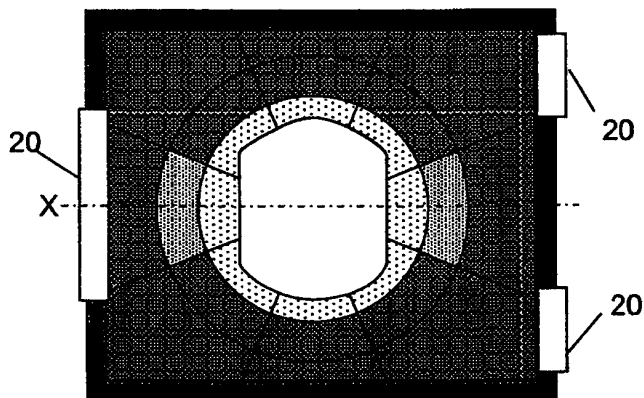


Figura 6 (c)

Figura 6