



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

(11) PI 0820216-8 B1

(22) Data do Depósito: 12/11/2008

(45) Data de Concessão: 27/12/2016



(54) Título: HASTE TAMPÃO E EQUIPAMENTO E MÉTODO PARA CONTROLAR O FLUXO DE METAL EM FUSÃO A PARTIR DE UM DISTRIBUIDOR

(51) Int.Cl.: B22D 41/18

(30) Prioridade Unionista: 24/11/2007 EP 07254572.6

(73) Titular(es): REFRACTORY INTELLECTUAL PROPERTY GMBH & CO. KG

(72) Inventor(es): GERALD NITZL; NORMAN EDWARD ROGERS

“HASTE TAMPÃO E EQUIPAMENTO E MÉTODO PARA CONTROLAR O FLUXO DE METAL EM FUSÃO A PARTIR DE UM DISTRIBUIDOR”

Campo da Invenção

5 Esta invenção refere-se a uma haste tampão. Particularmente, mais não exclusivamente, a invenção refere-se a uma haste tampão para regular o fluxo de metal em fusão desde um distribuidor para um molde durante um processo de lingotamento contínuo.

Fundamento da Invenção

10 Em um processo de fabricação de aço por lingotamento contínuo, aço em fusão é vazado de uma panela de lingotamento para um grande recipiente de retenção conhecido como um distribuidor. O distribuidor tem uma ou mais aberturas de saída através da qual o aço em fusão escoar para um ou mais moldes respectivos. O aço em fusão resfria e começa a solidificar-se nos moldes para formar comprimentos de sólido fundido de metal. Um bocal de entrada submerso está localizado entre a abertura de entrada de cada distribuidor e cada molde, e guia aço em fusão escoando através da mesma do distribuidor para o molde. Uma haste tampão controla a vazão do aço em fusão através do bocal de entrada submerso.

20 A haste tampão geralmente compreende um corpo alongado tendo um nariz arredondado em uma extremidade do mesmo. Em uso, a haste é orientada verticalmente ao longo de seu eixo e está disposta com seu nariz adjacente à garganta do bocal de entrada submerso, de modo que elevando-se e abaixando-se a haste tampão abre-se e fecha-se a abertura de entrada do bocal de entrada submerso e, desse modo, controla-se o fluxo de metal através da mesma. O nariz da haste tampão é dimensionado para fechar completamente a abertura de entrada do bocal de entrada submerso quando abaixado para uma posição assentada dentro da garganta do bocal de entrada submerso.

Um problema particular associado com o lingotamento de

metal em fusão é que inclusões (por exemplo, alumina) estão frequentemente presentes no metal em fusão, à medida que ele é escoado do distribuidor para o molde. Estas inclusões tendem a se depositar sobre o nariz da haste tampão ou dentro do bocal de entrada submerso, dependendo das condições de fluxo dentro do canal de lingotamento. Conseqüentemente, ao longo do tempo, o desenvolvimento de inclusões pode afetar a geometria dos componentes de tal maneira que as características de controle de fluxo do sistema são alteradas e a seqüência de lingotamento contínuo pode ter que ser interrompida.

A injeção de um gás inerte, tal como argônio, em direção ao centro da haste tampão e para fora de um orifício de descarga no nariz do tampão alivia desenvolvimento e entupimento com alumina. Entretanto, o efeito Venturi de metal em fusão escoando próximo ao tampão na garganta do bocal cria uma pressão negativa que pode ser transmitida de volta para a haste tampão através do orifício de descarga, potencialmente aspirando ar para o metal através do tampão, caso algumas juntas não forem herméticas. Atualmente, este problema tem sido abordado provendo uma restrição na interface entre o corpo e o nariz da haste tampão. A restrição pode ser um estreitamento simples do furo ou pode ser constituída por um bujão com um furo estreito através do mesmo (ou um bujão poroso) fixado no furo do tampão. A restrição cria uma contrapressão e resulta em uma pressão interna positiva na haste tampão a montante da restrição. Esta pressão interna positiva inibe ingresso de ar no canal de alimentação de argônio, reduzindo, desse modo, a quantidade de contaminantes no metal que está sendo fundido.

Ficará compreendido que todas as referências a pressão são relativas à pressão atmosférica, de modo que pressões negativas referem-se a pressões abaixo da pressão atmosférica, e pressões positivas referem-se a pressões acima da pressão atmosférica.

Uma desvantagem de usar uma restrição típica, tal como a descrita acima, é que ao longo do tempo pode ocorrer um aumento de pressão

interna que pode resultar em a haste tampão se trincar ou mesmo se destroçar.

É, portanto, um objeto da presente invenção prover uma haste tampão que aborde os problemas acima mencionados.

Sumário da Invenção

5 De acordo com um aspecto da presente invenção é provida uma haste tampão compreendendo um corpo alongado tendo uma abertura de entrada em uma primeira extremidade superior e uma abertura de saída em uma segunda extremidade inferior, a segunda extremidade do corpo definindo um nariz para inserção em uma abertura de saída de distribuidor; um furo axial contínuo estendendo-se através do corpo a partir da abertura de entrada na primeira extremidade da abertura de saída na segunda extremidade; um restritor tendo uma abertura de entrada, uma abertura de saída e uma passagem entre as mesmas, dito restritor estando posicionado no furo axial, de tal modo que a abertura de entrada do restritor é mais próxima da primeira
10 extremidade que da segunda extremidade; e um conduto de alimentação de gás disposto para alimentar gás no furo axial acima da abertura de entrada do restritor.
15

Em uma modalidade da haste tampão, o restritor está localizado de tal modo que, quando a haste tampão é empregada para controlar o fluxo de metal em fusão a partir de um distribuidor, a abertura de
20 saída do restritor fica abaixo do nível de metal em fusão no distribuidor.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, é provido um equipamento para controlar o fluxo de metal em fusão de um distribuidor compreendendo um distribuidor configurado para receber metal em fusão a uma profundidade operacional (estado permanente) e tendo pelo menos uma abertura de saída de distribuidor para descarregar metal em fusão através da mesma; uma haste tampão de acordo com o primeiro aspecto da invenção, orientada verticalmente com sua segunda extremidade disposta sobre a pelo menos uma abertura de saída de distribuidor e móvel
25

verticalmente para dentro e para fora da pelo menos uma porta de saída de distribuidor e, através disso, controlar o fluxo de metal em fusão através de pelo menos uma abertura de saída de distribuidor; o restritor na haste tampão estando localizado verticalmente dentro do furo axial de tal modo que, em uso, a abertura de saída do restritor encontra-se abaixo da superfície de metal em fusão no distribuidor.

A abertura de saída do restritor pode estar localizada a uma distância de menos que 70% do comprimento da haste tampão, quando medida a partir da segunda extremidade.

10 Ficaré compreendido que, durante condições de lingotamento em estado permanente, o nível de metal em fusão em um distribuidor permanece a uma profundidade operacional substancialmente constante – o fluxo de metal de entrada de uma panela de lingotamento sendo equilibrado pelo fluxo de metal de saída para um molde ou moldes. Também ficaré
15 compreendido que, em uso, uma camada de escória (ou camadas) pode ser formada sobre a superfície do metal em fusão. Normalmente haverá uma camada de escória líquida diretamente sobre a superfície do metal em fusão, mas poderá haver uma camada de pó adicional no topo da escória líquida. Para os efeitos da presente invenção, a menos que do contrário especificado,
20 referência à superfície do metal em fusão no distribuidor é de fato a uma superfície de qualquer camada de escória líquida. Embora conjuntos de distribuidor/tampão individuais divirjam, tipicamente, em uso, a superfície do metal em fusão (e a camada de escória) é de aproximadamente 70-80% do trajeto até o distribuidor, com os 60-70% inferiores do comprimento da haste
25 tampão tipicamente imerso no metal em fusão no distribuidor.

Os depositantes postularam que liberação de bolhas proveniente da porção imersa (quente) da haste tampão pode introduzir uma variedade de adicional de espécies químicas no furo axial.

Os depositantes também determinaram que um restritor típico

5 posicionado próximo do nariz de uma haste tampão poderia experimentar um efeito de resfriamento adiabático de aproximadamente 260°C (a queda de temperatura sendo em função da temperatura do gás na região do restritor, a temperatura no nariz sendo de aproximadamente 1560°C): a expansão
10 adiabática de gás dentro do restritor esfria o gás significativamente, o que por sua vez esfria o próprio restritor. Conseqüentemente, os depositantes postularam que bloqueios que parecem ocorrer em restritores típicos, podem ser causados por materiais gasosos (ou seja, os produtos de reação das espécies de bolhas liberadas) condensando e formando depósitos dentro do
15 restritor, restringindo, desse modo, o fluxo de gás através do mesmo, e resultando em um aumento em contrapressão, o que pode fazer com que a haste tampão trinque ou se destroe. É importante observar, entretanto, que ao examinar hastes de tampão avariadas, às vezes, não existem quaisquer traços de bloqueios nos restritores, e os depositantes acreditam que isto é porque a
20 temperatura no furo sobe logo que o gás para de escoar através do mesmo e assim quaisquer depósitos são evaporados antes que eles sejam detectados.

À luz do acima exposto, os depositantes descobriram que prover a abertura de entrada ao restritor em direção à extremidade do resfriador (superior) da haste tampão reduz a probabilidade de deposições
25 químicas que surgem do resfriamento e condensação de espécies de bolhas liberadas, na medida em que eles passam através do restritor, uma vez que estas espécies não estão presentes quando o gás passa através do restritor.

O comprimento axial do restritor (ou seja, a distância entre a abertura de entrada e a abertura de saída) pode ser menor que 10% e
30 tipicamente entre cerca de 2 e 5% do comprimento da haste tampão (ou seja, a distância entre a primeira extremidade e a segunda extremidade).

A abertura de saída do restritor é preferencialmente espaçada da segunda extremidade da haste tampão. Ficará compreendido que, em uso, a pressão cai através do restritor da abertura de entrada para a abertura de saída.

Uma vez que o gás emerge da abertura de saída do restritor ele se expandirá criando uma região de baixa pressão. Esta baixa pressão permanecerá substancialmente constante em relação à segunda extremidade da haste tampão. Assim, no caso em que o restritor seja relativamente curto, a maior parte da porção imersa da haste tampão não ficará exposta a sobrepressão (ou seja, pressão positiva) e assim esforço mecânico sobre a porção imersa é reduzido (isto é particularmente vantajoso quando é empregado um tampão de duas partes tendo uma parte de nariz separada afixada na extremidade inferior da haste tampão ou mais usualmente um conjunto de nariz/corpo comprimido. Além disso, à medida que o restritor é exposto a menos calor quando na metade superior da haste tampão, ele pode ser feito de uma variedade mais ampla de materiais. Também será observado que a região de baixa pressão (ou seja, a abertura de saída do restritor) deve ficar abaixo da superfície do metal em fusão para evitar ingresso de ar através das paredes porosas da haste tampão.

Será apreciado que tudo que é exigido do restritor é que ele provenha uma resistência aumentada a fluxo de modo a provocar um aumento em pressão a montante do mesmo.

O formato interno da haste tampão pode constituir o restritor, ou o restritor pode ser um componente separado na forma de um bujão inserido dentro do furo axial.

Em uma modalidade particular, o restritor é feito de material não poroso, tal como um refratário ou metal e que tenha pelo menos um furo através do mesmo. Onde é provido um furo simples, ele pode ser co-axial com o furo axial da haste tampão. Onde for provida uma pluralidade de furos (cada preferencialmente tendo sua própria abertura de entrada e saída), eles podem ser distribuídos uniformemente em torno do eixo do furo axial. Cada um da pluralidade de furos pode ser paralelo ou inclinado ao furo axial. O formato transversal de cada furo não é limitado particularmente e cada um

pode ser independentemente, por exemplo, circular, elíptico ou retangular. Ademais, o formato transversal de cada furo pode variar ao longo de seu comprimento, e a área transversal de cada furo pode aumentar, diminuir ou permanecer constante ao longo de seu comprimento.

5 Alternativamente, o restritor pode ser feito de um material poroso, tal como um refratário ou metal. Exemplos de estruturas porosas adequadas incluem espumas e sólidos parcialmente sinterizados.

No caso em que o pelo menos um furo se constitui de um furo simples de seção transversal circular, ele pode ter um diâmetro em seu ponto
10 mais estreito de entre 0.5mm a 4 mm, preferencialmente 0.75mm a 3 mm. Entretanto, ficará compreendido que o tamanho da restrição (ou seja, a área transversal do furo) será escolhido para prover a contrapressão desejada para uma vazão particular através da haste tampão.

Em uma disposição particularmente preferida, o restritor tem
15 uma abertura de entrada mais estreita que a abertura de saída, por exemplo, formada tendo um furo escalonado.

Ficará compreendido que quanto mais longo o restritor, maior o grau de variação permitido na posição da haste tampão em relação à superfície de metal em fusão no distribuidor, para assegurar que a abertura de
20 saída do restritor seja abaixo do topo da camada de escória (ou seja, para assegurar que pressão positiva seja provida em todos os pontos acima da camada de escória, de modo que ingresso de ar seja impedido). Entretanto, um aumento no comprimento do restritor irá resultar em um aumento de contrapressão. Ademais, diminuindo a área transversal do furo(s) também irá
25 resultar em um aumento de contrapressão. Consequentemente, o comprimento do restritor e da área transversal do furo(s) deve ser cuidadosamente escolhido para atingir a contrapressão desejada.

As hastes de tampão são geralmente montadas mediante uma haste de fixação presa dentro do furo axial do tampão. O conduto de

alimentação de gás pode se constituir de uma passagem através da haste de fixação. Alternativamente, o conduto de alimentação de gás pode ser um furo adicional ou furos estendendo-se da superfície externa da haste tampão até o furo axial.

5 Em uma certa modalidade, o corpo de haste tampão é provido com um nariz troncônico ou arredondado na segunda extremidade. O corpo pode ser formado de uma única peça ou pode compreender uma parte tubular alongada co-comprimida com uma parte de nariz.

 Em uso, o argônio pode ser provido através do furo axial.

10 De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção, é provido um método para controlar o fluxo de metal em fusão de um distribuidor compreendendo: prover um distribuidor tendo pelo menos uma abertura de saída de distribuidor para descarregar metal em fusão através da mesma; orientar verticalmente uma haste tampão de acordo com o primeiro
15 aspecto da invenção, com sua segunda extremidade disposta dentro da pelo menos uma abertura de saída de distribuidor para temporariamente impedir metal em fusão de escoar através da mesma; escoar metal em fusão para o distribuidor a uma profundidade operacional; e verticalmente mover a haste tampão para fora de e para dentro da pelo menos uma abertura de saída de
20 distribuidor para, desse modo, controlar o fluxo de metal em fusão através da mesma; em que o restritor está localizado verticalmente dentro do furo axial da haste tampão, de tal modo que a abertura de saída do restritor fica abaixo da superfície de metal em fusão no distribuidor, quando a haste tampão está se movendo para fora de e para a pelo menos uma abertura de saída de
25 distribuidor.

Breve Descrição dos Desenhos

A invenção será descrita agora, por meio de um exemplo somente, com referência aos desenhos anexos, em que:

A fig. 1 ilustra a variância de temperatura de gás escoando ao

longo de uma haste tampão quando posicionada em um distribuidor contendo metal em fusão a uma profundidade operacional.

5 A fig. 2 mostra um gráfico de temperatura de gás versus distância ao longo de uma haste tampão – para o caso em que uma restrição é posicionada adjacente ao nariz de tampão, como na arte anterior, e o caso em que um restritor é posicionado próximo à superfície do metal em fusão no distribuidor, de acordo com uma modalidade da invenção.

10 A fig. 3 mostra uma vista transversal ao longo do eixo longitudinal de uma haste tampão de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A fig. 4 mostra um gráfico ilustrando a variação de pressão relativa ao longo do comprimento da haste tampão da fig. 3.

A fig. 5A mostra uma vista em planta superior de um restritor de acordo com uma modalidade da invenção.

15 A fig. 5B mostra uma vista transversal lateral do restritor da fig. 5A.

A fig. 5C mostra uma vista transversal aumentada similar àquela da fig. 5B.

20 A fig. 6 mostra um mapa calculado de pressão versus temperatura de gás quando é escoado argônio através da haste tampão da fig. 3 em taxas de entrada respectivas de 4, 6, 8, 10 e 12 litros/minuto padrão (ou seja, a 1 bar de pressão e 20°C) e é representativo da contrapressão atingida com um restritor posicionado de acordo com a temperatura mapeada.

25 A fig. 7 ilustra uma haste tampão de acordo com uma modalidade da invenção, em uso em um distribuidor.

Descrição Detalhada de Certas Modalidades

A fig. 1 ilustra a variância de temperatura de gás ao longo de uma haste tampão 100 quando posicionada em um distribuidor 102 contendo aço em fusão 104 a uma profundidade operacional 106 (ou seja, a uma certa

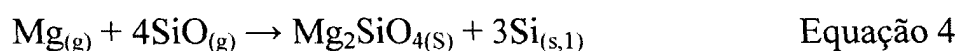
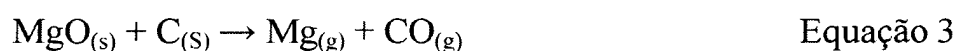
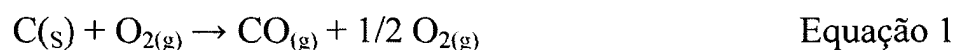
altura acima do piso do distribuidor 102). A haste tampão 100 compreende uma parte tubular alongada 112 com uma parte de nariz arredondada comprimida 114 em sua extremidade inferior (segunda) 116. Um furo axial contínuo 118 é provido da extremidade superior (primeira) 120 da parte tubular 112 para uma ponta 122 do nariz 114. O furo 118 tem uma seção transversal circular ao longo do comprimento da parte tubular 112 e se afunila para dentro do nariz 114. A haste tampão 100 é retida em uma posição vertical no distribuidor 102 por uma haste de fixação 126. A haste tampão 100 apresenta aproximadamente o mesmo comprimento da altura do distribuidor 102. Como pode ser visto, a superfície do aço em fusão 104, em sua profundidade operacional 106, é de aproximadamente 70% do trajeto até a haste tampão 100 desde sua extremidade inferior 116 (e aproximadamente 70% do trajeto até o distribuidor 102).

Em uso, a temperatura do aço em fusão 104 no distribuidor 102 é de aproximadamente 1560°C. Entretanto, a temperatura do gás dentro do furo axial 118 da haste tampão 100 (e, conseqüentemente, a temperatura da superfície interna do furo 118 do tampão) varia ao longo de seu comprimento. Assim, adjacente à extremidade superior 120 da haste tampão 100, a temperatura do gás é de aproximadamente 200°C. e em uma posição logo acima do nível operacional 106 do aço em fusão 104 no distribuidor 102 a temperatura é de aproximadamente 500°C. Abaixo aproximadamente um quinto da profundidade do aço em fusão 104, a temperatura do gás é de aproximadamente 1400°C, a aproximadamente meio caminho abaixo da profundidade do aço em fusão 104, a temperatura é de aproximadamente 1500°C, e a aproximadamente três quartos do caminho abaixo da profundidade do aço em fusão 104, a temperatura é de aproximadamente 1550°C.

As temperaturas de gás calculadas em várias posições ao longo da haste tampão 100 são mostradas graficamente na fig. 2 para o caso em que

uma restrição (não mostrada) seja posicionada adjacente ao nariz de tampão 114 (posição indicada com 'A' na fig. 1) e o caso em que um restritor 32 (mostrado na fig. 3) seja posicionado no nível operacional (escória) 106 do aço em fusão 104 (posição indicada com 'B' na fig. 1). Assim, os depositantes descobriram que, com um restritor na posição A, o gás que escoar através do furo axial 118 experimenta uma queda de temperatura abrupta adjacente ao nariz de haste tampão 114 que pode provocar condensação dos materiais produzidos durante uma fase de liberação de bolhas (quando a temperatura da haste tampão 100 fica entre aproximadamente 900 e 1400°C). Entretanto, com o restritor 32 posicionado adjacente ao nível operacional 106 do aço em fusão 104, o gás experimenta uma queda de temperatura a montante do ponto de geração dos materiais provenientes de liberação de bolhas e, assim, existe pouco chance de espécies químicas indesejadas se depositarem no restritor 32. Consequentemente, provendo o restritor 32 mais alto até em direção à extremidade superior mais fria 120 da haste tampão 100 reduz a probabilidade do restritor 32 ficar bloqueado devido à deposição física de espécies químicas.

Embora não desejando ater-se à teoria, os depositantes acreditam que as seguintes reações químicas podem ocorrer como resultado de liberação de bolhas na haste tampão 100. Acima de 983 °C é formado monóxido de carbono (equação 1). O monóxido de carbono então reage com silicose para formar sílica (equação T). Além disso, óxido de magnésio pode reagir com carbono para magnésio e monóxido de carbono (equação 3). Forsterita pode então ser formada a partir de magnésio e sílica (equações 4 e 5).



Algumas ou todas as reações acima podem ser a causa de depósitos químicos que bloqueiam restrições tradicionais em uso. Entretanto, pelas razões declaradas acima, acredita-se que modalidades da presente invenção resolverão este problema.

5 Com referência à fig. 3, é ilustrada uma haste tampão 10 de acordo com uma modalidade da presente invenção. A haste tampão 10 tem uma parte tubular alongada 12 com uma parte de nariz arredondada 14 em sua extremidade inferior (segunda) 16, formada por duas partes co-comprimidas. Um furo axial contínuo 18 é provido a partir da extremidade superior (primeira) 20 da parte tubular 12 até uma ponta 22 do nariz. 14. O furo axial 18 tem uma seção transversal circular constante de cerca de 38 mm ao longo do comprimento da parte tubular 12. Na parte superior do nariz 14, a parede lateral 23 do furo 18 curva-se para dentro antes de formar um bico troncônico de afunilamento suavemente para dentro 24 que sai na ponta 22. Tipicamente, 10 o furo 18 na saída da ponta 22 tem um diâmetro de aproximadamente 3-5mm. 15

A extremidade superior 20 da parte tubular 12 é configurada para receber uma haste de fixação 26 quando em uso. Assim, em direção à extremidade superior 20, um inserto cerâmico rosqueado 28 é provido na parede lateral do furo 18 para engate com a extremidade da haste de fixação 26. À montante do inserto de cerâmica 28, uma junta 30 é provida entre a haste de fixação 26 e a parte tubular 12 para produzir um selo hermético entre as mesmas. A haste de fixação 26 tem um furo através do qual gás argônio pode ser alimentado no furo axial 18 da haste tampão e, portanto, nesta modalidade serve como o conduto de alimentação de gás. Além disso, uma 20 extremidade livre da haste de fixação 26 é afixada a um mecanismo de suporte (não mostrado) configurado para controlar a altura e posição da haste tampão 10 em uso. 25

Na metade superior da haste tampão 10, um restritor 32 na forma de um “bujão” é provido dentro do furo 18. Na modalidade ilustrada, o

restritor 32 é posicionado a jusante da extremidade superior 20 da haste tampão 10 a cerca de 30% do comprimento da haste tampão 10. O restritor 32 compreende um corpo cilíndrico 36 com um furo circular central 38 de seção transversal constante através do mesmo. O restritor 32 é fabricado de alumina e tem um diâmetro de furo 38 de aproximadamente 1 mm e um comprimento (por exemplo, distância entre uma abertura de entrada 34 e abertura de saída 35) de aproximadamente 35 mm (o que corresponde a aproximadamente 3.5% do comprimento da haste tampão 10).

Ficará compreendido que, em uso, o restritor 32 provoca uma resistência aumentada do fluxo através do furo axial 18 e isto resulta em um aumento em pressão a montante da abertura de entrada do restritor 34 (ou seja, contrapressão). Um volume predeterminado de contrapressão pode ser provido escolhendo-se cuidadosamente o tamanho do furo 38 (ou seja, comprimento e área transversal) e a vazão de gás (ou seja, argônio) através do furo axial 18. Em uma modalidade particular, é desejável tornar a pressão a montante do restritor 32 positiva (ou seja, igual a ou maior que a pressão atmosférica), e a pressão a jusante do restritor 32 negativa, uma vez que esta disposição impede ingresso de ar acima do restritor 32 e reduz o esforço mecânico devido a alta pressão abaixo do restritor 32. Um gráfico ilustrando este tipo de queda de pressão entre os pontos onde o gás entra na extremidade superior 20 da haste tampão 10 e sai da extremidade inferior 16 da haste tampão 10, é mostrado na fig. 4. Assim, pode ser visto que uma grande queda de pressão (de positiva para negativa) é experimentada na abertura de entrada 34 e abertura de saída 35 do furo 38 do restritor 32. Imediatamente abaixo da abertura de saída 35 do restritor 32, a pressão do gás aumenta ligeiramente, mas permanece negativa. A pressão do gás então permanece substancialmente constante em relação ao nariz de tampão 14. Como o furo 18 no nariz 14 se afunila para dentro em direção à ponta 22, a pressão do gás cai antes de ele sair da haste tampão 10. Ficará entendido que o nível de pressão negativa na

extremidade inferior 16 da haste tampão 10 depende da vazão de metal em fusão além do nariz de tampão 14 e da geometria da haste tampão 10 e do bocal de entrada submerso com o qual ela está sendo usada.

As figs. 5 A, B e C mostram um restritor alternativo 40 que, em uma modalidade da invenção, pode ser empregado em uma haste tampão tal como o ilustrado na fig. 3. O restritor 40 compreende um corpo troncônico 42 que se afunila ligeiramente para fora em direção a uma extremidade superior 44 do corpo 42. Na extremidade superior 44, uma seção troncônica adicional 46 é provida que se afunila para dentro a aproximadamente 45° para horizontal. A seção troncônica 46 tem um plano de terminação superior 48 de aproximadamente metade da largura da extremidade superior 44. Uma ponta arredondada rasa 50 estende-se para cima a partir do plano 48. Um furo estreito (1 mm de diâmetro) 52 é provido verticalmente através do centro da ponta 50. No plano 48, o furo 52 é escalonado para formar um furo mais largo (3 mm de diâmetro) 54 que se estende através do centro da seção troncônica 46 e o corpo 42. Conseqüentemente, nesta modalidade, uma abertura de entrada 56 é provida na extremidade superior do furo estreito 52, e uma abertura de saída 57 é provida na extremidade inferior do furo maior 54.

A fig. 6 mostra um gráfico de pressão calculada a montante do restritor 32 traçado contra temperatura de gás quando argônio é escoado através da haste tampão 10 da fig. 3 (ou seja, com um furo 38 de 1 mm de diâmetro) a taxas respectivas 4, 6, 8, 10 e 12 litros/minuto padrão. A escala de temperatura é representativa da posição do restritor com o furo axial da haste tampão (ou seja, temperaturas altas são representativas do restritor sendo posicionado mais abaixo do furo). Portanto, pode ser visto a partir da fig. 6 que uma vazão de 8 l/min através do restritor na posição de nariz tradicional (1500°C) cria uma contrapressão relativa de 1.5 bar, enquanto que quando posicionado na linha de escória (500°C) uma vazão de 12 l/min pode ser empregada na mesma contrapressão relativa. Isto é vantajoso porque o fluxo

5 aumentado de argônio significa que a haste tampão pode ser usada em conjunto com moldes maiores.

10 A fig. 7 mostra uma vista em seção transversal de uma haste tampão 60 de acordo com uma outra modalidade da invenção, em uso em um distribuidor 62. A haste tampão 60 é substancialmente similar àquela mostrada na fig. 3 e sendo assim, números e referência iguais serão usados para partes iguais. Como pode ser visto a partir da fig. 7, a haste tampão 60 é posicionada 60 é posicionada verticalmente acima de uma abertura de saída 64 na base 66 do distribuidor 62. Circundando a abertura de saída 64 encontra-se um bocal de entrada submerso 68 que guia o metal em fusão para um molde abaixo (não mostrado). A abertura de entrada do bocal de entrada submerso 68 compreende uma região de garganta convexamente curvada 70. Em uso, o nariz arredondado 14 da haste tampão 60 é elevada e abaixada dentro da região de garganta 68 para controlar o fluxo de metal em fusão através do bocal de entrada submerso 68. Em uma posição removida da haste tampão 60, é provido um bocal de panela de lingotamento 72. Embora não mostrado, o bocal de panela de lingotamento 72 é configurado para guiar metal de uma panela de lingotamento disposta mais acima.

20 Como pode ser visto da fig. 7, quando metal em fusão é provido de uma profundidade operacional 74 no distribuidor, a extremidade inferior do bocal de panela de lingotamento fica abaixo da camada de escória 76. Ademais, nesta modalidade, o restritor 40 é provido na haste tampão 60 com sua abertura de entrada 56 abaixo da superfície de topo da camada de escória 76 e sua abertura de saída 57 provida acima da superfície inferior da camada de escória 76. Assim, em uso, uma pressão positiva será provida acima do restritor 40 (ou seja, acima da camada de escória 76) e uma pressão negativa será provida abaixo do restritor 40 (ou seja, abaixo da camada de escória 76). Conseqüentemente, será evitado ingresso de ar acima do restritor 40 e o risco de bloqueios devido à deposição física de espécies químicas no

restritor 40 é grandemente reduzido devido a sua posição mais alta mais fria dentro da haste tampão 60.

5 Será apreciado por pessoas que são versadas na arte que várias modificações podem ser feitas nas modalidades acima descritas sem de afastar do escopo da presente invenção. Por exemplo, embora a discussão acima tenha sido relacionada a hastes de tampão usadas em distribuidores, aspectos da invenção são igualmente aplicáveis a hastes de tampão usadas em outras aplicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Haste tampão (10), compreendendo:

um corpo alongado (12) tendo uma abertura de entrada em uma primeira extremidade superior (20) e uma abertura de saída em uma segunda extremidade inferior (16), a segunda extremidade (16) do corpo (12) definindo um nariz (14) para inserção em uma abertura de saída de distribuidor (64);

um furo axial contínuo (18) estendendo-se através do corpo (12) a partir da abertura de entrada para a abertura de saída;

um restritor (32) estando posicionado no furo axial (18), tendo uma abertura de entrada (34), uma abertura de saída (35) e uma passagem (38) entre as mesmas; e,

um conduto de alimentação de gás (26) disposto para alimentar gás no furo axial (18) acima da abertura de entrada (34) do restritor (32).

caracterizada pelo fato de que a abertura de entrada (34) do restritor (32) é mais próxima da primeira extremidade (20) que da segunda extremidade (16).

2. Haste tampão (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o comprimento axial do restritor (32) é menor que 10% do comprimento da haste tampão (10).

3. Haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que a abertura de saída (35) do restritor (32) é espaçada da segunda extremidade (16) da haste tampão (10).

4. Haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que o restritor (32) é constituído por um plugue inserido dentro do furo axial (18).

5. Haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que o restritor (32)

compreende material poroso.

5 6. Haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que o restritor (32) compreende material não poroso e a passagem (38) é constituída de pelo menos um furo através da mesma.

7. Haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que a passagem (38) é constituída de um furo que é co-axial com o furo axial (18) da haste tampão (10).

10 8. Haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que uma pluralidade de passagens (38) é provida.

15 9. Haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que o restritor (32) tem uma abertura de entrada (34) mais estreita que a abertura de saída (35).

10. Equipamento para controlar o fluxo de metal em fusão de um distribuidor (62), caracterizado pelo fato de que compreende:

20 um distribuidor (62) configurado para receber metal em fusão até uma profundidade operacional (74) e tendo pelo menos uma abertura de saída (64) do distribuidor (62) para descarregar metal em fusão através da mesma; e,

25 uma haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, orientada verticalmente com sua segunda extremidade (16) disposta sobre a pelo menos uma abertura de saída (64) do distribuidor (62) e móvel verticalmente para dentro e para fora da pelo menos uma abertura de saída (64) do distribuidor (62) para controlar o fluxo de metal em fusão através de pelo menos uma abertura de saída (64) do distribuidor (62);

o restritor (32) da haste tampão (10) estando localizado a uma distância de menos que 70% do comprimento da haste tampão (10) quando

medida a partir da segunda extremidade (16).

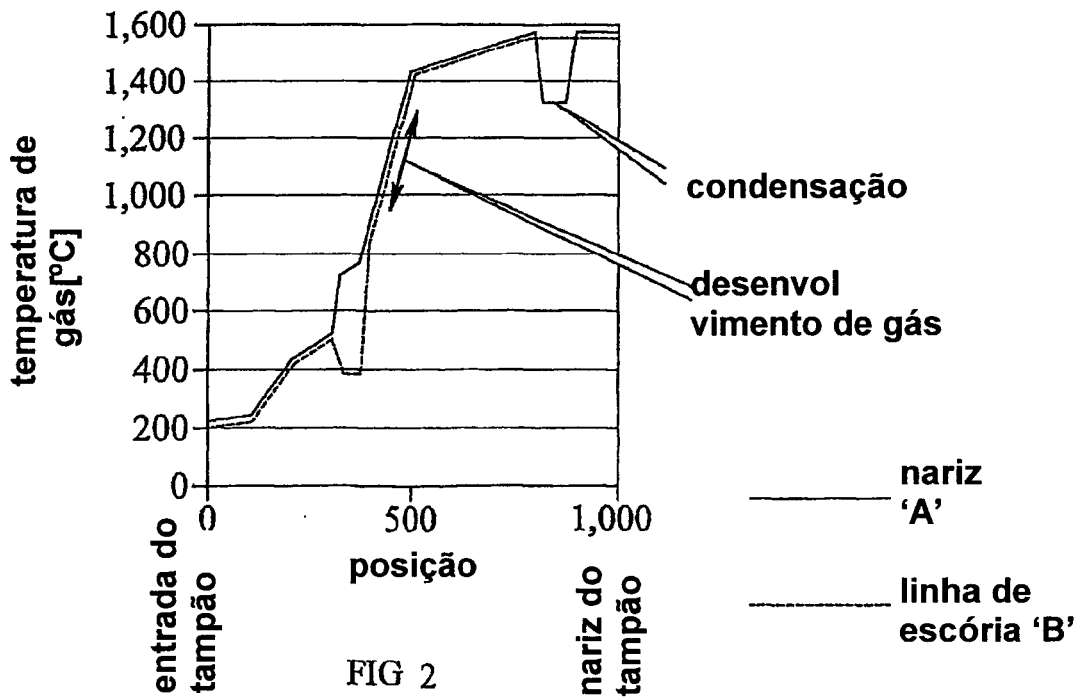
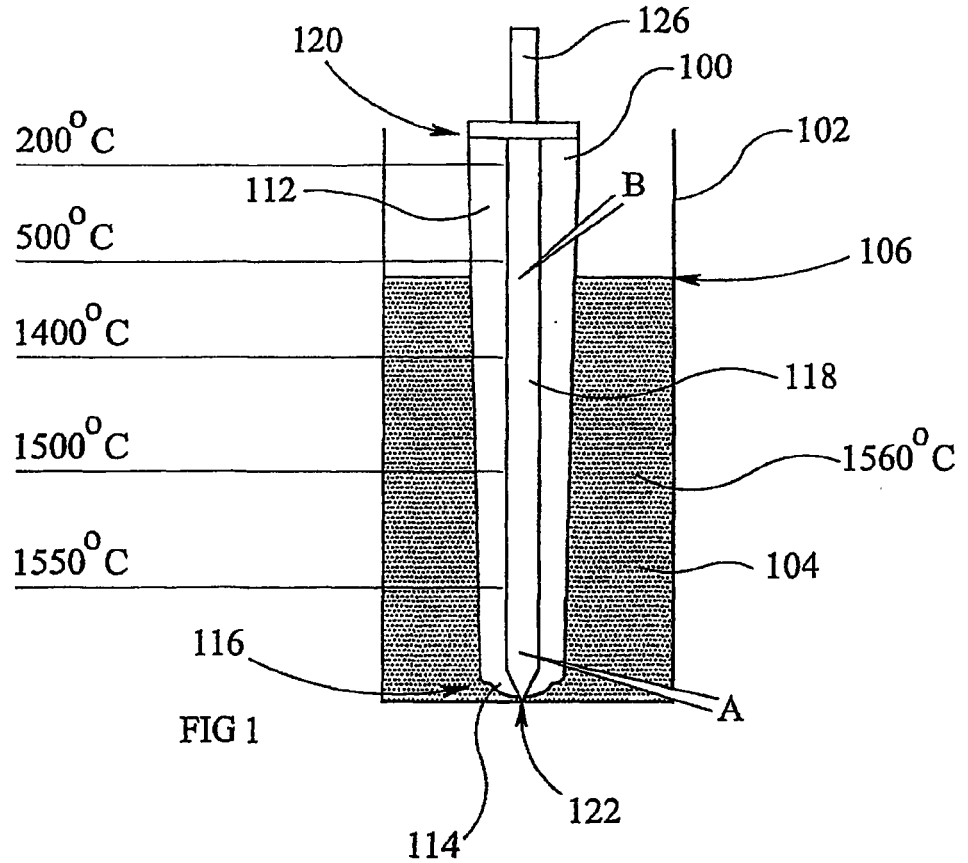
11. Método para controlar o fluxo de metal em fusão a partir de um distribuidor (62), compreendendo:

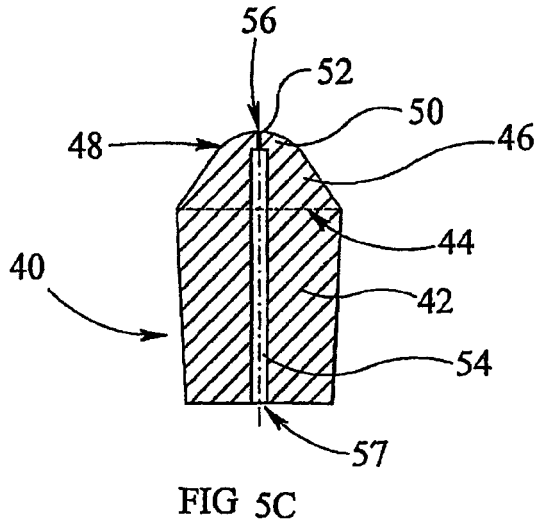
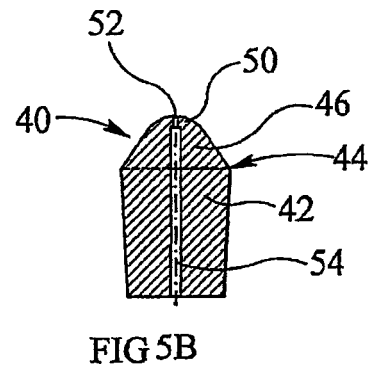
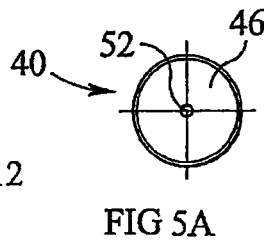
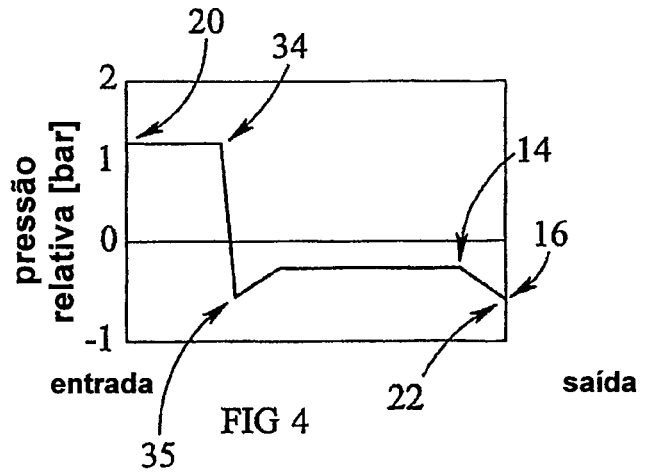
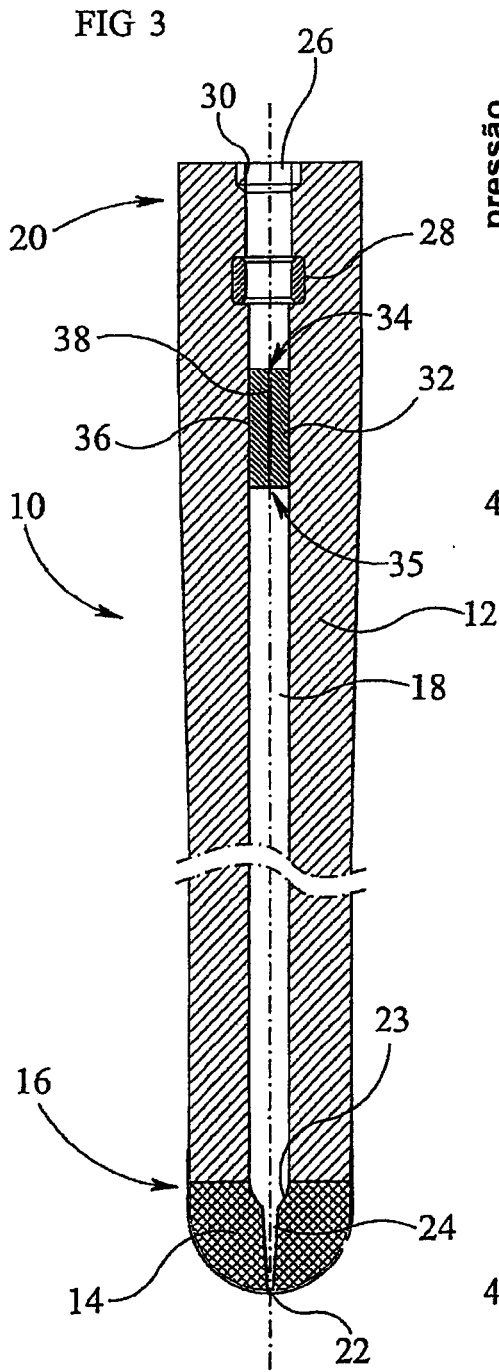
5 prover um distribuidor (62) cheio de metal em fusão até uma profundidade operacional (74) e tendo pelo menos uma abertura de saída (64) do distribuidor (62) para descarregar metal em fusão através da mesma;

10 orientar verticalmente uma haste tampão (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, com sua segunda extremidade (16) disposta dentro da pelo menos uma abertura de saída (64) do distribuidor (62) para temporariamente impedir que metal em fusão escoe através da mesma;

 mover verticalmente a haste tampão (10) para fora e para dentro da pelo menos uma abertura de saída (64) do distribuidor (62) para, desse modo, controlar o fluxo de metal em fusão através da mesma;

15 caracterizado pelo fato de que o restritor (32) da haste tampão (10) está localizado verticalmente dentro do furo axial (18) da haste tampão (10) de tal modo que a abertura de saída (35) do restritor (32) fique abaixo da superfície de metal em fusão no distribuidor (62), quando a haste tampão (10) é movida para fora de e para dentro da pelo menos uma abertura de saída (64) do distribuidor (62).





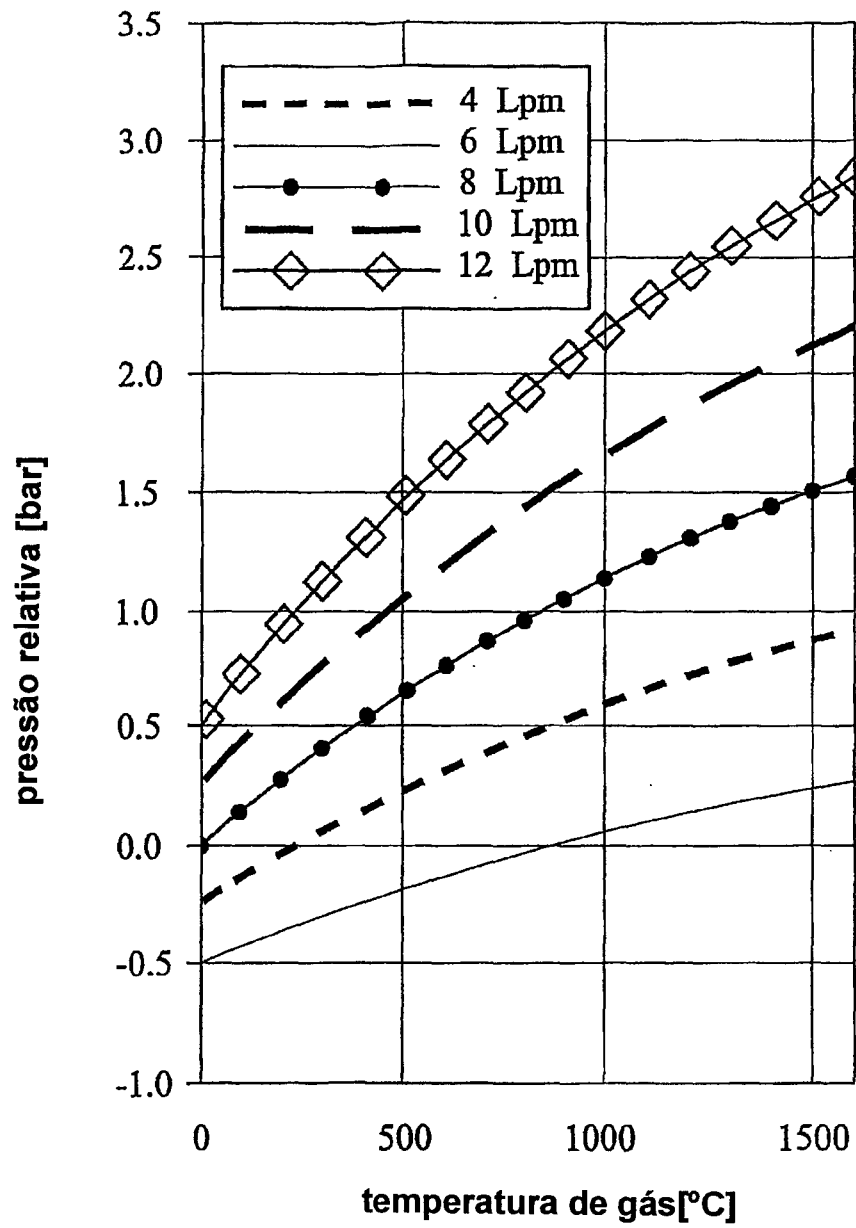


FIG 6

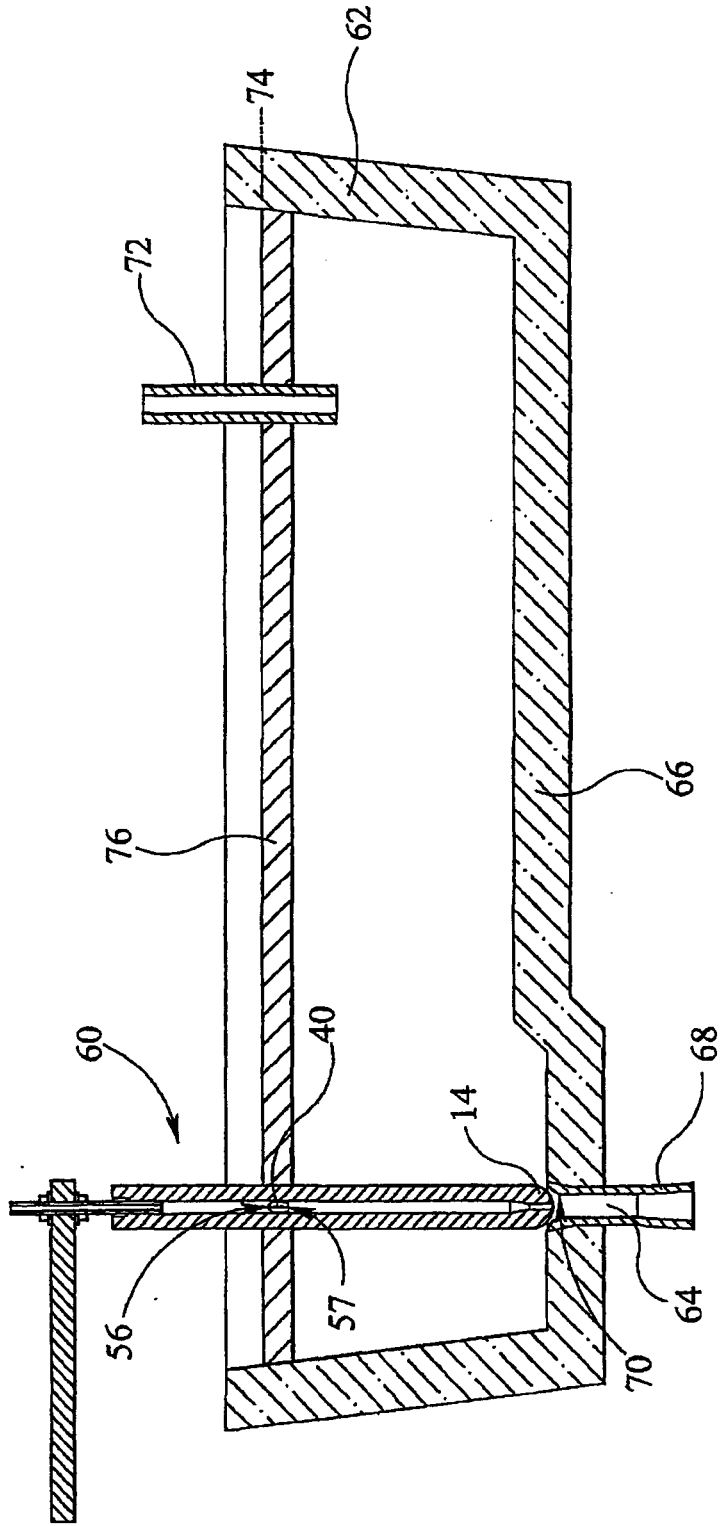


FIG 7