



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

(11) PI 1016035-3 B1



(22) Data do Depósito: 25/03/2010

(45) Data de Concessão: 06/03/2019

(54) Título: BARRAGEM LATERAL PARA APARELHO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE METAL, E, APARELHO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE METAL

(51) Int.Cl.: B22D 11/06; B22D 11/12.

(30) Prioridade Unionista: 27/03/2009 US 61/211277.

(73) Titular(es): NOVELIS INC..

(72) Inventor(es): EDWARD LUCE; ERIC LEES; KEVIN GATENBY; DANIEL GODIN; REJEAN LEBLANC.

(86) Pedido PCT: PCT CA2010000460 de 25/03/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/108279 de 30/09/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 26/09/2011

(57) Resumo: BARRAGEM LATERAL PARA APARELHO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE METAL, E, APARELHO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE METAL Modalidades exemplares da invenção fornecem uma barragem lateral para um aparelho de lingotamento contínuo de metal com superfícies de lingotamento opostas alongadas formando uma cavidade de lingotamento. A barragem lateral tem uma parte a montante alongada e uma parte a jusante alongada que são mutuamente pivotáveis lateralmente, e uma superfície lateral lisa de contato com o metal estendendo-se continuamente de uma extremidade a montante até uma extremidade a jusante da barragem lateral. A superfície tem suas regiões formadas na parte a montante e na parte a jusante. Pivotamento mútuo da parte a montante e da parte a jusante da barragem lateral permite que as regiões da superfície lateral lisa de contato com o metal saiam do alinhamento coplanar mútuo. As barragens laterais podem, portanto, ser usadas para formar tanto uma cavidade de lingotamento convergente quanto divergente para assistir o procedimento de lingotamento e melhorar as propriedades do artigo lingotado.

“BARRAGEM LATERAL PARA APARELHO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE METAL, E, APARELHO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE METAL”

CAMPO TÉCNICO

[001] Esta invenção diz respeito ao lingotamento de artigos de tira metálica por meio do aparelho de lingotamento contínuo de tiras do tipo que emprega mover continuamente superfícies de lingotamento e barragens laterais alongadas que confinam o metal em fusão ou semissólido na cavidade de lingotamento formada entre as superfícies de lingotamento em movimento. Mais particularmente, a invenção diz respeito às barragens laterais propriamente ditas e, particularmente, mas não exclusivamente, àquelas destinadas ao lingotamento de alumínio e suas ligas.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Artigos de tira metálica (tais como tira, placa e chapa metálica), particularmente aquelas feitas de alumínio e ligas de alumínio, são comumente produzidas em aparelho de lingotamento contínuo de tiras. Em tal aparelho, metal em fusão é introduzido entre duas superfícies de lingotamento em movimento alongadas estritamente espaçadas (normalmente resfriadas ativamente) para formar uma cavidade de lingotamento, e é confinado dentro da cavidade de lingotamento até que o metal solidifique (pelo menos suficientemente para formar uma pele sólida externa). O artigo tira solidificado, que pode ser produzido em comprimento indefinido, é continuamente ejetado da cavidade de lingotamento pelas superfícies de lingotamento em movimento. Uma forma de tal aparelho é uma lingotadeira de correias gêmeas em que duas correias confrontantes são giradas continuamente e metal em fusão é introduzido por uma calha ou injetor em uma cavidade de lingotamento fina ou molde formada entre as regiões confrontantes das correias. Uma alternativa é uma lingotadeira de bloco rotativo em que as superfícies de lingotamento são formadas por blocos que se movem em torno de caminhos fixos

e alinham-se uns com os outros dentro da cavidade de lingotamento. Em ambos os tipos de aparelho, o metal em fusão é introduzido em uma extremidade do aparelho, transferido pelas correias ou blocos móveis para uma distância efetiva para solidificar o metal, e então a tira solidificada emerge entre as correias ou blocos na extremidade oposta do aparelho.

[003] A fim de confinar o metal em fusão ou semissólido dentro da cavidade de lingotamento, isto é, impedir que o metal escape lateralmente entre as superfícies de lingotamento, é usual prover barragens de metal em cada lado do aparelho. Para lingotadeiras de correias gêmeas e de blocos rotativos, barragens laterais deste tipo podem ser formadas por uma série de blocos metálicos unidos entre si para formar uma linha ou cadeia contínua estendendo-se na direção de lingotamento em cada lado da cavidade de lingotamento. Esses blocos, normalmente referidos como blocos de barragem lateral, são presos entre as superfícies de lingotamento, e movem-se ao longo delas, e são recirculados de forma que blocos que emergem na saída da cavidade de lingotamento movem-se em torno de um circuito guiado e são realimentados na entrada da cavidade de lingotamento. Os blocos são guiados em torno deste circuito por meio de uma trilha de metal, ou guia similar, na qual os blocos podem deslizar de uma maneira solta que permite movimento limitado entre os blocos, especialmente à medida que eles movem em torno de partes curvas do circuito fora da cavidade de lingotamento.

[004] Um problema com barragens laterais feitas de blocos deste tipo é que algumas vezes se deseja mudar a convergência através da espessura das correias, isto é, tornar a cavidade de lingotamento mais estreita na sua saída do que na sua entrada (referida como convergente) a fim de extrair mais calor da placa metálica ou, alternativamente, tornar a cavidade de lingotamento mais espessa na saída (referida como divergente) a fim de extrair menos calor da placa metálica. Uma exigência de que as correias também acionem os blocos de barragem lateral através da cavidade de lingotamento pode limitar a

extensão na qual as correias de lingotamento podem ser trocadas desta maneira.

[005] As correias de lingotamento ou blocos extraem calor do metal em fusão que passa pela cavidade de lingotamento, mas calor é também extraído nos lados da cavidade onde o metal em fusão faz contato com os blocos de barragem lateral que são normalmente feitos de um material termicamente condutor tal como ferro fundido ou aço doce. Esta extração de calor nos lados da cavidade frequentemente altera a microestrutura e espessura da placa nessas áreas, resultando em uma não uniformidade do lado para o centro indesejável da placa metálica lingotada.

[006] A patente US 4.869.310 concedida a Yanagi et al. em 26 de setembro de 1989 revela um aparelho de lingotamento de correias gêmeas com barragens laterais providas por blocos de barragem lateral móveis como anteriormente explicado. Para comparação com os blocos de barragem lateral móveis, entretanto, esta patente também mostra o uso de barragens laterais fixas nas figuras 7 e 8 da patente. Essas barragens laterais fixas estendem-se por todo o comprimento da cavidade de lingotamento e são consideradas prováveis de causar emperramento quando o metal solidifica. Também, considera-se que uma mudança na largura da peça lingotada não é possível quando tais barragens laterais fixas são empregadas.

[007] Existe, portanto, uma necessidade de abordar os problemas supramencionados.

REVELAÇÃO DA INVENÇÃO

[008] De acordo com uma modalidade exemplar, é provida uma barragem lateral para um aparelho de lingotamento contínuo de metal com superfícies de lingotamento opostas alongadas formando uma cavidade de lingotamento entre elas. A barragem lateral compreende uma parte a montante alongada e uma parte a jusante alongada que são mutuamente pivotáveis lateralmente, e uma superfície lateral lisa de contato com o metal estendendo-se

continuamente de uma extremidade a montante até uma extremidade a jusante da barragem lateral. A superfície lateral tem suas regiões formadas na parte a montante e na parte a jusante, por meio do que pivotamento mútuo da parte a montante e da parte a jusante da barragem lateral permite que as regiões da superfície lateral lisa de contato com o metal saiam de alinhamento coplanar mútuo.

[009] A superfície contínua lisa é preferivelmente uma superfície externa de uma tira alongada de material refratário flexível estendendo-se continuamente da extremidade a montante até a extremidade a jusante da barragem lateral, e a tira é preferivelmente feita de um material que tem um coeficiente de atrito com metal em fusão de maneira tal que o metal não se acumule na superfície à medida que o metal solidifica durante lingotamento. Por exemplo, a tira alongada pode ser feita de composição de grafite flexível. Preferivelmente, os veios de tira alongada salientam-se (por exemplo, a uma distância de até cerca de 1 mm) do restante das partes a montante e a jusante da barragem lateral nas suas superfícies que, em uso, confrontam as superfícies de lingotamento do aparelho de lingotamento contínuo. Idealmente, as demais superfícies da barragem lateral que, em uso, confrontam as superfícies de lingotamento têm um revestimento de um material refratário baixo atrito resistente ao desgaste (por exemplo, um nitreto metálico, tal como nitreto de boro).

[0010] A barragem lateral pode ter uma camada de material isolante térmico (por exemplo, placa isolante refratária) adjacente à tira flexível alongada. Isto reduz perda de calor do metal que está sendo lingotado para o tecido da barragem lateral. A barragem lateral pode também ter um elemento de apoio alongado feito de material rígido (preferivelmente um metal tal como aço) ao longo de um lado das partes a montante e/ou a jusante opostas à superfície lateral de contato com metal da barragem lateral.

[0011] A barragem lateral preferivelmente também tem pelo menos um ponto de ancoragem (que pode ser um suporte para um parafuso, uma região

para aplicação de adesivo, uma braçadeira de anexação, ou similares) adjacente à extremidade a montante para anexação rígida da barragem lateral em um elemento do aparelho de lingotamento contínuo de metal. Isto impede que as barragens laterais sejam arrastadas na direção de lingotamento pelas superfícies de lingotamento.

[0012] A barragem lateral preferivelmente tem uma articulação que age entre as suas partes a montante e a jusante, a articulação habilitando e guiando o pivotamento mútuo das partes. A articulação pode ser uma articulação tipo porta feita do material do elemento de apoio, ou pode simplesmente ser uma membrana de material flexível aderida ou de outra forma anexada em cada parte da barragem lateral.

[0013] A barragem lateral preferivelmente tem um comprimento da extremidade a montante até a extremidade a jusante que é menor que o comprimento de uma cavidade de lingotamento de um aparelho de lingotamento contínuo com que a barragem lateral é usada, mas maior que a extensão a jusante de metal em fusão ou semissólido lingotado no aparelho. A barragem lateral, portanto meramente cobre a distância na qual metal pode vazar ou escoar da cavidade de lingotamento.

[0014] Uma outra modalidade exemplar provê um aparelho de lingotamento contínuo de metal compreendendo superfícies de lingotamento rotativas opostas que formam uma cavidade de lingotamento entre elas, uma entrada de metal para introduzir metal em fusão na cavidade, e duras barragens laterais para confinar metal em fusão na cavidade de lingotamento. Pelo menos uma das duas barragens laterais (e preferivelmente ambas) compreende uma parte a montante alongada e uma parte a jusante alongada que são mutuamente pivotáveis lateralmente, e uma superfície lateral lisa de contato com o metal estendendo-se continuamente de uma extremidade a montante até uma extremidade a jusante da barragem lateral e tendo suas regiões formadas na parte a montante e na parte a jusante, por meio do que

pivotamento mútuo da parte a montante e da parte a jusante da barragem lateral permite que as regiões da superfície lateral lisa de contato com metal saiam de alinhamento coplanar mútuo.

[0015] No aparelho de lingotamento, as superfícies de lingotamento são preferivelmente superfícies de um par de correias de lingotamento rotativas opostas ou, alternativamente, superfícies de uma série de blocos de lingotamentos rotativos. A entrada de metal é preferivelmente um injetor de metal em fusão com um bico projetando-se entre as superfícies de lingotamento opostas, e em que pelo menos uma das barragens laterais é anexada no bico, tanto na superfície externa do bico quanto na sua superfície interna.

[0016] No aparelho de lingotamento, a parte a montante e a jusante da barragem lateral é preferivelmente arranjada em um ângulo, ou um ângulo divergente, e mais preferivelmente este último, em relação a uma direção de lingotamento do metal. Este ângulo é preferivelmente 10° ou menos.

[0017] Uma outra modalidade exemplar provê um aparelho de lingotamento contínuo de metal compreendendo superfícies de lingotamento rotativas opostas que formam uma cavidade de lingotamento entre elas, uma entrada de metal para introduzir metal em fusão na cavidade, e duas barragens laterais para confinar metal em fusão na cavidade de lingotamento, em que pelo menos uma das duas barragens laterais compreende uma tira alongada flexível de material refratário de baixo atrito que é resistente ao ataque por metal em fusão, a tira alongada flexível tendo um lado de contato com metal e um lado oposto, um bloco alongado de material isolante térmico que faz contato com o lado oposto da tira alongada flexível, o bloco alongado tendo uma superfície remota da tira alongada flexível, e um elemento de apoio de material rígido que faz contato com a superfície remota do bloco alongado, em que a tira alongada flexível, o bloco alongado e o elemento de apoio se encaixam entre as superfícies de lingotamento opostas adjacentes à sua

entrada de metal em contato com ambas as superfícies de lingotamento opostas.

[0018] Embora as modalidades exemplares sejam particularmente adequadas para uso com alumínio ou ligas de alumínio, ou para o lingotamento destes, é também possível lingotar outros metais da mesma maneira, por exemplo, cobre, chumbo e zinco, e mesmo magnésio e aço.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[0019] Modalidades exemplares da invenção são descritas com detalhes a seguir com referência aos desenhos anexos, em que:

- A figura 1 é uma vista plana de topo de um aparelho de lingotamento de correias gêmeas com a correia superior removida para mostrar barragens laterais de acordo com uma modalidade exemplar;

- A figura 2 é uma vista lateral simplificada de um aparelho de lingotamento de correias gêmeas mostrando uma barragem lateral do tipo ilustrado na figura 1;

- A figura 3 é uma vista em perspectiva de uma barragem lateral, mostrada isolada, de acordo com uma modalidade exemplar;

- A figura 4 é uma seção transversal vertical da barragem lateral da figura 3 feita entre uma extremidade a montante e a jusante da mesma;

- A figura 5 é uma vista plana de topo similar à da figura 1, mas ilustrando um arranjo alternativo para posicionar barragens laterais de acordo com uma outra modalidade exemplar; e

- A figura 6 (que aparece na mesma folha dos desenhos da figura 4) é uma seção transversal vertical da máquina de lingotamento mostrada na figura 5 (mas com metal em fusão omitido) mostrando somente a região em torno da ponta do bico 18 e uma parte da cavidade de lingotamento imediatamente adjacente.

MELHORES MODOS PARA REALIZAR A INVENÇÃO

[0020] As modalidades exemplares desta invenção descritas a seguir são voltadas em particular para uso com lingotadeiras de correias gêmeas, por exemplo, do tipo revelado na patente US 4.061.178 concedida a Sivilotti et al. em 6 de dezembro de 1977 (cuja revelação está aqui incorporada pela referência). Entretanto, outras modalidades exemplares podem ser usadas com lingotadeiras de outros tipos, por exemplo, lingotadeiras de blocos rotativos. Lingotadeiras de correias gêmeas têm uma correia flexível superior e uma correia flexível inferior que giram em torno de rolos e/ou guias estacionárias. As correias confrontam uma com a outra em parte de seu comprimento para formar uma cavidade de lingotamento fina ou molde com uma entrada e uma saída. Metal em fusão é alimentado na entrada e uma placa metálica lingotada emerge na saída. Jatos de água de resfriamento são voltados para as superfícies interiores das correias na região da cavidade de lingotamento com o propósito de resfriar o metal. O metal em fusão pode ser introduzido na cavidade de lingotamento por meio de uma calha, mas é mais usual prover um injetor que projeta parcialmente para dentro da cavidade de lingotamento entre as correias na entrada. Modalidades exemplares podem ser usadas mais preferivelmente com um tipo de injetor de metal com um bico flexível revelado na patente US 5.671.800 concedida a Sulzer et al. em 30 de setembro de 1997 (cuja revelação está aqui incorporada pela referência).

[0021] A figura 1 dos desenhos anexos é uma vista plana de topo de um aparelho de lingotamento de correias gêmeas 10 com uma correia superior removida ilustrando uma operação de lingotamento em progresso. A figura 2 é uma vista lateral esquemática simplificada do mesmo aparelho com ambas as correias de lingotamento rotativas 11 e 12 mostradas no lugar. A correia inferior 12 é visível na figura 1 e ela gira em torno dos eixos 14 e 16 na direção da seta A (a direção de lingotamento). Similarmente, a correia superior (não visível na figura 1) gira no sentido oposto em torno dos eixos

14' e 16'. Metal em fusão 42 (por exemplo, uma liga de alumínio) é introduzido no aparelho em uma entrada a montante, representada pela seta B, e passa através de um injetor de metal em fusão 18 para uma cavidade de lingotamento 20 formada entre superfícies alongadas opostas 22 e 24 (vide figura 2) da correia superior 11 e da correia inferior 12. O metal em fusão é transferido na direção da seta A pelas correias rotativas e eventualmente solidifica para formar um artigo tira 26 na forma de uma placa lingotada de comprimento indefinido que emerge no aparelho em uma saída 28 onde as correias 11, 12 mudam de direção à medida que elas circulam em torno de seus caminhos definidos. No caso de muitos metais (particularmente ligas de alumínio), o metal fica semissólido durante a transformação do estado completamente fundido para completamente sólido. Consequentemente, o metal na cavidade de lingotamento tem uma região fundida 30, uma região semissólida 32 e uma região completamente sólida 34 indo do injetor 18 para a saída 28. A região semissólida 32 é um pouco curva como mostrado em virtude da tendência de calor ser extraído mais lentamente no centro da placa lingotada do que nos lados.

[0022] O injetor 18 tem um canal de transferência de metal 36 formado entre paredes superior e inferior 38, 39 (somente a parede superior 38 é visível na figura 1, mas ambas são visíveis na figura 6) mantidas separadas por paredes laterais 40 representadas por linhas tracejadas na figura 1. O metal em fusão 42 emerge para dentro da cavidade de lingotamento entre as correias através de uma abertura de extremidade ou bico 44 na extremidade a jusante do injetor 18, e o metal em fusão é lateralmente confinado entre um par de barragens laterais estacionárias 46 até que fique completamente sólido e autossustentado. Em virtude de as paredes laterais 40 do injetor 18 terem largura lateral substancial, o metal em fusão inicialmente escoia lateralmente (bem como para a frente) para fazer contato com as barragens laterais 46 à medida que ele emerge do bico 44, como mostrado em 48.

[0023] Uma das barragens laterais 46 está mostrada isolada na figura 3. A barragem lateral tem uma extremidade a montante 47 e uma extremidade a jusante 49, e uma superfície de contato com metal ininterrupta lisa 50 que se estende continuamente entre as extremidades a montante e a jusante da barragem lateral. O outro lado lateral da barragem lateral tem uma superfície externa oposta 52. A superfície de contato com metal 50 é formada por uma superfície externa de uma tira alongada flexível 54 feita de material refratário de baixo atrito preferivelmente flexível que é capaz de resistir ao ataque pelo metal em fusão e que resiste ao acúmulo de metal solidificado durante lingotamento. O material é preferivelmente uma composição de grafite flexível, por exemplo, um material comercializado com a marca Grafoil® pela American Seal and Packing (uma divisão da Steadman & Associates, Inc.) de Orange County, Califórnia, USA. Entretanto, outros materiais que têm propriedades não umectantes, não reagentes, de baixa transferência de calor, de alta resistência ao desgaste e baixo atrito podem ser empregados, por exemplo, compósitos de carbono - carbono, placa refratária com um revestimento de nitreto de boro, e nitreto de boro sólido. A tira 54 é apoiada por um bloco alongado 56 de material isolante térmico, por exemplo, placa refratária. Este pode ser o mesmo tipo de material do qual o injetor 18 é feito, ou um material diferente, por exemplo, o material disponível pela Carborundum of Canada Ltd. como produto folha refratária no. 972-H. Este é um feltro de fibras refratárias tipicamente compreendendo proporções aproximadamente iguais de alumina e sílica e normalmente contendo uma certa forma de enrijecedor, por exemplo, sílica coloidal, tal como Nalcoag® 64029. O bloco alongado 56 é formado em duas partes, isto é, uma parte a montante 56A e uma parte a jusante 56B. Assim, o bloco da barragem lateral é também formado em duas partes, exceto pela tira 54 que se estende sem quebras e une a junção entre as duas partes 56A e 56B do bloco subjacente 56. A superfície de contato com metal 50 assim tem uma região a montante

50A formada na parte 56A do bloco alongado 56 e uma região a jusante 50B formada na parte 56B do bloco alongado. O bloco 56 é em si apoiado por um elemento de apoio rígido 58 feito, por exemplo, de aço ou outro metal, e é também formado em duas partes 58A e 58B unidas entre si por uma articulação de eixo vertical 60. A articulação 60 permite que as partes a montante e a jusante do bloco 56 sejam mutuamente pivotáveis de forma que as regiões a montante e a jusante da superfície de contato com metal 50 possam sair mutuamente do alinhamento coplanar que elas têm quando a barragem lateral está perfeitamente reta. Este pivotamento é acomodado pelas superfícies oblíquas formadas em extremidades internas 61 e 62 das partes 56A e 56B do bloco isolante 56 que juntas criam uma abertura em forma de V 64, e também pela natureza flexível da tira 54 que permite dobramento deste elemento na região da abertura 64. A tira flexível, bloco isolante e elemento de apoio são seguramente anexados um no outro, por exemplo, por prendedores mecânicos (não mostrados). Tais prendedores preferivelmente anexam a tira flexível 54 com uma certa quantidade de jogo longitudinal em relação ao bloco isolante adjacente 56 (tanto na região 56A quanto na região 56B, quanto ambas) de forma que parte 46B da barragem lateral possa ser pivotada no sentido horário (referindo-se à figura 3) sem fazer com que a tira flexível estire na abertura 64 (uma vez que o pivotamento nesta direção não pode ser acomodado pela flexão apenas, já que ela pode ser para pivotar no sentido anti-horário).

[0024] As barragens laterais 46 permanecem estacionárias no aparelho de lingotamento e a propriedade de baixo atrito da tira alongada flexível 54 resiste a qualquer tendência de o metal em movimento grudar ou emperrar na barragem lateral 46 à medida que ele solidifica e é carregado para a frente pelas correias. A tira alongada 54 é dimensionada para fazer contato com ambas as correias de lingotamento e a natureza flexível da tira permite que ela escoe na forma da correia e forme uma boa vedação para o vazamento de metal em fusão. As propriedades de baixo atrito da tira reduzem o arrasto

friccional das correias à medida que elas movimentam sobre a barragem lateral. Para facilitar a formação da vedação, a tira pode permanecer saliente do restante das superfícies superior e inferior 66 e 68 da barragem lateral uma pequena quantidade (por exemplo, até cerca de 1 mm). Isto está mostrado na figura 4 dos desenhos, que é uma seção vertical transversal da barragem lateral na parte intermediária de suas extremidades a montante e a jusante. A tira flexível 54 tem extremidades superior e inferior 54C e 54D que ficam salientes uma distância "X" do restante da superfície superior 66 e da superfície inferior 68. A fim de reduzir ainda mais o arrasto friccional na barragem lateral pelas correias, o restante das superfícies superior e inferior 66 e 68 da barragem lateral pode ser revestido com um material baixo atrito (não mostrado) tal como um nitreto metálico (por exemplo, nitreto de boro).

[0025] Deve-se mencionar aqui que, embora a descrição anterior refira-se à formação de uma boa vedação entre a tira 54 e as correias de lingotamento (que é preferido), pode haver de fato uma folga de até cerca de 1 mm entre a tira 54 (ou a parte mais alta das superfícies 66, 68) e as superfícies adjacentes das correias de lingotamento sem perda de metal. Isto se dá em virtude de o metal em fusão ter um grau de tensão superficial que cria um menisco que une folgas até cerca de 1 mm sem penetração através de tais folgas. Contato direto e firme entre a barragem lateral e as superfícies do metal, portanto não é essencial. A provisão de uma folga desta maneira possibilita, por exemplo, acomodar uma convergência das correias de lingotamento entre a entrada e a saída. Ou seja, a barragem lateral 46 quase não pode tocar as correias de lingotamento na região do bico 44 mas pode tocar suavemente as correias adjacentes à extremidade a jusante 49 por causa da convergência das correias. A flexibilidade da tira 54 pode acomodar adicionalmente convergência da correia em virtude de as partes que ficam salientes poderem comprimir, diminuindo assim as distâncias X. Se ainda mais convergência das correias tiver que ser acomodada, a barragem lateral

46 pode ser feita para afunilar-se para baixo na altura da extremidade a montante 47 para a extremidade a jusante 49. Ao contrário, pode ser desejável em alguns casos arranjar a cavidade de lingotamento para divergir na direção de lingotamento, e isto pode correspondentemente ser acomodado provendo-se um ligeiro espaçamento entre a parede lateral e as correias na extremidade a jusante, e/ou fazendo a parede lateral afunilar-se para cima na altura das extremidades a montante até a jusante.

[0026] A tira flexível alongada 54 e o bloco isolante 56 são preferivelmente feitos de material isolante térmico e assim têm baixa massa térmica e baixa condutividade térmica (muito menor que o metal de blocos de barragem lateral convencionais) de forma que muito pouco calor é extraído da placa metálica nos lados, permitindo que o metal resfrie uniformemente na largura da placa para proporcionar microestrutura sólida e espessura mais uniformes. Além disso, a propriedade de isolamento térmico significa que o metal tem a tendência de não solidificar na camada flexível alongada 54 já que pouco calor é extraído através desta camada. Qualquer metal que não solidifica diretamente na tira flexível é facilmente carregado para fora do restante da placa em movimento em virtude das propriedades de baixo atrito da tira. Portanto, metal sólido tem a tendência de não se acumular nas barragens laterais estacionárias.

[0027] O elemento de apoio rígido 58 serve para proteger e suportar os outros elementos da barragem lateral uma vez que outras partes podem ser bastante delicadas e facilmente danificadas. Este elemento 58 também forma uma base sólida que permite que a barragem lateral seja ancorada rigidamente no lugar no aparelho de lingotamento e, por causa de sua capacidade térmica relativamente alta, serve para solidificar e conter metal em fusão no caso de falha do restante da barragem lateral.

[0028] Na modalidade das figuras 1 e 2, as barragens laterais 46 são ancoradas nas paredes laterais do injetor de metal em fusão 18, por exemplo,

por meio de parafusos 70 (figura 2) ou por outros dispositivos. Furos para os parafusos podem ser pré-abertos na barragem lateral para prover pontos de ancoragem, ou outros dispositivos de anexação podem ser providos. Esta anexação impede que as barragens laterais movam-se na direção de lingotamento pelo contato com as correias de lingotamento rotativas. As barragens laterais preferivelmente estendem-se do injetor 18 até uma posição logo a jusante dos pontos onde a placa metálica fica completamente sólida nas bordas laterais da placa (isto é logo além da linha solidus 72 da figura 1). As barragens laterais podem ser feitas para estender adicionalmente ao longo da cavidade de lingotamento, se desejado, mas não existe vantagem em proceder desta forma em virtude de o metal sólido não exigir confinamento lateral adicional além da linha solidus 72 e barragens laterais de maior comprimento meramente geram mais atrito com as correias e são mais caras de fabricar. Além disso, como se pode perceber pelos comentários apresentados a respeito da convergência e divergência da cavidade, uma vantagem da modalidade ilustrada é que a terminação das barragens laterais perto da extremidade da cavidade de lingotamento possibilita variar a profundidade (isto é, a espessura de um lado ao outro) da cavidade de lingotamento em direção à saída 28 mais extensivamente sem interferência das barragens laterais. Isto possibilita variar a remoção de calor da placa metálica para maior ou menor resfriamento pelas correias de lingotamento resfriadas. Por exemplo, movendo-se a extremidade a jusante da correia de lingotamento superior 11, como mostrado pela seta C na figura 2, a cavidade de lingotamento pode ser feita para convergir em direção à saída 28. Maiores quantidades de tal variação podem ser acomodadas na modalidade ilustrada do que em um aparelho de lingotamento convencional em virtude de (a) terminação da barragem lateral perto da saída da cavidade permite maior variação do ângulo entre as superfícies de lingotamento superior e inferior, e (b) pequenas variações na altura da superfície de lingotamento mesmo em posições onde a barragem lateral é

presente podem ser acomodadas em virtude da possibilidade de prover uma pequena folga e também em virtude da natureza flexível e compressível da tira alongada 54 que se estende ligeiramente para cima da superfície superior 66 do restante da barragem lateral 46, como previamente explicado.

[0029] A distância ao longo da cavidade de lingotamento que as barragens laterais 46 precisam estender-se além do injetor 18 depende do comprimento da região 30 de metal em fusão e da região 32 de metal semissólido (referido, em combinação, como o "banho" de metal em fusão). Isto, por sua vez, depende das características da liga que está sendo lingotada, da velocidade de lingotamento e da espessura da placa que está sendo lingotada. A tabela 1 a seguir fornece condições operacionais típicas e faixas preferidas para ligas de alumínio comuns.

TABELA 1

	Faixa operacional	Faixa preferida	Mais preferida
Espessura de placa (mm)	5 - 100	8 - 25	
Velocidade de lingotamento (m/min)	0,5 - 20	2 - 10	
Protuberâncias ao longo da cavidade %	5 - 100	20 - 75	35 - 73

[0030] Como anteriormente notado, as barragens laterais 46 são cada qual providas com uma articulação 60 que permite articulação entre uma parte a montante 46A da barragem lateral e uma parte a jusante 46B. As partes a montante 46A são seguramente anexadas (normalmente paralelas) nos lados do injetor 18 e são assim paralelas e estendem-se na direção de lingotamento sem divergência ou convergência lateral. Entretanto, as partes a jusante 46B podem ser giradas em torno da articulação 60 como mostrado pelas setas D na figura 1. É, portanto, possível acomodar qualquer desalinhamento da parte a montante e/ou tornar a cavidade de lingotamento ligeiramente convergente ou ligeiramente divergente. O ângulo das partes a jusante das barragens laterais em relação à direção de lingotamento (da seta A) preferivelmente não deve ser feito muito convergente, ou a placa solidificada em movimento apoiará muito firmemente na tira flexível 54 e possivelmente irá danificá-la. Por outro

lado, o ângulo preferivelmente não deve ser feito muito divergente ou o metal em fusão pode escapar da cavidade de lingotamento vazando entre a tira flexível 54 e a placa ao longo da direção de lingotamento. Entretanto, o ângulo pode ser feito ideal para acomodar o fluxo de metal. Por exemplo, é normalmente observado que um ligeiro alargamento para fora (divergência) reduz o arrasto na tira flexível pela placa em solidificação, particularmente em torno da região semissólida 32. Em geral, a faixa funcional de movimento da parte inferior 46B da barragem lateral é 10° ou menos (isto é 5° ou menos em cada lado da direção de lingotamento). Na prática, uma faixa de até 2 - 3° em cada lado da direção de lingotamento é usual que, para uma barragem lateral de comprimento normal, pode significar um movimento da extremidade a jusante 49 aproximadamente até 2 - 5 mm para cada lado da direção de lingotamento. Por exemplo, para uma barragem lateral com uma parte a jusante de 0,5 m de comprimento, uma rotação de 3 mm na extremidade a jusante 49 corresponde a um ângulo (da direção de lingotamento em linha reta) de 0,34° e, para uma parte a jusante, 0,25 m de comprimento, 3 mm de movimento correspondem a um ângulo de 0,5°. A articulação 60 pode ser posicionada em qualquer ponto entre o bico 18 e a extremidade da região fundida 30 no lado da placa, mas é normalmente posicionada em alguma parte ou no meio, como mostrado nas figuras 1 e 4.

[0031] O ângulo da parte a jusante 46B da barragem lateral 46 em relação à direção de lingotamento pode ser estabelecido antes de o lingotamento começar, ou pode ser ajustado durante o lingotamento, quando o efeito do ajuste ou a necessidade dele (por exemplo, vazamento de metal em fusão em torno da placa) puder ser observada. As características de baixo atrito da tira alongada 54 e do revestimento de baixo atrito (caso haja) providos no restante das superfícies superior e inferior 66, 68 da barragem lateral permitem que a parte a jusante se mova à medida que o aparelho de lingotamento estiver em operação. Isto pode ser feito de uma maneira precisa

por meio de hastes 80 anexadas no elemento de apoios 58 perto das suas extremidades a jusante. As hastes movem-se precisamente axialmente para a frente ou para trás em quantidades desejadas tanto manualmente quanto por motores elétricos ou hidráulicos/pneumáticos 82 (que podem ser sob controle de computador).

[0032] No arranjo da figura 1, o metal em fusão escoia do bico 18 lateralmente para as barragens laterais 46 em posições 48 como previamente mencionado. Isto é necessário, uma vez que a abertura no bico 44 é mais estreita que a largura da cavidade de lingotamento por causa da espessura das paredes internas 40 do injetor 18. Este movimento lateral pode dar origem a correntes parasitas no metal em fusão que podem restringir o fluxo suave e ter outras consequências. Para evitar isto, as barragens laterais 46 podem ser posicionadas parcialmente dentro do injetor como mostrado na figura 5. Nesta modalidade, as partes a montante 46A das barragens laterais são anexadas nas superfícies internas das paredes laterais 40, ou outras partes internas, do injetor 18 e preferivelmente estendem-se por toda a distância da entrada do injetor até a ponta do bico 44, provendo assim uma parede lateral lisa contínua estendendo-se ao interior do injetor e daí através da cavidade de lingotamento, provendo assim um metal liso contínuo que faz contato com a superfície 50 e eliminando todas obstruções que podem causar correntes parasitas ou similares. Um arranjo como este significa que a largura da cavidade de lingotamento corresponde exatamente à largura do bico 44 de forma que não existe movimento lateral de metal em fusão. Certamente, nesta modalidade, a largura lateral do injetor 18 tem que ser feita maior que a do injetor da figura 1 para produzir uma placa lingotada de mesma largura. Entretanto, isto ilustra como as modalidades exemplares podem ser usadas para mudar o aparelho de lingotamento rapidamente para produzir placas de diferentes larguras usando apenas um injetor e montando as barragens laterais tanto interna quanto externamente para diferentes corridas de lingotamento.

Alternativamente, injetores de diferentes larguras podem ser usados em substituição um ao outro, e as barragens laterais podem ser montadas exclusivamente externamente em cada injetor, exclusivamente internamente em cada injetor ou uma mistura de internamente e externamente, a fim de que placas fundidas de diferentes larguras atendam demandas comerciais.

[0033] Na modalidade da figura 5, e como representado mais claramente na figura 6, a altura da parte da barragem lateral dentro do injetor 18 pode ser menor que a altura da barragem lateral dentro da cavidade de lingotamento em uma quantidade que acomoda a espessura da parede superior 38 e da parede inferior 39 do injetor. Em outras palavras, existe um degrau para cima ou para baixo 90 na superfície superior ou inferior da barragem lateral 46 no ponto onde a barragem lateral deixa o injetor de forma que a parte da barragem lateral dentro da cavidade de lingotamento tenha altura suficiente para aproximar-se intimamente as superfícies de lingotamento e impedir vazamento de metal em fusão acima ou abaixo da barragem lateral. Dentro do injetor 18, as barragens laterais estendem-se substancialmente por completo da parede superior 38 até a parede inferior do injetor, como mostrado.

[0034] Nas modalidades apresentadas, as barragens laterais compreendem três elementos, a saber, a tira flexível 54, o bloco isolante 56 e o elemento de apoio 58. Entretanto, não é sempre necessário prover todos esses elementos. A superfície de contato com metal da barragem lateral deve preferivelmente ser feita ou revestida com um material que tem baixo atrito e boa resistência térmica. As propriedades de atrito devem preferivelmente ser baixas o bastante para impedir que metal sólido se acumule na barragem lateral e desgaste, que reduz a vida útil da barragem lateral. A superfície de contato com metal deve também preferivelmente ser capaz de flexionar ou dobrar para permitir que a parte a jusante da barragem lateral seja pivotada lateralmente em relação à parte a montante sem causar uma ruptura que poderia resultar no vazamento de metal ou acúmulo de metal sólido. A

barragem lateral deve também preferivelmente ser isolante térmica para reduzir fluxo de calor do metal em fusão nos lados da cavidade de lingotamento. O grau de isolamento térmico deve preferivelmente ser suficiente para evitar a formação de defeitos microestruturais problemáticos no artigo tira lingotado e variações significativas da espessura através do artigo lingotado. Este isolamento térmico pode ser provido por um bloco isolante ou pelo próprio material da tira flexível (ou ambos). O elemento de apoio 58 pode ser omitido se os outros elementos forem suficientemente estruturalmente rígidos e duráveis para evitar dano indevido durante uso e permitir anexação segura no injetor ou outras partes do aparelho. A articulação 60 pode ser substituída por uma membrana de material flexível anexada nos elementos a montante e a jusante da parede lateral, ou pode ser omitida completamente, se o elemento flexível for suficientemente forte para impedir rasgo ou fratura na junção.

[0035] As modalidades ilustradas fornecem barragens laterais longitudinalmente fixas, mas dobráveis (pivotáveis) em ambos os lados da cavidade de lingotamento. Isto é preferido para garantir que ambos os lados da placa lingotada sejam submetidos às mesmas condições de lingotamento. Entretanto, se desejado, uma das barragens laterais fixas pode ser não dobrável ou, alternativamente, um lado da cavidade pode ser fechado pelos blocos móveis do tipo convencional, embora então os benefícios de convergência/divergência da cavidade de lingotamento seriam indisponíveis, em virtude de os blocos móveis necessariamente terem que estender por todo o comprimento da cavidade de lingotamento.

[0036] Deve-se notar também que algumas máquinas de lingotamento não têm um injetor de metal em fusão 18, mas são em vez disso alimentadas com metal em fusão via uma calha (calha de alimentação de metal) ou arranjo de alimentação de metal tipo arrasto sem ponta similar. Em um caso desses, a barragem lateral estacionária é fixa na armação da lingotadeira ou na calha de

alimentação de metal já que pode não haver ancoragem no próprio injetor.

REIVINDICAÇÕES

1. Barragem lateral para um aparelho de lingotamento contínuo de metal com superfícies de lingotamento opostas alongadas que avançam na direção de lingotamento formando uma cavidade de lingotamento entre elas, caracterizada pelo fato de que a barragem lateral compreende uma extremidade a montante e uma extremidade a jusante, uma parte a montante alongada em geral reta e uma parte a jusante alongada em geral reta que são mutuamente pivotáveis lateralmente em um ponto entre a extremidade a montante e a extremidade a jusante, pelo menos um ponto de ancoragem anexável a um elemento fixado do aparelho de lingotamento para impedir que a barragem lateral seja arrastada na direção de lingotamento pelas superfícies de lingotamento que avançam, e uma superfície lateral lisa de contato com o metal estendendo-se continuamente da extremidade a montante até a extremidade a jusante da barragem lateral e tendo suas regiões formadas na parte a montante e na parte a jusante, por meio do que pivotamento lateral mútuo da parte a montante e da parte a jusante da barragem lateral permite que as regiões da superfície lateral lisa de contato com o metal saiam de alinhamento coplanar mútuo.

2. Barragem lateral de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a superfície contínua lisa é uma superfície externa de uma tira alongada de material refratário flexível estendendo-se continuamente da extremidade a montante até a extremidade a jusante da barragem lateral.

3. Barragem lateral de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o material tem um coeficiente de atrito com metal em fusão de maneira tal que o metal não se acumule na superfície à medida que o metal solidifica quando lingotado.

4. Barragem lateral de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 ou 3, caracterizada pelo fato de que a tira alongada é feita de

composição de grafite flexível.

5. Barragem lateral de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 4, caracterizada pelo fato de que os veios da tira alongada salientam-se do restante das partes a montante e a jusante da barragem lateral em cada lateral longitudinal da tira alongada.

6. Barragem lateral de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que os veios da tira alongada salientam-se em quantidades de até 1 mm.

7. Barragem lateral de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 ou 6, caracterizada pelo fato de que superfícies laterais do restante das partes a montante e a jusante da barragem lateral adjacente à tira têm um revestimento de um material refratário resistente ao desgaste de baixo atrito.

8. Barragem lateral de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 7, caracterizada pelo fato de que compreende uma camada de material isolante térmico adjacente à tira flexível alongada oposta à superfície lateral de contato com o metal.

9. Barragem lateral de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o material isolante térmico é uma placa isolante refratária.

10. Barragem lateral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que tem um elemento de apoio alongado de material rígido cobrindo totalmente um lado da parte a montante e/ou a jusante oposta à superfície lateral de contato com o metal.

11. Barragem lateral de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de que o elemento de apoio é feito de um metal.

12. Barragem lateral de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que o metal é aço.

13. Barragem lateral de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que o pelo menos um ponto de ancoragem é posicionado adjacente à extremidade a montante.

14. Barragem lateral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizada pelo fato de que tem uma articulação que age entre as partes a montante e a jusante da mesma, a articulação habilitando e guiando o pivotamento mútuo das partes.

15. Barragem lateral de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizada pelo fato de que a distância da extremidade a montante até a extremidade a jusante é menor que o comprimento de uma cavidade de lingotamento de um aparelho de lingotamento contínuo com que a barragem lateral é usada, e maior que uma extensão a jusante de metal em fusão ou semissólido lingotado no aparelho.

16. Aparelho de lingotamento contínuo de metal compreendendo superfícies de lingotamento opostas que avançam na direção de lingotamento formando uma cavidade de lingotamento entre elas, uma entrada de metal para introduzir metal em fusão na cavidade, e duas barragens laterais para confinar metal em fusão na cavidade de lingotamento, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das duas barragens laterais tem pelo menos um ponto de ancoragem anexado a um elemento fixado do aparelho de lingotamento para impedir que pelo menos uma barragem lateral seja arrastada em uma direção de lingotamento pelas superfícies de lingotamento que avançam, e compreende uma extremidade a montante e uma extremidade a jusante, uma parte a montante alongada em geral reta e uma parte a jusante alongada em geral reta que são mutuamente pivotáveis lateralmente em um ponto entre a extremidade a montante e a extremidade a jusante, e uma superfície lateral lisa de contato com o metal estendendo-se continuamente da extremidade a montante até a extremidade a jusante da barragem lateral e tendo suas regiões formadas na parte a montante e na parte a jusante, por meio do que pivotamento lateral mútuo da parte a montante e da

parte a jusante da barragem lateral permite que as regiões da superfície lateral lisa de contato com o metal saiam de alinhamento coplanar mútuo.

17. Aparelho de lingotamento de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a outra das duas barragens laterais possui pelo menos um ponto de ancoragem anexado a um elemento fixado do aparelho de lingotamento para impedir que a outra barragem lateral seja arrastada em uma direção de lingotamento pelas superfícies de lingotamento que avançam, e compreende uma extremidade a montante e uma extremidade a jusante, uma parte a montante alongada em geral reta e uma parte a jusante alongada em geral reta que são mutuamente pivotáveis lateralmente em um ponto entre a extremidade a montante e a extremidade a jusante, e uma superfície lateral lisa de contato com o metal estendendo-se continuamente da extremidade a montante até a extremidade a jusante da barragem lateral e tendo suas regiões formadas na parte a montante e na parte a jusante, por meio do que o pivotamento lateral mútuo da parte a montante e da parte a jusante da barragem lateral permite que as regiões da superfície lateral lisa de contato com o metal saiam de alinhamento coplanar mútuo.

18. Aparelho de lingotamento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 ou 17, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma das duas barragens laterais não se estende completamente ao longo da cavidade de lingotamento a partir da entrada de metal, e estende-se além de uma extensão a jusante de metal em fusão e semissólido lingotado no aparelho.

19. Aparelho de lingotamento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 18, caracterizado pelo fato de que as superfícies de lingotamento são superfícies de um par de correias de lingotamento rotativas opostas.

20. Aparelho de lingotamento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 18, caracterizado pelo fato de que as superfícies de

lingotamento são superfícies de uma série de blocos de lingotamento rotativos.

21. Aparelho de lingotamento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 18, caracterizado pelo fato de que a entrada de metal é um injetor de metal em fusão com um bico projetando-se entre as superfícies de lingotamento opostas, e em que a pelo menos uma das barragens laterais é anexada no bico via o ponto de ancoragem.

22. Aparelho de lingotamento de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma das barragens laterais é anexada a uma superfície externa do bico.

23. Aparelho de lingotamento de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma das barragens laterais é anexada a uma superfície interna do bico via o ponto de ancoragem.

24. Aparelho de lingotamento de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 23, caracterizado pelo fato de que as partes a montante e a jusante da pelo menos uma das barragens laterais são arranjadas em um ângulo convergente em relação a uma direção de lingotamento do metal.

25. Aparelho de lingotamento de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 23, caracterizado pelo fato de que as partes a montante e a jusante da pelo menos uma das barragens laterais são arranjadas em um ângulo divergente em relação à direção de lingotamento do metal.

26. Aparelho de lingotamento de acordo com qualquer uma das reivindicações 24 ou 25, caracterizado pelo fato de que o ângulo convergente ou divergente é 10° ou menos.

27. Aparelho de lingotamento de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das duas barragens laterais compreende uma tira alongada flexível de material refratário de baixo atrito que é resistente ao ataque pelo metal em fusão, a tira alongada flexível tendo

um lado de contato com metal e um lado oposto, um bloco alongado de material isolante térmico fazendo contato com o lado oposto da tira alongada flexível, o bloco alongado tendo uma superfície remota da tira alongada flexível, e um elemento de apoio de material rígido que faz contato com a superfície remota do bloco alongado, em que a tira alongada flexível, o bloco alongado e o elemento de apoio se encaixam entre as superfícies de lingotamento opostas adjacente à entrada de metal das mesmas em contato com ambas as superfícies de lingotamento opostas.

Fig. 1

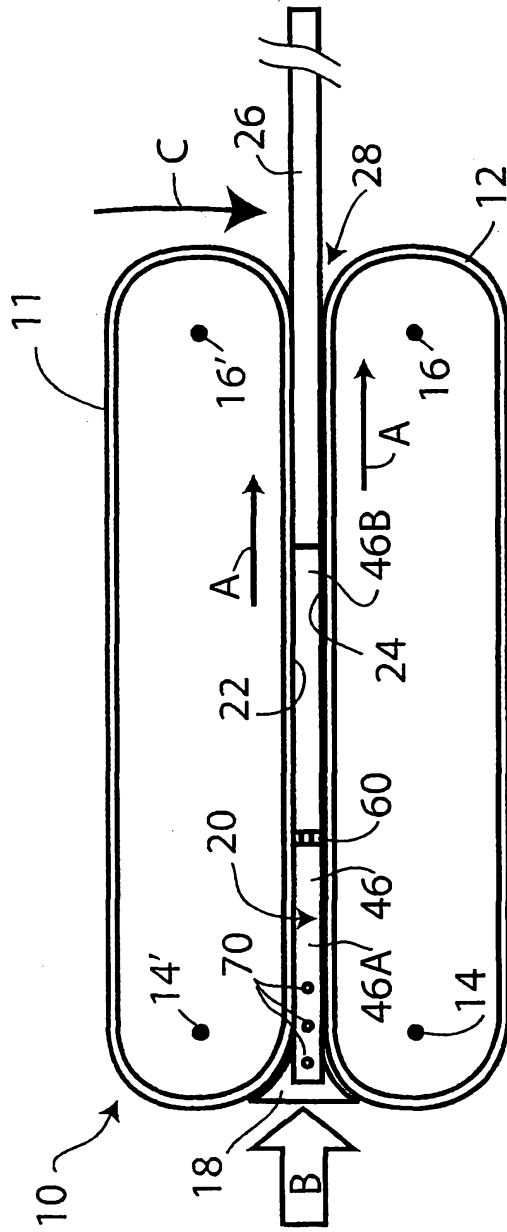


Fig. 2

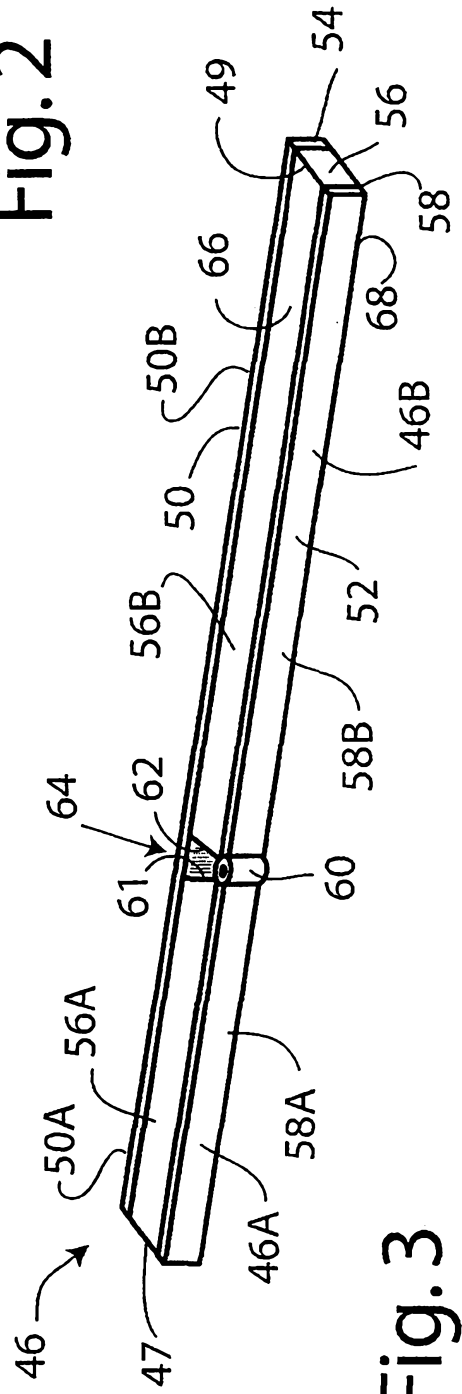


Fig. 3

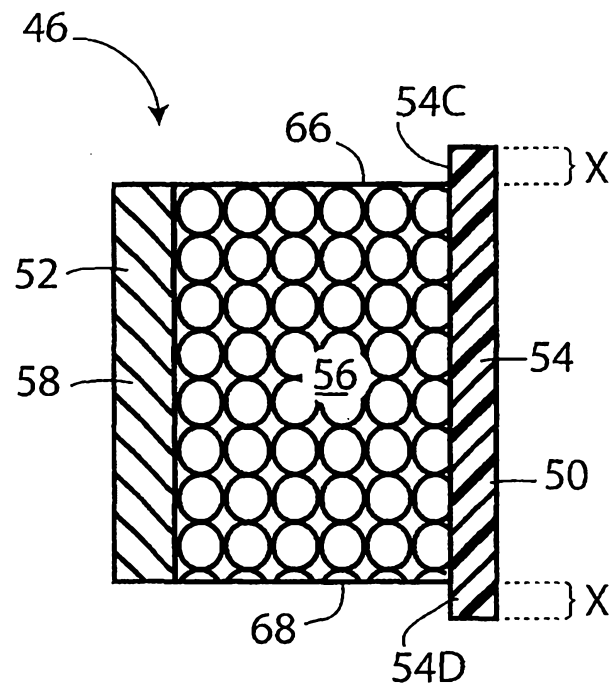


Fig. 4

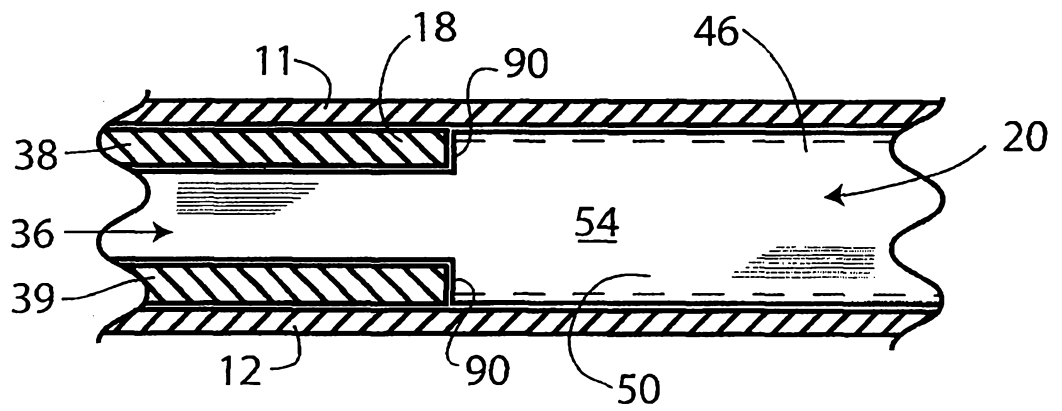


Fig. 6

