



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

(11) PI 0309176-7 B1

(22) Data do Depósito: 11/04/2003

(45) Data de Concessão: 04/10/2016



(54) Título: MÉTODO PARA FUNDIR AÇO CONTINUAMENTE E APARELHO PARA FUNDIR TIRA DE AÇO

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

(30) Prioridade Unionista: 12/04/2002 US 10/121,567

(73) Titular(es): CASTRIP, LLC

(72) Inventor(es): WALTER N. BLEJDE, ANDREW GLUTZ

MÉTODO PARA FUNDIR AÇO CONTINUAMENTE E APARELHO PARA
FUNDIR TIRA DE AÇO

Antecedentes da Invenção

Refere-se a presente invenção à fundição
5 contínua de tira de aço em um fundidor de tira, particularmente um fundidor de cilindros gêmeos.

Em um fundidor de cilindros gêmeos, metal fundido é introduzido entre um par de cilindros de fundição horizontais que giram em contra-rotação, os quais
10 são refrigerados de maneira que cascas de metal solidificam-se nas superfícies de cilindro em movimento e são reunidas entre si na beliscadura formada entre eles, de maneira a produzirem um produto de tira solidificada que é distribuída descendentemente a partir da beliscadura formada entre os cilindros. O termo "beliscadura"
15 é utilizado neste contexto com a finalidade de fazer referência à região geral na qual os cilindros se encontram mais próximos um do outro. O metal fundido pode ser vazado a partir da panela de fundição para dentro de um vaso menor ou uma série de vasos menores, a partir dos quais ele flui através de um bocal de distribuição de metal que fica localizado acima da beliscadura, de maneira tal a encaminhar o mesmo para dentro da beliscadura formada entre os cilindros, de maneira a
20 formar uma poça de metal fundido que fica suportada nas superfícies de fundição dos cilindros, imediatamente acima da beliscadura e que se estende ao longo da extensão da beliscadura. Esta poça de fundição fica usu-

almente confinada entre placas ou represas laterais, as
quais são mantidas em contacto deslizando com as superfícies
extremas dos cilindros, de uma maneira tal a represarem as
duas extremidades da poça de fundição contra extravasamento,
5 muito embora disposições alternativas, tais como barreiras
eletromagnéticas, também tenham sido propostas.

Quando se funde tira de aço em um fundidor de cilindros gêmeos,
a tira deixa a beliscadura a temperaturas muito altas, da
10 ordem de 1400°C e ela pode sofrer uma formação de carepa
muito rápida, em decorrência da oxidação a essas temperaturas
elevadas. Essa formação de carepa pode resultar em uma perda
significativa do produto de aço. Por exemplo, 3% de uma tira
15 de 1,55 mm de espessura (tipicamente espessura de carepa
de 35 micrômetros) podem ser perdidos em decorrência da
oxidação quando a tira esfria. Além disso, esta formação de
carepa resulta na necessidade de desincrustar a tira antes de
ulterior processamento por decapagem, para evitar problemas
20 de qualidade de superfície, tais como carepa incrustada,
e isto provoca problemas de complexidade, custo e ambientais
extra significativos. Por exemplo, o material de tira quente
pode ser passado diretamente para um trem de laminação em
linha com o fundidor de tira e, então, para uma mesa de saída,
25 onde ela é resfriada para a temperatura de bobinamento
antes de ser enrolada. Entretanto, a formação de carepa do
material em tira quente que emerge do fundi-

dor de tira progride tão rapidamente que se torna necessário instalar equipamento de desincrustação para decapar o material imediatamente antes do mesmo entrar no trem de laminação em linha. Mesmo nos casos em que
5 a tira é resfriada para a temperatura de bobinamento, geralmente será necessário decapar a tira, seja antes dela ser enrolada ou numa etapa de processamento posterior.

Para haver-se com o problema de rápida
10 formação de carepa na tira que emerge de um fundidor de tira de cilindros gêmeos, propôs-se encerrar a tira recém fundida dentro de um envoltório fechado, ou em uma sucessão desses envoltórios, em que é mantida uma atmosfera controlada com a finalidade de evitar a oxida-
15 ção da tira. A atmosfera controlada pode ser produzida pelo carregamento do envoltório ou sucessão de envoltórios selados com gases não oxidantes. Esses gases podem ser gases inertes tais como nitrogênio ou argônio ou gases de descarga provenientes de queimadores de
20 combustível.

A patente U.S. Nº 5.762.126 expõe uma maneira alternativa relativamente econômica e eficiente em energia de limitar a exposição da tira de alta temperatura ao oxigênio. A tira é levada a passar através
25 de um espaço encerrado da qual se extrai o oxigênio pela formação de carepa e que é selado de maneira a controlar-se o ingresso de atmosfera que contém oxigênio para se controlar dessa forma a extensão de formação de

carepa. Neste processo de operação, é possível alcançar-se rapidamente uma condição estável em que a formação de carepa é levada a baixos níveis sem a necessidade de distribuir-se um gás não oxidante ou redutor para
5 dentro do envoltório.

A patente U.S. N° 5.816.311 expõe uma maneira de controlar-se a extensão de formação de carepa pela provisão a jusante de uma câmara onde grupos de bicos pulverizam um meio de resfriamento brusco sobre a
10 tira. O meio de resfriamento brusco era um álcool metílico, água, ou uma mistura de álcool metílico e um outro meio de resfriamento brusco líquido sob temperatura ambiente. Era de se esperar que a aspersão de água em uma atmosfera de nitrogênio conduzisse a níveis
15 de oxidação inaceitáveis uma vez que a água contém oxigênio dissolvido e a decomposição da água (vapor) em oxigênio e hidrogênio proporcionaria maior oxidação; entretanto, constatou-se surpreendentemente e de forma inesperada, conforme descrito na patente '311 que foi
20 possível limitar a espessura do óxido na tira para não mais do que 0,5 micrômetro. Além disso, constatou-se surpreendentemente que estes níveis de óxido eram toleráveis para laminação a frio sem decapagem e então revestimento metálico da tira. Este resfriamento brusco
25 da tira de aço mostrou, entretanto, resultar em refrigeração desuniforme da tira de aço, introduzindo tensões e outros defeitos na tira.

O pedido de patente internacional

PCT/AU00/01478, no qual se baseia o pedido de patente relacionado número de série 10/121.567, expõe como uma atmosfera substancialmente não oxidante pode ser produzida de forma barata e efetiva dentro de um envoltório

5 situado a jusante, através do qual se faz passar a tira de aço fundido quente, pela introdução de água em uma fina aspersão de névoa fina para gerar valor dentro do envoltório. A geração de vapor aumenta enormemente o volume gasoso dentro do envoltório, de maneira a produ-

10 zir uma pressão positiva no envoltório que evita substancialmente o ingresso de ar atmosférico. Ela também pode produzir um nível de gás de hidrogênio aumentado dentro do envoltório e reduzir significativamente o nível de oxigênio no envoltório e retardar a velocidade

15 de oxidação da tira. Na exposição do pedido internacional PCT/AU00/01478, foi considerado necessário isolar-se o envoltório em que é gerado o vapor em relação ao envoltório no qual os cilindros de fundição ficam expostos de forma a evitar-se o risco de exposição da

20 poça de fundição à água ou vapor. Surpreendentemente, os inventores descobriram agora que pela introdução de água em uma aspersão de névoa fina, a conversão da água em vapor e a produção de gás de hidrogênio é de tal forma efetiva que é possível gerarem-se níveis de gás

25 de hidrogênio aumentados em um envoltório ao qual os cilindros de fundição ficam expostos, seja por permitir-se a comunicação com fluxo de gás entre esse envoltório e o envoltório situado a jusante para dentro do

qual a aspersão de névoa fina é introduzida e/ou pela introdução direta de uma aspersão de névoa fina no envoltório à qual os cilindros de fundição são expostos. Pela introdução direta da aspersão de névoa fina dentro
5 do envoltório à qual os cilindros de fundição são expostos, é igualmente possível omitir-se o envoltório disposto a jusante separado.

Sumário da Invenção

A presente invenção proporciona um método
10 para fundir aço continuamente que compreende:

(a) formar uma poça de fundição de aço fundido em superfícies de fundição coquilhadas de pelo menos um cilindro de fundição;

(b) movimentar as superfícies de fundição
15 coquilhadas para produzir uma tira de aço solidificada que se movimenta para fora em relação à poça de fundição;

(c) encaminhar a tira solidificada através do primeiro envoltório adjacente às superfícies de cilindro de fundição, e opcionalmente depois disso o segundo envoltório, onde ela se movimenta para fora em
20 relação à poça de fundição;

(d) vedar o primeiro envoltório e, se presente, o segundo envoltório, contra o ingresso de ar
25 atmosférico separadamente ou com uma intercomunicação entre os ditos envoltórios permitindo o fluxo de gás do segundo envoltório para o primeiro envoltório; e

(e) introduzir água dentro de pelo menos

um dos ditos envoltórios na forma de uma fina névoa para produzir um nível de gás de hidrogênio aumentado dentro do primeiro envoltório, ao mesmo tempo em que se tende a evitar o contacto de água líquida com a tira de
5 aço e as superfícies de fundição do cilindro ou cilindros de fundição.

Uma "fina névoa" neste contexto é uma aspersão de água onde, de uma maneira geral, a água evapora-se e é convertida em vapor antes de alcançar a superfície da tira. Poderá haver ainda gotículas de água
10 restantes que alcancem a tira, mas a intenção é evitar o contacto da água líquida com a tira. Demasiada água líquida na tira pode provocar resfriamento desuniforme da tira. A dimensão de gotícula precisa e faixa de dimensões da água na névoa fina dependerá da temperatura
15 da tira no envoltório onde a névoa fina é pulverizada, e da localização dos bicos de pulverização dentro do envoltório e da sua distância em relação à tira. Notavelmente, a localização em relação à dimensão e faixa de gotículas é sensível onde a névoa fina é pulverizada
20 no primeiro envoltório para evitar contacto da água líquida com as superfícies de fundição do cilindro ou cilindros de fundição. A dimensão e a faixa de gotículas da névoa fina deverão ser seleccionadas para a concretização particular de acordo com a geometria para proporcionar flexibilidade na operação, e para a geração de
25 gás de hidrogênio ao mesmo tempo em que se evita o contacto de água líquida com a tira e as superfícies de

fundição.

A etapa de introdução de água na forma de névoa fina para gerar vapor também produz uma pressão positiva no envoltório onde ela é introduzida, a saber, 5 ou o primeiro envoltório e o segundo envoltório. Entretanto, se a fina névoa de água for pulverizada dentro do segundo envoltório, e não dentro do primeiro envoltório, o primeiro e segundo envoltórios estão interligados diretamente ou espaçados em relação um ao outro 10 por uma ou mais câmaras, com uma passagem entre elas, através das quais o gás pode fluir do segundo envoltório para o primeiro envoltório. Esta passagem pode ser a mesma ou uma passagem diferente da passagem através da qual a tira fundida se movimenta do primeiro envoltório para o segundo envoltório. Em qualquer eventualidade, a vedação do primeiro envoltório e/ou do segundo envoltório não precisa ser completa, mas apenas suficiente para proporcionar uma atmosfera positiva dentro do primeiro envoltório e, se presente, no segundo 15 envoltório, com um nível de oxigênio reduzido e um nível de gás de hidrogênio aumentado com relação à atmosfera externa. 20

Em uma concretização onde a névoa fina é pulverizada dentro do segundo envoltório para produzir 25 gás de hidrogênio no mesmo e flui para dentro do primeiro envoltório através da passagem de conexão, água pode adicionalmente ser introduzida no primeiro envoltório na forma de uma fina névoa para gerar vapor no

mesmo e para aumentar o nível de gás de hidrogênio no mesmo, ao mesmo tempo em que tende a evitar a água líquida de contactar com a tira de aço e as superfícies de fundição coquilhadas do cilindro ou cilindros de fundição.

Em uma concretização alternativa, o primeiro envoltório e o segundo envoltório podem ser selados separadamente contra o ingresso de ar atmosférico, e água pode ser introduzida dentro do primeiro envoltório na forma de uma fina névoa para produzir um nível de gás de hidrogênio aumentado no mesmo, ao mesmo tempo em que tende a evitar o contacto de água líquida com a tira de aço e com as superfícies de fundição do cilindro ou cilindros de fundição. Essa água introduzida na forma de uma fina névoa também gera vapor dentro do primeiro envoltório para produzir uma pressão positiva no mesmo e evitar o egresso de ar atmosférico para dentro do primeiro envoltório. Nesta concretização, água pode ser adicionalmente introduzida no segundo envoltório na forma de uma fina névoa para produzir um nível de gás de hidrogênio aumentado e/ou gerar vapor que produz uma pressão positiva no mesmo, ao mesmo tempo em que tende a evitar o contacto de água líquida com a tira de aço.

Em qualquer concretização, a tira fundida pode ser encaminhada através do primeiro envoltório e para dentro do segundo envoltório em um percurso de trânsito através da referida passagem de conexão. Al-

ternativamente, a tira pode ser encaminhada do primeiro envoltório para o segundo envoltório ao longo de um percurso de trânsito através de uma segunda passagem e/ou através de uma câmara ou câmaras de conexão separadas em relação à primeira passagem através da qual o gás flui entre os envoltórios.

A invenção proporciona ainda um aparelho para fundir tira de aço que compreende:

(a) um par de cilindros de fundição de um modo geral posicionados horizontalmente, que formam uma beliscadura entre eles;

(b) um sistema de distribuição de metal para distribuir metal fundido acima da beliscadura entre os cilindros de fundição, para formar uma peça de fundição de aço fundido suportada nos cilindros;

(c) um sistema de refrigeração para coquilhamento dos cilindros de fundição;

(d) um sistema de acionamento para fazer girar em contra-rotação os cilindros de fundição em direções opostas;

(e) sendo os ditos cilindros de fundição dotados de superfícies de fundição coquilhadas para produzirem uma tira fundida distribuída descendentemente a partir da beliscadura;

(f) um primeiro envoltório disposto adjacente aos cilindros de fundição através do qual a tira fundida passa no percurso de trânsito para fora da beliscadura;

(g) opcionalmente um segundo envoltório através do qual a tira fundida passa, depois da tira ter passado através do primeiro envoltório;

(h) selos de envoltório vedando o primeiro
5 envoltório e, se presente, o segundo envoltório separadamente ou com uma intercomunicação entre o primeiro e segundo envoltórios permitindo o fluxo de gás entre os ditos envoltórios; e

(i) uma ou mais pulverizações de água operáveis de forma a pulverizarem água na forma de uma fina névoa para dentro de pelo menos um dos ditos envoltórios, com a finalidade de produzir um nível de gás de hidrogênio aumentado dentro do primeiro envoltório, ao mesmo tempo em que tende a evitar o contacto de água
10 líquida com a tira de aço e as superfícies de fundição dos cilindros de fundição.

A pulverização de água em névoa fina pode gerar ainda vapor dentro de um ou dos dois, primeiro e segundo envoltórios.

20 O aparelho para fundição de tira de aço também pode ser dotado de guias de tira para encaminharem a tira distribuída descendentemente a partir da beliscadura através do percurso de trânsito no primeiro envoltório e através de um percurso de trânsito no segundo envoltório.
25

O primeiro envoltório e o segundo envoltório podem ser interligados por meio de uma passagem de conexão capaz de permitir o fluxo de gás entre eles, e

as aspersões de água podem compreender um ou mais bicos de aspersão de água montados no segundo envoltório, capaz de operarem para pulverizarem uma fina névoa dentro desse envoltório adjacente à tira de aço, ao mesmo tempo em que tende a evitar que água líquida entre em contacto com a tira de aço, para gerar vapor e aumentar o nível de gás de hidrogênio nos dois envoltórios.

No processo descrito, a tira de aço fundido pode ser distribuída para um trem de laminação a quente onde ela é laminada quando é produzida. A tira pode sair do segundo envoltório antes de entrar no trem de laminação, e nesta concretização, poderá compreender um par de cilindros de laminação entre os quais a tira passa para sair do segundo envoltório. Não obstante, a tira pode permanecer dentro do segundo envoltório quando ela entra no trem de laminação, ou o trem de laminação pode ficar posicionado entre o primeiro e o segundo envoltórios. Este posicionamento do trem de laminação pode ser conseguido pela vedação do segundo envoltório contra os cilindros de laminação ou um alojamento do trem de laminação.

Descrição dos Desenhos

A fim de proporcionar uma exposição mais ampla, concretizações particulares serão descritas de forma detalhada com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 representa uma vista seccional vertical através de uma instalação de fundição e lami-

nação de tira de aço, construída e operada de acordo com a presente invenção.

A Figura 2 ilustra os componentes essenciais de um fundidor de cilindros gêmeos incorporado na
5 instalação e incluindo um primeiro envoltório de tira quente.

A Figura 3 representa uma vista seccional vertical através do fundidor de cilindros gêmeos.

A Figura 4 representa uma seção através
10 das partes extremas do fundidor.

A Figura 5 representa uma vista em secção transversal pela linha 5-5 na Figura 4.

A Figura 6 representa uma vista pela linha 6-6 na Figura 4.

15 A Figura 7 ilustra uma seção da instalação a jusante do fundidor que inclui um segundo envoltório de tira e um trem de laminação em linha; e

A Figura 8 ilustra uma concretização modificada, a qual incorpora pulverizações de névoa de água
20 adicionais.

Descrição Detalhada

A instalação de fundição e laminação ilustrada nas Figuras 1 a 7 compreende um fundidor de cilindros gêmeos assinalado de um modo geral por 11 que
25 produz uma tira de aço fundido 12 que passa em um percurso de trânsito 10 através de uma mesa de guia 13 para uma cadeira de cilindros puxadores 14. Depois de sair da cadeira de cilindros puxadores 14, a tira passa

para um trem de laminação 16 no qual ela é laminada a quente a fim de reduzir a sua espessura. A tira laminada sai do trem de laminação e passa para uma mesa de saída 17 na qual ela pode ser refrigerada forçada por
5 uma fina névoa proveniente de jatos de água 18 e então para uma bobinadeira 19.

O fundidor de cilindros gêmeos 11 compreende uma armação de máquina principal 21 a qual suporta um par de cilindros de fundição paralelos 22 que são
10 dotados de superfícies de fundição 22A. Metal fundido é alimentado durante uma operação de fundição proveniente de uma panela de fundição 23 através de um envoltório de saída de panela de fundição refratário 24 para uma panela intermediária 25 e, então, através de um bo-
15 cal de distribuição de metal 26 para a beliscadura 27 formada entre os cilindros de fundição 22. O metal fundido assim distribuído forma uma poça de fundição 30 suportada na superfície de fundição 22A dos cilindros de fundição 22. Esta poça de fundição 30 fica confina-
20 da nas extremidades dos cilindros por meio de um par de represamentos ou placas de fechamento laterais 28 que são aplicadas às extremidades escalonadas dos cilindros por meio de um par de impulsos 31 que compreendem unidades de cilindro hidráulico 32 conectadas aos supor-
25 tes de placas laterais 28A. A superfície superior da poça 30 (de uma maneira geral chamada de o nível de menisco) pode subir acima da extremidade inferior do bocal de distribuição 26, de maneira que a extremidade

inferior do bocal de distribuição fica mergulhada dentro desta poça.

Os cilindros de fundição 22 são refrigerados internamente a água, de uma maneira tal que cascas
5 solidificam-se nas superfícies de cilindro em movimento e são levadas então a reunir-se na beliscadura 27 entre eles para produzirem a tira solidificada 12, a qual é distribuída descendentemente a partir da beliscadura formada entre os cilindros.

10 No início de uma operação de fundição, uma curta extensão de tira imperfeita é produzida quando as condições de fundição são estabilizadas. Depois que a fundição contínua é estabelecida, os cilindros de fundição são levemente afastados um em relação ao outro e
15 novamente aproximados entre si para fazer com que esta extremidade dianteira da tira seja arrancada da maneira descrita no pedido de patente australiano 27036/92, de maneira a formar uma extremidade dianteira limpa da tira fundida seguinte. O material imperfeito cai em uma
20 caixa de sucata 33 localizada por baixo do fundidor 11 e, nesta ocasião, um avental oscilante 34, que fica normalmente pendurado descendentemente a partir de uma articulação a um lado da saída do fundidor, é oscilado transversal à saída de fundidor para orientar a extre-
25 midade limpa da tira fundida sobre a mesa guia 13, de onde é alimentada para a cadeira de cilindros puxadores 14. O avental 34 é então recuado de volta para a sua posição suspensa, a fim de permitir que a tira 12 fique

pendurada em um arco por baixo do fundidor, antes de passar para a mesa guia 13 onde ela encaixa em uma sucessão de roletes guia 36.

O fundidor de cilindros gêmeos pode ser do
5 gênero que se encontra ilustrado e descrito com alguns detalhes nas patentes australianas concedidas 631728 e 637548 e nas patentes U.S. N°s 5.184.668 e 5.277.243 e faz-se referência a essas patentes quanto a detalhes construtivos apropriados que não fazem parte da presen-
10 te invenção.

Entre os cilindros de fundição e a cadeira de cilindros puxadores 14, a tira de aço recém formada fica encerrada dentro de um primeiro envoltório assinalado de uma maneira geral por 37, o qual define um es-
15 paço ou atmosfera selada 38 adjacente às superfícies de fundição 22A dos cilindros de fundição 22. O primeiro envoltório 37 é formado por um número de seções de parede separadas que se adaptam umas às outras em várias conexões de vedação para formarem uma parede de envol-
20 tório contínua. O envoltório 37 é compreendido de uma seção de parede 41 que é formada no fundidor de cilindros gêmeos de forma a encerrar os cilindros de fundição, e uma parede de envoltório 42 que pode estender-se descendentemente por baixo da seção de parede 41, para
25 encaixar nas bordas superiores da caixa de sucata 33 quando a caixa de sucata se encontra na sua posição operacional. A caixa de sucata e seção de parede de envoltório 42 podem ser conectadas por meio de um selo 43

formado por um cordão de fibras de cerâmica ajustado em uma ranhura na borda superior da caixa de sucata e encaixando na gaxeta de vedação plana 44 ajustada à extremidade inferior da seção de parede 42. A caixa de sucata 33 pode ser montada em um carro 45 equipado com rodas 46 que correm em trilhos 47 pelo que a caixa de sucata pode ser movimentada depois de uma operação de fundição para uma posição de descarga de sucata. Unidades de macaco de parafuso 40 são operacionais no sentido de levantarem a caixa de sucata em relação ao carro 45 quando ela se encontra na posição operacional, de maneira que a mesma é empurrada ascendentemente contra a seção de parede de envoltório 42 e comprime o selo 43. Depois de uma operação de fundição, as unidades de macaco 40 são liberadas para baixarem a caixa de sucata sobre o carro 45 para lhe permitir ser movimentado para a posição de descarga de sucata.

O primeiro envoltório 37 compreende outrossim uma seção de parede 48 que fica disposta em torno da mesa guia 13 e conectada à armação 49 da cadeira de cilindros puxadores 14 que inclui um par de cilindros puxadores 50 contra os quais o envoltório 37 é selado por meio de selos deslizantes 60. Conseqüentemente, a tira sai do envoltório 37 pela passagem entre o par de cilindros puxadores 50 e ela passa para dentro de um segundo envoltório assinalado de um modo geral por 61, através do qual a tira passa para o trem de laminação a quente 16. A maior parte das seções de

parede de primeiro envoltório poderá ser revestida com tijolos refratários e a caixa de sucata 33 poderá ser revestida ou com tijolos refratários ou com um revestimento interno refratário suscetível de ser fundido.

5 Alternativamente, a totalidade ou partes das seções de parede de primeiro envoltório pode ser formada por painéis de metal refrigerados internamente a água. A seção de parede de envoltório 41 que circunda os cilindros de fundição é formada com placas laterais 51 providas de entalhes 52, os quais são conformados de maneira tal a receberem de forma ajustada os suportes de placas de represamento laterais 28A, quando as placas de represamento laterais 28 são pressionadas contra as extremidades dos cilindros pelas unidades de cilindro

10 32. As interfaces formadas entre os suportes de placas laterais 28A e as seções de parede lateral de envoltório 51 são seladas por meio de selos deslizantes 53, a fim de manterem a vedação do envoltório. Os selos 53 poderão ser formados de cordão de fibra cerâmica.

20 As unidades de cilindro 32 estendem-se para fora através da seção de parede de envoltório 41 e nestes locais o primeiro envoltório 37 é selado por meio de placas de selagem 54 ajustadas às unidades de cilindro de maneira a encaixarem com a seção de parede

25 de envoltório 41, quando as unidades de cilindro são acionadas para pressionarem as placas laterais contra as extremidades dos cilindros. Impulsores 31 também movimentam cursores refratários 55 que são movimentados

pelo acionamento das unidades de cilindro 32 para fecharem as ranhuras 56 no topo do primeiro envoltório 37 através das quais as placas laterais são inicialmente inseridas dentro do envoltório e para dentro dos suportes 28A para aplicação aos cilindros. O topo do primeiro envoltório 37 é fechado pela panela intermediária, pelos suportes de placas laterais 28A e pelos cursores 55, quando as unidades de cilindro são acionadas para aplicarem as placas de represamento lateral contra os cilindros. Desta maneira, o envoltório completo 37 é selado antes de uma operação de fundição, para estabelecer o espaço selado 38 adjacente às superfícies de fundição 22A dos cilindros de fundição 22.

O segundo envoltório 61 pode ser separado em relação ao primeiro envoltório 37, onde a tira pode ser mantida em uma atmosfera separada no segundo envoltório 61 até ao trem de laminação a quente 16. O trem de laminação 16 contém uma série de roletes em linha de passagem 61 para orientarem a tira horizontalmente através do segundo envoltório 61 para os cilindros de trabalho 63 do trem de laminação 16, os quais ficam dispostos entre dois cilindros de apoio maiores 64. O segundo envoltório 61 é selado em uma extremidade contra cilindros puxadores 50 por meio de selos deslizantes 65, e na outra extremidade ele é selado contra os cilindros operacionais 63 do trem de laminação 16 por meio de selos deslizantes 66. Os selos deslizantes 65 e 66 poderão ser substituídos por roletes de vedação

giratórios capazes de correr ou a tira nas proximidades dos cilindros puxadores e dos cilindros de redução, respectivamente.

O segundo envoltório 61 é equipado com um
5 par de bocais pulverizadores de água 67 e 68 os quais são, cada um deles, capazes de operarem para pulverizar uma fina névoa de gotículas de água adjacente à superfície da tira de aço quando esta passa através do segundo envoltório, e desse modo gerarem vapor dentro
10 do segundo envoltório ao mesmo tempo em que tendem a evitar o contacto de água líquida com a tira de aço. O bocal de pulverização 67 fica montado no teto do envoltório 61, a jusante da cadeira de cilindros puxadores 14. O bocal 68 fica localizado na outra extremidade do
15 envoltório 61, na frente do trem de laminação 16. Os bocais 67 e 68 podem ser bocais de pulverização de névoa do tipo padrão, disponíveis comercialmente, capazes de operarem com um propulsor gasoso a fim de produzirem uma fina névoa de água. No método ilustrativo da presente invenção o gás propulsor pode ser um gás inerte,
20 tal como nitrogênio. Em uma instalação típica, os bocais serão operados sob nitrogênio a uma pressão em torno de 400 kPa. A água pode ser alimentada sob uma pressão em torno de 100-500 kPa, muito embora a pressão
25 da água não seja da maior importância. Os bocais são ajustados para produzirem uma aspensão de fina névoa através da largura da tira para gerarem vapor dentro do segundo envoltório 61.

Na operação do fundidor ilustrado, tanto o primeiro envoltório 37 quanto o segundo envoltório 61 podem ser inicialmente purgados com gás de nitrogênio antes do início da fundição. Antes da fundição, as pulverizações de água são ativadas de forma que tão logo a tira quente passa no segundo envoltório 61, vapor é gerado dentro desse envoltório de forma a produzir uma pressão positiva que impede o ingresso de ar atmosférico. A alimentação de nitrogênio pode ser concluída depois do início da fundição. Inicialmente, a tira fundida captará todo o oxigênio proveniente do primeiro envoltório 37 para formar carepa pesada na tira. Entretanto, a vedação do espaço 38 do primeiro envoltório 37 controla o ingresso de atmosfera que contém oxigênio abaixo da quantidade onde quantidades de oxigênio substanciais são coletadas pela tira. Desta maneira, depois de um período de partida inicial o teor de oxigênio no primeiro envoltório 37 permanecerá esgotado, e limitando assim a disponibilidade de oxigênio para oxidação da tira. Desta maneira, a formação de carepa na tira fundida é controlada sem a necessidade de manter um suprimento de nitrogênio para o espaço 38 do primeiro envoltório 37.

Tal como descrito anteriormente, o cilindro puxador 14 é provido de selos deslizantes 60, 65 para deslizarem nos cilindros puxadores 50 na divisão entre o primeiro e segundo envoltórios 38 e 61. Os cilindros puxadores e selos são efetivos no sentido de

impedirem um refluxo de água líquida proveniente do segundo envoltório 61, mas a cadeira de cilindros puxadores 14 proporciona uma passagem de escoamento de gás em torno das duas extremidades dos cilindros puxadores 50

5 pela qual gás pode fluir proveniente do segundo envoltório 61 para o primeiro envoltório 37. Constatou-se na operação do aparelho que a intercomunicação entre os dois envoltórios por meio desta passagem de intercomunicação é plenamente suficiente para permitir que ní-

10 veis de hidrogênio aumentados fluam do segundo envoltório 61 para o primeiro envoltório 37. Isto está ilustrado pelos resultados seguintes obtidos pela operação de uma instalação de fundição de cilindros gêmeos e de laminação tal como ilustrada nos desenhos e teste com e

15 sem a operação das pulverizações de névoa de água fina 67 e 68. A amostragem de gás da atmosfera dentro do primeiro envoltório 37 e do segundo envoltório 61 foi realizada nos locais A, B e C indicados na Figura 1 com as análises de gás seguintes reportadas na Tabela 1 a-

20 diante. O restante do gás nas atmosferas analisadas é gás de nitrogênio (N_2).

Tabela 1

	Oxigênio (O ₂)	Água (H ₂ O)	Hidrogênio (H ₂)	Monóxido de Carbono (CO)	Bióxido de Carbono (CO ₂)
	(vol %)	(vol %)	(vol %)	(vol %)	(vol %)
Poça de Fundição	0,2	0,11	0,10	0,05	<0,01
A Prim. Envoltório	2,5-1,0	2,25-0,6	0,4-0,15	0,2-0,0	0,36-0,06
B Prim. Envoltório	3,0-1,0	2,1-0,3	0,4-0,1	0,13-0,0	0,2-0,0
C Seg. Envoltório	0,5	1,6-0,7	0,5-0,31	0,08-0,0	0,01-0,0

Deve ser observado que os níveis de hidrogênio dentro do primeiro envoltório 37, muito embora menores do que os níveis no segundo envoltório 61, são
5 ainda aumentados substancialmente pela operação dos bocais de água de névoa fina no segundo envoltório 61. Os níveis de hidrogênio aumentados no primeiro e segundo envoltórios 37, 61 estão associados com a redução marcante no teor de oxigênio e reduzem drasticamente a
10 formação de carepa. Observa-se ainda que existem níveis de umidade elevados no primeiro e segundo envoltórios, indicando a presença de vapor, e os dois envoltórios estão sob pressão positiva pela presença de vapor. O nível de hidrogênio aumentado pode ser explicado pela
15 reação catalítica das moléculas de água na névoa fina sob as condições de alta temperatura que circundam a tira de aço dentro do segundo envoltório para formar gás de hidrogênio. O gás de oxigênio formado simultaneamente a partir das moléculas de água é compensado

pela oxidação da tira durante a passagem inicial da tira através do segundo envoltório, de uma maneira tal que é gerada uma quantidade substancial de gás de hidrogênio. A oxidação subsequente da tira é suprimida
5 pelo gás de hidrogênio e pela pressão positiva no segundo envoltório que limita o ingresso de ar atmosférico, mas é suficiente para manter o teor de hidrogênio no segundo envoltório e para produzir uma camada de carepa muito fina na tira que foi constatado ser desejável
10 vel na laminação a quente para evitar o agarramento na beliscadura dos cilindros. Constatou-se que a camada muito fina de carepa produzida na atmosfera extremamente úmida no segundo envoltório 61 serve como um lubrificante fortemente aderente que reduz ao mínimo o desgaste dos cilindros e as dificuldades operacionais no
15 trem de laminação. Ao mesmo tempo, uma vez que a pulverização de névoa fina é gerada em vapor no segundo envoltório, o contacto da tira de aço com água líquida tende a ser evitado e a perspectiva de resfriamento desuniforme da tira é substancialmente reduzido, se não
20 for eliminado.

A Figura 8 ilustra uma modificação da instalação de fundição e laminação por meio da qual bocais de pulverização de água adicionais 71, 72 são dispostos
25 de forma a gerarem uma aspensão de fina névoa de água no primeiro envoltório 37. Tirando-se estes bocais de pulverização adicionais, a instalação que se encontra ilustrada na Figura 8 é a mesma que se descreveu ante-

riormente. Conseqüentemente, os outros componentes foram identificados na Figura 8 pelos mesmos números de referência usadas na Figura 1. Os bocais de pulverização 71, 72 são semelhantes aos bocais 67, 68 e podem
5 ser operados de uma maneira semelhante e sob as mesmas condições para pulverizar uma fina névoa de água adjacente à superfície da tira 12, ao mesmo tempo em que procuram evitar o contacto de água líquida com a tira. Além disso, os bocais de pulverização 71, 72 ficam po-
10 sicionados no sentido da extremidade de saída do envoltório 37 para reduzir ao mínimo a possibilidade de água líquida entrar em contacto com as superfícies de fundição 22A dos cilindros de fundição 22. Uma cortina de vedação tipo comporta pode ser instalada em um local
15 entre os bocais de pulverização 71, 72 e os cilindros de fundição, tal como indicada em 73, para reduzir ainda mais este risco.

Observa-se igualmente, a partir da Figura 8, que a operação com níveis aumentados de gás de hidrogênio no primeiro envoltório 37 podem ser consegui-
20 dos por meio de pulverização de névoa fina proveniente dos bocais 71, 72 sem a operação dos bocais 67, 68 no segundo envoltório 61, e sem a presença do segundo envoltório 61.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fundir aço continuamente compreendendo:

(a) formar uma poça de fundição de aço fundido em
5 superfícies de fundição coquilhadas de pelo menos um cilindro de fundição;

(b) movimentar as superfícies de fundição coquilhadas para produzir uma tira de aço fundido, a qual se movimenta para fora em relação à poça de fundição;

10 (c) guiar a tira fundida através de um primeiro envoltório adjacente às superfícies de fundição e depois disso através de um segundo envoltório quando a tira se movimenta para fora em relação à poça de fundição;

(d) vedar o primeiro envoltório e o segundo
15 envoltório contra a entrada de ar atmosférico; e

(e) introduzir água dentro de pelo menos um envoltório na forma de uma névoa fina para produzir um nível de gás de hidrogênio aumentado dentro do envoltório, e ao mesmo tempo em que se tende a evitar o contato de água
20 líquida com a tira de aço,

caracterizado pelo fato de que a introdução de água na forma de uma névoa fina produz um nível de hidrogênio maior dentro da primeira câmara e evita o contato da água com as superfícies de fundição do cilindro
25 ou dos cilindros de fundição e da tira de aço e o hidrogênio gerado no envoltório flui para dentro do envoltório através de uma passagem de interligação entre os envoltórios.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1,
30 caracterizado pelo fato de que a tira deixa a primeira câmara a uma temperatura na faixa de cerca de 1300°C a 1150°C.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que para produzir a névoa de pulverização, a água é impulsionada forçosamente por um propelente gasoso através de um ou mais
5 bocais de pulverização de névoa.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o propelente gasoso é um gás inerte.

5. Método, de acordo com a reivindicação 3,
10 caracterizado pelo fato de que o propelente gasoso é nitrogênio.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que se faz passar a tira do primeiro envoltório para o
15 segundo envoltório através de um par de cilindros puxadores.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que os cilindros puxadores são operados de forma a reduzirem a espessura da tira em até
20 5%.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, caracterizado pelo fato de que o primeiro e o segundo envoltórios são inicialmente purgados com um gás inerte antes do início da
25 fundição da tira de maneira a reduzir o teor de oxigênio inicial dentro dos envoltórios.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a purga reduz o teor de oxigênio inicial dentro dos envoltórios de cerca de 5% a
30 10%.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que o gás de purga é nitrogênio.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8, 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que, durante a fundição da tira, o primeiro envoltório é carregado continuamente com gás inerte.

5 12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8, 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que, durante a fundição da dita tira, o teor de oxigênio no primeiro envoltório é mantido a um nível menor do que o da atmosfera circundante por oxidação contínua da tira que
10 passa através do mesmo.

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que a tira solidificada é distribuída para um laminador de cilindros a quente, no
15 qual ela é laminada a quente na medida em que é produzida.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o laminador de cilindros a quente fica disposto na saída para o segundo envoltório e veda esse envoltório de maneira a laminar a quente a tira
20 quando esta deixa o segundo envoltório.

15. Aparelho para fundir tira de aço compreendendo:

(a) um par de cilindros de fundição (22) posicionados, de um modo geral, horizontalmente, formando
25 uma fenda (27) entre eles;

(b) um sistema de distribuição de metal (23,25) para distribuir aço fundido acima da fenda entre os cilindros de fundição, para formar uma poça de fundição (30) de aço fundido suportada nos cilindros de fundição;

30 (c) um sistema de refrigeração para refrigeração interna dos cilindros de fundição;

(d) um sistema de acionamento para fazer girar em contra-rotação os cilindros de fundição em direções

opostas;

(e) os cilindros de fundição são dotados de superfícies de fundição refrigeradas (22A) para produzir uma tira fundida distribuída descendentemente a partir da fenda;

(f) um primeiro envoltório (37) adjacente aos cilindros de fundição através dos quais a tira fundida passa sobre um percurso de trânsito para fora da fenda;

(g) um segundo envoltório (61) através do qual a tira fundida passa depois da tira fundida ter passado através do primeiro envoltório;

(h) selos de envoltório que vedam o primeiro envoltório e o segundo envoltório; e

(i) pelo menos um bocal de pulverização de água (67,68,71,72) capaz de operar de forma a pulverizar água na forma de uma fina névoa para dentro de pelo menos um envoltório para produzir um nível de gás de hidrogênio aumentado dentro do envoltório, e ao mesmo tempo em que tende a evitar o contato de água líquida com a tira de aço, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma pulverização de água é feita para pulverizar água na forma de névoa fina para produzir um nível de gás hidrogênio maior dentro do primeiro envoltório (37), e ao mesmo tempo em que tende a evitar o contato de água líquida com os cilindros de fundição e existe uma passagem de interligação para fluxo de gás entre os envoltórios.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente guias de tira (13,62) para guiar a tira distribuída descendentemente a partir da fenda através de um percurso de trânsito (10) no primeiro envoltório (37) e através de um percurso de trânsito no segundo envoltório (61), se o segundo envoltório estiver presente.

17. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 ou 16, caracterizado pelo fato de que pelo menos um bocal de pulverização (67,68,71,72) está disposto de forma a pulverizar névoa de água em direção a uma face superior da tira de aço.

18. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15, 16 ou 17, caracterizado pelo fato de que o primeiro e o segundo envoltórios (37,61) são separados um do outro por meio de um par de cilindros puxadores (50).

19. Aparelho, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que os cilindros puxadores (50) são capazes de operar de forma a reduzir a espessura da tira.

20. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15, 16, 17, 18 ou 19, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um laminador de cilindros (16) a quente, disposto de forma a laminar a quente a tira quando a mesma é produzida.

21. Aparelho, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o laminador de cilindros (16) a quente está disposto na saída para o segundo envoltório (61) e veda esse envoltório de forma a laminar a quente a tira quando esta deixa o segundo envoltório.

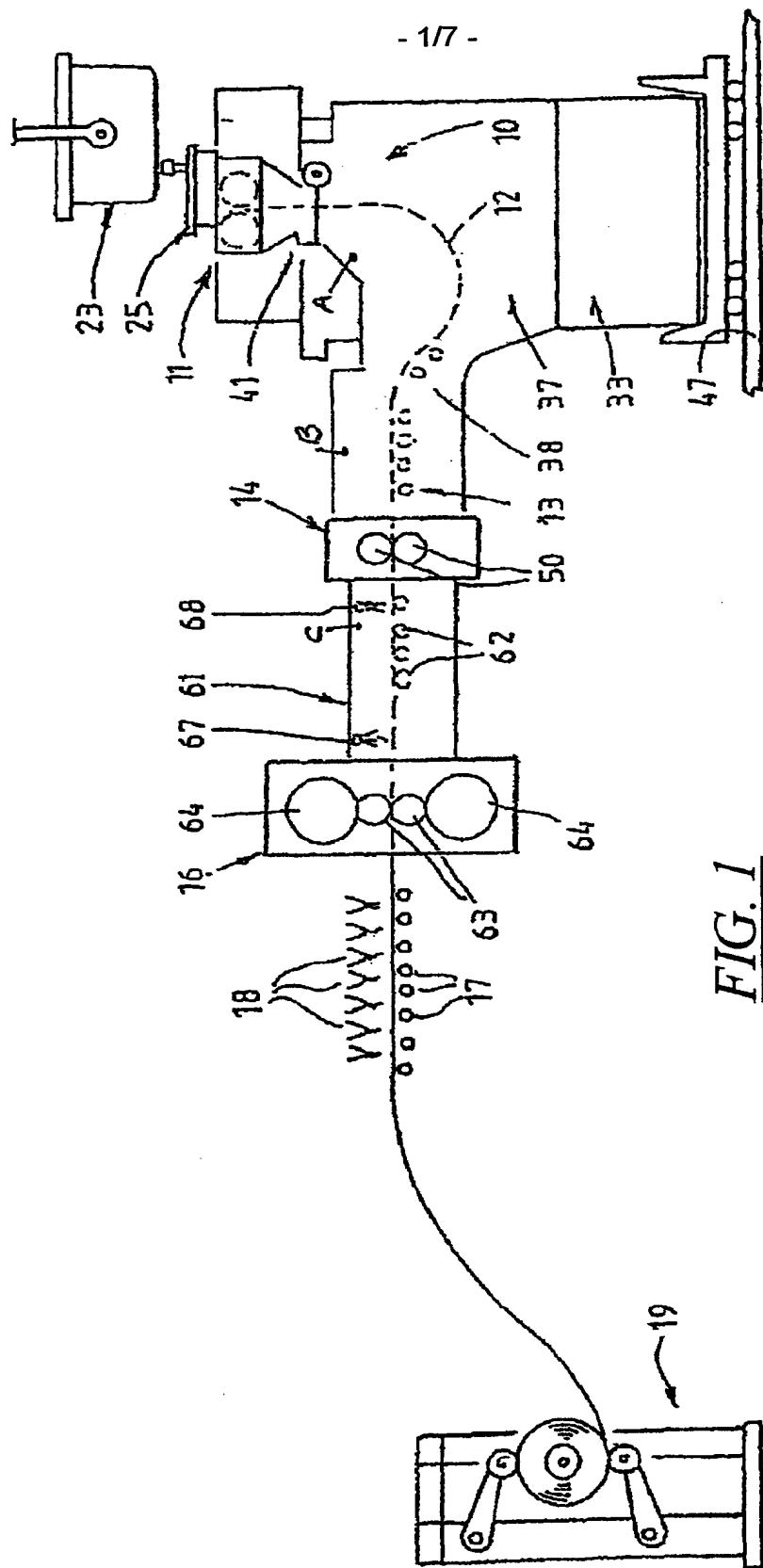


FIG. 1

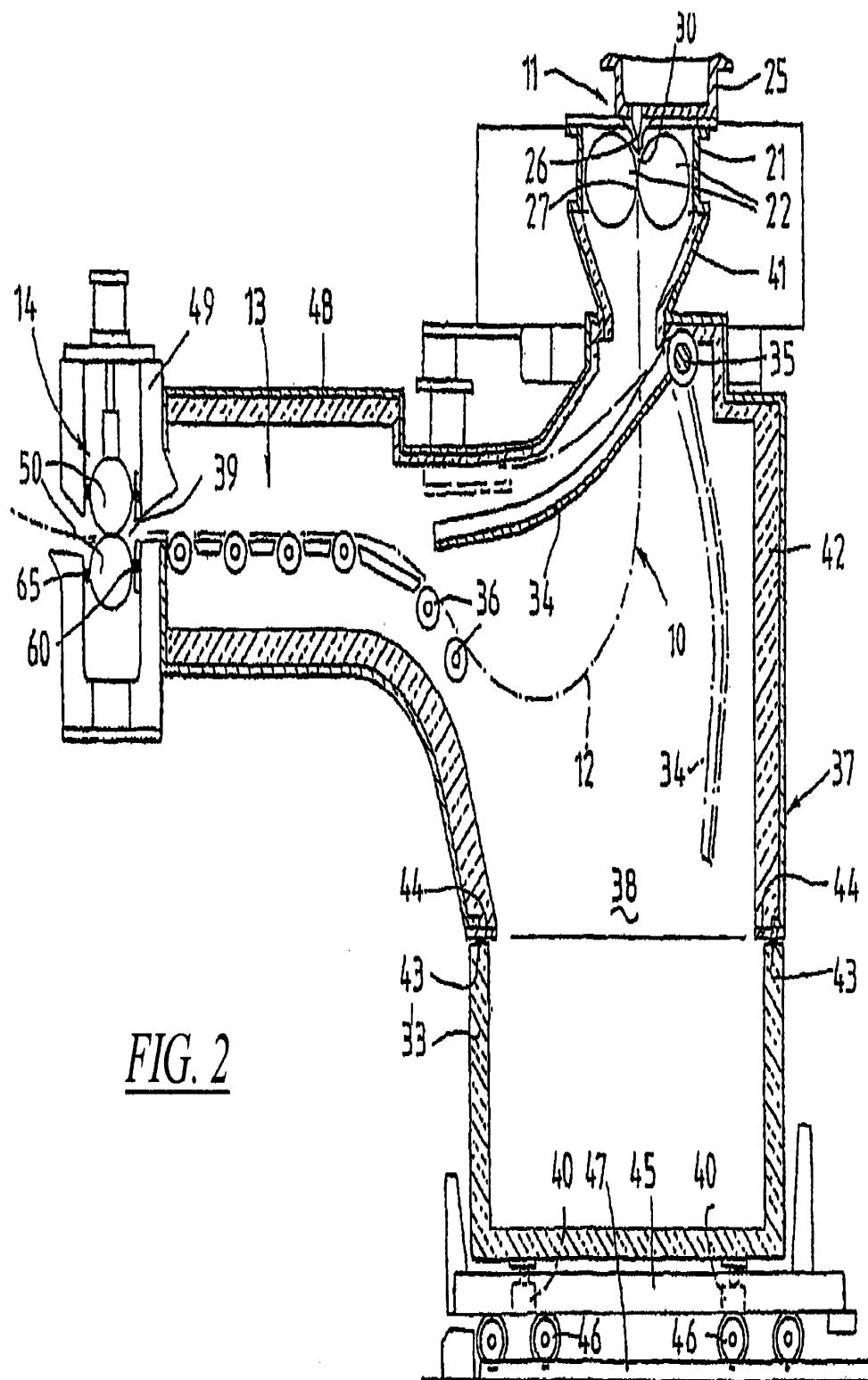
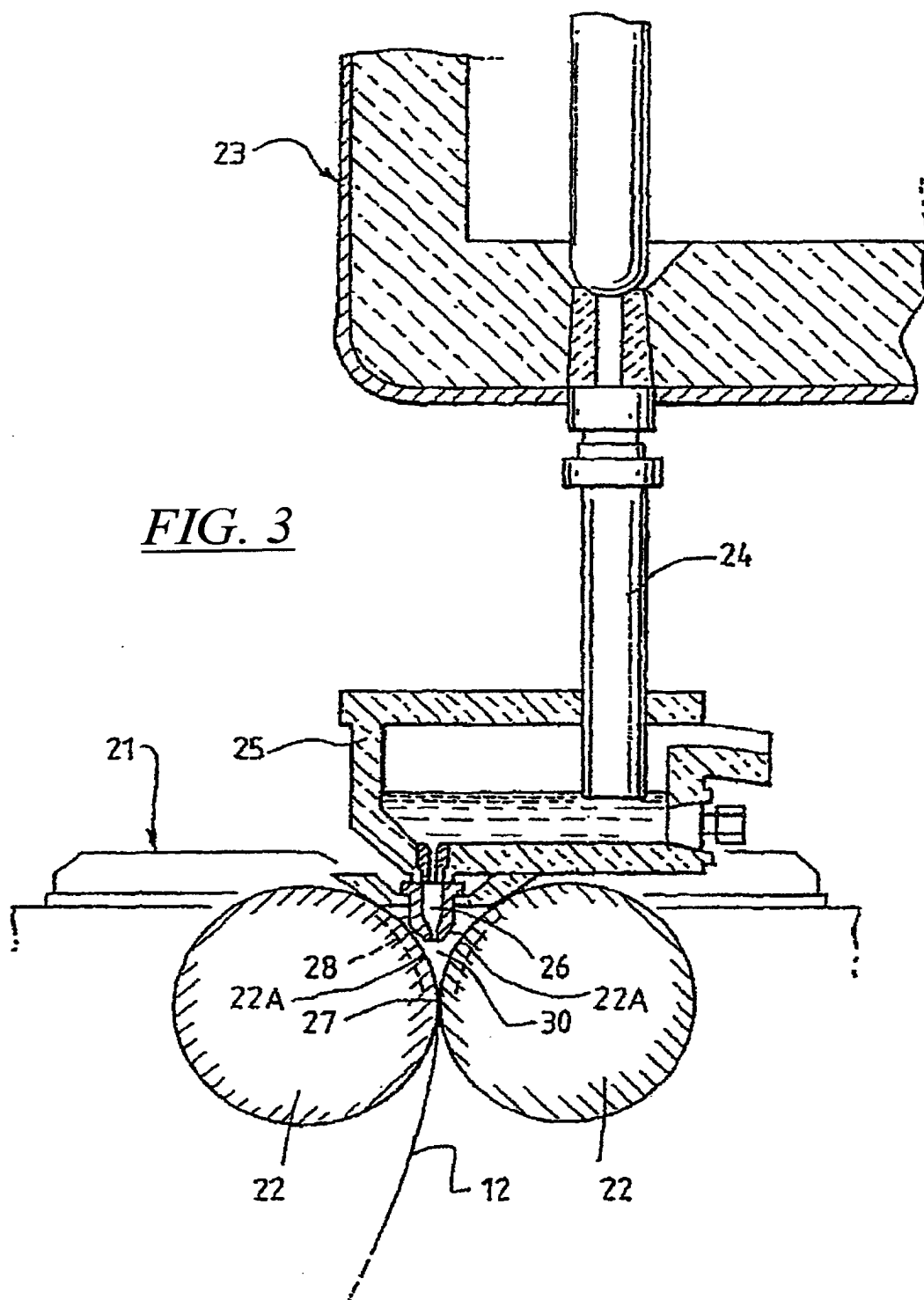
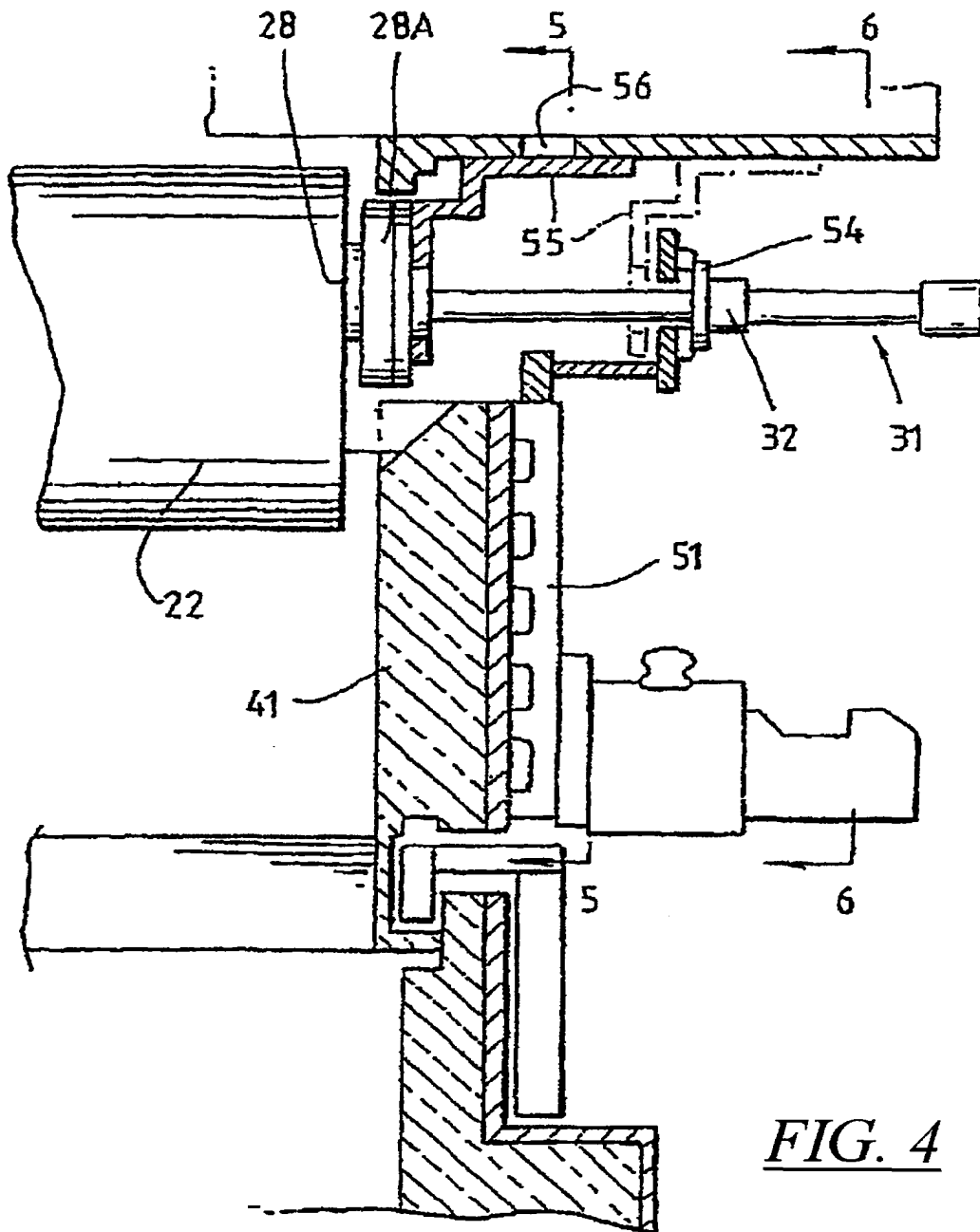


FIG. 2





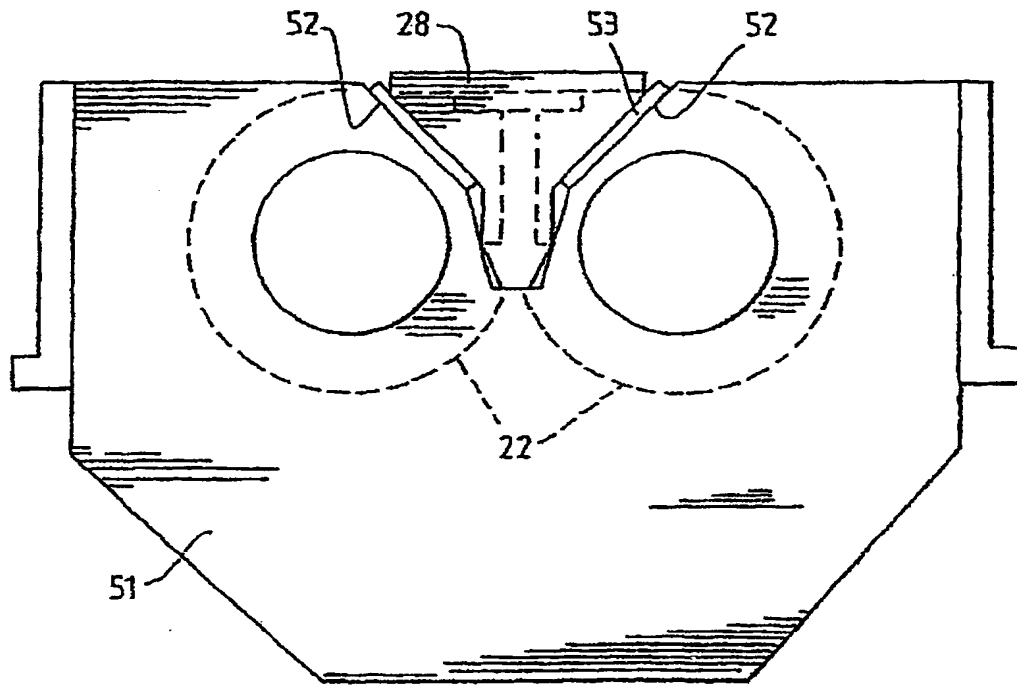


FIG. 5

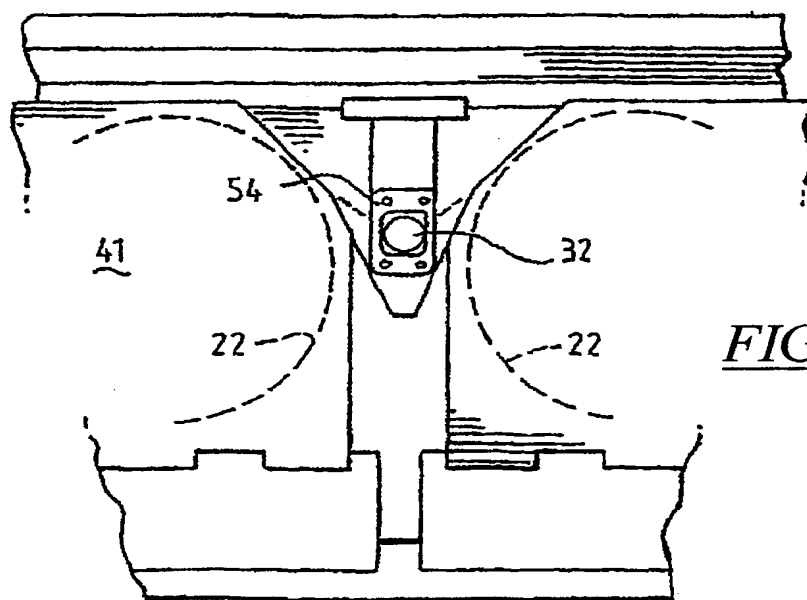
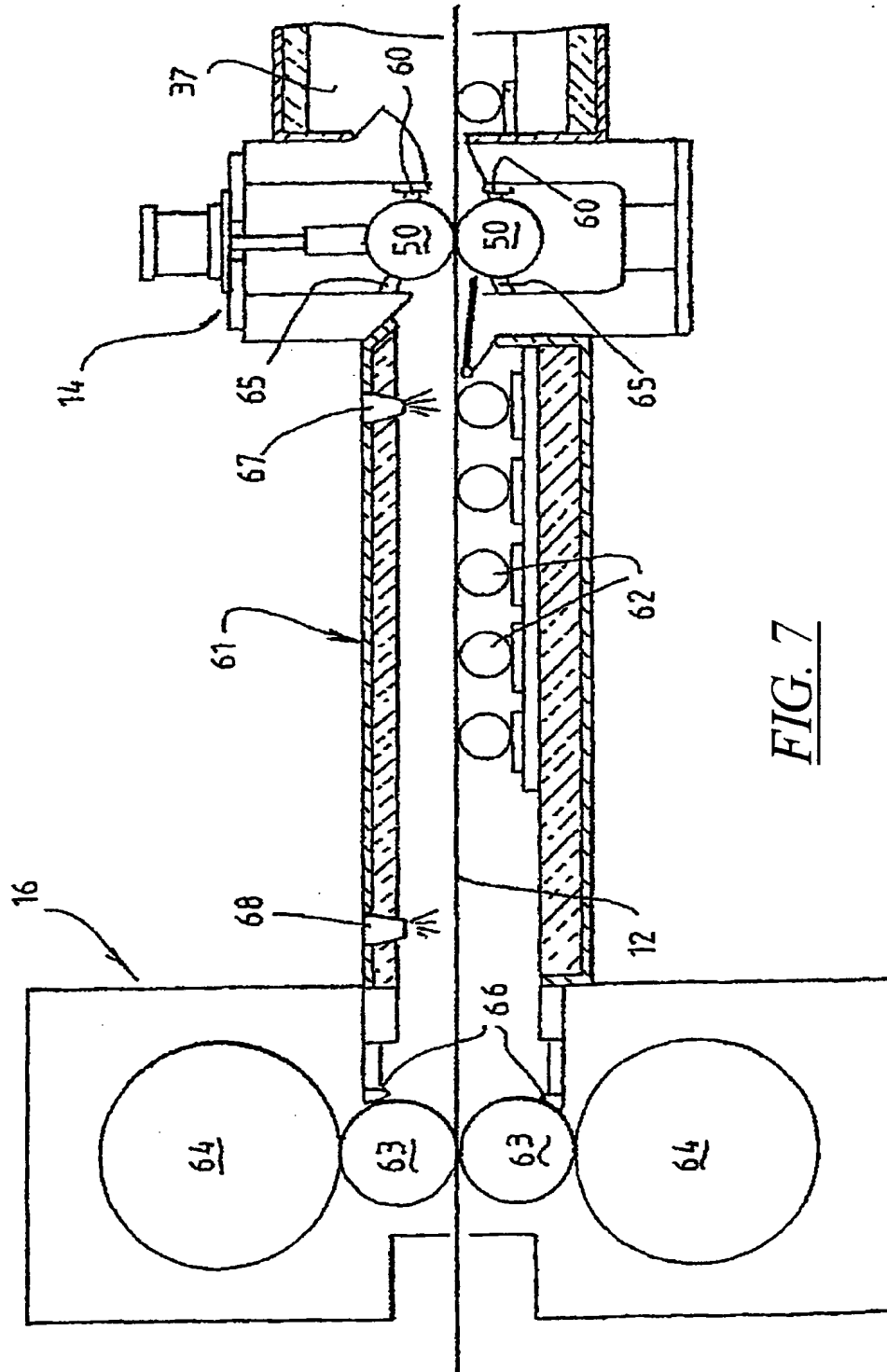


FIG. 6



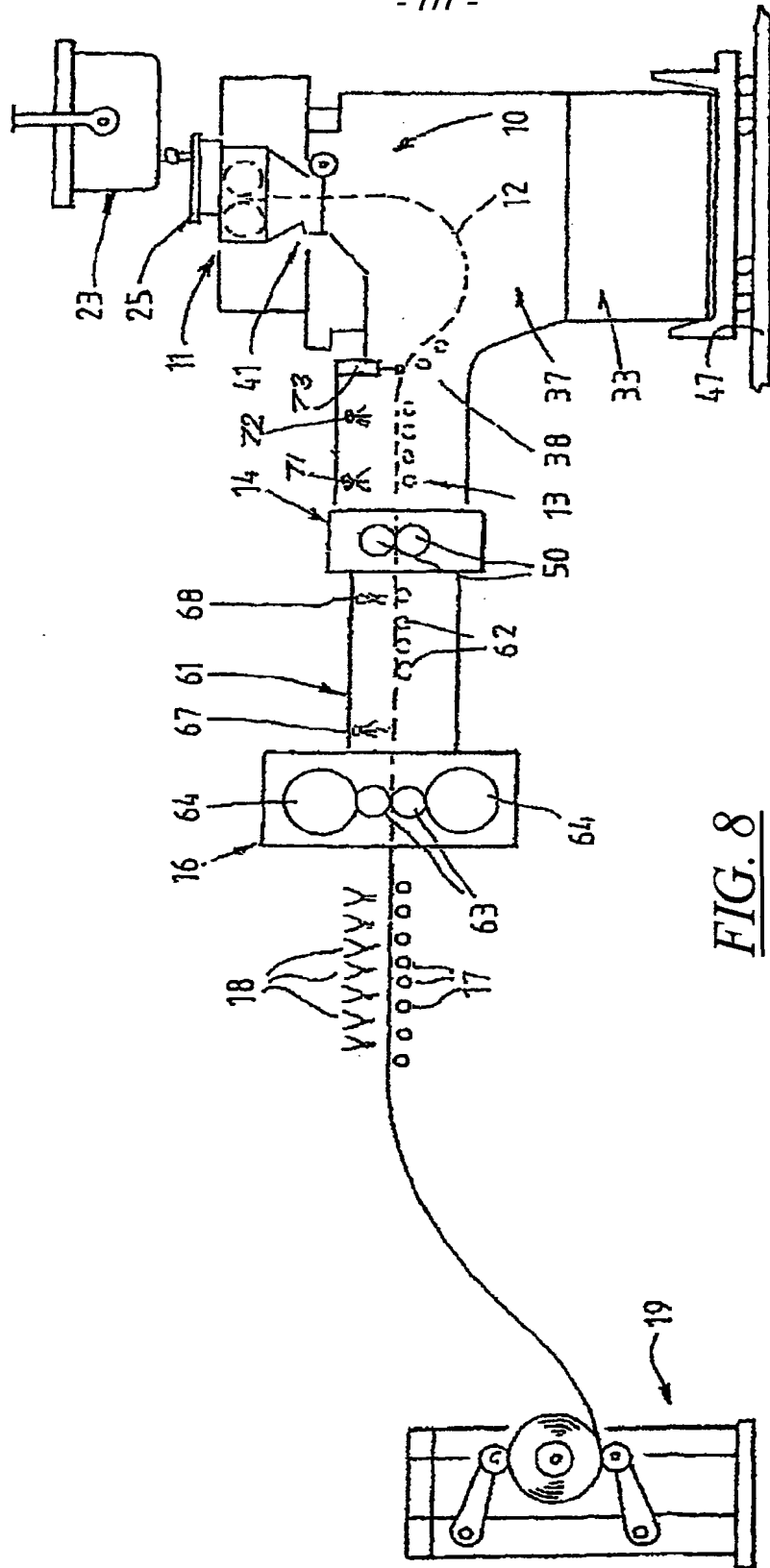


FIG. 8

RESUMO

MÉTODO PARA FUNDIR AÇO CONTINUAMENTE E APARELHO PARA FUNDIR TIRA DE AÇO

O fundidor de cilindros (11) produz tira
5 de aço fina (12) formada nas superfícies de fundição
(22A) do cilindro de fundição (22) que passa através do
primeiro envoltório (37) adjacente às superfícies de
cilindro de fundição (22A) e, opcionalmente, depois
disso o segundo envoltório (61). O envoltório (37)
10 e/ou o envoltório (61) podem ser equipados com bicos
pulverizadores (71, 72) e/ou (67, 68) capazes de opera-
rem de forma a aspergirem uma fina névoa de água adja-
cente à tira (12) para produzir gás de hidrogênio no
envoltório (37), ao mesmo tempo em que tendem a evitar
15 o contacto de água líquida com a tira de aço (12) e as
superfícies de fundição (22A). Se gás de hidrogênio
for produzido apenas no envoltório (61), os dois envol-
tórios (37, 61) são interligados de forma que gás pode
fluir do envoltório (61) para o envoltório (37). O en-
20 voltório (37) e, se presente, o envoltório (61), são
selados de forma a manterem pressão positiva e níveis
de oxigênio menores do que a atmosfera circundante, e
com a presença de gás de hidrogênio, reduz a formação
de carepa na tira no envoltório (37) e, se presente, no
25 envoltório (61).