



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

(21) **PI 0711913-5 A2**



(22) Data de Depósito: 18/05/2007
(43) Data da Publicação: 03/01/2012
(RPI 2139)

(51) *Int.Cl.:*
C21C 5/46
C21B 13/10
C21B 7/10
C21C 5/42

(54) **Título:** VASO DE REDUÇÃO DIRETA, ELEMENTO RESFRIADOR DE COBRE OU LIGA DE COBRE PARA RESFRIAMENTO DE MATERIAL REFRACTÁRIO E ELEMENTOS DE RESFRIAMENTO PARA LOCALIZAÇÃO EM UMA SOLEIRA REVESTIDA DE REFRACTÁRIO DE UM VASO DE REDUÇÃO DIRETA

(30) **Prioridade Unionista:** 18/05/2006 AU 2006902687

(73) **Titular(es):** Technological Resouces Pty Limited

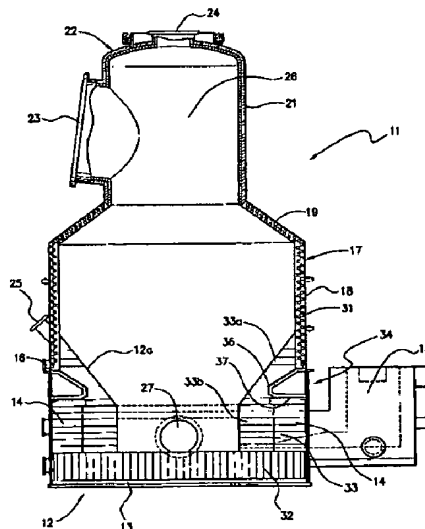
(72) **Inventor(es):** Hector Medina

(74) **Procurador(es):** Vieira de Mello Advogados

(86) **Pedido Internacional:** PCT AU2007000688 de 18/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/134382de 29/11/2007

(57) **Resumo:** VASO DE REDUÇÃO DIRETA, ELEMENTO RESFRIADOR DE COBRE OU LIGA DE COBRE PARA RESFRIAMENTO DE MATERIAL REFRACTÁRIO E ELEMENTOS DE RESFRIAMENTO PARA LOCALIZAÇÃO EM UMA SOLEIRA REVESTIDA DE REFRACTÁRIO DE UM VASO DE REDUÇÃO DIRETA Expõem-se um vaso de redução direta e um elemento de resfriamento de soleira. O vaso inclui uma soleira revestida de refratário. Uma superfície interna de uma parte superior da soleira estende-se ascendentemente e para fora das paredes laterais do vaso. A parte superior da soleira incorpora um resfriador de soleira disposto externamente por trás do revestimento refratário dessa parte da soleira e abaixo dos painéis de resfriamento nas paredes laterais do vaso. O resfriador de soleira compreende uma pluralidade de elementos resfriadores. Cada elemento resfriador é dotado de uma estrutura de corpo oco aberto por trás, dotada de paredes de base, de topo e laterais formadas integralmente em uma estrutura fundida e que incorpora passagens de fluxo de refrigerante.



VASO DE REDUÇÃO DIRETA, ELEMENTO DE RESFRIAMENTO DE
COBRE OU LIGA DE COBRE PARA RESFRIAMENTO DE MATERIAL
REFRATÁRIO E ELEMENTO DE RESFRIAMENTO PARA LOCALIZAÇÃO
EM UMA SOLEIRA REVESTIDA DE REFRATÁRIO DE UM VASO DE
5 REDUÇÃO DIRETA

Campo Técnico

Refere-se a presente invenção a vasos usa-
dos para a realização de redução direta a fim de produ-
zir metal fundido na forma pura ou forma de liga a par-
tir de um material de alimentação metalífero, tais como
10 minérios, minérios parcialmente reduzidos e correntes
de refugo que contém metal.

A presente invenção refere-se mais parti-
cularmente a resfriadores que são usados como uma parte
15 dos vasos.

Um processo de redução direta conhecido,
que se baseia principalmente em um banho fundido como
um meio de reação, e é de uma maneira geral chamado de
processo HIs melt, encontra-se descrito na patente US
20 6267799 e publicação de patente Internacional WO
96/31627 em nome da mesma requerente da presente inven-
ção. O processo HIs melt para produzir ferro fundido
tal como descrito nestas publicações compreende:

- (a) formar um banho de metal fundido e de
25 escória em um vaso;
- (b) injetar dentro do banho:
- (i) um material de alimentação metalí-

fero, tipicamente na forma de óxidos de metais; e

(ii) um material carbonáceo sólido, tipicamente carvão, o qual funciona como um redutor dos óxidos de metais e como uma fonte de energia; e

(c) reduzir o material de alimentação metalífero para metal na camada de metal.

O termo "redução" é compreendido neste contexto como significando processamento térmico em que ocorrem reações químicas as quais reduzem óxidos de metais para produzir metal líquido.

O processo HISMELT também compreende a pós-combustão de gases de reação, tais como CO e H₂, desprendidos do banho, no espaço acima do banho com gás que contém oxigênio e transferir o calor gerado pela pós-combustão para o banho para contribuir para a energia térmica requerida para reduzir os materiais de alimentação metalíferos.

O processo HISMELT também compreende formar uma zona de transição acima da superfície inerte nominal do banho em que existe uma massa favorável de gotículas ou salpicos ou correntes de metal fundido e/ou escória ascendentes e depois descendentes, que proporcionam um meio efetivo de transferir para o banho a energia térmica que é gerada pelos gases de reação de pós-combustão situados acima do banho.

No processo HIsmelt o material de alimentação metalífero e material carbonáceo sólido é injetado dentro da camada de metal através de um número de lanças/algaravizes que ficam inclinados em relação à vertical de maneira a estenderem-se descendentemente e para dentro através da parede lateral do vaso de redução e dentro da região inferior do vaso, de modo a distribuir o material sólido dentro da camada de metal no fundo do vaso. Para promover a pós-combustão dos gases de reação na parte superior do vaso, um jato de ar quente, que pode ser enriquecido por oxigênio, é injetado na região superior do vaso através da lança de injeção de ar quente que se estende descendentemente. Os gases de saída resultantes da pós-combustão dos gases de reação no vaso são retirados da parte superior do vaso através de um conduto de saída de gases.

O processo HIsmelt possibilita que grandes quantidades de metal fundido sejam produzidas por redução direta em um único vaso compacto. Este vaso deve funcionar como um vaso de pressão que contém sólidos, líquidos e gases sob temperaturas muito altas através de uma operação de redução que pode ser estendida durante um longo período. Tal como descrito na patente dos Estados Unidos 6322745 e na publicação de patente internacional WO 00/01854 em nome da mesma requerente o vaso pode consistir de um invólucro de aço com uma soleira contida no mesmo formada de material refratário e paredes laterais que se estendem ascendentemente a par-

tir dos lados da soleira e providas de painéis refrigerados a água. O processo Hismelt é turbulento e isto resulta na erosão de refratário da parte superior da soleira devido ao ataque químico e possivelmente erosão física por parte da escória e metal quente que lava e respinga contra o material refratário na parte superior da soleira. Esta erosão é maior do que é experimentada tipicamente nas soleiras dos altos-fornos em que o metal quente e a escória se apresentam relativamente qui-
escente.

A presente invenção possibilita uma redução significativa dessa erosão de refratários da soleira.

Exposição da Invenção

De acordo com a invenção proporciona-se um vaso de redução direta que inclui uma soleira revestida de refratários, paredes laterais que se estendem ascendentemente a partir da soleira, e uma pluralidade de painéis de resfriamento dispostos em torno das paredes laterais de maneira a formarem um revestimento interno nessas paredes laterais, em que uma superfície interna de uma parte superior da soleira estende-se ascendentemente e para fora das paredes laterais do vaso e dita parte superior da soleira incorpora um resfriador disposto exteriormente por trás do revestimento refratário dessa parte da soleira e abaixo dos painéis de resfriamento nas paredes laterais do vaso.

O vaso pode ser usado, a título de exemplo, para produzir ferro e/ou ligas de ferro por um processo de redução direta baseado em banho fundido e poderá incluir ainda uma abóbada do vaso, dispositivos para corrida de metal fundido e escória a partir do vaso, lanças para suprimento de materiais de alimentação sólidos incluindo material ferruginoso sólido e material carbonáceo para dentro do vaso e lanças para fornecerem um gás que contém oxigênio para dentro do vaso para pós-combustão dos produtos de reação gasosos gerados no processo de redução direta.

O resfriador de soleira pode ter uma superfície de resfriamento que se estende ascendentemente e para fora imediatamente por trás do revestimento refratário da parte superior da soleira.

Mais especificamente, uma parte de fundo da soleira e as paredes laterais do vaso podem ser geralmente cilíndricas, a superfície de resfriamento do resfriador pode estender-se ascendentemente e para fora e o revestimento refratário da parte superior da soleira pode sobrepor-se a essa superfície de resfriamento.

O revestimento refratário da parte superior da soleira pode ser formada por fileiras de tijolos refratários dispostos sobre o resfriador.

Abaixo da parte superior da soleira, o revestimento de soleira pode ser formado por carreiras cilíndricas de tijolos refratários.

O resfriador pode ser formado por uma pluralidade de elementos de resfriador dispostos em uma sucessão que se estende circunferencialmente em torno da parte superior da soleira.

5 Os elementos de resfriador podem ser conectados ao invólucro externo da parede lateral do vaso e conseqüentemente não são dependentes de uma parte subjacente da soleira para suportar os elementos.

Cada elemento de resfriador pode ser compreendido de uma estrutura de invólucro fundido oco, aberto por trás, dotado de paredes de base, de topo, frontal e laterais, formadas integralmente em conjunto na estrutura de invólucro fundido e incorpora passagens de fluxo de refrigerante para escoamento de refrigerante através das mesmas, com a parede de topo compreendendo uma superfície sólida formada pelo menos em parte como uma superfície inclinada.

A parede de topo de cada elemento de resfriador pode ser dotada de uma superfície que se inclina descendentemente conforme a superfície inclinada para a parede dianteira da estrutura de invólucro fundido. Esta superfície inclinada e uma superfície da parede frontal define uma face frontal do elemento.

A extensão vertical da parede frontal de cada elemento de resfriamento pode ser menor do que a extensão vertical da superfície inclinada da parede de topo do elemento.

A parede de topo de cada elemento de res-

friador ser dotada de uma seção que fica disposta paralela à parede de base e se estende a partir da traseira do elemento de resfriador e define um cheio plano.

A dimensão do cheio de cada elemento de resfriador pode ser selecionada de forma tal que existe uma transição para a face frontal inclinada descendente do elemento em um ponto que fica situado adjacente a uma parede dianteira dos painéis de resfriamento que formam parte das paredes laterais do vaso. Isto é, a extensão radial do cheio pode ser igual à extensão radial dos painéis de resfriamento que assentam acima do cheio. Esta seleção reduz ao mínimo a possibilidade de se formar um degrau na base dos painéis de resfriamento que pode permitir que acumulações formem um represamento que poderá interceptar metal quente adjacente ao painel de resfriamento, ao elemento de resfriamento ou ao invólucro de vaso. Isto é objeto de preocupação particular onde os painéis de resfriamento são de um tipo formado a partir de uma disposição de tubos em serpentina com aberturas entre eles.

A parede de topo ser escalonada de forma tal que a superfície externa é dotada de uma série de superfícies dispostas em forma de arquibancada que se estendem através do elemento de resfriador para suportar os tijolos refratários do revestimento refratário da parte superior da soleira.

As paredes laterais de cada elemento de resfriador podem proporcionar uma superfície sólida.

As paredes laterais de cada elemento de resfriador podem ser convergentes no sentido da parede frontal do elemento.

Mais especificamente, o resfriador pode ser formado como um anel, com cada um dos elementos de resfriador configurado como um segmento desse anel, com suas paredes laterais estendendo-se radialmente ao anel e suas partes frontais encurvadas de forma a estenderem-se circunferencialmente do anel.

As paredes laterais de cada elemento de resfriador podem ser formadas com superfícies planas.

Os elementos de resfriador podem ser posicionados em relação lado a lado com um pequeno intervalo entre elementos adjacentes.

O intervalo entre elementos de resfriamento adjacentes pode ser de 20 mm ou menor.

Preferentemente o intervalo é de 15 mm ou menor.

Com maior preferência, o intervalo encontra-se na faixa de 5-20 mm.

Os elementos de resfriador podem ser dotados de conectores de entrada e de saída para escoamento de refrigerante no sentido e proveniente das passagens de fluxo de refrigerante.

As passagens de fluxo de refrigerante podem ser formadas por tubos fundidos na estrutura de invólucro de cada elemento de resfriamento e estender-se entre as entradas e saídas na traseira aberta do invólucro.

lucro.

A invenção proporciona ainda um elemento de resfriador de cobre fundido ou uma liga de cobre para resfriamento de material refratário em uma soleira de um vaso de redução, que compreende uma estrutura de 5 invólucro oco aberto por trás, dotado de paredes de base, de topo, frontal e laterais, formadas integralmente em uma estrutura fundida e incorporando passagens de fluxo de refrigerante na mesma formadas por tubos fundidos na estrutura de invólucro e que se estendem entre 10 entradas e saídas na traseira aberta do elemento, com a parede de topo proporcionando uma superfície sólida formada pelo menos em parte como uma superfície inclinada.

Os tubos que formam as passagens de fluxo 15 de refrigerante ficam dispostos em um ordenamento que se estende através da base, topo, e paredes frontal e laterais do elemento de resfriador.

As passagens de fluxo de refrigerante podem 20 estar na forma de pelo menos dois tubos contínuos que seguem percursos em serpentina que se estendem através da base, topo, paredes frontal e laterais.

Os percursos de serpentina são preferentemente percursos de serpentina adjacentes.

Os percursos de serpentinas adjacentes 25 podem ser deslocados em relação uns aos outros para proporcionarem uma distribuição substancialmente uniforme dos tubos através de pelo menos as paredes frontal e de

base do elemento de resfriamento.

Os tubos que formam as passagens de fluxo de refrigerante podem ser estruturados de forma que não haja duplicação dos tubos na parede de base.

5 Cada tubo que forma uma passagem de fluxo de refrigerante pode ser estruturado de forma tal que refrigerante possa fluir em um percurso de fluxo através da parede de topo e da parede frontal e então em um percurso de fluxo de retorno através das paredes late-
10 rais e da parede de base para uma saída, ou vice-versa.

Preferentemente os percursos de fluxo de cada tubo seguem um percurso em serpentina através e adjacente às paredes de topo, frontal, laterais e de base do elemento de resfriamento.

15 Preferentemente, o percurso de fluxo de cada tubo através da parede de base e das paredes laterais é um percurso sucessivo entre uma frente do elemento de resfriamento e uma traseira do elemento de resfriamento que passa através da parede de base e das
20 paredes laterais.

Com maior preferência, o percurso sucessivo é um percurso em serpentina que passa repetidamente através de cada uma das paredes de base e paredes laterais.

25 De acordo com outra concretização, muito embora não seja a única, um tubo que forma uma passagem de fluxo de refrigerante pode ser estruturada de forma que refrigerante flui em um percurso em serpentina a

partir de uma entrada da passagem de fluxo descendente-
mente para a parede de topo e a parede frontal e então
de volta à parede frontal e à parede de topo para uma
saída. Além disso, outro tubo que forma outra passagem
5 de fluxo de refrigerante pode ser estruturado de forma
que o refrigerante flui em um percurso em serpentina
desde uma entrada da passagem de fluxo ao longo das pa-
redes laterais e parede de base para diante do elemento
de resfriamento e então de volta ao longo das paredes
10 laterais e parede de base para uma saída.

As paredes de topo e frontal podem formar
uma superfície de uma maneira geral inclinada, a qual é
inclinada descendente a partir da traseira do ele-
mento resfriador para a parede de base na frente do e-
15 lemento resfriador e que define uma face frontal do e-
lemento.

A parede de topo pode ser dotada de uma
seção que é paralela à parede de base e estende-se a
partir da traseira do elemento de resfriador e define
20 um cheio plano.

As entradas e saídas para as passagens de
fluxo de refrigerante podem passar inicialmente através
da seção paralela da parede de topo.

Podem existir conexões de entrada e saída
25 de refrigerante para fluxo de refrigerante para e a
partir dos tubos que formam as passagens de fluxo de
refrigerante.

A superfície inclinada da parede de topo

pode ser escalonada de forma tal que a sua superfície externa tem uma série de superfícies dispostas em forma de fileira de arquibancada que se estendem através do elemento.

5 As fileiras podem ser dimensionadas para receberem separadamente uma única fila de tijolos refratários que repousam na fileira.

10 A face frontal de cada degrau em uma superfície superior na parede de topo ser dotada de uma ranhura linear que se estende através do elemento de resfriamento.

Um lado inferior da parede de base pode ser provido de uma série de ranhuras lineares que se estendem através do elemento de resfriamento.

15 O elemento de resfriamento pode ser configurado como um segmento de anel com paredes laterais convergentes tais que uma pluralidade destes elementos dispostos lado a lado podem formar um resfriador em anel circular com as bases dos elementos formando uma
20 base de anel plana, as paredes de topo dos elementos formando uma superfície de anel inclinada ascendente-mente e para fora dotada de filas planas horizontais e as paredes laterais dos elementos estendendo-se radialmente do anel.

25 A invenção proporciona ainda um elemento de resfriamento para localização em uma soleira revestida de refratário de um vaso de redução direta, o elemento de resfriamento compreendendo uma estrutura de

invólucro oco de traseira aberta dotada de paredes de base, de topo, frontal e laterais resfriadas por água formadas integralmente em uma estrutura fundida, sendo o elemento de resfriamento adaptado para co-locação com outros dos elementos de resfriamento na soleira, com as paredes laterais resfriadas a água dos elementos de resfriamento proporcionando água que proporciona o resfriamento dos intervalos formados entre elementos de resfriamento adjacentes.

10 O uso de paredes laterais refrigeradas a água possibilita um traçado simples e robusto que utiliza paredes laterais verticais, preferentemente planas, que são substancialmente isentas de entrefechamento ou de outro tipo de vedação entre elementos adjacentes que poderiam ser de outros modos requeridos para impedir o metal fundido de penetrar em quaisquer de tais intervalos e de contactar o invólucro. Tais preocupações são exacerbadas em uma zona de escória de processo de redução direta com um banho agitado e bem misturado de metal fundido e escória.

As folgas de intervalo entre elementos de resfriamento adjacentes podem ser de 20 mm ou menores.

Preferentemente as folgas de intervalo são de 15 mm ou menores.

25 Com maior preferência as folgas de intervalo estão na faixa de 5-20 mm.

A invenção proporciona ainda um elemento de resfriamento para localização em uma soleira reves-

tida de refratário de um vaso de redução direta que tem painéis refrigerados a água localizados em uma parede lateral do dito vaso imediatamente acima do dito elemento de resfriamento, com o elemento de resfriamento compreendendo uma estrutura de invólucro oco aberto por trás que tem paredes de base, topo, frontal e laterais refrigeradas a água formadas integralmente em uma estrutura fundida, a parede de topo compreendendo uma seção substancialmente horizontal que se estende a partir de uma traseira do elemento de resfriamento, a parede de topo compreendendo ainda uma superfície inclinada que se estende descendentemente a partir da seção horizontal para a parede frontal, a seção horizontal estendendo-se radialmente no sentido da parede frontal e transitando para a dita seção inclinada em um ponto que, quando instalado no referido vaso, fica localizado adjacente à face frontal de um painel refrigerado a água localizado imediatamente acima da seção horizontal da parede de topo.

20 Descrição Breve dos Desenhos

A fim de que a invenção possa ser mais plenamente exposta será descrita em seguida com certos detalhes uma concretização particular de um vaso de redução direta e um elemento resfriador de um resfriador de soleira, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 é uma seção vertical através de uma concretização do vaso de redução direta provido de

um resfriador de soleira de acordo com a presente invenção.

A Figura 2 é uma vista de planta do vaso ilustrado na Figura 1.

5 A Figura 3 é uma ampliação de uma parte inferior do vaso da Figura 1.

A Figura 4 é uma vista em perspectiva da concretização do elemento resfriador do resfriador de soleira.

10 A Figura 5 é uma vista de planta do elemento resfriador de soleira.

A Figura 6 é uma seção vertical através do elemento resfriador;

15 A Figura 7 é uma representação diagramática do elemento resfriador mostrando a configuração das passagens de fluxo de refrigerante formadas dentro do mesmo, quando observadas a partir da traseira do elemento; e

20 A Figura 8 é outra representação diagramática do elemento resfriador mostrando a configuração das passagens de fluxo de refrigerante formadas dentro dele, quando observadas pelo lado frontal do elemento.

Descrição Detalhada da Copncretização Preferida

25 As Figuras 1 a 6 dos desenhos ilustram um vaso de redução direta adequado para operação do processo HIs melt tal como descrito na patente dos Estados Unidos 6267799 e publicação de pedido internacional WO 96/31627. O vaso metalúrgico está assinalado de uma

maneira geral como 11 e tem uma soleira 12 que inclui uma base 13 e lados 14 formados de tijolos refratários, uma ante-soleira 15 para descarregar metal fundido continuamente e um furo de sangramento 16 para descarregar escória fundida.

A base do vaso é fixada à extremidade de fundo de um invólucro de vaso externo 17 feito de aço e que compreende uma seção de invólucro principal cilíndrica 18, uma seção de cúpula afilada para dentro 19, e uma seção cilíndrica 21 e seção de tampa 22 que definem uma câmara de gás de descarga 26. A seção cilíndrica superior 21 é provida de uma saída 23 de grande diâmetro para gases de descarga e a tampa 22 é dotada de uma abertura 24 na qual é montada uma lança de injeção de gás que se estende descendentemente (não ilustrada), para distribuição de um jato de ar quente dentro da região superior do vaso. A seção cilíndrica principal 18 do invólucro é dotada de oito guarnições tubulares espaçadas circunferencialmente 25, através dos quais se estendem lanças de injeção de sólidos (não ilustradas) destinadas a injetarem minério de ferro, material carbonáceo, e fundentes na parte de fundo do vaso.

Em uso, o vaso contém um banho fundido de ferro e escória e a parte superior do vaso deve conter gases quentes sob pressão e temperaturas extremamente altas da ordem de 1200°C. Portanto, é necessário que o vaso opere como um vaso de pressão durante períodos prolongados e ele deverá ser de construção robusta e

completamente vedada. O acesso ao interior do vaso é extremamente limitado, ficando o acesso essencialmente restringido ao fechamento por meio da abertura de tampa passante 24 e às portas para o acesso de novo revestimento 27.

O invólucro de vaso 17 é revestido internamente com conjunto de painéis de resfriamento 31, através dos quais pode fazer-se circular água de refrigeração e estes painéis de resfriamento são revestidos com material refratário para proporcionarem um revestimento refratário interno refrigerado a água para o vaso acima da zona de redução. É importante que o revestimento refratário seja virtualmente contínuo e que todo o material refratário seja submetido a resfriamento, uma vez que refratário não refrigerado será rapidamente corroído. Os painéis são formados e fixados ao invólucro de uma maneira tal que eles podem ser instalados internamente dentro do invólucro 17 e podem ser removidos e substituídos individualmente na paralisação sem interferir com a integridade do invólucro. A construção e instalação dos painéis 31 pode ser realizada da maneira plenamente descrita na patente US 6.267.799 e publicação de patente internacional WO 96/31627.

A base 13 da soleira 12 do vaso é formada por tijolos refratários profundos 32 e o lado 14 da soleira é revestido com carreiras sucessivas de tijolos refratários 33. A parte superior 12a da soleira afilase ascendentemente e para for a para a parede de vaso

18. No uso do vaso esta parte da soleira é exposta a respingos com metal fundido e escória. De acordo com a presente concretização esta parte da soleira incorpora um resfriador assinalado de uma maneira geral como 34
5 disposto externamente por trás dos tijolos 33a que revestem a parte superior da soleira e dispostos abaixo da parte mais baixa dos painéis de resfriamento 31 nas paredes laterais do vaso.

O resfriador 34 é formado por uma série de
10 elementos de painel resfriador individuais 35 dispostos em uma sucessão que se estende circunferencialmente na parte superior da soleira. Ele tem uma superfície de resfriamento superior escalonado 36 que se estende ascendentemente e para fora imediatamente por trás do
15 revestimento refratário 33a da parte superior da soleira 12 e uma superfície de resfriamento plana de fundo 37 que repousa nos tijolos refratários das carreiras de tijolos 33b cilíndricas que revestem o lado da soleira 12 abaixo da parte superior da soleira.

20 Cada elemento de resfriador 35 é auto-sustentável com relação aos tijolos refratários subjacentes da soleira 12. Especificamente, cada elemento de resfriador 35 é montado ao invólucro de vaso externo 17, tal como descrito anteriormente. Observa-se que,
25 muito embora os elementos de resfriador 35 não sejam suportados de forma significativa pelos tijolos refratários, os elementos de resfriador não obstante têm o efeito de auxiliar na retenção dos tijolos refratários

na posição e reduzir a tendência dos tijolos flutuarem dentro do banho fundido.

Tal como ilustrado mais claramente nas Figuras Figures 4 a 6, cada elemento de resfriamento 35 do resfriador 34 compreende uma estrutura de invólucro fundido oco de parte de trás aberta 41 que tem uma parede de base 42, uma parede de topo 43, um par de paredes laterais 44, e uma parede frontal 45. A parede de base 42 e as paredes laterais 44 são planas com superfícies voltadas para fora contínuas, enquanto a parede de topo 43 inclina-se descendentemente para a parede frontal 45 da estrutura de invólucro 41. A parede de topo 43 pode ser escalonada de forma tal que sua superfície voltada para fora, que é uma superfície contínua, tem uma série de superfícies em arquibancada escalonadas 46 que se estendem através do elemento para suportar tijolos refratários 47 do revestimento refratário 33a da parte superior da soleira 12.

O invólucro 41 de cada elemento de resfriador 45 é fundido como uma estrutura unitária em um metal de alta condutividade térmica tal como cobre ou uma liga de cobre. Um par de tubos de cobre ou níquel (ou liga) 48a, 48b são fundidos dentro desta estrutura de maneira a formar uma série de passagens de fluxo de refrigerante dispostas em uma sucessão que se estende através de todas as paredes de base, topo e laterais 42, 43, 44, respectivamente, do elemento resfriador. O método de fundição exposto na patente US 6.280.681 é ade-

quando para formar o elemento de resfriador 45.

Cada tubo 48a, 48b é formado inicialmente como uma extensão reta de tubo e então dobrada em uma disposição de serpentina requerida, discutida mais adiante, e posicionada em um molde no qual metal fundido é subseqüentemente vazado para formar a estrutura fundida. A disposição dos tubos 48a, 48b ilustrados nas Figuras é típica de um número de diferentes disposições que poderiam ser usadas para se conseguir um fluxo de refrigerante apropriado (de uma maneira geral, sendo que não necessariamente, água) através das paredes do elemento de resfriador 35.

Com referência às Figuras 7 e 8, os tubos 48a, 48b que formam as passagens de fluxo de refrigerante estendem-se desde a parte superior da parte de trás aberta do elemento resfriador 35 e são equipados com conectores de entrada 61 e conectores de saída 51 para fluxo de refrigerante no sentido e proveniente das passagens de fluxo de refrigerante definida pelos 48a, 48b.

Especificamente, as extremidades de entrada dos tubos 48a, 48b estendem-se para fora para a parede lateral esquerda 44 como ilustrado nas Figuras 4, 7, e 8, e então para diante uma curta distância no plano da parede de topo 43 e então através da parede de topo 43 para a parede lateral direita 44 como ilustrado nas Figuras. Esta disposição básica dos tubos 48a, 48b é repetida ao longo da parede de topo 43 e para baixo

para a parede frontal 45 até os tubos 48a, 48b alcançarem a parede de base 42 na frente da estrutura de invólucro fundida 41. Os tubos 48a, 48b então estendem-se em um percurso de retorno para os conectores de saída 51 na parte de trás aberta do elemento de resfriamento 35. Especificamente, os tubos 48a, 48b estendem-se para trás uma curta distância no plano de uma das paredes laterais 44, através de uma parede de base 42 para a outra parede lateral 44, verticalmente para cima para a parede de topo 43, para trás uma curta distância no plano da parede lateral 44, verticalmente para baixo até uma parede de base 42, e através da parede de base 42 para a outra parede lateral. A disposição básica é então repetida sucessivamente até os tubos 48a, 48b alcançarem os conectores de saída 51.

Um perno rosqueado 40 projeta-se para fora a partir da parte superior da traseira aberta de cada elemento de resfriador 35 entre os respectivos conectores de entrada e saída 51. Os elementos de resfriador são presos firmemente na posição mediante repouso das suas partes traseiras inferiores nas placas de pedestal 50 soldadas ao invólucro de aço externo 17 do vaso 11, fazendo passar os pernos rosqueados 40 através dos furos no invólucro 17 e completando a fixação por conexão das porcas 60 aos pernos. Desta maneira, os elementos de resfriador 35 são suportados pelo invólucro de aço externo 17 em vez de pelos tijolos refratários subjacentes na soleira 12. Portanto, é possível substituir

os tijolos refratários sem ter que remover também os elementos de resfriador 35.

Cada elemento de resfriador 35 é conformado como um segmento de anel com as paredes laterais 41 convergentes e o resfriador é formado por uma pluralidade daqueles elementos dispostos lado a lado para formarem um resfriador de anel circular 34 com as paredes de base 42 dos elementos de resfriador 35 formando uma base de anel plano, as paredes de topo 43 dos elementos de resfriador 35 formando uma superfície de anel inclinada para fora e para cima e com as paredes laterais 44 dos elementos de resfriador 35 estendendo-se radialmente do anel.

As margens interna e externa de cada elemento de resfriador 35 são encurvadas de forma a estenderem-se circunferencialmente do anel. Onde degraus ficam localizados na parede de topo 43 eles também podem ser encurvados de forma que as superfícies em forma de arquibancada plana 47 dos elementos de resfriador 35 formem em conjunto uma série de fileiras circulares que se estendem em torno da metade circular do vaso.

As superfícies de degrau verticais entre as superfícies em arquibancada superiores 46 são providas de ranhuras lineares 52 que se estendem através de cada elemento 35 e na linha de resfriador montado até formarem ranhuras anulares nas quais pode ser atulhado material capaz de ser fundido flexível para formar vedações entre a superfície escalonada do resfriador e os

tijolos refratários 47. Ranhuras adicionais 53, 54 são formadas nas superfícies superior e inferior planas voltadas para fora de cada elemento de resfriador 35 de forma a estenderem-se através do elemento de resfriador 35 e receberem material de vedação suscetível de ser fundido para confinar carreiras de tijolos refratários imediatamente acima e imediatamente abaixo do resfriador 34.

Na concretização ilustrada da invenção o revestimento refratário da parte superior da soleira 12 é eficientemente refrigerado e suportado pelo resfriador 34 e isto reduz de forma significativa a velocidade de erosão do material refratário. A operação do resfriador 34 também faz com que a escória se solidifique na sua superfície na eventualidade de todo o refratário ter sido desagregado por erosão. A incorporação do resfriador na parte superior da soleira 12 impede que a escória e metal fundido seja lavado por trás ou por baixo da fileira inferior de painéis de resfriamento 31 como pode ocorrer na eventualidade de o refratário na zona de escória ser desagregado por erosão completamente.

A concretização descrita da invenção foi apresentada apenas a título de exemplo e deve ficar entendido que a invenção não fica limitada aos detalhes de construção desta concretização.

A título de exemplo, muito embora os elementos de resfriadores 35 com paredes superiores esca-

lonadas formando seções de parede aprumadas nas margens frontais de tais elementos constitua uma opção, outra opção é a de modificar esta construção de forma tal que as paredes de topo 43 encontrem as paredes de base sob um ângulo agudo ou se unam com paredes frontais aprumadas nas partes dianteiras desses elementos. A parede de topo 43 poderá ser formada sem degraus e com uma parede superior de um modo geral encurvada de forma cônica (muito embora retendo ainda ranhuras anulares nas quais material capaz de ser fundido flexível pode ser adensado) e os tijolos refratários poderão ser deste modo conformados para confinarem suavemente com essa superfície superior. This option is schematically shown in Figure 7. It is to be understood that this and many other variations will fall within the scope of the invention.

Além disso, compreende-se que embora os elementos de resfriamento 35 sejam fundidos com uma estrutura de invólucro aberto por trás, a adição de uma contraplaca, seja ela fixa ou de outra forma, não limita a invenção.

Além disso, a presente invenção não fica confinada à disposição particular de tubos 48a, 48b no elemento de resfriamento 35 exposto nas Figuras. Em uma alternativa, muito embora não constituindo a única outra alternativa possível, a extremidade de entrada de um dos tubos estende-se ascendentemente para a parede lateral direita 44 como ilustrada nas Figuras 4, 7, e

8, e então verticalmente para baixo para uma parede de base 42, através da parede de base 42 para a parede lateral esquerda 44 como ilustrado nas Figuras, verticalmente para cima até à parede de topo 43, para diante e
5 então verticalmente para baixo no plano da parede lateral 44 para a parede de base 41, e então através da parede de base 42 para a parede lateral direita 44 como ilustrado nas Figuras. Esta disposição básica do tubo é repetida até o tubo 48a atingir a frente da estrutura
10 de invólucro fundido 41. A disposição básica é deste modo invertida e repetida sucessivamente até o outro tubo atingir a conexão de saída 51. Adicionalmente, a extremidade de entrada do tubo estende-se para fora para a parede lateral esquerda 44 como ilustrado nas
15 Figuras 4, 7, e 8, e então para diante uma curta distância no plano da parede de topo 43 e então através da parede de topo 43 para a parede lateral direita 44 como ilustrada nas Figuras. Esta disposição básica do tubo é repetida ao longo da parede de topo 43 e para baixo
20 da parede frontal 45 até o tubo atingir a parede de base 42 na frente da estrutura de invólucro fundido 41. a disposição básica é então invertida e sucessivamente repetida até o tubo alcançar o conector de saída 51.

REIVINDICAÇÕES

1 - Vaso de redução direta que inclui uma soleira revestida de refratário, paredes laterais que se estendem ascendentemente a partir da soleira, e uma pluralidade de painéis de resfriamento dispostos em torno das paredes laterais de maneira a formarem um revestimento interno nessas paredes laterais, **caracterizado** por uma superfície interna de uma parte superior da soleira estender-se ascendentemente e para fora às paredes laterais do vaso e a dita parte superior da soleira incorpora um resfriador disposto externamente por trás do revestimento refratário dessa parte da soleira e abaixo dos painéis de resfriamento nas paredes laterais do vaso.

2 - Vaso, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por o resfriador de soleira ser dotado de uma superfície de resfriamento que se estende ascendentemente e para fora imediatamente por trás do revestimento refratário da parte superior da soleira.

3 - Vaso, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** por uma parte de fundo da soleira e as paredes laterais do vaso serem geralmente cilíndricas, a superfície de resfriamento do resfriador estende-se ascendentemente e para fora e o revestimento refratário da parte superior da soleira sobrepõe-se a essa superfície de resfriamento.

4 - Vaso, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** por o revestimento refratário da parte

superior da soleira ser formada por carreiras de tijolos refratários dispostos sobre o resfriador.

5 - Vaso, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** por abaixo da parte superior da soleira, o revestimento de soleira ser formado por carreiras cilíndricas de tijolos refratários.

6 - Vaso, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** por o resfriador ser formado por uma pluralidade de elementos de resfriador dispostos em um ordenamento que se estende circunferencialmente em torno da parte superior da soleira.

7 - Vaso, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** por cada elemento de resfriador ser conectado a um corpo externo da parede lateral do vaso e conseqüentemente, é independente de uma parte subjacente da soleira para suportar o elemento.

8 - Vaso, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, **caracterizado** por cada elemento de resfriador compreender uma estrutura de corpo fundido oco, aberto por trás, dotado de paredes de base, de topo, frontal e laterais formadas integralmente em conjunto na estrutura de corpo fundido e incorporando passagens de fluxo de refrigerante para escoamento de refrigerante através das mesmas, com a parede de topo compreendendo uma superfície sólida voltada para fora formada pelo menos em parte de uma superfície inclinada.

9 - Vaso, de acordo com a reivindicação 8,

caracterizado por a parede de topo de cada elemento de resfriador ser dotada de uma superfície que se inclina descendentemente conforme a superfície inclinada para a parede dianteira da estrutura de corpo fundido.

5 10 - Vaso, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** por a parede de topo de cada elemento de resfriador ser dotada de uma seção que é paralela à parede de base e se estende a partir da traseira do elemento de resfriador e define um cheio plano.

10 11 - Vaso, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** por a dimensão do cheio de cada elemento de resfriador ser selecionada de forma tal que existe uma transição para a face frontal inclinada descendentemente do elemento em um ponto que fica situado
15 adjacente a uma parede dianteira dos painéis de resfriamento que formam parte das paredes laterais do vaso.

 12 - Vaso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, **caracterizado** por a parede de topo ser escalonada de forma tal que a superfície externa é dotada de uma série de superfícies dispostas em
20 forma de arquibancada que se estendem através do elemento de resfriador para suportar os tijolos refratários do revestimento refratário da parte superior da soleira.

25 13 - Vaso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 12, **caracterizado** por as paredes laterais de cada elemento de resfriador serem convergentes no sentido da frente do elemento.

14 - Vaso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 13, **caracterizado** por o resfriador ser formado como um anel, com cada um dos elementos de resfriador configurado como um segmento desse anel com suas paredes laterais estendendo-se radialmente ao anel e suas partes frontais encurvadas de forma a estenderem-se circunferencialmente do anel.

15 - Vaso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 14, **caracterizado** por as paredes laterais de cada elemento de resfriador serem formadas com superfícies planas voltadas para fora.

16 - Vaso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 15, **caracterizado** por os elementos de resfriador serem posicionados em relação lado a lado com um pequeno intervalo entre elementos adjacentes.

17 - Vaso, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** por o intervalo entre elementos de resfriamento adjacentes ser de 20 mm ou menor.

18 - Vaso, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** por o intervalo ser 15 mm ou menor.

19 - Vaso, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** por o intervalo estar na faixa de 5-20 mm.

20 - Vaso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 19, **caracterizado** por os elementos de resfriador terem conectores de entrada e de saída para escoamento de refrigerante no sentido e proveniente das passagens de fluxo de refrigerante.

21 - Vaso, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** por as passagens de fluxo de refrigerante serem formadas por tubos fundidos na estrutura de corpo de cada elemento de resfriamento e que se estendem entre as entradas e saídas na traseira aberta do corpo.

22 - Elemento resfriador de cobre ou liga de cobre para resfriamento de material refratário em uma soleira de um vaso de redução, **caracterizado** por compreender uma estrutura de corpo oco aberto por trás, dotado de paredes de base, de topo, frontal e laterais formadas integralmente em uma estrutura fundida e incorporando passagens de fluxo de refrigerante na mesma formadas por tubos fundidos na estrutura de corpo e que se estendem entre entradas e saídas na traseira aberta do elemento, com a parede de topo proporcionando uma superfície uma superfície sólida voltada para fora formada pelo menos em parte como uma superfície inclinada.

23 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** por os tubos que formam as passagens de fluxo de refrigerante serem dispostos em um ordenamento que se estende através da base, topo, paredes frontal e laterais do elemento de resfriador.

24 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 22 ou reivindicação 23, **caracterizado** por as passagens de fluxo de refrigerante estarem na forma de pelo menos dois tubos contínuos que seguem percursos em serpentina que se estendem através da base, topo,

paredes frontal e laterais.

25 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 24, **caracterizado** por os percursos de serpentina serem percursos de serpentina adjacentes.

5 26 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 24 ou reivindicação 25, **caracterizado** por cada um dos tubos ser estruturado de forma tal que refrigerante pode fluir em um percurso de fluxo através da parede de topo e da parede frontal e então em um
10 percurso de fluxo de retorno através das paredes laterais e da parede de base para uma saída, ou vice-versa.

 27 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 26, **caracterizado** por os percursos de fluxo de cada tubo seguirem um percurso em serpentina
15 através e adjacente às paredes de topo, frontal, laterais e de base do elemento de resfriamento.

 28 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** por o percurso de fluxo de cada tubo através da parede de base e das paredes
20 laterais ser um percurso sucessivo entre uma frente do elemento de resfriamento e uma traseira do elemento de resfriamento que passa através da parede de base e das paredes laterais.

 29 - Elemento resfriador, de acordo com a
25 reivindicação 28, **caracterizado** por o percurso sucessivo ser um percurso em serpentina que passa repetidamente através de cada uma das paredes de base e paredes laterais.

30 - Elemento resfriador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 a 29, **caracterizado** por as paredes de topo e frontal formarem uma superfície voltada para fora de uma maneira geral inclinada, a qual é inclinada descendentemente a partir da traseira do elemento resfriador para a parede de base na frente do elemento resfriador e define uma face frontal do elemento.

31 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 30, **caracterizado** por a parede de topo ser dotada de uma seção que é paralela à parede de base e estende-se a partir da traseira do elemento de resfriador e define um cheio plano.

32 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 30 ou reivindicação 31, **caracterizado** por a superfície inclinada da parede de topo ser escalonada de forma tal que a sua superfície externa tem uma série de superfícies dispostas em forma de fileira de arquivada que se estendem através do elemento.

33 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 32, **caracterizado** por as fileiras serem dimensionadas para receberem separadamente uma única fila de tijolos refratários que repousam na fileira.

34 - Elemento resfriador, de acordo com a reivindicação 32 ou reivindicação 33, **caracterizado** por a face frontal de cada degrau na superfície superior na parede de topo ser dotada de uma ranhura linear que se estende através do elemento de resfriamento.

35 - Elemento resfriador, de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 a 34, **caracterizado** por o elemento de resfriamento ser configurado como um segmento de anel com paredes laterais convergentes tais que uma pluralidade destes elementos dispostos lado a lado podem formar um resfriador em anel circular com as bases dos elementos formando uma base de anel plana, as paredes de topo dos elementos formando uma superfície de anel inclinada ascendentemente e para fora dotada de filhas planas horizontais e as paredes laterais dos elementos estendendo-se radialmente do anel.

36 - Elemento de resfriamento para localização em uma soleira revestida de refratário de um vaso de redução direta, **caracterizado** por o elemento de resfriamento compreender uma estrutura de corpo oco de traseira aberta dotada de paredes de base, de topo, frontais e laterais resfriadas por água formadas integralmente em uma estrutura fundida, sendo o elemento de resfriamento adaptado para colocação com outros dos elementos de resfriamento na soleira, com as paredes laterais resfriadas a água dos elementos de resfriamento proporcionando água que proporciona o resfriamento dos intervalos formados entre elementos de resfriamento adjacentes.

37 - Elemento de resfriamento para localização em uma soleira revestida de refratário de um vaso de redução direta que é dotada de painéis resfriadas a água localizados em uma parede lateral do dito vaso

imediatamente acima do dito elemento de resfriamento, **caracterizado** por o elemento de resfriamento compreender uma estrutura de corpo oco aberto na traseira que é dotado de paredes de base, de topo, frontal e laterais resfriadas a água, formadas integralmente em uma

5 estrutura fundida, sendo que a parede de topo compreende uma seção substancialmente horizontal que se estende a partir da traseira do elemento de resfriamento, a parede de topo compreendendo ainda uma superfície inclinada que se estende descendentemente a partir da seção horizontal para a parede frontal, com a seção horizontal estendendo-se radialmente no sentido da parede frontal e proporcionando a transição na dita

10 seção inclinada em um ponto que, quando instalada no dito vaso, fica localizada adjacente a uma face frontal de um painel refrigerado a água imediatamente acima da

15 seção horizontal da parede de topo.

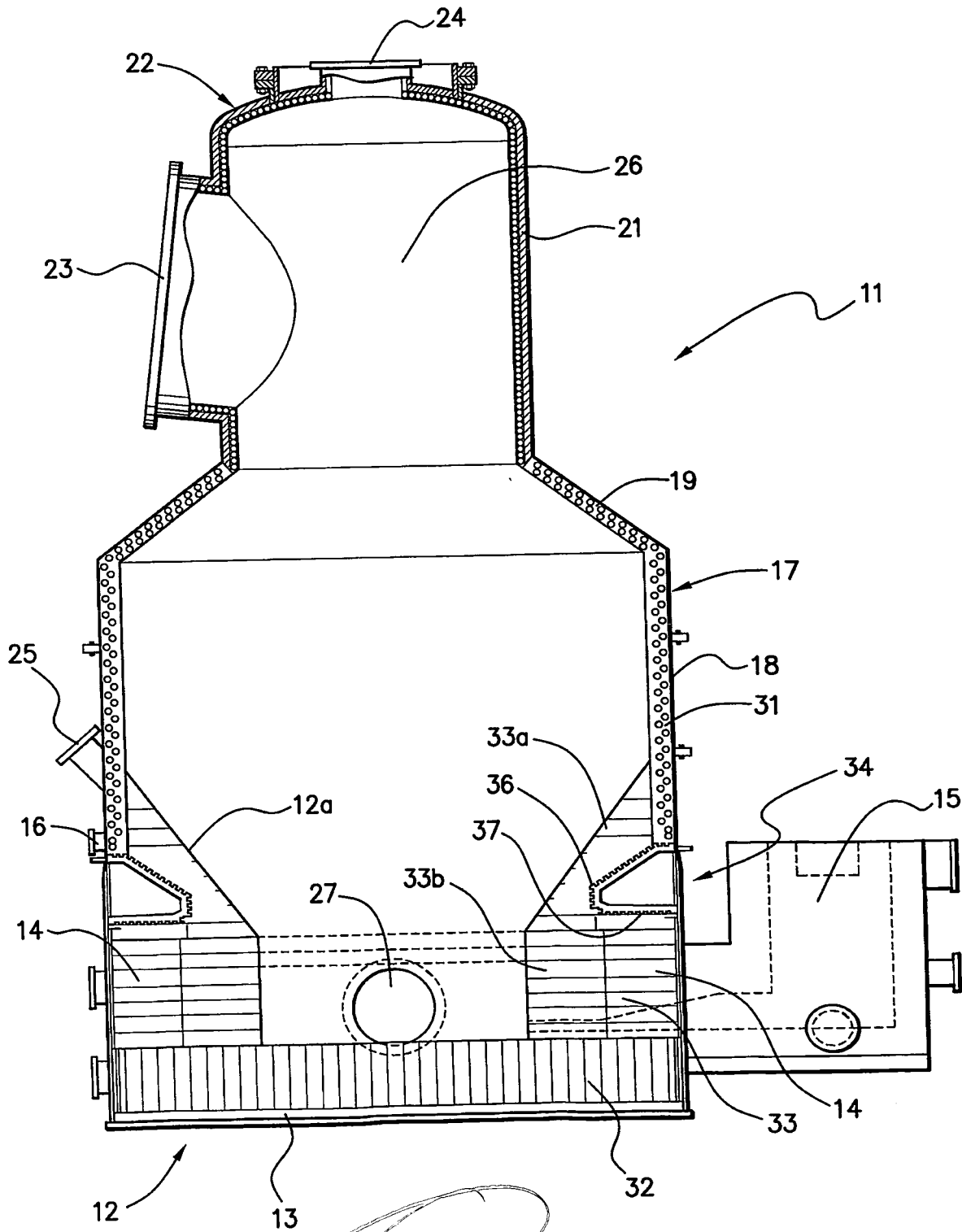


FIG. 1

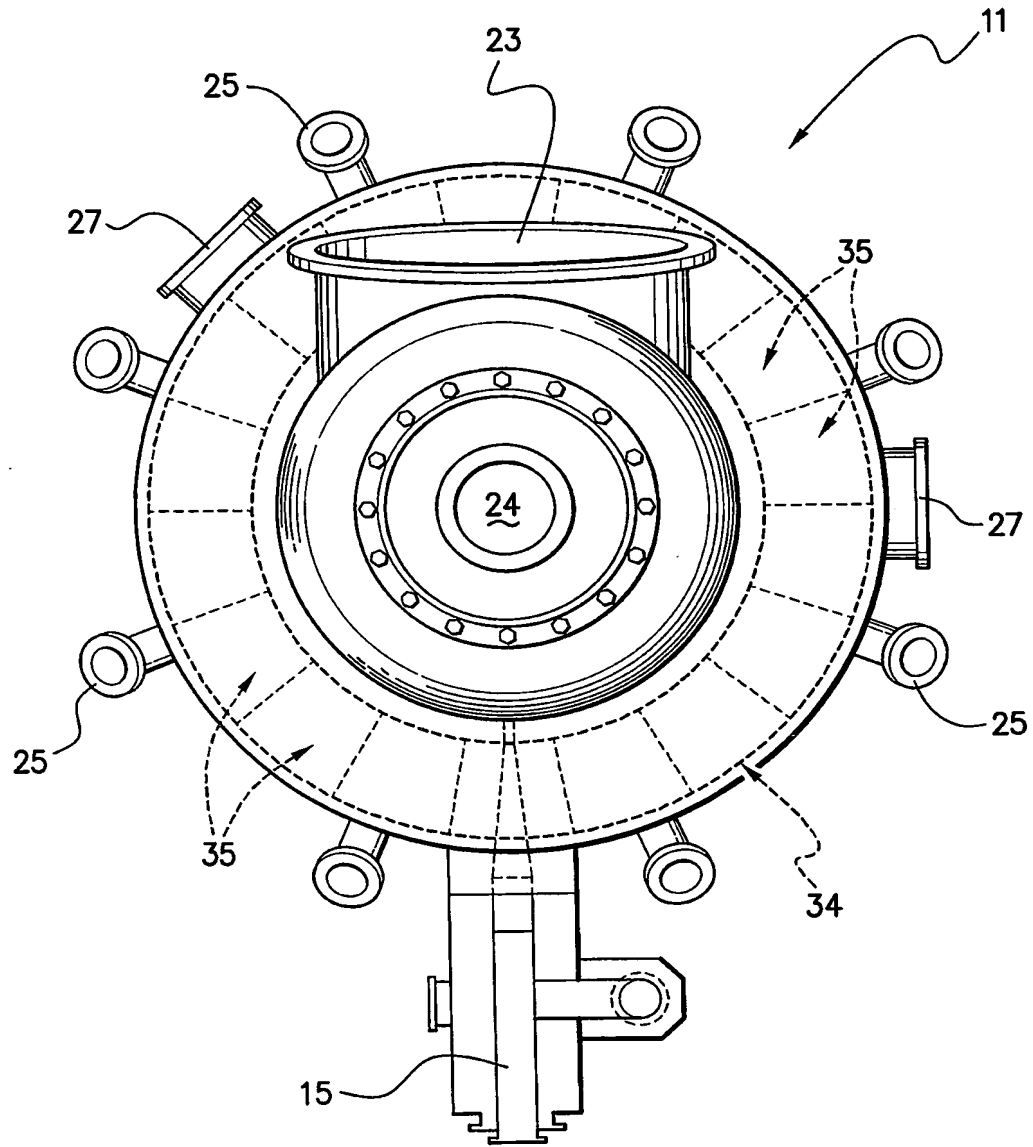


FIG. 2

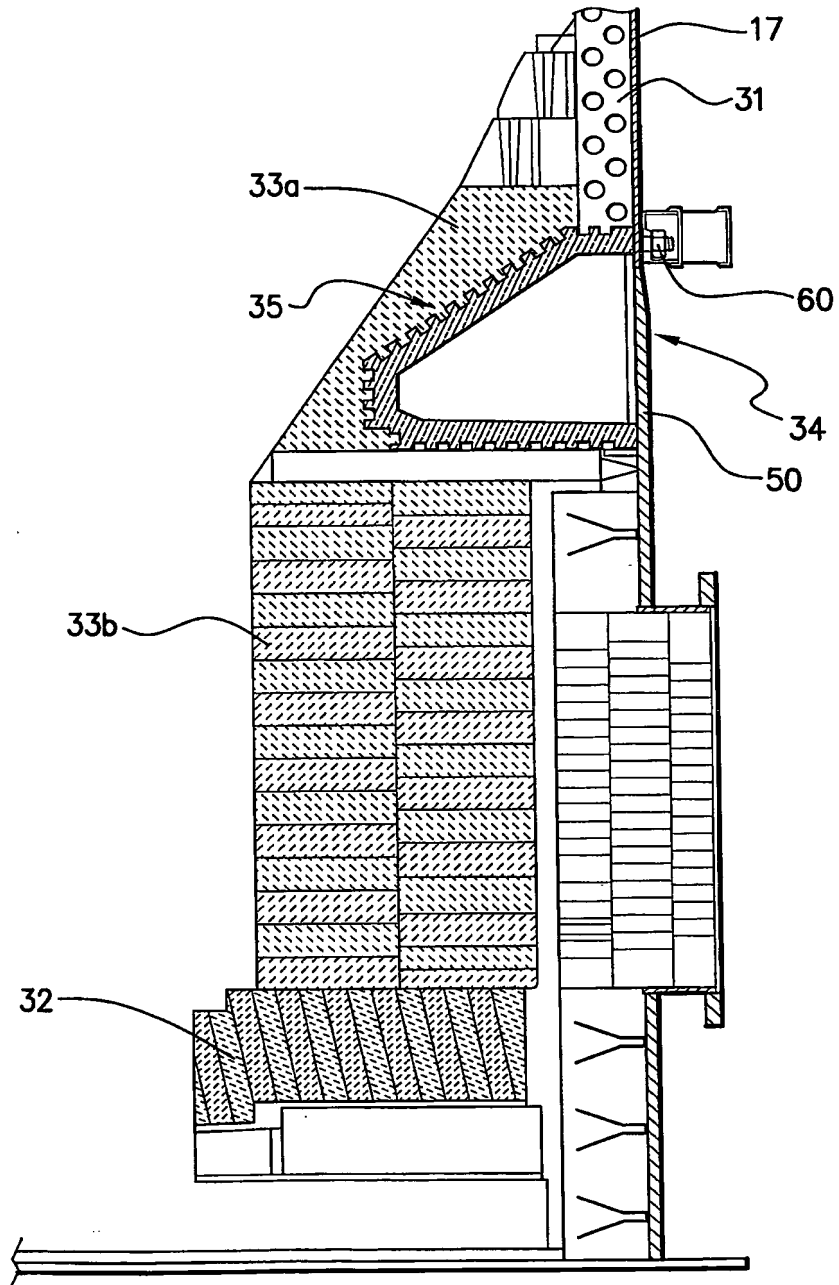
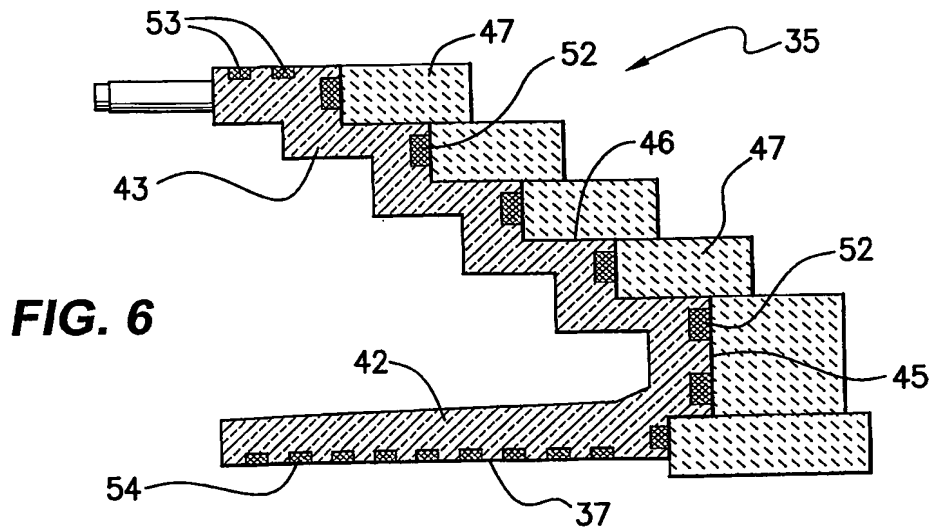
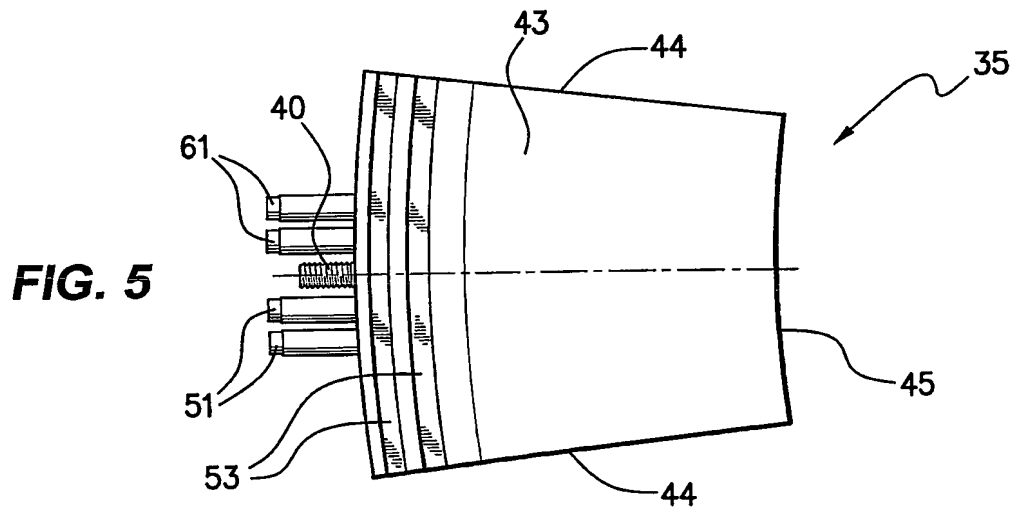
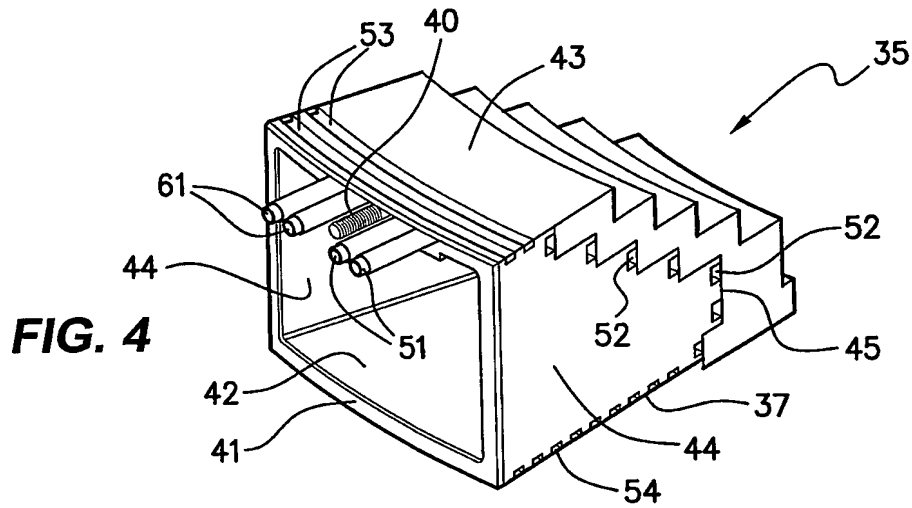


FIG. 3



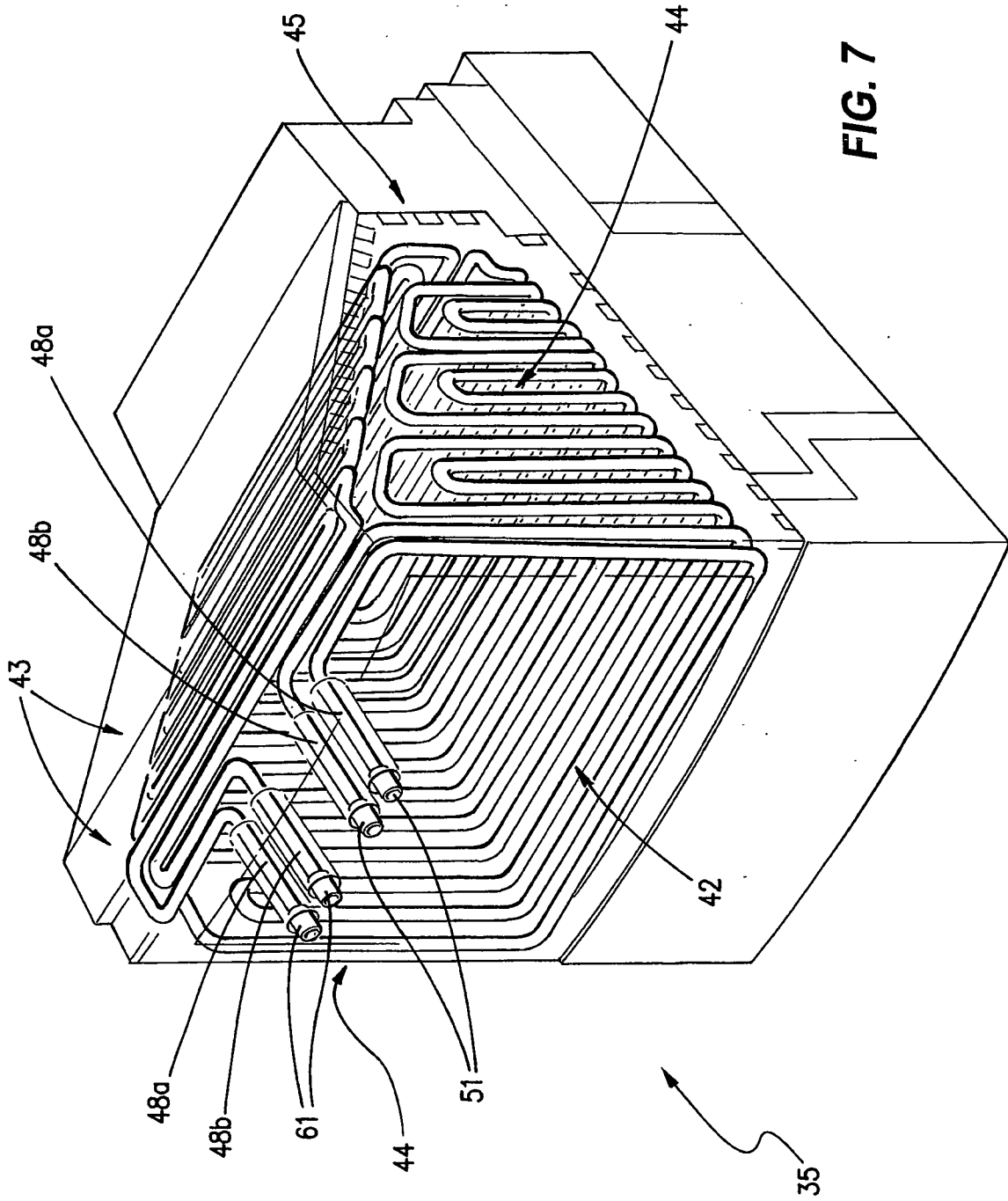


FIG. 7

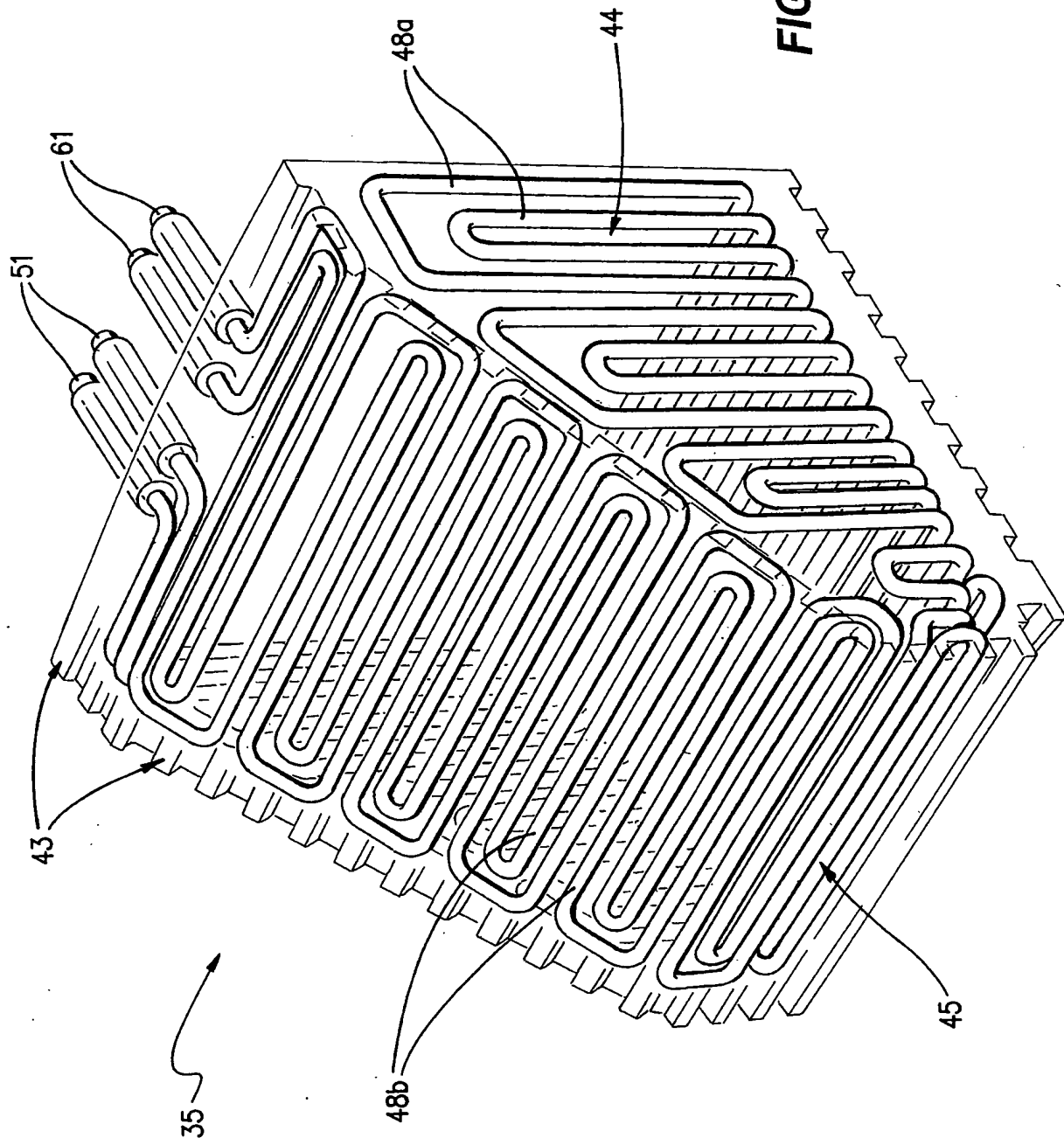


FIG. 8

RESUMO

VASO DE REDUÇÃO DIRETA, ELEMENTO RESFRIADOR DE
COBRE OU LIGA DE COBRE PARA RESFRIAMENTO DE MATERIAL
REFRATÁRIO E ELEMENTOS DE RESFRIAMENTO PARA LOCALIZAÇÃO
5 EM UMA SOLEIRA REVESTIDA DE REFRATÁRIO DE UM VASO DE
REDUÇÃO DIRETA

Expõem-se um vaso de redução direta e um elemento de resfriamento de soleira. O vaso inclui uma soleira revestida de refratário. Uma superfície interna de uma parte superior da soleira estende-se ascen-
10 dentemente e para fora das paredes laterais do vaso. A parte superior da soleira incorpora um resfriador de soleira disposto externamente por trás do revestimento refratário dessa parte da soleira e abaixo dos painéis
15 de resfriamento nas paredes laterais do vaso. O resfriador de soleira compreende uma pluralidade de elementos resfriadores. Cada elemento resfriador é dotado de uma estrutura de corpo oco aberto por trás, dotada de paredes de base, de topo e laterais formadas inte-
20 gralmente em uma estrutura fundida e que incorpora passagens de fluxo de refrigerante.