PI0708457
PI0708457

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0708457-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0708457-9

(22) Data do Depósito: 01/03/2007

(43) Data da Publicação do Pedido: 07/09/2007

(51) Classificação Internacional: C21C 5/35

(30) Prioridade Unionista: 01/03/2006 AU 2006901032

(54) Título: UNIDADE DE FUSÃO REDUTORA DIRETA PARA PRODUZIR METAL FUNDIDO A PARTIR DE UM MATERIAL DE ALIMENTAÇÃO METALÍFERO

(73) Titular: TECHNOLOGICAL RESOURCES PTY LIMITED. Endereço: 120 Collins Street Melbourne, Victoria 3000, Austrália (AU).

(72) Inventor: ROBERT LOIACONO

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 01/03/2007, observadas as condições legais.

Expedida em: 2 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes

UNIDADE DE FUSÃO REDUTORA DIRETA PARA PRODUZIR METAL FUNDIDO A PARTIR DE UM MATERIAL DE ALIMENTAÇÃO METALÍFERO

CAMPO DA TÉCNICA

Refere-se a presente invenção a uma unidade de fusão redutora direta para produzir metal fundido a partir de um material de alimentação metalífero, tais como minérios, minérios parcialmente reduzidos e correntes de refugo que contêm metal.

Um processo de fusão redutora direta conhecido, o qual se baseia principalmente em um banho fundido como um meio de reação, e é geralmente chamado de processo HIsmelt, encontra-se descrito no pedido Internacional PCT/AU96/00197 (WO 96/31627) em nome da mesma requerente da presente invenção. O revelado no pedido Internacional é incorporado no presente através de referências destacadas.

O processo HIsmelt conforme descrito no pedido Internacional, no contexto de produção de ferro fundido, inclui:

(a) formar um banho de ferro fundido e de escória em um vaso;

(b) injetar no banho: (i) um material de alimentação metalífero, tipicamente óxidos de ferro; e (ii) um material carbonáceo sólido, tipicamente carvão, o qual funciona como um redutor dos óxidos de ferro e como uma fonte de energia; e

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

O termo "fusão redutora" é compreendido neste

contexto como significando processamento térmico em que ocorrem reações químicas que reduzem material de alimentação metalífero para produzir metal fundido.

O processo HIsmelt também inclui a pós-combustão de gases de reação, tais como CO e H_2, os quais são desprendidos a partir do banho para a região acima do banho com gás contendo oxigênio e transferindo 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 inclui a formação de uma zona de transição no espaço acima da superfície quiescente do banho, no qual existe uma massa favorável ascendente e posteriormente descendente de respingos ou gotículas ou correntes de metal fundido e/ou escória que proporciona um meio efetivo para transferir para o banho a energia térmica gerada pela pós-combustão dos gases de combustão para o banho.

No processo HIsmelt o material de alimentação metalífero e o material carbonáceo sólido são injetados no banho fundido através de uma quantidade de lanças, as quais são inclinadas em relação à vertical de maneira a estenderem-se descendentemente e para dentro através da parede lateral do vaso de fusão redutora direta e em uma região inferior do vaso de maneira a distribuir pelo menos parte do material sólido para dentro da camada de metal no fundo do vaso. Para promover a pós-combustão dos gases de reação na parte superior do vaso, um jorro de ar quente, o qual pode ser enriquecido com oxigênio, é injetado em uma

região superior do vaso através de uma lança de injeção de ar quente que se estende descendentemente. Os gases de descarga resultantes da pós-combustão dos gases de reação no vaso são retirados a partir de uma região superior do vaso através de um condutor de gás de descarga. O vaso inclui painéis refrigerados a água, revestidos de refratário na parede lateral e no teto do vaso, e faz-se circular água continuamente através dos painéis em um circuito contínuo.

O processo HIsmelt possibilita que grandes quantidades de metal fundido, tal como ferro fundido, sejam produzidas mediante fusão redutora direta em um único vaso compacto. A fim de que isto seja conseguido é necessário transportar grandes quantidades de ar quente para e a partir do vaso de fusão redutora direta, transportar grandes quantidades de materiais de alimentação metalíferos, tais como materiais de alimentação que contêm ferro, para o vaso, transportar grandes quantidades de produto metálico fundido e escória produzida em um processo fora do vaso, e circular grandes quantidades de água através dos painéis de água fria - tudo dentro de uma área relativamente confinada. Material carbonáceo e fundentes, às lanças de injeção de sólidos. Essas funções devem prosseguir durante toda a operação de fusão redutora, que desejavelmente se estende por pelo menos 12 meses. Também é necessário prover facilidades de acesso e manuseio para que seja possível o acesso ao vaso e manutenção de equipamentos entre as operações de fusão redutora.

Uma unidade comercial de fusão redutora direta

HIsmelt baseado em um vaso de 6 m de diâmetro (diâmetro interno da soleira refratária) foi construída em Kwinana, Austrália ocidental. A unidade foi desenhada para operar o processo HIsmelt e produzir 800.000 toneladas por ano de ferro fundido no vaso.

O depositante agora desenvolveu um trabalho de pesquisa e desenvolvimento para desenhar uma unidade comercial de fusão redutora direta HIsmelt de larga escala, para produzir em excesso 1 milhão de toneladas par ano de ferro fundido através do processo HIsmelt.

O depositante foi confrontado com uma série de problemas ao aumentar a escala do processo HIsmelt e produziu um design alternativo para uma unidade de fusão redutora direta HIsmelt.

A presente invenção está relacionada a uma unidade de fusão redutora direta que é um design alternativo para a unidade de fusão redutora direta HIsmelt acima mencionada.

A unidade de fusão redutora direta da presente invenção também pode ser usada para outros processos de fusão redutora direta.

EXPOSIÇÃO DA INVENÇÃO

De acordo com a presente invenção é proporcionada uma unidade de fusão redutora direta para produzir metal fundido a partir de um material de alimentação metalífero utilizando um processo de fusão redutora direta baseado em banho fundido que inclui:

(a) Um vaso de fusão redutora direta fixo para suportar um banho de metal fundido e escória, e um espaço

de gás acima do banho, o vaso incluindo uma soleira e uma parede lateral;

(b) Uma instalação de alimentação de sólidos para fornecer material de alimentação sólida, incluindo material de alimentação metalífero e material carbonífero, a partir de um local de suprimento de material de alimentação sólida de fora do vaso para dentro do vaso; a instalação de alimentação de sólidos incluindo uma pluralidade de lanças de injeção de sólidos estendendo-se pelas aberturas na parede lateral do vaso;

(c) Uma instalação de alimentação de gás que contém oxigênio para fornecer um gás que contém oxigênio a partir de um local de suprimento de gás que contém oxigênio de fora do vaso para dentro do vaso; a instalação de gás que contém oxigênio incluindo uma tubulação de distribuição de gás e uma pluralidade de lanças de injeção de gás estendendo-se pelas aberturas da parede lateral do vaso para injetar o gás que contém oxigênio através da tubulação de distribuição de gás dentro do vaso; a tubulação de distribuição de gás estendendo-se pelo menos substancialmente em volta do vaso e situando-se longe do vaso;

(d) Uma instalação de duto de descarga de gás para facilitar o fluxo de gás de saída do vaso;

(e) Uma instalação de corrida de metal para sangrar metal fundido do banho durante uma operação de fusão redutora;

(f) Uma instalação de corrida de escória para sangrar escória do banho durante uma operação de fusão redutora; e

(g) Uma pluralidade de zonas de acesso de gruas que estão fora do local da tubulação de distribuição de gás para permitir que as lanças de injeção de sólidos sejam removidas e lanças de substituição sejam posicionadas nas aberturas da parede lateral do vaso.

Preferentemente a tubulação de distribuição de gás é situada distante do vaso, de maneira que haja uma abertura entre o vaso e a tubulação de distribuição de gás que possibilita a remoção das lanças de injeção de gás através da abertura, e a unidade inclui uma pluralidade de zonas de acesso de gruas que estão internas à tubulação de distribuição de gás para permitir que as lanças de injeção de gás sejam removidas e lanças de reposição sejam posicionadas nas aberturas na parede lateral do vaso.

Preferivelmente a tubulação de distribuição de gás é localizada acima das conexões das lanças de injeção de gás ao vaso

Preferivelmente a tubulação de distribuição de gás é uma tubulação circular que define um caminho sem fim para o fluxo de gás no interior da tubulação.

Preferivelmente a tubulação de distribuição de gás é uma tubulação em forma de ferradura.

Preferivelmente cada lança de injeção de gás é disposta para direcionar uma corrente de gás para baixo e para fora de um núcleo central do vaso.

Preferivelmente cada lança de injeção de gás é

disposta para direcionar uma corrente de gás para baixo e para fora em direção à parede lateral do vaso.

Preferivelmente cada lança de injeção de gás é posicionada de forma que a lança aponte para baixo, dentro do vaso e seja angulada em relação a um plano vertical e um plano radial no vaso para que a direção do fluxo de uma corrente de gás a partir da lança tenha componentes radiais e circunferenciais.

Preferivelmente a instalação de alimentação de sólidos inclui uma pluralidade de lanças de injeção de sólidos que se estendem para baixo e para dentro através das aberturas na parede lateral do vaso e as lanças de injeção de sólidos incluem uma pluralidade de lanças para injetar material metalífero dentro do vaso e uma pluralidade de lanças para injetar material carbonáceo sólido no vaso, as lanças de injeção de material metalífero sendo posicionadas em pares em volta do perímetro da parede lateral do vaso e uma única lança de injeção de material carbonáceo sólido sendo posicionada entre pares adjacentes das lanças de injeção de material metalífero.

Preferivelmente a instalação de alimentação de sólidos inclui uma linha de abastecimento principal para cada par de lanças de injeção metalífera e um par de linhas ramificadas que se estendem da linha principal e são conectadas às lanças.

Preferivelmente a instalação de alimentação de sólidos inclui um sistema de injeção de material de alimentação metalífera quente para suprimento de material de alimentação metalífera pré-aquecido dentro da linha de

abastecimento principal para cada par de lanças de injeção de material de alimentação metalífera.

Preferivelmente a unidade inclui uma superestrutura que suporta a tubulação de distribuição de gás.

Preferivelmente, a superestrutura também inclui uma pluralidade de plataformas que proporcionam acesso de trabalhadores ao vaso em diferentes alturas do vaso.

Preferivelmente as zonas de acesso das gruas para lanças de injeção de sólidos estão internas a um perímetro externo da superestrutura.

Preferivelmente a instalação de tubos de gás de saída inclui dois dutos de gás de saída estendendo-se para fora do vaso.

Preferivelmente os dutos de gás de saída são de mesmo diâmetro.

Preferivelmente os dutos de gás de saída são de mesmo comprimento.

Preferivelmente a unidade inclui duas coberturas de gás de saída para resfriar o gás de saída, com uma das coberturas de gás de saída sendo conectada a um dos dutos de gás de saída.

Preferivelmente cada cobertura de gás de saída é adaptada para resfriar o gás de saída a uma temperatura na faixa de 900-1100°C.

Preferivelmente a unidade inclui um depurador de gás de saída separado para remover partículas do gás de saída que está conectado a cada cobertura de gás de saída.

Preferivelmente a parede lateral do vaso inclui:

(a) Uma seção cilíndrica inferior;

(b) Uma seção cilíndrica superior que possui um diâmetro menor do que o da seção inferior;

(c) Uma seção de transição que interliga as seções superior e inferior.

Preferivelmente a instalação de dutos de gás de saída se estende a partir de uma seção cilíndrica superior.

Preferivelmente a seção de transição inclui aberturas para as lanças de injeção de gás e as lanças se estendem através das aberturas para dentro do vaso.

Preferivelmente a seção cilíndrica inferior inclui aberturas para as lanças de injeção de sólidos e as lanças se estendem através das aberturas para dentro do vaso.

Preferivelmente o material metalífero inclui minério de ferro.

Preferivelmente o material carbonáceo inclui carvão.

De acordo com a presente invenção também é proporcionada uma unidade de fusão redutora direta para produzir metal fundido a partir de um material de alimentação metalífero utilizando um processo de fusão redutora direta baseado em banho fundido que inclui:

(a) Um vaso de fusão redutora direta fixo para suportar um banho de metal fundido e escória, e um espaço de gás acima do banho, o vaso incluindo uma soleira e uma parede lateral;

(b) Uma instalação de alimentação de sólidos para fornecer material de alimentação sólida, incluindo

material de alimentação metalífero e material carbonífero, a partir de um local de suprimento de material de alimentação sólida de fora do vaso para dentro do vaso; a instalação de alimentação de sólidos incluindo uma pluralidade de lanças de injeção de sólidos estendendo-se pelas aberturas na parede lateral do vaso;

(c) Uma instalação de alimentação de gás que contém oxigênio para fornecer um gás que contém oxigênio a partir de um local de suprimento de gás que contém oxigênio de fora do vaso para dentro do vaso; a instalação de gás que contém oxigênio incluindo uma tubulação de distribuição de gás e uma pluralidade de lanças de injeção de gás estendendo-se pelas aberturas da parede lateral do vaso para injetar o gás que contém oxigênio através da tubulação de distribuição de gás para dentro do vaso; a tubulação de distribuição de gás estendendo-se pelo menos substancialmente em volta do vaso e situando-se longe do vaso de modo que haja uma abertura entre o vaso e a tubulação de distribuição de gás, que torna possível remover as lanças de injeção gasosas através da abertura;

(d) Uma instalação de descarga de gás para facilitar o fluxo de gás de saída do vaso;

(e) Uma instalação de corrida de metal para sangrar metal fundido do banho durante uma operação de fusão redutora;

(f) Uma instalação de corrida de escória para sangrar escória do banho durante uma operação de fusão redutora; e

(g) Uma pluralidade de zonas de acesso de gruas que estão dentro do local da tubulação de distribuição de gás para permitir que as lanças de injeção de gás sejam removidas e lanças de substituição sejam posicionadas nas aberturas da parede lateral do vaso.

Preferivelmente a unidade inclui também canos principais de água de refrigeração para suprimento de água de refrigeração ao vaso, os canos principais de água de refrigeração localizados acima da instalação de alimentação de gás e uma pluralidade de canos de suprimento e retorno de água de refrigeração se estendendo entre os tubos principais de água de refrigeração e o vaso e distribuídos pelos canos principais de água de refrigeração intermediários às zonas de acesso das gruas, posicionados internamente à tubulação de distribuição de gás.

Preferivelmente os canos de suprimento e retorno de água de refrigeração são distribuídos sobre os tubos principais de água de refrigeração de modo a proporcionar, ao menos em parte, uma ou mais periferias externas às zonas de acesso das gruas posicionadas internamente à tubulação de distribuição de gás.

Preferivelmente os canos de suprimento e retorno de água são distribuídos sobre os tubos principais de água de refrigeração em uma pluralidade de zonas distintas que estão espaçadas separadas uma da outra.

Preferivelmente os tubos principais de água de refrigeração se estendem ao menos substancialmente pelo vaso.

Preferivelmente os tubos principais de água de refrigeração são localizados verticalmente acima e em alinhamento substancial com a tubulação de distribuição de gás da instalação de alimentação de gás.

Preferivelmente a unidade inclui também uma pluralidade de tubos principais de água de refrigeração substancialmente em volta do vaso e localizados em alturas verticais diferentes de modo a fornecer água a diferentes áreas do vaso e os tubos principais em alinhamento substancial com a tubulação de distribuição de gás da instalação de alimentação de gás.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Na presente invenção encontram-se descritas adiante de forma mais detalhada com referência aos desenhos anexos, dos quais:

As Figuras 1 e 2 representam uma vista em perspectiva de duas direções diferentes que ilustram o vaso de fusão redutora direta e uma parte do sistema de duto de descarga que faz parte de uma modalidade da unidade de fusão redutora direta de acordo com a presente invenção;

A Figura 3 representa uma vista em perspectiva do vaso;

A Figura 4 representa uma elevação lateral do vaso;

A Figura 5 representa uma elevação lateral do vaso, que ilustra o layout dos ladrilhos refratários no interior do vaso;

A Figura 6 representa uma elevação lateral do

vaso que ilustra o arranjo de lanças de injeção de sólidos e as lanças de injeção de gás quente do vaso;

A Figura 7 é uma seção em corte transversal na linha A-A na Figura 6;

A Figura 8 é uma seção em corte transversal na linha A-A na Figura 6;

A Figura 9 é um diagrama que ilustra o arranjo de lanças de injeção de sólidos do vaso;

A Figura 10 é uma vista frontal diagramática de componentes selecionados do vaso, que ilustram os envelopes de extração e inserção das lanças de injeção de sólidos e lanças de injeção de ar quente do vaso;

A Figura 11 é uma vista frontal do vaso; e

A Figura 12 é uma vista frontal do caso com o duto de descarga e o sistema BLAST de distribuição de ar quente removidos;

A Figura 13 é a vista de um plano superior do vaso, mostrando os tubos principais de água de refrigeração e canos de suprimento e;

A Figura 14 é uma vista isométrica da superestrutura que suporta aquele sistema Blast de distribuição de ar quente, os dutos de gás de saída e o sistema de refrigeração de água.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES

A unidade de fusão redutora direta mostrada nas figuras é adequada particularmente para fusão redutora de material metalífero de acordo com o processo Hismelt conforme descrito no Pedido internacional de patente

PCT/AU96/00197 (WO 96/00197).

A unidade não está confinada a fusão redutora de material metalífero de acordo com o processo Hismelt.

A descrição seguinte está no contexto de fusão redutora de minério de ferro purificado para produzir ferro fundido de acordo com o processo Hismelt.

A presente invenção não está restrita a produção de ferro fundido e se estende a fusão redutora de qualquer material metalífero.

A descrição seguinte se foca em um vaso de fusão redutora direta de uma unidade de fusão redutora direta e aparelhagens, tais como lanças de injeção de sólidos e gás, que são diretamente associadas ao vaso.

A unidade de fusão redutora direta também inclui outras aparelhagens, incluindo aparelhagens para processamento de materiais alimentados para o vaso contra o fluxo do vaso e aparelhagens para processamento de produtos (metal fundido, escória fundida e gás de saída) produzidos no vaso. Tais outras aparelhagens não são aqui descritas em detalhes porque este não é o foco da presente invenção, mas estas, entretanto formam parte da unidade. Tais outras aparelhagens são descritas em outros pedidos de patente em nome do requerente e a descoberta nesses pedidos de patente e patentes são aqui incorporados através de referência remissiva.

Com referência às figuras, no contexto da presente invenção, as características principais das concretizações da unidade de fusão redutora direta

mostrados nas figuras são:

(a) um vaso de fusão redutora direta fixo 3 para suportar um banho fundido 41 de metal e escória e um espaço de gás 43 acima do banho;

(b) uma instalação de alimentação de sólidos que inclui 12 lanças de injeção de sólidos 5a, 5b para fornecer material de alimentação sólida, incluindo material de alimentação metalífera e material carbonífero, dentro do vaso;

(c) uma instalação de alimentação de gás que contém oxigênio para fornecer um gás que contém oxigênio ao vaso, que inclui:

(c) (i) uma instalação de injeção de gás na forma de 4 lanças de injeção 7 para injetar o gás contendo oxigênio dentro do espaço de gás e/ou do banho dentro do vaso; e

(c) (ii) uma instalação de dutos de distribuição que inclui uma tubulação circular 9 e uma pluralidade de membros 49, o qual associado a cada lança de injeção de gás 7, que conecta a tubulação circular 9 e as lanças de injeção de gás 7 para distribuir o gás contendo oxigênio, tipicamente ar ou ar enriquecido de oxigênio, às lanças de injeção de gás 7; e

(d) um duto de gás de saída que inclui dois dutos de gás de saída 11 para facilitar a vazão de gás de saída do vaso para fora do vaso;

Com referência às Figuras 1, 2 e 10, é relevante observar, a esse ponto, que unidade de fusão

redutora direta também inclui uma superestrutura 89 formada de vigas de aço conectadas juntas para definir uma forma octogonal externa ao perímetro 91, uma forma octogonal interna ao perímetro 93 e uma série de membros conectados 95 interconectando as vigas perimetrais. A superestrutura 89 suporta a tubulação circular 9 da instalação de dutos de distribuição de gás através de ganchos (não ilustrados). A superestrutura também inclui uma pluralidade de plataformas (não ilustradas) que provêm acesso a operários no vaso 3 em diferentes alturas do vaso 3.

O vaso 3 inclui (a) uma soleira que inclui uma base 21 e laterais 23 formadas de ladrilhos refratários, (b) uma parede lateral 25 que se estende para cima a partir da soleira, e (c) uma cobertura torisférica 27. De modo a colocar o tamanho do vaso 3 em contexto, um vaso 3 que é designado a produzir 2 milhões de toneladas por ano de ferro fundido necessita de um diâmetro de soleira (interno) de aproximadamente 8m.

A parede lateral 25 do vaso 3 é formada de modo que o vaso inclui (a) uma seção cilíndrica inferior 29, (b) uma seção cilíndrica superior 31 que possui um diâmetro menor que a seção 29, e (c) uma seção troncônica 33 que interconecta as duas seções 29, 31.

É evidente a partir da seguinte descrição e desenhos que as três seções 29, 31, 33 da parede lateral 25 do vaso dividem a parede lateral 25 em três zonas separadas. A seção inferior 29 suporta lanças de injeção de sólidos 7. Finalmente a seção superior 33 em vigor, é uma

câmera de gás de exaustão a partir do qual o gás de exaustão deixa o vaso.

A parede lateral 25 e a cobertura 27 do vaso 3 suportam a pluralidade de painéis de água refrigerada (não ilustrados) e a unidade inclui um circuito de água refrigerada. Com referência a Figura 5, a seção superior 33 inclui painéis de aço simples e a seção inferior 29 inclui painéis de aço duplos. O circuito de água refrigerada fornece e remove água aquecida dos painéis de água refrigerada e, portanto extrai calor da água aquecida antes de retornar a água aos painéis de água refrigerada.

A seção troncônica 33 da parede lateral 25 do vaso 3 inclui aberturas 35 para lanças de injeção de gás 7. As lanças 7 se estendem através das aberturas 35. A aberturas das lanças 25 incluem flanges de montagem 37, e as lanças 7 são montadas em cima e sustentadas pelos flanges 37. As aberturas das lanças 35 são na mesma altura do vaso 3 e são posicionadas em intervalos iguais em torno do perímetro da parede lateral 25 do vaso 3.

Com referência a figura 5, no caso de uso do vaso 3 para reduzir minério de ferro purificado para produção de ferro fundido de acordo com o processo Hismelt, o vaso 3 contem um banho fundido 41 de ferro e escória que inclui uma camada (não ilustrada) de ferro fundido contido na soleira do vaso 3 e uma camada (não ilustrada) de escória fundida na camada de metal 22. O banho fundido 41 ilustrado na Figura 5 está sob condições quiescentes - ex: sob condições em que não há injeção de sólidos ou gás no vaso

3. Tipicamente, quando o processo Hismelt está operando no vaso 3 para produzir 2 milhões de toneladas por ano de ferro fundido, o vaso 3 contém 500 toneladas de ferro fundido e 700 toneladas de escória fundida.

Com referência às Figuras 3 e 4, o vaso 3 também inclui duas portas de acesso 45 na lateral da soleira para permitir acesso ao interior do vaso 11 para novo revestimento ou outro trabalho de manutenção no interior do vaso.

As portas de acesso 45 são na forma de placas de aço que são soldadas às laterais 23. Quando o acesso ao interior do vaso é necessário, as placas são eliminadas da lateral 23 da soleira e placas de reposição são soldadas na posição após o trabalho no vaso 3 ter sido completado. As portas de acesso 45 são dispostas a pelo menos 90° em volta da circunferência do vaso 3. Esse espaçamento faz com que seja possível a demolição da parede refratária para estender através das portas 45 dentro do vaso e demolir uma parte substancial dos refratores de uma parede lateral alinhada refratária enquanto o vaso está quente. Além disso, as portas de acesso 45 são suficientemente largas, tipicamente 2.5m de diâmetro, para permitir que equipamento bob-cat ou similar acesse o interior do vaso 3.

Com referência a Figura 3, o vaso 3 também inclui uma porta de acesso similar 47 na cobertura 27 do vaso 3 para permitir acesso ao interior do vaso 11 para revestimento ou outro trabalho de manutenção no interior do vaso 3.

Em funcionamento, as quatro lanças de injeção de gás 7 da instalação de injeção de gás injeta uma explosão de ar quente enriquecido de oxigênio a partir de uma estação de abastecimento de gás quente (não ilustrada) situada a alguma distância do vazo de redução 11. A estação de abastecimento de gás quente inclui uma série de fornos de gás (não ilustrados) e uma unidade de oxigênio (não ilustrada) para permitir que uma corrente de ar enriquecido de oxigênio possa passar através dos fornos de gás quente e para dentro de um duto de distribuição gasosa 51 (Figuras 2 e 11) o qual é conectado à tubulação circular 9. Alternativamente, oxigênio pode ser adicionado a uma corrente de ar após a corrente de ar ter sido aquecida pelos fornos.

O propósito das lanças de injeção de gás 7 é injetar uma taxa de fluxo suficiente de ar quente enriquecido de oxigênio a uma velocidade suficiente para que o ar quente penetre em uma fonte, tipicamente uma fonte anular, de metal fundido e escória que é projetada para acima, para dentro do vaso 3 como parte do processo HIsmelt e o ar quente enriquecido de oxigênio queima gás inflamável, tal como dióxido de carbono e hidrogênio liberados do banho, que está na fonte. Queima de gás combustível produz calor que é transferido ao banho fundido quando o metal fundido e escória se movem de volta para baixo dentro do banho.

As lanças de injeção de gás 7 são lanças de injeção diretas avançadas em termos de construção básica e

não incluem turbinas para transmissão de turbilhão para o ar enriquecido de oxigênio fluindo através das lanças. Como indicado acima, trabalho de pesquisa do requerente descobriu que lanças de injeção de gás 7 operando sem turbinas podem alcançar performance comparável a lanças que operam com turbinas.

As lanças de injeção de gás 7 estendem-se para baixo através da seção troncônica 33 da parede lateral 25 do vaso 3 dentro da região superior do vaso 3. As lanças 7 são equi-espaçadas em volta da seção troncônica 33 e estão na mesma altura. As lanças 7 são posicionadas para estenderem-se para baixo e para fora para injetar ar quente pela seção inferior 29 da parede lateral 25. É importante notar que é indesejável que o gás contendo oxigênio tenha contato com a parede lateral 25 do vaso - altas temperaturas geradas pela combustão na parede lateral são indesejáveis a partir do ponto de vista da vida útil do vaso. Conseqüentemente, as lanças 7 são dispostas de modo que as pontas 53 das lanças 7 são apontadas em um círculo horizontal.

A acima descrita injeção para cima e para fora de gás de saída contendo oxigênio é também desejável a partir do ponto de vista de evitar combustão de gases de reação, tal como CO, em um núcleo central vertical do vaso, geralmente identificado pelo numeral 139, na Figura 5, e perda resultante de calor com gás de saída dos dutos de gás de saída 11.

Como pode ser mais bem visto na Figura 3, a

tubulação circular 9 da instalação de dutos de distribuição é um duto circular que é posicionado acima do vaso 3. Conforme descrito acima, a tubulação circular 9 é conectada ao duto de distribuição de gás quente 51 e recebe ar enriquecido de oxigênio a partir do duto 51.

A tubulação circular 9 inclui quatro saídas 65.

Os membros conectores 49 da instalação de duto de distribuição de gás conecta a tubulação circular 9 às lanças de injeção de gás 7.

Os membros conectores de calor 49 para cada lança de injeção de gás 7 incluem um cilindro que se estende de uma entrada final da lança 7 e uma conexão de expansão 63 que é conectada a uma terminação do cilindro 61 e a outra terminação a uma saída 65 da tubulação circular 9.

Em funcionamento, as lanças de injeção de gás 7 recebem ar quente enriquecido de oxigênio através da tubulação circular 9 e os membros conectores 49 que conectam as lanças 7 à tubulação circular 9. A tubulação circular 9 distribui a mesma taxa de fluxo de ar quente a cada lança 7.

Com referência às Figuras 6 e 8, a localização de cada lança de gás 7 dentro do vaso 3 pode ser estabelecida teoricamente por:

(a) posicionamento da lança 7 verticalmente em relação ao bico ponta 53 da lança 7 em uma posição exigida - indicada pelos ícones circulares 55 nas Figuras 6 e 8 - e então,

(b) com o bico da lança 53 fixado,

pivotando a lança 35º em um plano vertical que intersecciona o bico da lança 53 e está perpendicular a um plano radial que intersecciona o bico da lança 35 e então,

(c) com um bico da lança 53 fixado, rotacionando a lança 30º para fora em direção ao plano radial.

As lanças de injeção de gás 7 são dispostas para serem removíveis do vaso 3.

Especificamente, cada lança 7 pode ser extraída através do desencaixe do cilindro 61 e a junta expansora 63 do membro de conexão associado 49 de cada lança 7 e da tubulação circular 9, posteriormente desprendendo a lança 7 do flange de montagem 37 da abertura da lança 35 na seção troncônica 33 da parede lateral 25, e posteriormente conectando a lança 7 a uma grua superposta (não ilustrada) e levantando a lança 7 para cima a partir da abertura 35.

Lanças de reposição 7 podem ser inseridas no vaso 3 através do procedimento inverso ao descrito no parágrafo anterior.

As 12 lanças de injeção de sólidos 5a, 5b da instalação de alimentação de sólidos se estende para baixo e para dentro através das aberturas (não ilustradas) na parede lateral 25 da seção inferior 29 da parede lateral 25 do vaso 3 e dentro da camada de escória (não ilustrada) do banho fundido 41. As lanças 5a, 5b são dispostas de modo que os bicos das lanças sejam pontas de um circulo horizontal imaginário. A parede lateral 25 inclui flanges de montagem 69 e as lanças 5a, 5b são montadas nestas e

suportadas pelos flanges 69.

Com referência às Figuras 7 e 9, as lanças de injeção de sólidos 5a, 5b incluem (a) oito lanças 5a para injetar minérios de ferro purificados e fluir para dentro do vaso 3 e (b) quatro lanças 5b para injeção de material carbonáceo sólido e fluir para dentro do vaso 3.

Os materiais sólidos são carregados em um transportador de gás desprovido de oxigênio. Tudo sobre as lanças 5a, 5b tem o mesmo diâmetro externo e são posicionadas à mesma altura do vaso 3. As lanças 5a, 5b são equi-espaçadas em volta da circuferência da seção inferior 29 da parede lateral 25 e são dispostas de modo que as lanças de injeção de minério de ferro 5a são dispostas em pares e há uma lança de injeção de carvão 5b separando cada par adjacente das lanças de injeção de minério de ferro 5a. O pareamento das lanças de minério de ferro 5a para injeção de minério de ferro quente dentro do vaso reduz problemas com acesso de tubulações em volta do vaso.

Em funcionamento, as lanças de injeção de minério de ferro 5a recebem minério de ferro purificado quente e fluem através de um sistema de injeção de minério quente e lanças de injeção de carvão 5b recebem carvão e fluem através da injeção de um sistema de material carbonáceo durante uma operação de fusão redutora.

Com referência a Figura 9, o sistema de injeção de minério quente inclui um pré-aquecedor (não ilustrado) para aquecer o minério de ferro purificado e um sistema de transferência de minério aquecido que inclui uma série de

linhas de suprimento principal 73 e pares de linhas de suprimento ramificadas 75 para cada par de lança de injeção de minério de ferro 5a e um suprimento de transportador de gás para transportar minério purificado quente nas linhas de suprimento 71, 73 e para injetar o minério purificado dentro do vaso 3 a uma temperatura da ordem de 680°C.

Com referência a Figura 9, o sistema de injeção de material/fluxo carbonáceo inclui uma linha de suprimento simples 77 para cada lança de injeção de carvão 5b.

O diâmetro exterior das linhas de suprimento de carvão 75 é menor que, tipicamente 40-60% menor, o diâmetro exterior das linhas ramificadas de minério quente 75. Enquanto o diâmetro interno das lanças 5a, 5b é preferivelmente o mesmo, a necessidade de isolar as linhas de suprimento de minério quente 75 e as linhas ramificadas de minério quente 77 aumenta significantemente o diâmetro exterior das lanças. Tipicamente, as linhas ramificadas de minério quente 75 têm o mesmo diâmetro exterior em uma variação de 400-600mm e as linhas de suprimento de carvão 77 têm o mesmo diâmetro exterior em uma variação de 100-300mm. Em um exemplo particular, as linhas ramificadas de minério quente 75 têm um diâmetro de 500mm e as linhas de suprimento de carvão 77 tem um diâmetro exterior de 200mm.

As lanças de injeção de sólidos 5a, 5b são dispostas para serem removíveis do vaso 3.

Especificamente, a instalação de alimentação de sólidos inclui uma instalação para suportar cada lança de injeção de sólidos, 5a, 5b durante a remoção da lança do

vaso e inserção de uma lança de reposição dentro do vaso 3. A instalação de suporte para cada lança 5a, 5b inclui um trilho alongado (não ilustrado) se estendendo para cima e para fora da parede lateral 25 do vaso 3, um carregador removível ao longo do trilho, e um carregador dirigível (não ilustrado) operacional para mover o carregador ao longo do trilho, com o carregador sendo conectado às lanças 5a, 5b para permitir que a lança seja suportada no trilho e movimentada para cima e para baixo através de execução do operador do carregador e através disso extraída do vaso 3. A instalação de suporte é descrita nos pedidos internacionais PCT/2005/001101 e PCT/AU2005/01103 no nome do requerente e a descoberta nos pedidos internacionais é aqui incorporada por referência remissiva.

Como será evidente a partir da descrição acima, a unidade de fusão redutora direta acomoda a retirada e reposição de 16 lanças compreendendo as 4 lanças de injeção de gás 7 e as 12 lanças de injeção de sólidos 5a, 5b. O vaso 3 é um vaso relativamente compacto. Esse tamanho compacto do vaso e a posição da tubulação circular 9 e os dutos de gás 11 em relação ao vaso 3 estabelece um espaço apertado restrito na remoção e reposição das lanças 7, 5a, 5b.

Com referência a Figura 10, para facilitar a remoção e reposição das lanças 7, 5a, 5b, a unidade de fusão redutora direta inclui uma pluralidade de zonas de acesso a gruas superiores se estendendo verticalmente 97a, 97b.

As zonas de acesso 97a são externas à tubulação circular 9 e internas ao perímetro exterior 91 da superestrutura 89. Existem 12 zonas de acesso 97a no total, correspondendo a 12 lanças de injeção de sólidos 5a, 5b. As zonas de acesso 97a permitem remoção e reposição de lanças de injeção de sólidos 5a, 5b.

As zonas de acesso 97b são internas à tubulação circular 9. Existem 4 zonas de acesso 97b no total, correspondendo as 4 lanças de injeção de gás 7. As zonas de acesso 97b permitem remoção e reposição das lanças de injeção de gás.

O par de dutos de gás de saída 11 da instalação do duto de gás de saída permite que o gás de saída produzido em um processo de HIsmelt operando no vaso 3 para fluir a partir vaso 3 para processamento em direção a corrente antes de ser liberado para a atmosfera.

Com referência a Figura 13, é provida uma vista superior da superestrutura 89 mostrando a seção cilíndrica superior 31 do vaso 3, zonas de acesso 97b, tubulações principais de suprimento de refrigeração de água 200, tubulação principal de retorno de refrigeração de água 205 junto com canos de suprimento e retorno de refrigeração de água 215.

A tubulação principal de refrigeração de água 200 e a tubulação principal de retorno de refrigeração de água são cada qual dispostos na forma de uma tubulação circular. Cada tubo principal 200, 205 situa-se verticalmente acima e em substancial alinhamento com a tubulação circular 9 (não

ilustrada na Figura). Os encanamentos de suprimento e retorno de refrigeramento de água 215 estendem-se entre os tubos principais de suprimento e retorno de refrigeração de água 200, 205 e saídas de painéis de refrigeração de água localizados no vaso 3. Quatro conjuntos 215a, 215b, 215c, 215d de encanamento de suprimento e retorno de refrigeração de água 215 são distribuídos em volta da superestrutura 89 e do vaso 3. Cada conjunto de pontes entre os tubos principais 200, 205 e o vaso 3 em uma região discreta 220a, 220b, 220c, 220d da superestrutura 89. Isso possibilita zonas de acesso 97b se estenderem para cima entre cada conjunto 215a, 215b, 215c, 215d de encanamento de suprimento e retorno de água 215. Alguns dos tubos de suprimento e retorno de refrigeramento de água 215 estendem-se pela face do vaso 3 a partir de uma área de região discreta 220a, 220b, 220c, 220d, que é adjacente ao vaso 3, a vários painéis de saída de refrigeração de água localizados entre a parede lateral 25 do vaso 3 e as zonas de acesso 97b.

Com referência a Figura 14, é provida uma vista isométrica da superestrutura 89, mostrando os andares de acesso 230 que proporciona as pessoas acesso a equipamentos localizados na superestrutura. Os andares 210 têm aberturas 235 que proporcionam acesso às zonas 97a. Uma série de tubos principais de suprimento e retorno de refrigeração de água 240 são encontrados em diferentes alturas da superestrutura (incluindo os tubos principais 200 e 205 referidos em relação à Figura 13 acima). Os tubos

principais 240 estão localizados na superestrutura de forma a estar em alinhamento vertical substancial com a tubulação circular 9 da instalação de dutos de distribuição de gás. Cada tubo principal 240 permite ao suprimento e retorno de refrigeração de água molhar os painéis de refrigeração localizados em uma seção adjacente do vaso. Cada tubo principal 240 é tipicamente uma tubulação em forma de anel.

Zonas de acesso 97a estendem-se para cima e para fora a partir de localização adjacente ao vaso 3, entre os tubos principais de suprimento 240, para uma região da superestrutura 89 externa aos tubos de suprimento principais 240. Zonas de acesso 97a estendem-se para cima a partir da região externa aos tubos de suprimento principais 240, passando através de vários andares 230 da superestrutura.

Conforme indicado acima, o processo Hismelt funciona preferivelmente com ar ou ar enriquecido de oxigênio e, portanto gera um volume substancial de gás de saída e requer um duto de gás de saída com diâmetro relativamente grande 11.

Os dutos de gás de saída 11 se estendem a partir da seção superior 31 da parede lateral 25 a um ângulo de 7º em relação ao plano horizontal.

Como pode ser mais bem visto nas Figuras 11 e 12, os dutos de gás de saída descrevem uma forma em "V" quando vistos de cima do vaso 3. Os eixos longitudinais "X" dos dutos de gás de saída 11 descrevem um ângulo de 66,32º. Os dutos de gás de saída são posicionados de forma que os

eixos centrais "X" dos dutos 11 interseccionam um ao outro e um ponto 101 em uma linha radial "L" que se estende do eixo vertical central 105 do vaso 3. Em outras palavras, os eixos "X" dos dutos de gás de saída 11 não são radiais a partir do eixo vertical central 105 do vaso 3.

Com referência as Figuras 1 e 2, a unidade de fusão redutora direta inclui uma cobertura de gás de saída separada 107 conectada a cada duto de gás de saída 11 para esfriar o gás de saída do vaso 3. As coberturas de gás de saída 107 se estendem verticalmente e para cima a partir dos terminais de saída dos dutos de gás de saída 11. As coberturas de gás de saída 107 esfriam o gás de saída do vaso 3 através de troca de calor com água/evaporação que passa através das coberturas a uma temperatura da ordem de 900°-1100°C.

Com mais uma referência às Figuras 1 e 2, a unidade de fusão redutora direta também inclui depuradores de gás de saída separados 109 conectados a cada cobertura de gás de saída 107 para remover partículas do gás de saída resfriado. Em adição, cada cobertura de gás de saída 107 é conectada a uma válvula de controle de fluxo (não ilustrada) que controla o fluxo de gás de saída do vaso através da cobertura de gás de saída 107. As válvulas de controle de fluxo podem ser incorporadas aos depuradores de gás de saída 109.

Com mais uma referência às Figuras 1 e 2, a unidade de fusão redutora direta também inclui um único refrigerador de gás de saída 111 conectado a ambos

depuradores de gás de saída 109. Em funcionamento, o refrigerador de gás de saída 111 recebe correntes de gás de saída levados de ambos os depuradores de gás de saída 109 e resfria o gás de saída a uma temperatura da ordem de 25º-40ºC.

Em funcionamento, o gás de saída esfriado do refrigerador de gás de saída 111 é um processo necessário, por exemplo, ao ser utilizado como um combustível de gás em fornos (não ilustrados) ou boiler de dissipação de calor (não ilustrado) para recuperar energia química do gás de saída e posteriormente ser liberado na atmosfera como um gás limpo.

A unidade de fusão redutora direta também inclui uma instalação de corrida de metal que inclui uma soleira frontal 13 para sangrar ferro fundido continuamente do vaso 3. Metal quente produzido durante uma operação de fusão redutora é descarregado do vaso 3 através da soleira frontal 13 e um lavador de metal quente (não ilustrado) conectado à soleira frontal 13. O terminal de saída do lavador de metal quente é posicionado acima da estação da concha de metal quente (não ilustrada) para fornecer metal fundido para baixo em direção às conchas localizadas na estação.

A unidade de fusão redutora direta também inclui uma instalação de corrida de metal final para sangrar metal fundido do vaso 3 no final da operação de fusão redutora fora da parte inferior do vaso 3 e para transportar o ferro fundido para longe do vaso 3. A instalação de corrida de

metal final inclui uma pluralidade de metais e buracos de sangramento 15 no vaso 3.

A unidade de fusão redutora direta também inclui uma instalação de corrida de escória para sangrar escória fundida do vaso 3 periodicamente da parte inferior do vaso e transportar a escória para longe do vaso 3 durante uma operação de fusão redutora. A instalação de corrida de escória inclui uma pluralidade de fendas de escória 17 no vaso 3.

A unidade de fusão redutora direta também inclui uma instalação de corrida de escória para drenar escória do vaso 3 no final de uma operação de fusão redutora. A instalação final de corrida de escória inclui uma pluralidade de buracos de sangramento de escória 19 no vaso 3.

Em uma operação de fusão redutora de acordo com o processo HIsmelt, metais de ferro purificados e transportador apropriado de gás e carvão e transportador adequado de gás são injetados dentro do banho fundido através das lanças 5a, 5b. O momento dos materiais sólidos e transportadores de gases faz com que os materiais sólidos penetrem a camada de metal do banho fundido 41. O carvão é desvolatilizado e através disso produz gás na camada de metal. O carbono parcialmente se dissolve no metal e particularmente resta na forma de carbono sólido.

Os minerais de ferro purificados são reduzidos a ferro fundido a reação de fusão redutora gera monóxido de carbono. O metal fundido é removido continuamente do vaso 3

através da soleira frontal 13.

Escória fundida é removida periodicamente do vaso 3 através das fendas de escória 17.

Os gases que são transportados para dentro da camada de metal e gerados por desvolatilização e reações de fusão redutora produzem levantamento significativo de metal fundido flutuante, carbono sólido e escória (extraído para a camada de metal como conseqüência da injeção de gás/sólido) da camada de metal que gera um movimento para cima de respingos e gotas e fluxos de metal fundido e escória e esses respingos, gotas e fluxos adentram a escória enquanto se movem através da camada de escória. O levantamento de metal fundido flutuante, carbono sólido e escória causa uma agitação substancial da camada de escória, com resultado de que a camada de escória se expande em volume. Adicionalmente, o movimento para cima dos respingos, gotas e fluxos de metal fundido e escória - causados pelo levantamento de metal fundido flutuante, carbono sólido e escória - se estendem ao espaço acima do banho fundido e forma a fonte acima descrita.

A injeção de gás contendo oxigênio para dentro da fonte através de lanças de injeção de gás 7 pós-combustao produz gases de reação, tais como monóxido de carbono e hidrogênio no vaso 3. Calor gerado pela pós-combustão é transferido para o banho de fundição quando o material cai dentro do banho.

O gás de saída resultante da pós-combustão de gases de reação no vaso 3 é tirada do vaso 3 através de

dutos de gás de saída 11.

Muitas modificações podem ser feitas às concretizações da presente invenção acima descrita sem sair do espírito e escopo da invenção.

Como forma de exemplo, enquanto que a concretização acima descrita inclui 2 dutos de gás de saída 11, a presente invenção não está limitada a esse número de dutos de gás de saída 11 e se estende a qualquer número adequado de dutos de gás de saída 11.

Em adição, enquanto a concretização acima descrita inclui uma tubulação circular 9 para distribuição de gás contendo oxigênio para as lanças de injeção gasosas 7, a presente invenção não está limitada a essa disposição e se estende a qualquer instalação de distribuição de gás adequada.

Em adição, enquanto a concretização acima descrita inclui 4 lanças de injeção de gás 7, a presente invenção não está limitada ao número e disposição de lanças 7 e se estende a qualquer número e disposição de lanças 7.

Em adição, enquanto a concretização acima descrita inclui 12 lanças de injeção de sólidos 5a, 5b com 8 lanças 5a sendo lanças de injeção de minérios dispostas em pares e as 4 lanças restantes 5b sendo lanças de injeção de carvão, a presente invenção não está limitada ao número e disposição das lanças 5a, 5b.

Em adição, enquanto a concretização acima descrita inclui uma soleira frontal 13 para sangrar ferro fundido continuamente a partir do vaso 3, a presente

invenção não está limitada ao uso de soleira frontal e ao corrimento contínuo de ferro fundido.

REIVINDICAÇÕES

1. Unidade de fusão redutora direta para produzir metal fundido a partir de um material de alimentação metalífero utilizando um processo de fusão redutora direta baseado em banho fundido que inclui:

(a) um vaso de fusão redutora direta (3) fixo para suportar um banho fundido (41) de metal e escória, e um espaço de gás (43) acima do banho, o vaso incluindo uma soleira (21, 23) e uma parede lateral (25);

(b) uma instalação de alimentação de sólidos para fornecer material de alimentação sólida, incluindo material de alimentação metalífero e material carbonífero, a partir de um local de suprimento de material de alimentação sólida de fora do vaso para dentro do vaso, a instalação de alimentação de sólidos incluindo uma pluraridade de lanças de injeção de sólidos (5a, 5b) estendendo-se pelas aberturas na parede lateral do vaso;

(c) uma instalação de alimentação de gás que contém oxigênio para fornecer um gás que contém oxigênio a partir de um local de suprimento de gás que contém oxigênio de fora do vaso para dentro do vaso, a instalação de gás que contém oxigênio incluindo uma tubulação de distribuição de gás (9) e uma pluralidade de lanças de injeção de gás (7) estendendo-se pelas aberturas da parede lateral (25) do vaso (3) para injetar o gás que contém oxigênio através da tubulação de distribuição de gás (9) dentro do vaso (3), a tubulação de distribuição de gás (9) estendendo-se em volta do vaso (3) e afastada do perímetro do vaso (3);

(d) uma instalação de duto de descarga de gás para facilitar o fluxo de gás de saída do vaso;

(e) uma instalação de corrida de metal para sangrar metal fundido do banho durante uma operação de fusão redutora;

(f) uma instalação de corrida de escória para sangrar escória do banho durante uma operação de fusão redutora; e

caracterizada por incluir

(g) uma pluralidade de zonas de acesso de gruas (97a) que estão fora do local da tubulação de distribuição de gás (9) para permitir que as lanças de injeção de sólidos (5a, 5b) sejam removidas e lanças de substituição sejam posicionadas nas aberturas da parede lateral do vaso.

2. Unidade, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato da tubulação de distribuição de gás (9) estar afastada do perímetro vaso (3), de modo que há uma abertura entre o vaso (3) e a tubulação de distribuição de gás (9), fazendo com que seja possível remover as lanças de injeção de gás (7) pela abertura, e a unidade inclui uma pluralidade de zonas de acesso de gruas (97b) que estão localizadas na área da tubulação de distribuição de gás (9) para permitir que as lanças de injeção de gás (7) sejam removidas e lanças de reposição sejam posicionadas nas aberturas (35) da parede lateral do vaso.

3. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato da tubulação de distribuição de gás (9) ser situada acima das conexões (49) das lanças de injeção de gás no vaso.

4. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato da tubulação de distribuição de gás (9) ser uma tubulação circular que define um caminho sem fim para circulação de gás dentro da tubulação (9).

5. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato da tubulação de distribuição de gás (9) ser uma tubulação em forma de ferradura.

6. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que cada lança de injeção de gás (7) está disposta para direcionar uma corrente de gás para baixo e para fora de um núcleo central do vaso (3).

7. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que cada lança de injeção de gás (7) está disposta para direcionar uma corrente de gás para baixo e para fora em direção às paredes laterais do vaso (3).

8. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que cada lança de injeção de gás (7) está posicionada de modo tal que a lança (7) aponte para baixo dentro do vaso (3) e esteja angulada em relação a um plano vertical e um plano radial no vaso (3), de modo que a direção do fluxo de uma corrente de gás da lança possua componentes radiais e em forma de circunferência.

9. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que a instalação de alimentação de sólidos inclui uma pluralidade de lanças de injeção de sólidos (5a, 5b) que se estendem para baixo e para dentro, através das aberturas nas paredes laterais (25) do vaso (3), e as lanças de injeção de sólidos (5a,

5b) incluem uma pluralidade de lanças (5a) para injetar material metalífero dentro do vaso e uma pluralidade de lanças (5b) para injetar material carbonífero sólido dentro do vaso, as lanças de injeção de material metalífero (5a) sendo posicionadas em pares em volta do perímetro da parede lateral (25) do vaso (3), e uma única lança de injeção de material carbonífero (5b) sólido sendo posicionada entre os pares adjacentes das lanças de injeção de material metalífero (5a).

10. Unidade, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizada** pelo fato de que a instalação de alimentação de sólidos inclui uma linha de suprimento principal (73) para cada par de lanças de injeção metalífera (5a) e um par de linhas ramificadas (75) que se estendem a partir da linha principal (73) e são conectadas as lanças (5a).

11. Unidade, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada** pelo fato de que a instalação de alimentação de sólidos inclui um sistema de injeção de material de alimentação metalífero aquecido para o fornecimento de material de alimentação metalífero pré-aquecido na linha de suprimento principal (73) para cada par de lanças de injeção de material de alimentação metalífero (5a).

12. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de incluir uma superestrutura (89) que suporta a tubulação de distribuição de gás (9).

13. Unidade, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizada** pelo fato de que a superestrutura (89) também inclui uma pluralidade de plataformas que proporciona

acesso para o trabalhador ao vaso (3) em diferentes alturas do vaso (3).

14. Unidade, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizada** pelo fato das zonas de acesso de gruas (97a) para as lanças de injeção de sólidos (5a, 5b) estarem dentro de um perímetro exterior da superestrutura (97).

15. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que a instalação de descarga de gás inclui dois dutos de descarga de gás (11) que se estendem para fora a partir do vaso (3).

16. Unidade, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizada** pelo fato de que os dutos de descarga de gás (11) tem o mesmo diâmetro.

17. Unidade, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizada** pelo fato de que os dutos de descarga de gás (11) tem o mesmo comprimento.

18. Unidade, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizada** por incluir duas coberturas (107) de gás de saída para refrigerar o gás de saída, com uma das coberturas (107) de gás de saída sendo conectada a um duto de gás de saída.

19. Unidade, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizada** pelo fato de que cada uma das coberturas (107) de gás de saída é adaptada para refrigerar o gás de saída a uma temperatura na faixa de 900°C a 1000°C.

20. Unidade, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizada** por incluir um depurador (109) de gás de saída separado para remover partículas do gás de saída, que está conectado a cada cobertura (107) de gás de saída.

21. Unidade, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizada** por incluir um único resfriador de gás de saída conectado a ambos os depuradores (109) de gás de saída.

22. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato da parede lateral (25) do vaso incluir:

(a) uma seção cilíndrica inferior (29);

(b) uma seção cilíndrica superior (31) que possui um diâmetro menor do que o da seção inferior; e

(c) uma seção de transição (33) que interliga as seções superior (31) e inferior (29).

23. Unidade, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizada** pelo fato da instalação de dutos de descarga de gás se estender a partir da seção cilíndrica superior (31).

24. Unidade, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizada** pelo fato de que a seção de transição (33) inclui as aberturas (35) para as lanças de injeção de gás (7) e as lanças (7) se estendem através das aberturas (35) para dentro do vaso (3).

25. Unidade, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizada** pelo fato de que a seção cilíndrica inferior (29) inclui as aberturas para as lanças de injeção de sólidos (5a, 5b), e as lanças se estendem através das aberturas para dentro do vaso (3).

26. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que o material metalífero inclui minério de ferro.

27. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que o material carbonífero inclui carvão.

28. Unidade, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** por incluir ainda dutos de comunicação de água refrigerada (200) para fornecimento de água refrigerada para o vaso, os dutos de comunicação de água refrigerada situados acima da instalação de alimentação de gás e uma pluralidade de dutos de fornecimento e retorno de água resfrigerada (215) que se estendem entre os tubos de comunicação de água refrigerada (200) e o vaso e, distribuídos pelos dutos de comunicação de água refrigerada (200) intermediários às zonas de acesso de gruas (97b) posicionadas dentro da área de tubulação de distribuição de gás.

29. Unidade, de acordo com a reivindicação 28, **caracterizada** pelo fato de que os dutos de fornecimento e retorno de água refrigerada (215) são distribuídos ao redor dos dutos de comunicação de água refrigerada (200) de modo a prover, pelo menos em parte, uma ou mais periferias externas das zonas de acesso de gruas (97b) posicionadas dentro da área das tubulações de distribuição de gás.

30. Unidade, de acordo com a reivindicação 28, **caracterizada** pelo fato de que os dutos de fornecimento e retorno de água (215) são distrubuídos ao redor dos tubos de comunicação de água refrigerada (200) em uma pluralidade de zonas separadas que são afastadas umas das outras.

31. Unidade, de acordo com a reivindicação 28, **caracterizada** pelo fato de que os tubos de comunicação de

água refrigerada (200) se estendem pelo menos em torno do vaso (3).

32. Unidade, de acordo com a reivindicação 31, **caracterizada** pelo fato de que os tubos de comunicação de água refrigerada (200) são situados verticalmente acima e em alinhamento com as tubulações de distribuição de gás (9) da instalação de alimentação gasosa.

33. Unidade, de acordo com a reivindicação 28, **caracterizada** pelo fato de incluir adicionalmente uma pluralidade de tubos de comunicação de água refrigerada (200) que se estendem em volta do vaso, e situados em alturas verticais diferentes de modo a fornecer água a diferentes áreas do vaso (3) e dos tubos de comunicação em alinhamento com a tubulação de distribuição de gás da instalação de alimentação de gás.

34. Unidade, de acordo com a reivindicação 28, **caracterizada** por incluir adicionalmente uma pluralidade de zonas de acesso de gruas (97a) que estão externas à área da tubulação de distribuição de gás (9) para permitir que as lanças de injeção de sólidos sejam removivas e lanças de reposição sejam posicionadas nas aberturas da parede lateral (25) do vaso.

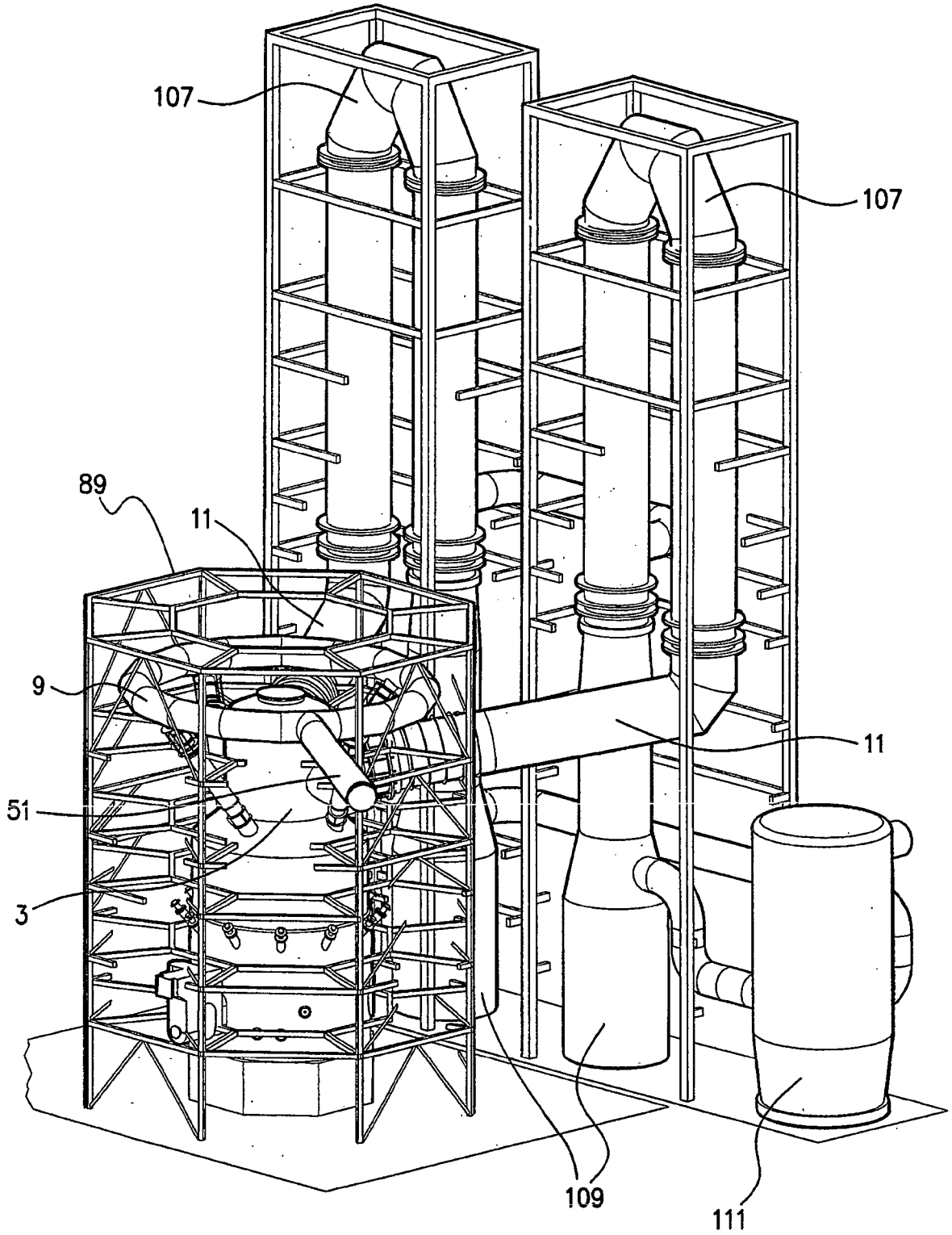


FIG. 1

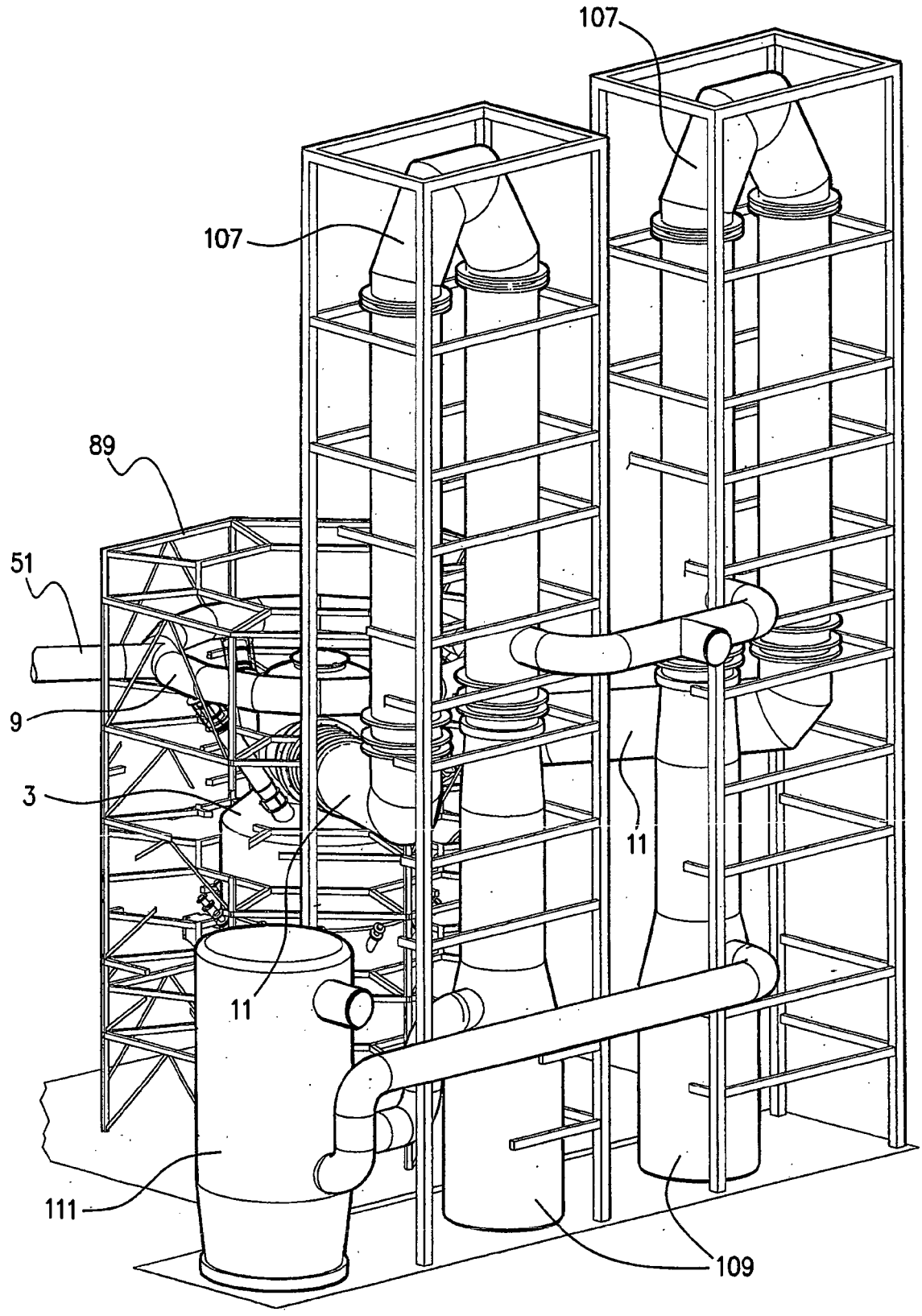


FIG. 2

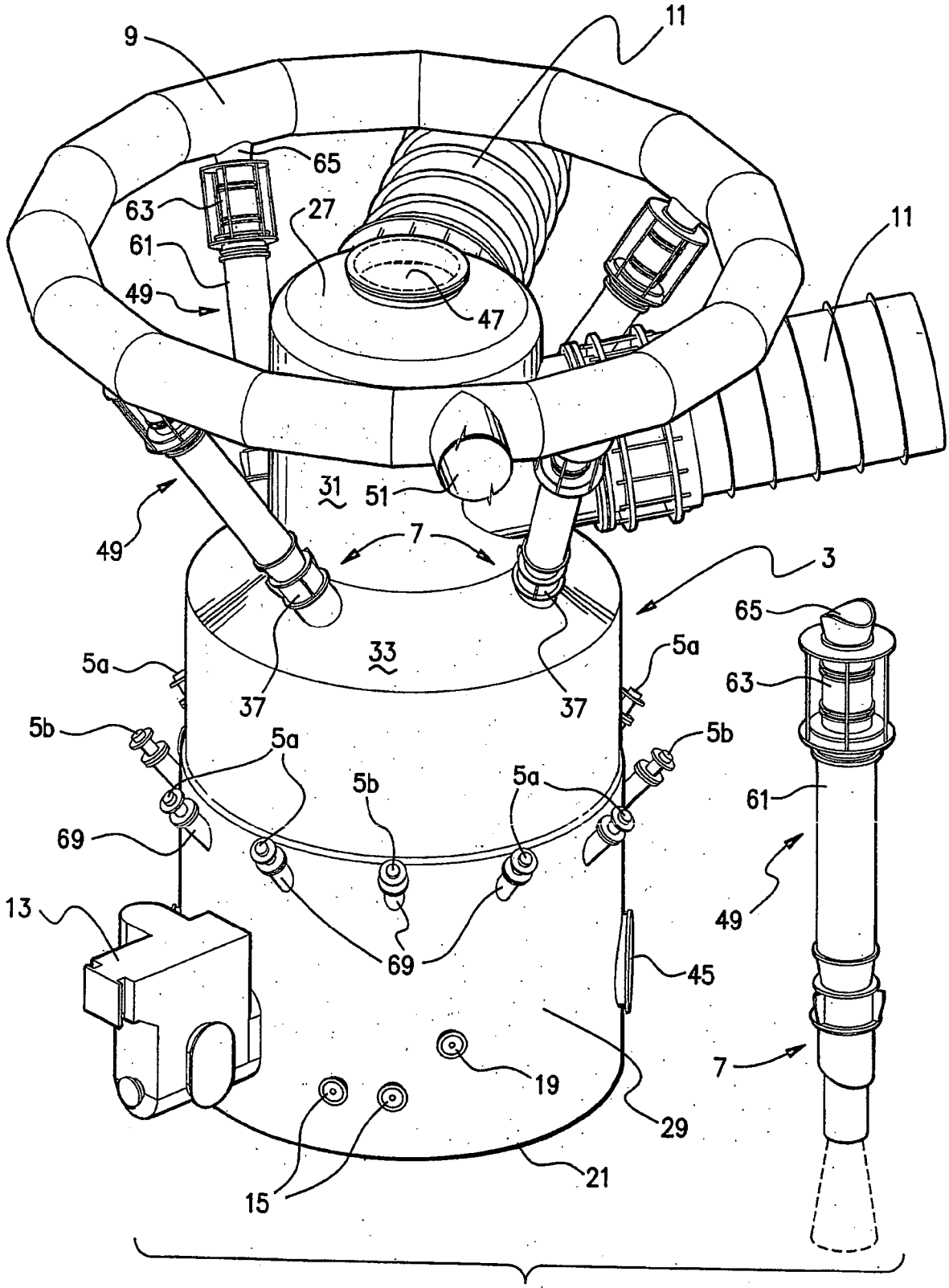

9
11
65
63
27
61
49
47
11
31
51
49
7
3
33
5a
37
37
5a
65
63
5b
5a
5b
5a
5b
61
69
49
13
69
45
19
7
29
15
21

FIG. 3

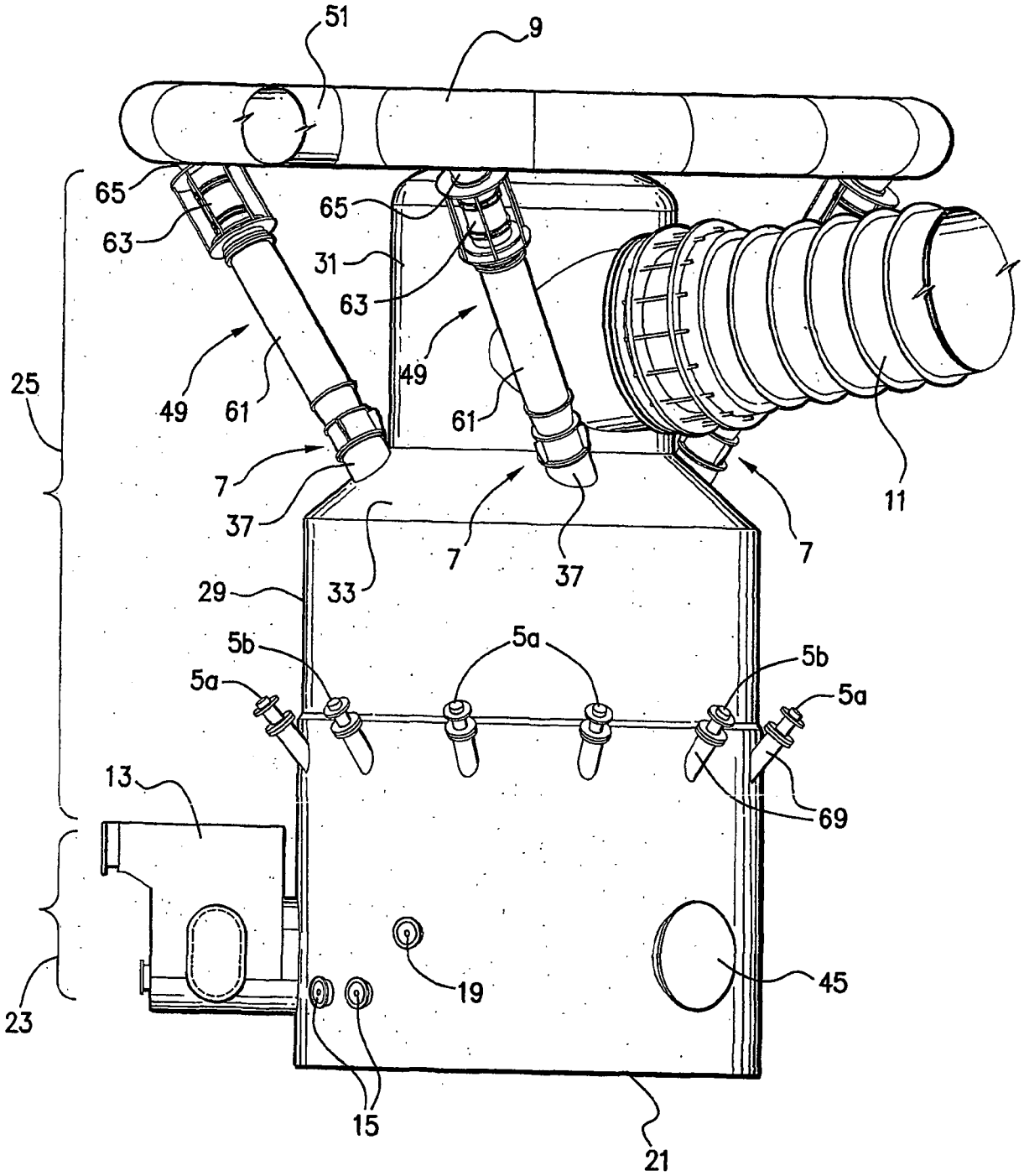

51
9
65
63
65
31
63
49
61
49
61
25
7
37
7
37
7
11
29
33
5b
5a
5a
5b
5a
13
69
19
45
23
15
21

FIG. 4

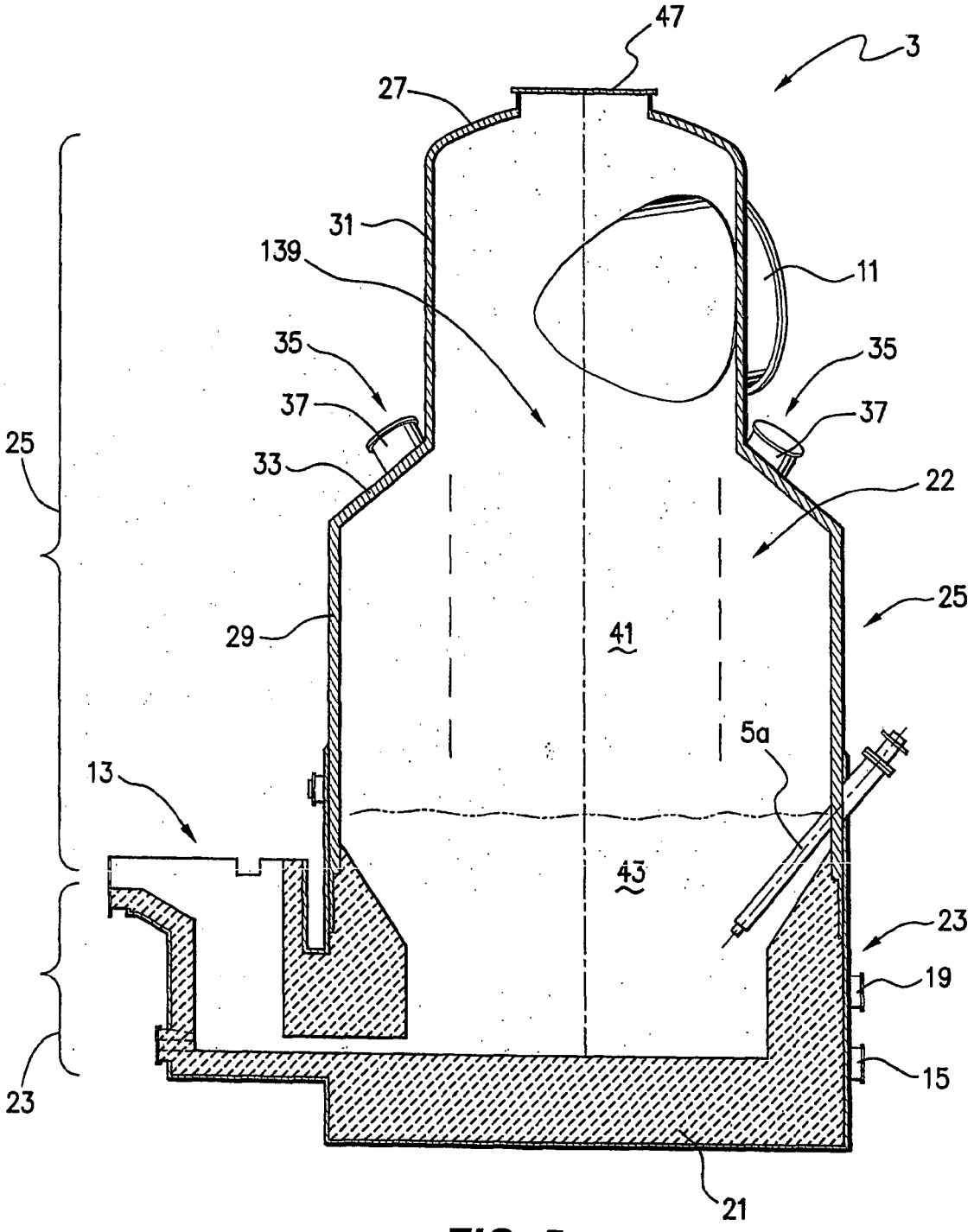


FIG. 5

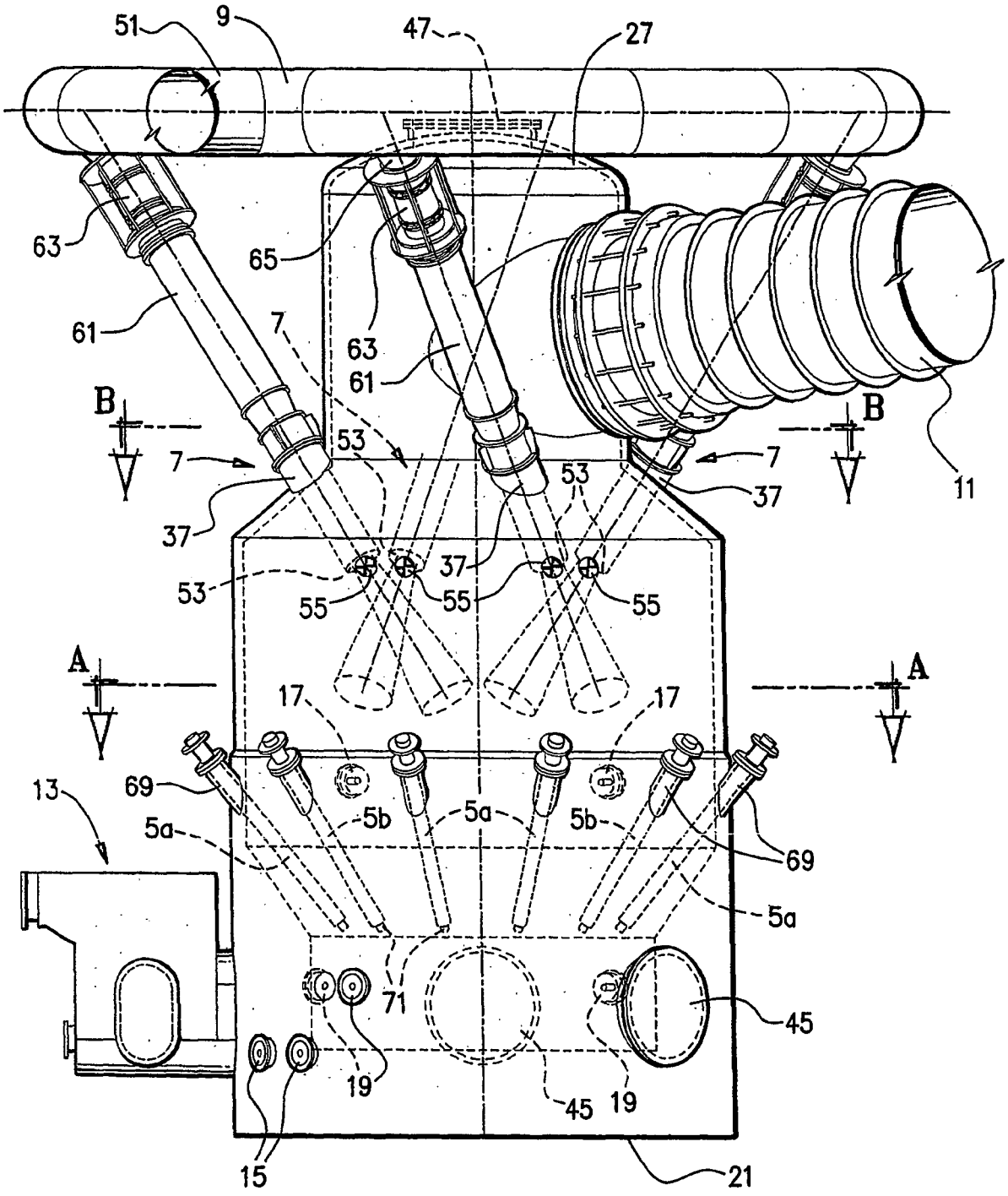

51
9
47
27
63
65
61
7
63
61
B
B
7
7
53
53
37
37
37
53
55
55
55
A
A
17
17
69
13
5a
5b
5a
5b
69
5a
71
45
19
19
45
15
21
11

FIG. 6

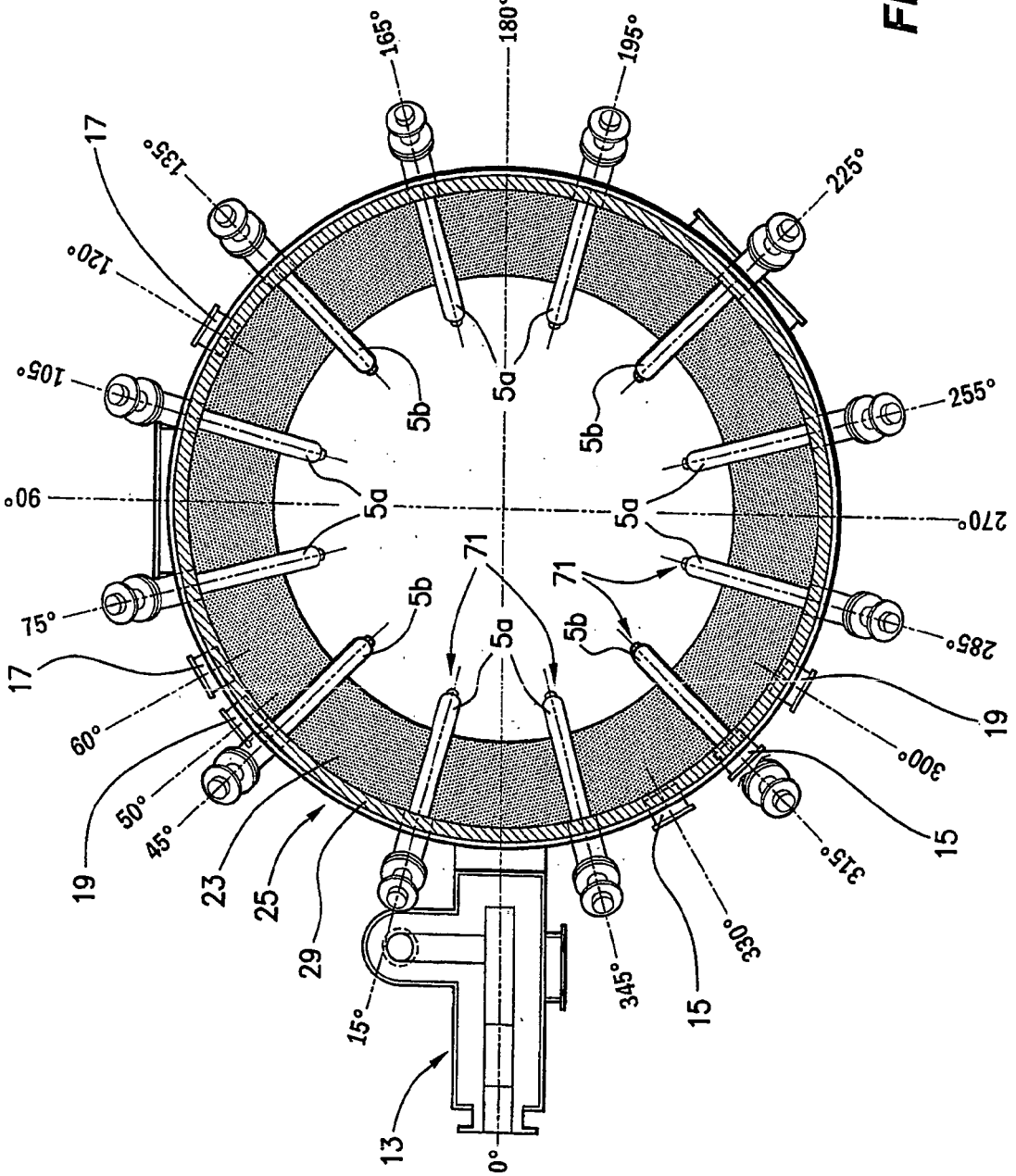

165°
180°
195°
225°
135°
120°
105°
255°
90°
270°
75°
285°
60°
300°
50°
45°
315°
330°
345°
15°
0°
5a
5b
71
17
19
23
25
29
13
15

FIG. 7

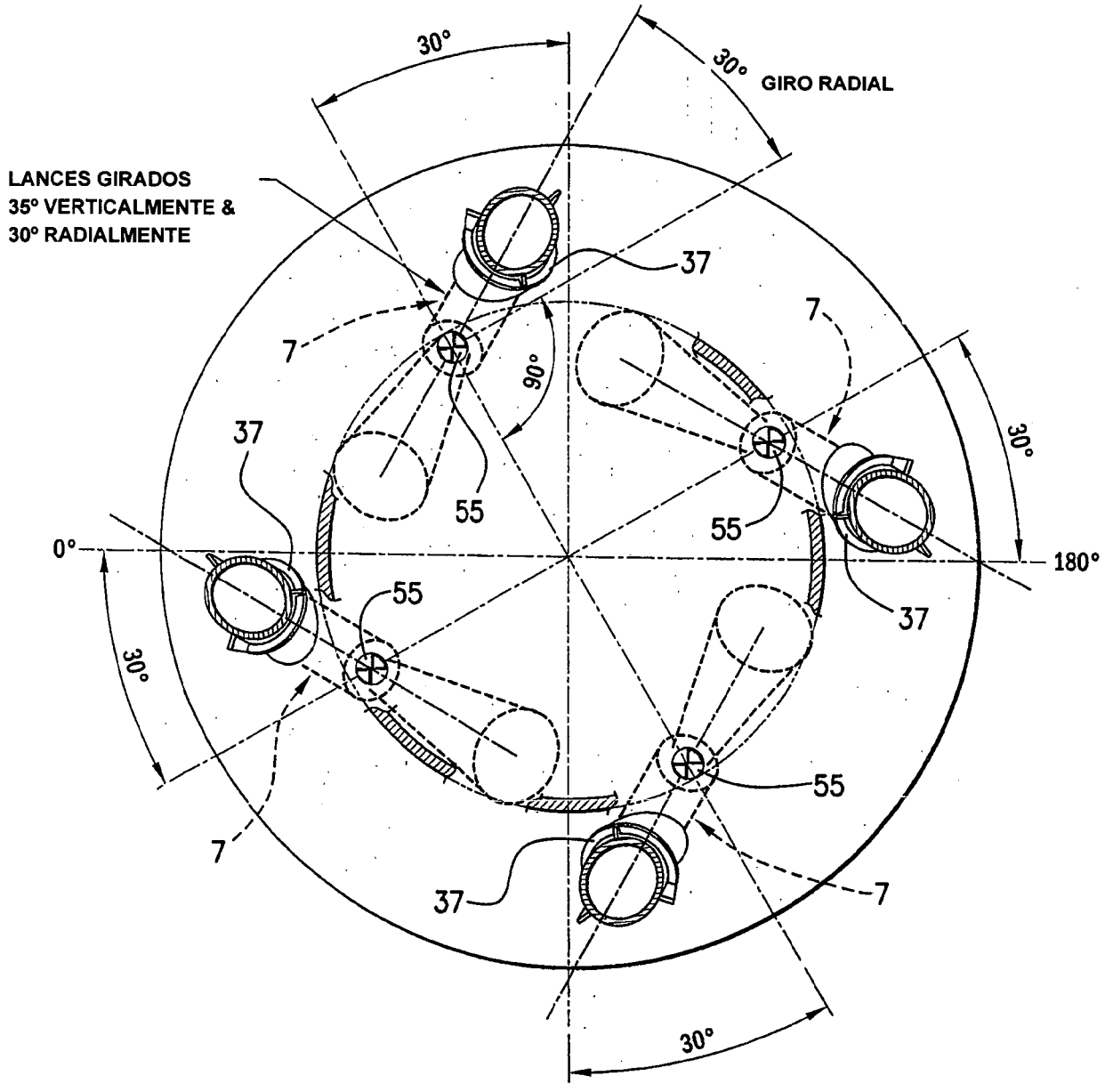

LANCES GIRADOS
35° VERTICALMENTE &
30° RADIALMENTE
30°
30°
GIRO RADIAL
37
7
90°
7
37
55
55
30°
0°
180°
55
37
30°
55
7
37
7
30°

FIG. 8

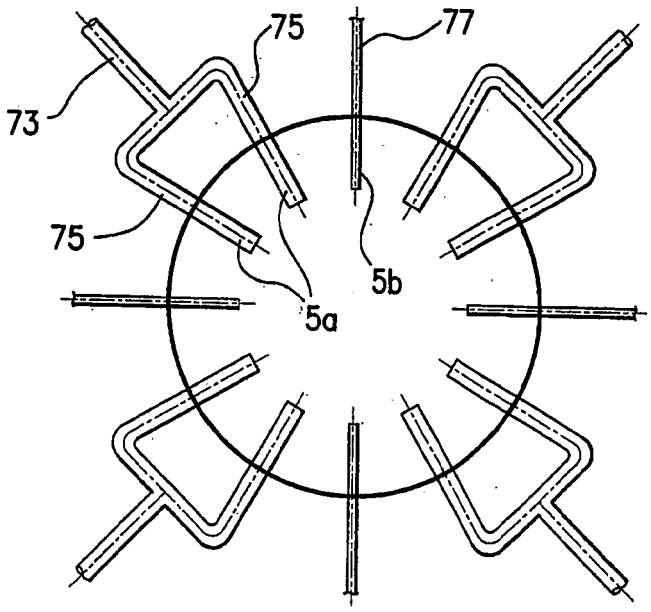


FIG. 9

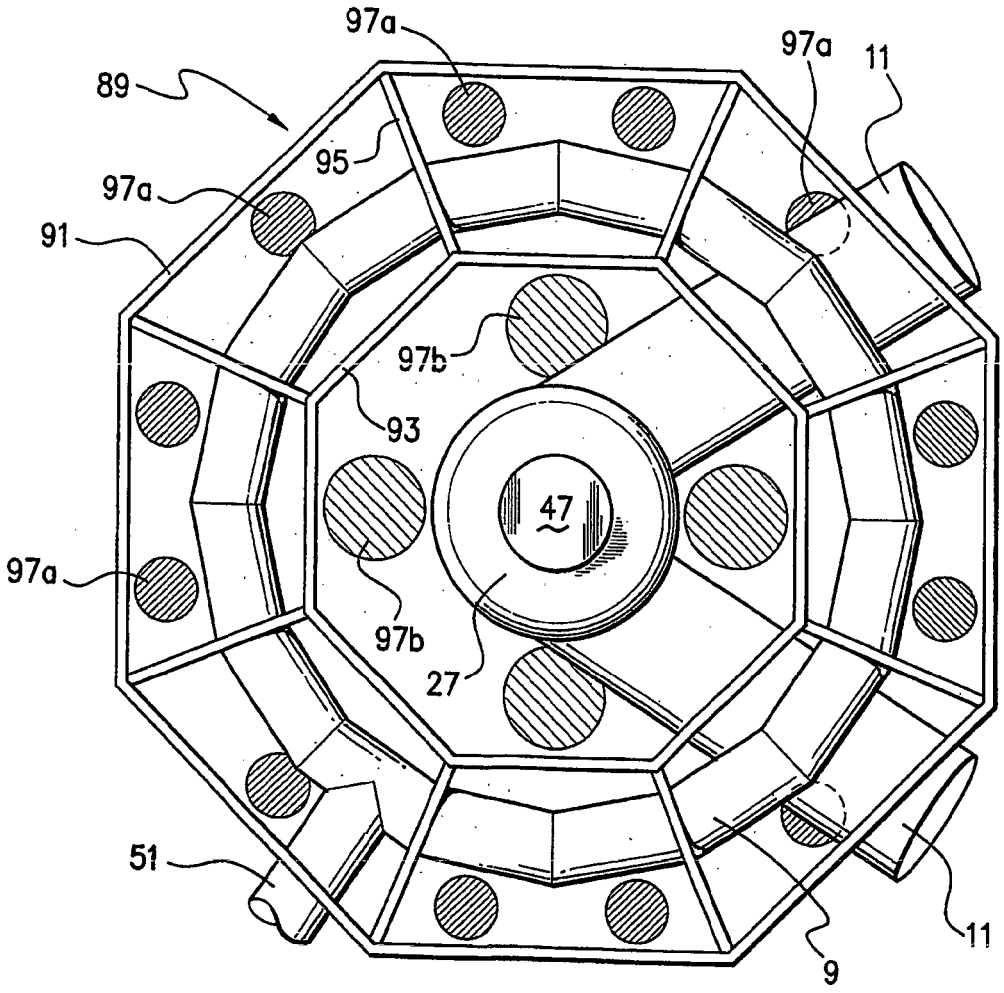


FIG 10

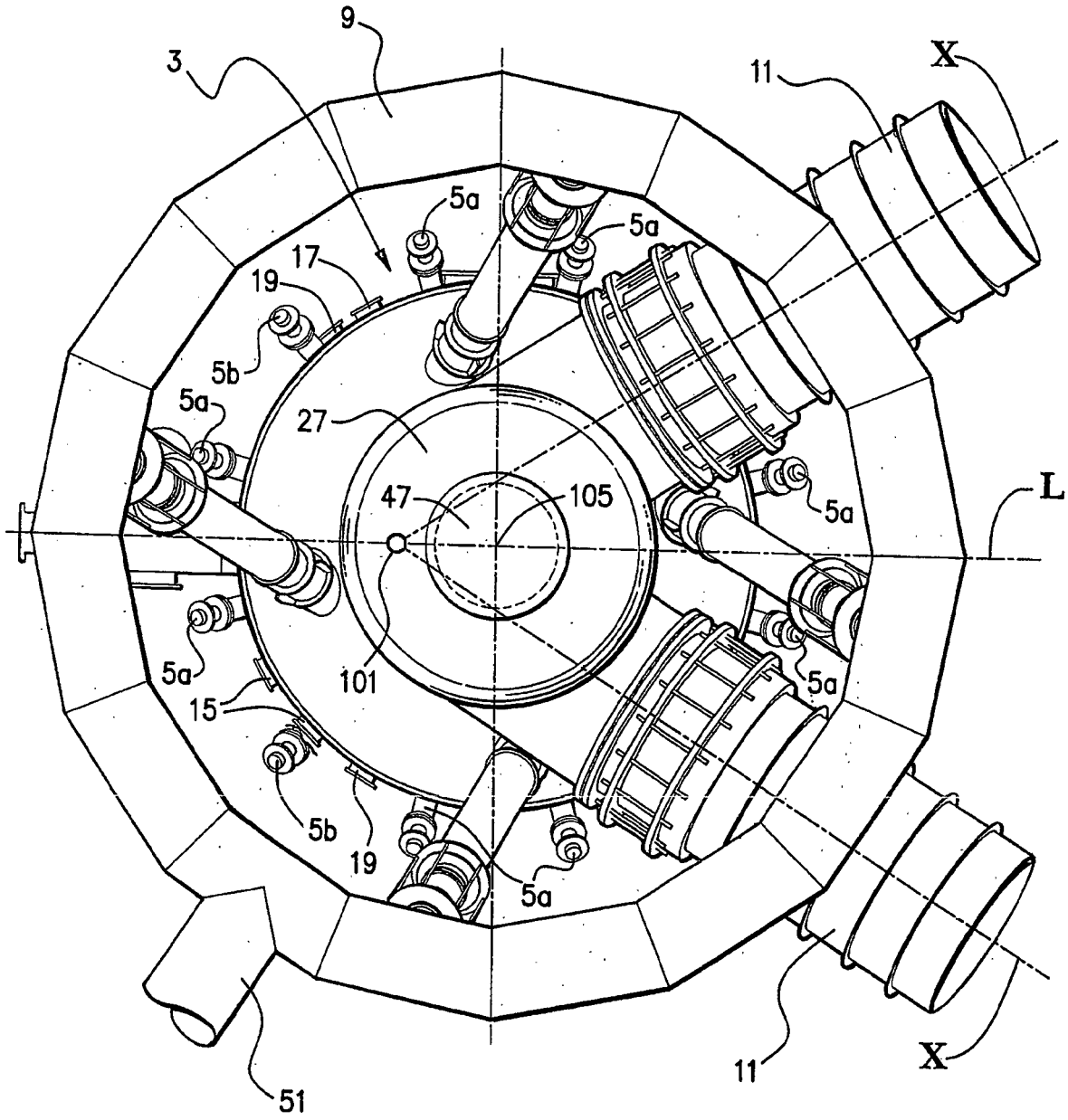


FIG. 11

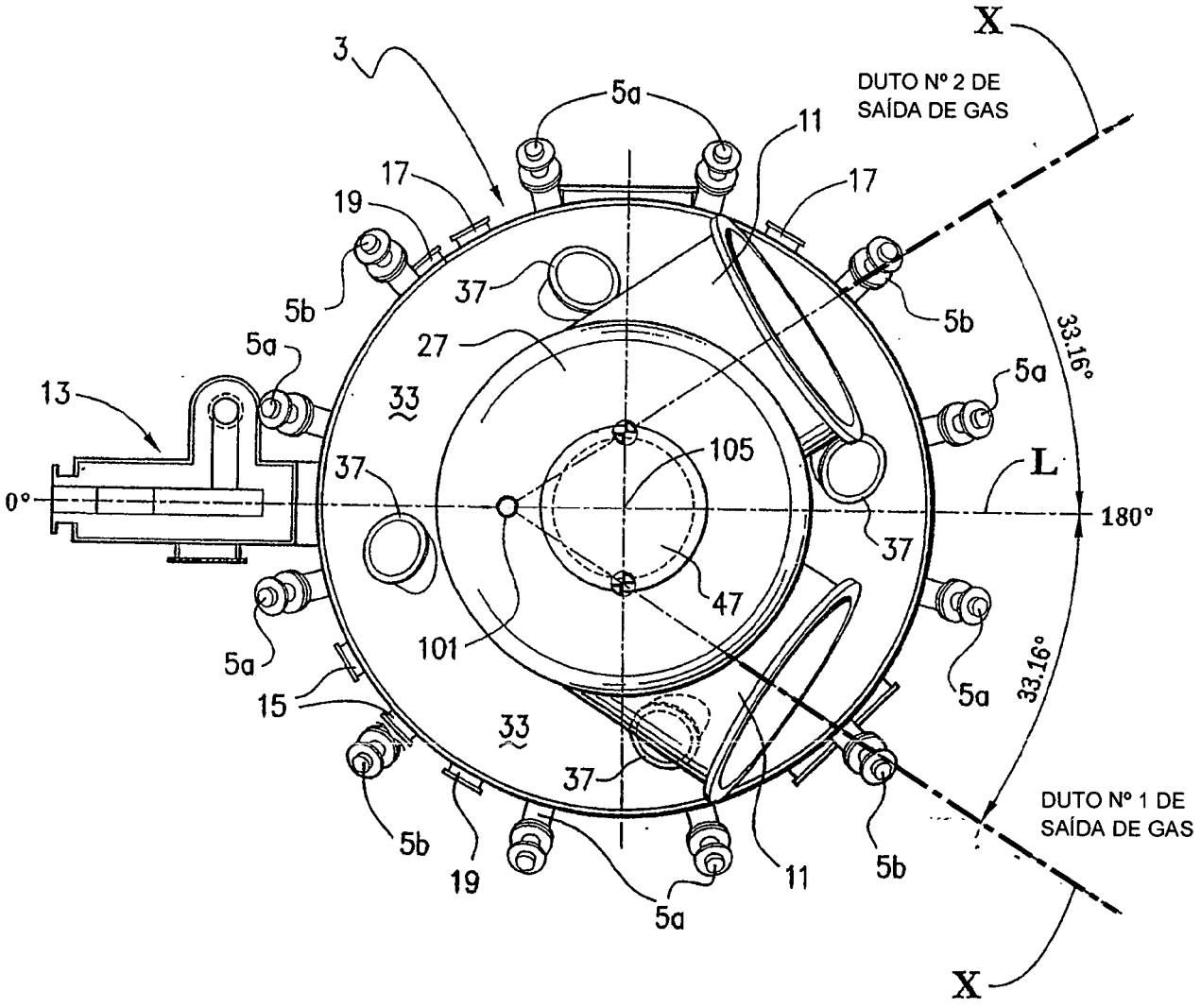

X
DUTO Nº 2 DE SAÍDA DE GAS
3
5a
11
17
19
17
5b
37
27
5b
5a
33.16°
13
33
5a
105
L
0°
37
180°
37
47
101
5a
5a
15
33.16°
33
37
DUTO Nº 1 DE SAÍDA DE GAS
5b
19
11
5b
5a
X

FIG. 12

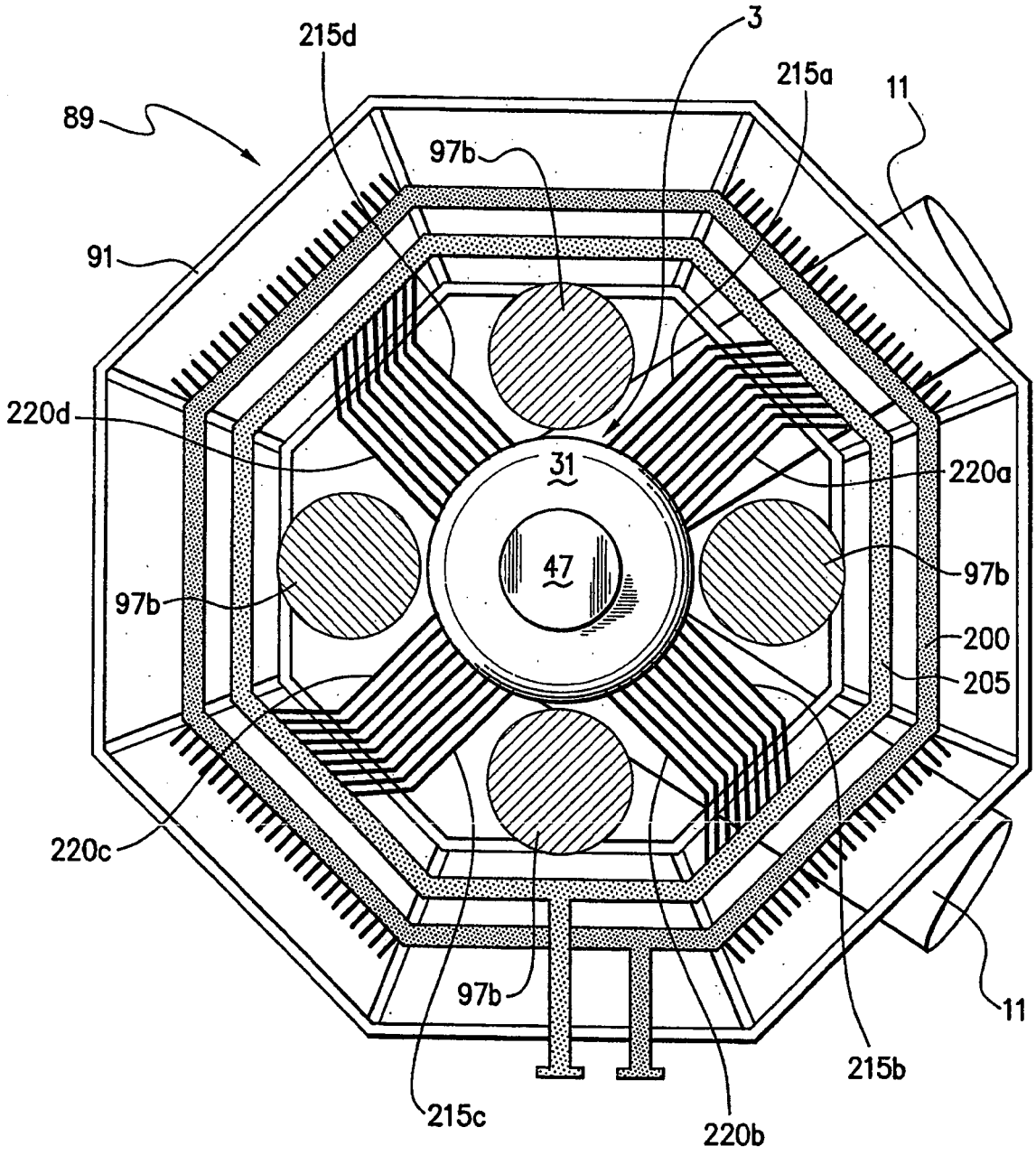

215d
3
215a
11
89
97b
91
220d
31
220a
47
97b
97b
200
205
220c
97b
11
215b
215c
220b

FIG. 13

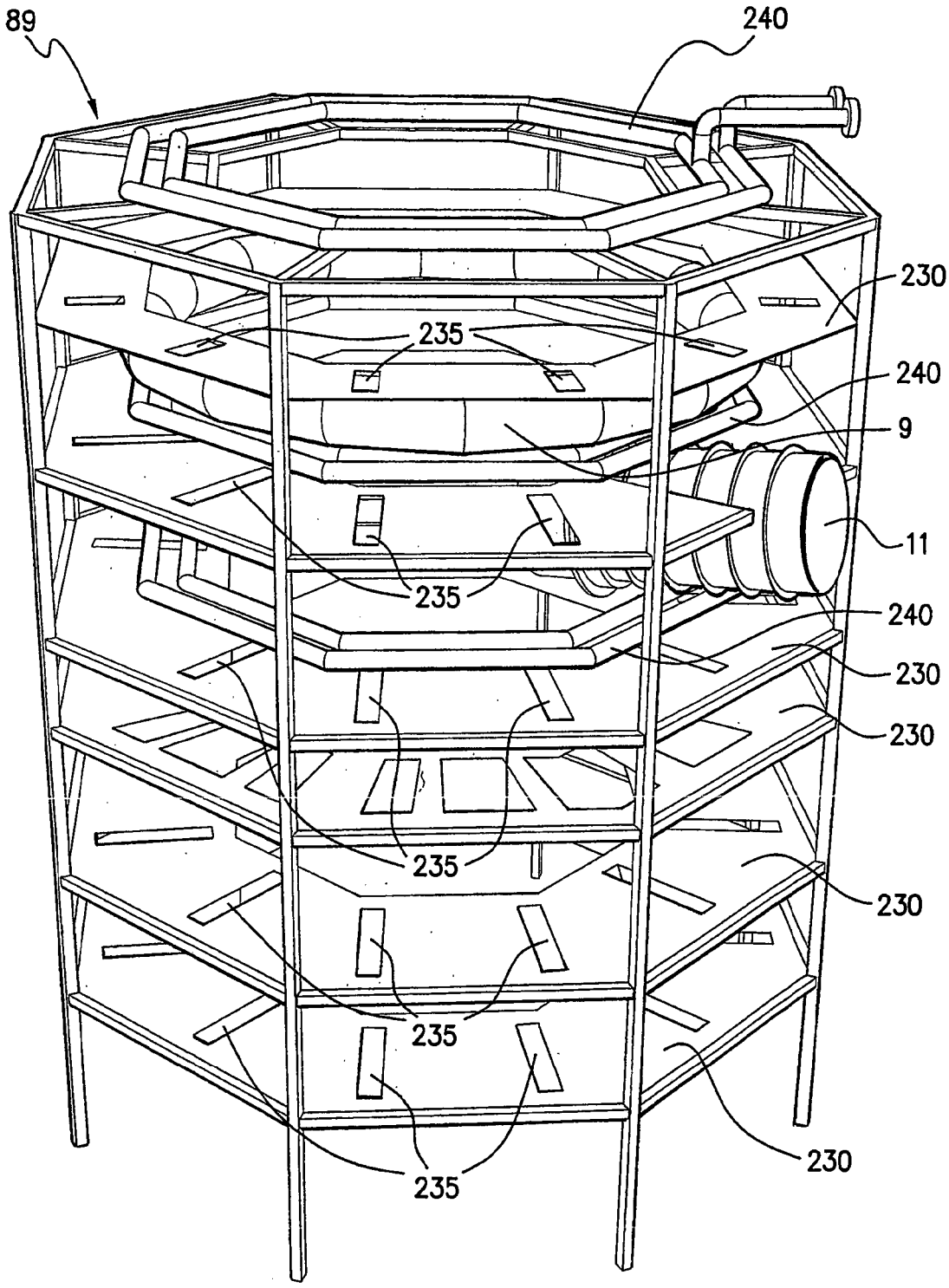


FIG. 14

RESUMO

UNIDADE DE FUSÃO REDUTORA DIRETA PARA PRODUZIR METAL FUNDIDO A PARTIR DE UM MATERIAL DE ALIMENTAÇÃO METALÍFERO

Uma unidade de fusão redutora direta para produzir metal fundido a partir de um material de alimentação metalífero utilizando um processo de fusão redutora direta baseado em banho fundido é revelada. A unidade inclui uma pluralidade de zonas de acesso de gruas (97a) que estão externas à tubulação de distribuição de gás (9) para possibilitar que as lanças de injeção de sólidos (5a, 5b) sejam removidas e lanças de reposição sejam posicionadas nas aberturas em uma parede lateral (25) do vaso (3) de fusão redutora direta. A unidade também inclui uma pluralidade de zonas de acesso de gruas que estão dentro da área de tubulação de distribuição de gás para possibilitar que as lanças de injeção de gás sejam removidas e lanças de reposição sejam posicionadas nas aberturas na parede lateral do vaso.