



PI04122569
PI04122569

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

CARTA PATENTE Nº PI 0412256-9

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 0412256-9

(22) Data do Depósito: 01/07/2004

(43) Data da Publicação do Pedido: 17/02/2005

(51) Classificação Internacional: C21C 5/52

(30) Prioridade Unionista: 23/07/2003 DE 103 33 764.4

(54) Título: PROCESSO DE CARGA DE METAIS DE GRANULOMETRIA FINA EM UM FORNO A ARCO ELÉTRICO

(73) Titular: OUTOTEC OYJ, Empresa Finlandesa. Endereço: Puolikkotie 10, Espoo 02230, Finlândia, Finlândia (FI).

(72) Inventor: HEINZ EICHBERGER; KARL-JOSEF SCHNEIDER

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 09/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 9 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira

Diretor de Patentes



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO DE CARGA DE METAIS DE GRANULOMETRIA FINA EM UM FORNO A ARCO ELÉTRICO"**.

CAMPO TÉCNICO

- 5 A presente invenção refere-se a um processo de carga de metal, compostos metálicos ou uma mistura de dois ou mais metais ou compostos metálicos de granulometria fina, em particular, ferro de redução direta de granulometria fina, no qual o metal, o composto metálico ou a mistura, fornecido essencialmente continuamente por meio de pelo menos um tubo descendente a uma ou mais aberturas proporcionadas na abóbada do forno, é
- 10 introduzido no forno pela dita, pelo menos uma, abertura como uma corrente de material a granel e cai no metal fundido meramente por gravidade, bem como a um forno a arco elétrico, que é adequado em particular para conduzir o processo mencionado acima.
- 15 Fornos a arco elétrico são usados para fundir metais, em particular durante a produção de aço, para fusão de sólidos contendo ferro, por exemplo, sucata ou forno de redução direta. A energia necessária para fusão é introduzida por meio de corrente elétrica por meio de um ou mais eletrodos, e o calor é transferido para a carga metálica por meio de um arco elétrico.
- 20 Medidas onerosas para o processamento da carga de alimentação podem ser omitidas. Portanto, o forno a arco elétrico foi desenvolvido para uma montagem econômica, para produção de aços e aços-carbono de qualidade superior, em particular para miniaciarias com 1 a 1,5 milhão de toneladas por ano.
- 25 Carga de fusão em pedaços (basicamente sucata) é tipicamente alimentada ao forno a arco elétrico em bateladas por meio de cestos. No caso de adição contínua, a alimentação de metais para fusão no forno é um aspecto crítico. No caso de carga de alimentação em pedaços, deve-se garantir que os metais sejam introduzidos para que não fiquem em contato com
- 30 os eletrodos e danifiquem o mesmo, quando da alimentação do forno, e no caso de carga de alimentação de granulometria fina, deve-se garantir que não fique entranhado no sistema de gás de exaustão por meio dos gases

ascendentes originários do banho metálico quente, durante operação do forno.

Para proporcionar uma introdução contínua de ferro reduzido diretamente para o banho de ferro isenta de perdas, propôs-se no pedido de patente DE 196 08 530 A1 introduzir o ferro de redução direta no forno, durante operação do forno por uma lança estendendo-se pela abóbada do forno, por uso de dióxido de carbono como o gás transportador e injeção do mesmo na escória abaixo da sua superfície. No entanto, proporcionar e misturar o gás transportador com o ferro de redução direta requer um esforço construtivo considerável. Além do mais, o gás transportador injetado no forno em uma grande proporção, juntamente com o ferro, deve ser novamente descarregado do forno, o que tem uma influência negativa no balanço de energia.

Do pedido de patente EP 1 025 267 B1, conhece-se um processo de fusão de forno de redução direta de granulometria fina em um forno a arco elétrico, no qual o ferro de redução direta é igualmente introduzido no forno por meio de lanças, mas sem o gás transportador, as descargas da lança sendo localizadas acima do banho de ferro na camada de escória espumada. Desse modo, este processo também faz uso de lanças de construção complexa.

Uma alternativa para o processo, com base na introdução por meio de lanças, consiste na alimentação direta de ferro de redução direta por meio de aberturas proporcionadas na tampa do forno. A patente genérica GB 1.104.690 descreve um processo de produção de aço em um forno a arco elétrico, no qual, durante operação do forno, ferro-esponja é alimentado continuamente por condutos a três aberturas na abóbada do forno e daí cai sobre a camada de escória em queda livre. A alimentação do ferro-esponja de um depósito para as aberturas é feita por meio de um dispositivo de dosagem, no qual o material a granel é distribuído entre os três tubos de alimentação, antes de atingir as três aberturas por meio de tubos de extensão e suprimentos adjacentes. Se comparado com o processo baseado em introdução por meio de lanças, este processo envolve um menor esforço cons-

trutivo, mas é apenas adequado para alimentar ferro-esponja comparativamente de granulometria grosseira, como material de granulometria fina, por exemplo, um com um tamanho de grão inferior a 1 mm, fica entranhado pelos gases ascendentes do banho de ferro quente, durante a queda livre pelo
5 forno e fica ou depositado na superfície inferior da abóbada do forno ou é descarregado do forno pelo gás de exaustão e, desse modo, provoca perdas de rendimento consideráveis.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Portanto, é objetivo da presente invenção proporcionar alimentação
10 ção do ferro de redução direta (DRI) de granulometria fina ou similares de uma maneira construtivamente simples, que garanta uma introdução relativamente isenta de perda do material de granulometria fina no banho metálico do forno a arco elétrico.

De acordo com a invenção, este objetivo é solucionado pelos
15 aspectos relacionados com a reivindicação 1.

A presente invenção é baseada na descoberta surpreendente por uma pessoa versada na técnica que, no caso de uma corrente de material a granel sair do tubo descendente uniformemente, mesmo metais de granulometria fina com um tamanho de grão médio inferior a 0,3 mm podem
20 ser alimentados ao banho metálico do forno a arco elétrico praticamente sem perdas por queda livre. O fornecimento ou transferência uniforme de material a granel, de acordo com a presente invenção, se refere a um suprimento ou transferência na qual uma expansão da corrente de material a granel é confiavelmente evitada por medidas adequadas e, desse modo, a corrente de
25 material a granel tem sempre uma forma compacta ao longo do caminho de suprimento ou transferência. De acordo com a invenção, o suprimento uniforme da corrente de material a granel é obtido por um orifício de dosagem redondo ou oval, sem cantos e transições de bordas agudas. Desse modo, garante-se que uma corrente compacta de material a granel saia do tubo
30 descendente e uma expansão é evitada preferivelmente. As perdas de pó podem ser assim minimizadas. Os experimentos mostraram que esse fluxo compacto de material a granel não é apenas não expandido, mas também

restrito, o seu diâmetro é reduzido e mantém-se compacto devido à aceleração resultante da queda livre.

Em princípio, todos os orifícios conhecidos pelas pessoas versadas na técnica podem ser usados, desde que a abertura do orifício não tenha quaisquer cantos e transições de bordas agudas. O que é particularmente preferido, no entanto, são orifícios de dosagem compostos de vários, de preferência, dois, orifícios individuais, cada um dos quais com aberturas essencialmente circulares ou ovais, em que os orifícios individuais são dispostos para serem móveis entre si. O furo atravessante do orifício de dosagem pode ser, desse modo, formado sem cantos e transições de bordas agudas de um modo construtivamente simples e pode ser ajustado a qualquer valor entre zero e a abertura máxima dos orifícios individuais.

Para evitar uma curva de queda da corrente de material a granel, que provoque uma expansão da corrente de material a granel, o orifício de dosagem deve ser inclinado por não mais do que 25° com relação ao plano horizontal. Particularmente, no entanto, o orifício de dosagem é disposto horizontalmente, pois desse modo a corrente de material a granel pode passar pelas aberturas do orifício de dosagem sem ser desviado, isto é, sem produzir uma curva de queda.

De acordo com um desenvolvimento da invenção, propõe-se manter o fluxo mássico do material a granel dentro do tubo descendente em todos os pontos maior do que a capacidade de escoamento do orifício. O que se mostrou como sendo relativamente útil é seleccionar o diâmetro do tubo descendente para que seja maior do que o diâmetro máximo do orifício de dosagem por um fator de 1 a 1,5, de preferência, por um fator de 1,2 a 1,5, e, particularmente, por um fator de 1,4 a 1,5.

Com a finalidade de evitar confiavelmente uma expansão significativa da corrente de material pelas turbulências do gás, quando a corrente de material a granel deixa o orifício de dosagem, a corrente de material a granel é passada por um tubo protetor, atrás do orifício de dosagem. Em termos de aparelho, isso é facilitado particularmente pelo fato de que a abóbada do forno, na qual o orifício de dosagem é disposto, constitui um tubo

essencialmente cilíndrico.

De acordo com um desenvolvimento da invenção, o tubo protetor é resfriado, por exemplo, com água.

Os contatos da parede do tubo protetor com a corrente de material a granel podem provocar uma desintegração da corrente. De acordo com a invenção, o diâmetro do tubo protetor é, portanto, pelo menos duas vezes o diâmetro da abertura máxima do orifício de dosagem, disposto entre o tubo descendente e o tubo protetor. O orifício de dosagem é disposto preferivelmente na parte central dentro do tubo protetor. Desse modo, os contatos da corrente de material a granel com as paredes do tubo protetor podem ser particularmente evitados com segurança. Se o orifício de dosagem for inclinado com relação à horizontal, a relação dos diâmetros do tubo protetor e a abertura do orifício de dosagem deve ser superior a 4:1 e, particularmente, superior a 5:1.

O processo de acordo com a invenção pode ser usado para alimentar todos os metais, compostos metálicos ou misturas deles, em particular, para alimentação de ferro de redução direta ou de minérios, tal como ilmenita ou minério de níquel. De preferência, o tamanho de grão médio do material de granulometria fina é inferior a 1 mm, particularmente, inferior a 0,5 mm, mais particularmente, inferior a 0,4 mm e, especialmente, inferior a 0,3 mm. Devido à alimentação uniforme do material de granulometria fina no tubo descendente e a corrente de material a granel caindo sobre o metal em fusão uniforme, perdas de pó fino, por exemplo, por entranhamento de pequenas partículas pelos gases em ascensão constante do metal fundido, durante operação do forno, são evitadas com segurança. O processo de acordo com a invenção garante, desse modo, uma alimentação isenta de perda de um forno a arco elétrico com material de granulometria fina. A proporção de material de granulometria fina na carga total pode ser de até 100%.

A invenção se refere ainda a um processo de fundir esse ferro de redução direta de granulometria fina em um forno a arco elétrico, no qual o ferro de redução direta é introduzido nele pelo processo de carga de acordo com a invenção.

A presente invenção também se refere a um forno a arco elétrico, que pode ser alimentado de acordo com o processo descrito acima e tem uma abóbada de forno com pelo menos um furo de alimentação, o furo de alimentação sendo conectado a um tubo descendente para fornecer o metal,
 5 e um orifício de dosagem sendo proporcionado na descarga do tubo descendente.

De preferência, o orifício de dosagem é uma íris ou consiste em pelo menos duas lâminas redondas ou ovais móveis entre si.

Proporciona-se abaixo do orifício um tubo protetor, de acordo
 10 com a invenção, cujo diâmetro deve ser pelo menos duas vezes maior do que aquele do tubo descendente. É particularmente útil uma relação de diâmetros de (2 a 10):1, de preferência, (2 a 5):1 e, particularmente, (2,5 a 3,5):1. O comprimento do tubo protetor é preferivelmente de 1 a 3 vezes o diâmetro máximo da corrente de material a granel.

15 Quando da carga do forno com misturas sólidas com grandes diferenças em tamanho de grão, o recipiente de material a granel constitui um silo de fluxo de massa de acordo com a invenção, para evitar aglomeração do material a granel e, desse modo, perturbações da corrente de material a granel.

20 A invenção vai ser descrita subsequente em detalhes, com referência às concretizações preferidas e os desenhos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 mostra uma seção vertical esquemática de um forno a arco elétrico de acordo com uma concretização da presente invenção.

25 A Figura 2 mostra uma vista de topo esquemática do forno a arco elétrico de acordo com a Figura 1.

A Figura 3 mostra um corte da região da abertura da abóbada do forno a arco elétrico de acordo com a Figura 1.

A Figura 4 mostra uma vista de topo parcial de um orifício de
 30 dosagem do forno a arco elétrico de acordo com a Figura 1.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS

O forno a arco elétrico 1, operado com corrente alternada, que é

mostrado na Figura 1, inclui uma soleira revestida com tijolo 2, paredes laterais preferivelmente resfriadas com água 3, bem como abóbada do forno preferivelmente resfriada com água 4. Três eletrodos de grafite 6, dos quais apenas dois são mostrados na Figura 1, se estendem pelas aberturas dimensionadas correspondentemente 5 para a parte interna do forno 1. O forno a arco elétrico 1 pode ser, no entanto, também equipado com mais ou menos do que três eletrodos 8 e ser operado com corrente contínua.

Nas vizinhanças do eixo longitudinal do forno a arco elétrico 1, um tubo protetor vertical resfriado com água 7 é disposto na abóbada do forno 4, tendo o tubo na sua extremidade superior um orifício de dosagem disposto horizontalmente 8 montado. Como pode-se notar em particular na Figura 3, o orifício de dosagem 8 consiste em duas lâminas 9, que são móveis entre si, tendo aberturas redondas ou ovais 10 de mesmo tamanho, de modo que por movimentação dos dois orifícios entre si, a abertura do orifício de dosagem 8 pode ser ajustada a qualquer valor entre zero e a abertura máxima dos orifícios individuais. Por meio do orifício de dosagem 8, uma corrente de material a granel 11 entra no forno. Na vista de topo do orifício de dosagem, mostrada na Figura 4, as lâminas 9 têm cada uma delas aberturas ovais.

O diâmetro do tubo protetor é pelo menos duas vezes maior do que o diâmetro máximo da abertura do orifício de dosagem 8. Por conseguinte, os contatos entre a corrente de material a granel 11 e a parede do tubo protetor são evitados, o que acarretaria necessariamente uma desintegração da corrente de material a granel 11. Se o orifício de dosagem 8 não for disposto horizontalmente, como mostrado nas Figuras 1 e 3, mas inclinado com relação à horizontal, a curva de queda da corrente de material a granel 11 deve ser também considerada quando da seleção da relação do diâmetro do tubo protetor para o diâmetro da abertura do orifício de dosagem 8, de modo que a dita relação seja selecionada maior do que 2.

Como pode-se notar particularmente na Figura 2, os três eletrodos de grafite 6 são dispostos essencial e simetricamente em torno do orifício de dosagem 8. Quando o forno é apenas equipado com dois eletrodos, a

corrente de material a granel deve ser igualmente disposta entre os eletrodos. Mas quando o forno tem apenas um eletrodo, a corrente de material a granel pode ser fornecida a qualquer ponto do forno, nas vizinhanças do eletrodo.

5 O orifício de dosagem 8 é conectado a um tubo descendente cilíndrico 12 para fornecer material, por exemplo, ferro de redução direta (DRI), a ser alimentado ao forno a arco elétrico 1. Para obter uma corrente de material a granel uniforme 11, o tubo descendente deve estar sempre completamente cheio. Isso pode ser atingido pelo fato de que o possível flu-
10 xo mássico de material a granel pelo tubo descendente 12 é maior do que a capacidade de escoamento do orifício em todos os pontos, antes do orifício de dosagem 8, isto é, o diâmetro interno do tubo descendente 12 deve ser pelo menos tão grande quando o diâmetro máximo da abertura do orifício de dosagem 8. Possivelmente, este pode ser ligeiramente estrangulado durante
15 a operação.

 O tubo descendente 12 não tem qualquer meio para promover desintegração da corrente de material a granel e que seja posicionado em posições intermediárias, tais como válvulas borboleta, válvulas esféricas ou similares, para garantir uma corrente de material a granel uniforme 11, du-
20 rante operação do forno a arco elétrico 1.

 Quando do uso desse forno a arco elétrico 1 para produção de aço, aço líquido da carga operacional precedente é retido no forno como material residual líquido, para facilitar a carga e a fusão de forno a arco elétrico. Por injeção de moinha de coque ou coque de petróleo no metal fundido, uma
25 escória espumada é produzida durante a operação posterior do forno com carga contínua de ferro de redução direta. O ferro de redução direta quente é fornecido continuamente ao forno a arco elétrico 1, por meio do tubo descendente 12 e do orifício de dosagem 8, e, meramente, cai por gravidade no banho em uma corrente de material a granel compacta uniforme 11, entre os
30 eletrodos 6, e penetra no metal fundido de aço 13. Devido à corrente de material a granel uniforme 11, ferro de redução direta particularmente de granulometria fina, por exemplo, um com um tamanho de grão médio inferior a 1

mm ou mesmo inferior a 0,3 mm, pode ser usado no processo da invenção. De preferência, a relação de material a granel para taxa de suprimento de energia é controlada de tal modo que o ferro de redução direta é fundido continuamente e a temperatura do banho de aço se mantém constante ou
5 aumenta ligeiramente para a temperatura de vazamento.

Ao final da corrida, o banho de aço 13 é retirado do forno pelo furo de vazamento 14 e, para facilitar a carga e a fusão de DRI na corrida seguinte, parte do metal fundido 13 se mantém no forno a arco elétrico 1 como um material residual líquido. Após um tempo morto estendido, antes
10 do forno precisar ser esvaziado completamente, o material residual líquido é produzido por fusão de sucata de aço ou ferro.

Exemplo

Para produção de aço de ferro de redução direta (DRI) altamente metalizado de granulometria fina, foi usado um forno a arco elétrico 1 inclinável, operado com corrente alternada trifásica, como mostrado na Figura 1, que tinha uma capacidade de 150 t de aço líquido e foi energizado por meio de um transformador de 100 MVA.
15

Após vazamento da corrida precedente, 30 t de material residual líquido ficaram retidos no forno. Antes de iniciar a carga de DRI para a corrida seguinte, os eletrodos foram posicionados, a fonte energética foi ligada e depois DRI quente foi carregado pelo tubo descendente central 12, disposto na parte intermediária do forno em uma corrente de material a granel uniforme em queda livre entre os três eletrodos.
20

O DRI carregado tinha um tamanho de grão médio de 0,3 mm e originado de uma planta de redução direta de minério fino, na qual a temperatura do material estava em torno de 650°C. Além de ferro metálico, o DRI também continha 8,5% em peso de FeO, 1,1% em peso de SiO₂, 1,1% em peso de Al₂O₃, 0,9% em peso de MnO e 1% em peso de C.
25

Por meio do orifício de dosagem 8, a taxa de suprimento do ferro de redução direta foi ajustada a 3 t/min. O tubo descendente 12 tinha um diâmetro interno de 200 mm. O orifício de dosagem, cujo diâmetro de abertura máximo correspondia ao diâmetro do tubo descendente, foi ligeiramente
30

estrangulado, de modo que uma abertura oval com um diâmetro máximo de cerca de 180 mm foi obtido. Abaixo do orifício de dosagem 8, proporcionou-se um tubo protetor resfriado com água 7, com um diâmetro interno de cerca de 400 mm, que terminou na abóbada do forno 4.

5 Durante o experimento, a relação de material a granel para taxa de suprimento de energia foi controlada de modo que o ferro de redução direta foi fundido continuamente e a temperatura do banho de aço se manteve constante ou ligeiramente acima da temperatura de vazamento. Por injeção de oxigênio e carbono durante todo o período de teste, a formação da ca-
10 mada de escória espumada no banho de ferro foi promovida. Além do mais, cal foi suprida ao forno elétrico, para ajustar a basicidade desejada no forno.

Após atingir-se a temperatura de vazamento desejada de cerca de 1.630°C, 120 t de banho de aço com um teor de carbono de 0,1% foram vazadas. Após vazamento, 30 t de aço foram deixadas no forno, como mate-
15 rial residual líquido para a corrida seguinte.

Lista dos números de referência:

- 1 - forno a arco elétrico
- 2 - soleira revestida com tijolo
- 3 - parede lateral
- 20 4 - abóbada do forno
- 5 - abertura
- 6 - eletrodo
- 7 - tubo protetor
- 8 - orifício de dosagem
- 25 9 - lâmina
- 10 - abertura
- 11 - corrente de material a granel
- 12 - tubo descendente
- 13 - material em fusão
- 30 14 - furo de vazamento
- 15 - escória espumada

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de carga de metal, compostos metálicos ou uma mistura de dois ou mais metais ou compostos metálicos de granulometria fina, em particular ferro de redução direta de granulometria fina, em um forno a arco elétrico (1), no qual o metal, o composto metálico ou a mistura é suprido continuamente por meio d e pelo menos um tubo descendente (12) a uma ou mais aberturas (10) proporcionadas na abóbada do forno (4), é introduzido no forno (1) pela dita pelo menos uma abertura (10) como uma corrente de material a granel (11), e cai sobre o metal fundido (13) meramente por gravidade, caracterizado pelo fato de que, antes de entrar no forno (1), após o tubo descendente (12), a corrente de material a granel (11) é passada por um orifício de dosagem (8) redondo ou oval e entra no forno (1) uniformemente.
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, após o tubo descendente (12), a corrente de material a granel (11) é passada por uma íris.
3. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o orifício de dosagem (8) é inclinado por não mais do que 25° com relação à horizontal.
4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o orifício de dosagem (8) é disposto horizontalmente.
5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o fluxo mássico da corrente de material a granel (11), no tubo descendente (12), é mantido maior do que a capacidade de escoamento pelo orifício de dosagem (8).
6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, após o orifício de dosagem (8), a corrente de material a granel (11) é passada por um tubo protetor (7).
7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o tubo protetor (7) é resfriado.

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o metal, o composto metálico ou a mistura de dois ou mais metais ou compostos metálicos, introduzido no forno (1), tem um tamanho de grão médio inferior a 1 mm, de preferência, inferior a 0,5 mm, particularmente, inferior a 0,4 mm e, especialmente, inferior a 0,3 mm.

9. Forno a arco elétrico (1), em particular para carga com ferro de redução direta ou minérios de granulometria fina por um processo como definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, com uma abóbada de forno (4) tendo pelo menos uma abertura (10), a, pelo menos uma, abertura (10) da abóbada do forno (4) sendo conectada com um tubo descendente (12), que leva para a tampa do forno (4) da parte externa, para suprir o material a ser carregado, caracterizado pelo fato de que na abertura do tubo descendente (12) para o forno (1), um orifício de dosagem redondo ou oval (8) é proporcionado.

10. Forno a arco elétrico (1) de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o orifício de dosagem (8) é uma íris.

11. Forno a arco elétrico (1) de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o orifício de dosagem (8) tem pelo menos duas lâminas (9), móveis entre si.

12. Forno a arco elétrico (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado pelo fato de que o orifício de dosagem (8) é inclinado com relação à horizontal por não mais do que 25°.

13. Forno a arco elétrico (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado pelo fato de que o orifício de dosagem (8) é disposto horizontalmente.

14. Forno a arco elétrico (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 13, caracterizado pelo fato de que o recipiente do material a granel constitui um silo de escoamento de massa.

15. Forno a arco elétrico (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 14, caracterizado pelo fato de que o tubo descendente (12) é disposto verticalmente.

16. Forno a arco elétrico (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 15, caracterizado pelo fato de que, abaixo do orifício de dosagem (8), um tubo protetor (7) preferivelmente vertical é proporcionado.

5 17. Forno a arco elétrico (1) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o comprimento do tubo protetor (7) é cerca de 1 a 3 vezes o diâmetro máximo da corrente de material a granel.

18. Forno a arco elétrico (1) de acordo com a reivindicação 16 ou 17, caracterizado pelo fato de que o tubo protetor (7) é resfriado.

10 19. Forno a arco elétrico (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 18, caracterizado pelo fato de que o diâmetro do tubo protetor (7) é pelo menos duas vezes maior que o diâmetro da abertura do orifício de dosagem (8).

15 20. Forno a arco elétrico (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 19, caracterizado pelo fato de que o diâmetro máximo da abertura do orifício de dosagem (8) é menor ou igual ao diâmetro do tubo descendente (12).

Fig.1

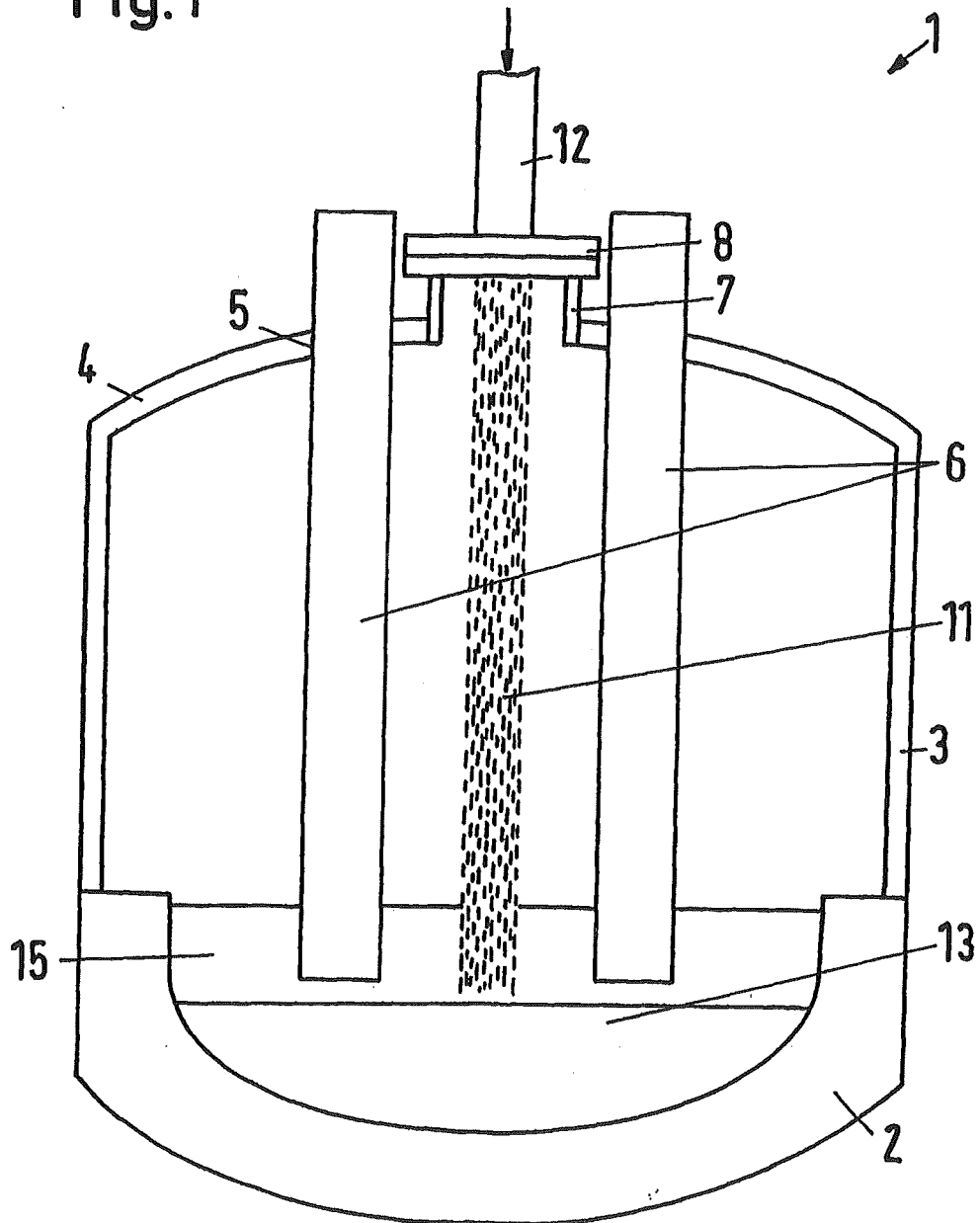


Fig.2

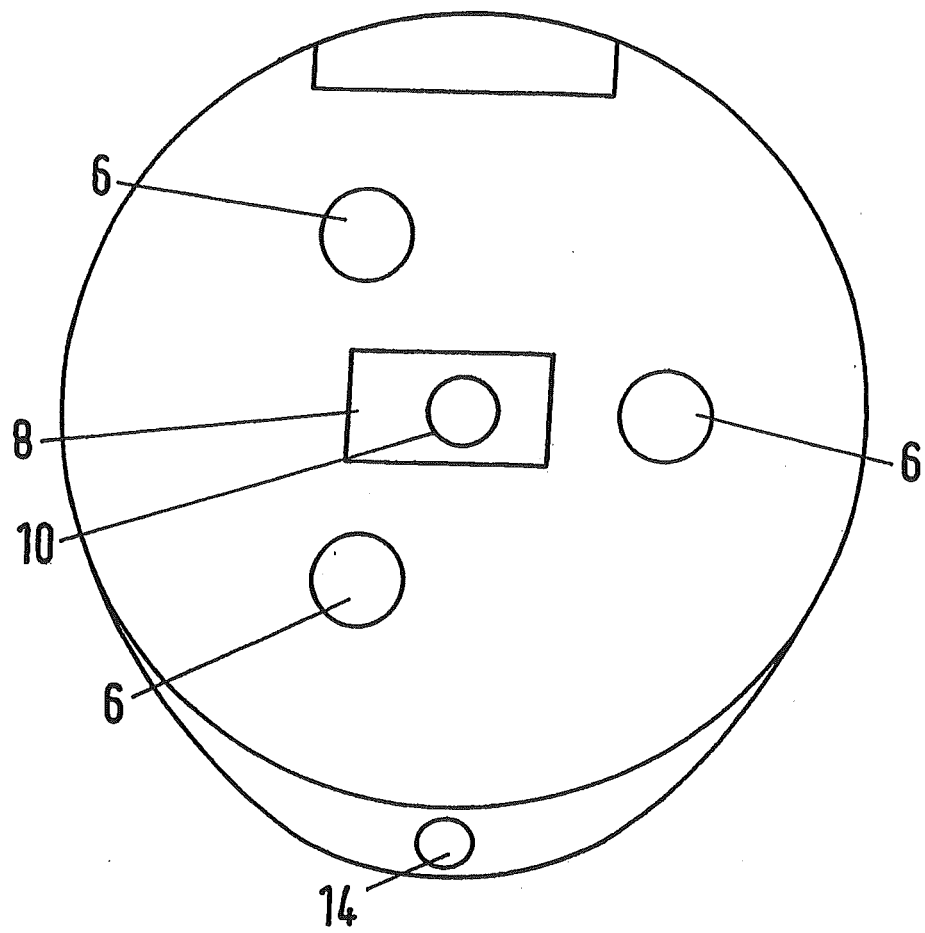


Fig.3

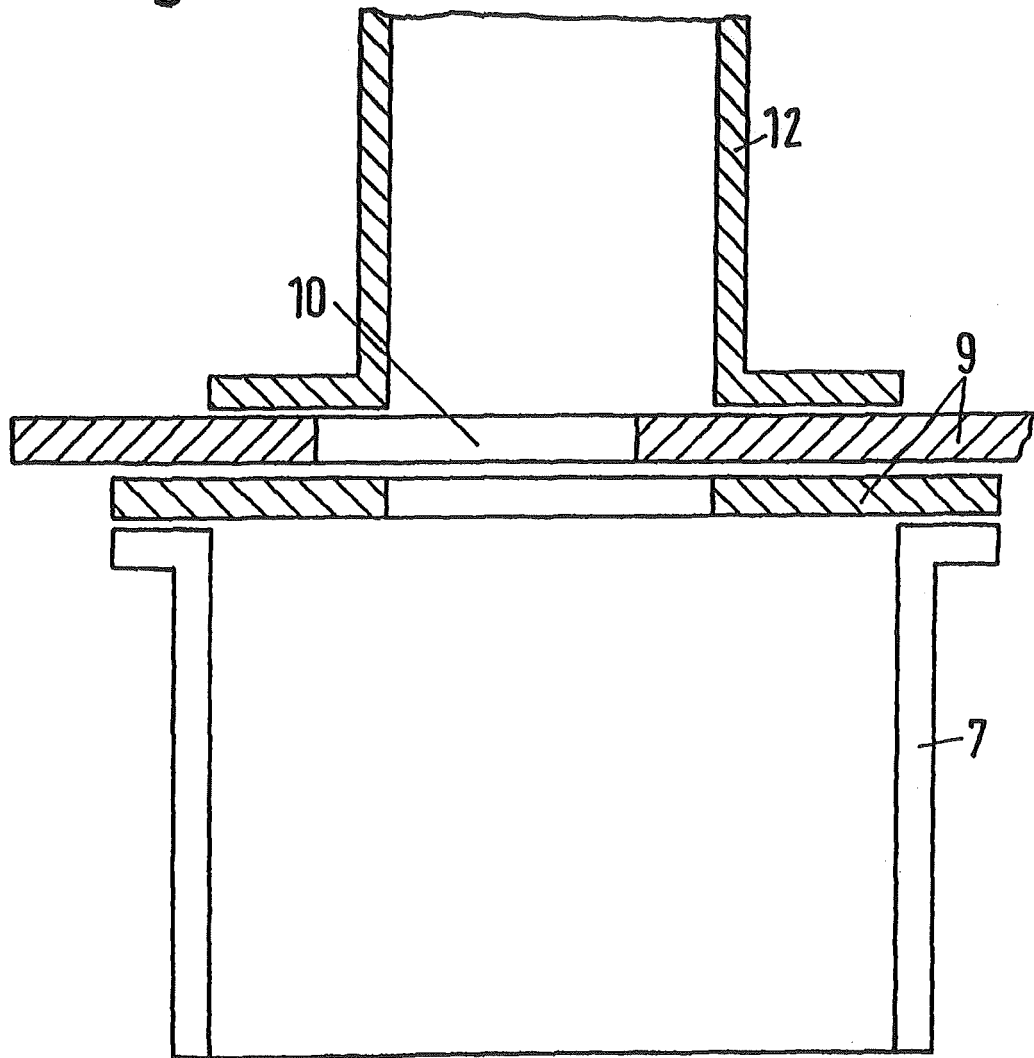
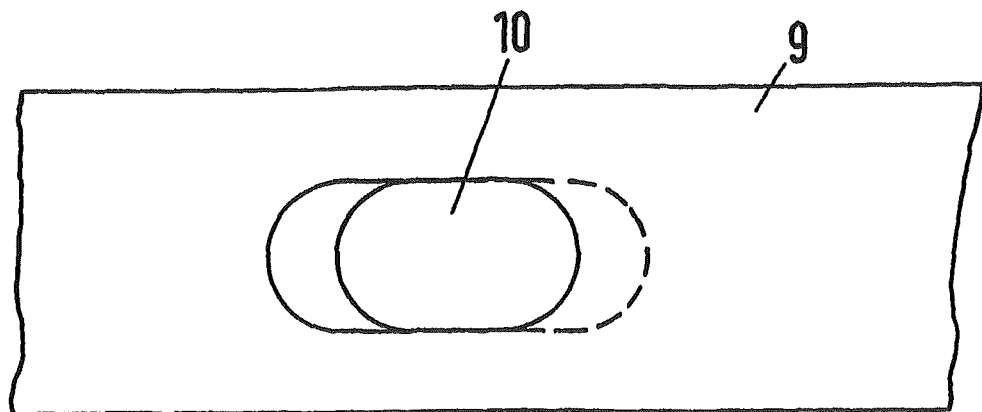


Fig.4



RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO DE CARGA DE METAIS DE GRANULOMETRIA FINA EM UM FORNO A ARCO ELÉTRICO"**.

A presente invenção refere-se a um processo de carga de metais de granulometria fina, em particular ferro de redução direta (DRI), em um
5 forno a arco elétrico (1), em que o metal é suprido via um tubo descendente (12) para uma abertura (10), proporcionada na abóbada do forno (4), é introduzido no forno (1) por essa abertura (10) como corrente de material a granel (11) e cai sobre o metal fundido (13) meramente por gravidade. Ainda
10 mais, um forno a arco elétrico (1), adequado para essa finalidade, é descrito. Uma introdução relativamente isenta de perda uniforme de material de granulometria fina, tendo um tamanho de grão médio inferior a 1 mm, é obtida por passagem da corrente de material a granel (11), por um orifício de dosagem (8), após o tubo descendente (12) e antes de entrar no forno (1). A corrente de material a granel (11) depois entra no forno essencial e uniformemente.
15