



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

(11) PI 0913960-5 B1

(22) Data do Depósito: 16/07/2009

(45) Data de Concessão: 11/04/2017



(54) Título: MÉTODO PARA TRATAR REJEITOS DE MINÉRIO

(51) Int.Cl.: C22B 1/16; C22B 1/243

(30) Prioridade Unionista: 09/07/2009 JP 2009-162622, 18/07/2008 JP 2008-186748

(73) Titular(es): JFE STEEL CORPORATION. VALE S/A

(72) Inventor(es): TAKAHIDE HIGUCHI; HIDEAKI SATO; NOBUYUKI OYAMA

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA TRATAR REJEITOS DE MINÉRIO"**.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um método para tratar rejeitos de minério ultrafinos, bem conhecido como beneficiamento molhado de resíduos de minério de ferro, e mais especificamente, a um método para tratar rejeitos de minério, em que o tratamento inclui da entrega dos rejeitos de minério em um sítio de mineração até um porto de carregamento (local de carregamento) através do embarque do mesmo até o uso como matéria-prima para sinterização, em um porto de descarga (local de descarga).

DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS RELACIONADAS

Em anos recentes, uma demanda por minério de ferro servindo como matéria-prima, juntamente com aumentos na demanda por ferro e aço nos países em desenvolvimento, por exemplo, China e Índia têm aumentado em escala global. A propósito, as companhias individuais de ferro e aço Japonesas importam aproximadamente 60% dos minérios de ferro da Austrália. Entretanto, na Austrália, os minérios de alto grau de hematita adequados para a produção de minérios sinterizados têm se esgotado. Consequentemente, um minério de Marra Mamba ou um minério pisolite que contém grandes quantidades de goethita, um minério hematita que contém grandes quantidades de fósforo, ou algo semelhante têm se tornado os principais recursos para a produção de aço e ferro.

Exemplos de fornecedores de minério de ferro incluem locais de mineração no Brasil e Índia juntamente com a Austrália. Com respeito à Índia, a princípio, minérios de ferro que têm conteúdo de Fe de 60 por cento em massa ou mais são usados domesticamente em caráter prioritário, e a exportação é restrita. Consequentemente existe uma tendência de uma significativa escassez de minério de ferro de alto grau que contém 60 por cento em massa ou mais de Fe em base global. A este respeito, atualmente, o desenvolvimento de tecnologia para usar com eficiência minérios de ferro de baixo grau, que não vinham sendo usados até agora, é desejada intensamente.

Usualmente, nos locais de mineração de minério de ferro, rochas que contêm veios de grandes massas de minério de minérios de ferro são trituradas, beneficiadas e separadas através de um tratamento de dimensionamento inicialmente. Em seguida, os minérios de ferro finos demasiado
5 pequenos são sujeitos adicionalmente ao tratamento de dimensionamento molhado para assim serem separados e recuperados como minérios finos para sinterização. Por outro lado, um pó fino que é demasiado pequeno depois do tratamento de dimensionamento molhado é despejado dentro de um espessador. Um resíduo de precipitação neste espessador é retirado, e este
10 é extraído como rejeitos de minério. Em geral, rejeitos de minério são armazenados em uma lagoa ou pântano localizado próximo à mina apresentados como uma área de deposição (usualmente referenciada com um acumulador de carbono ou um acumulador de degradação). Rejeitos de minério têm um conteúdo de 54 por cento em massa, que é ligeiramente menor do que aque-
15 le do concentrado. Por outro lado, são contidos 1,4 a 5,0 por cento em massa de SiO_2 e Al_2O_3 que servem como um componente desemulsificante, e um tamanho médio de grão é de $10\mu\text{m}$ ou menos. Portanto, têm-se acreditado até hoje que rejeitos de minério são inadequados para matéria-prima de sinterização. O tamanho médio de grão é um valor medido através de um mé-
20 todo de dispersão de laser (microrrastreamento). Consequentemente, embora rejeitos de minério sejam armazenados, o status atual é igual ao estado de ser descartado. Em algumas minas, a quantidade de minérios armazenada é dita alcançar algumas dezenas de milhões de toneladas.

A propósito, nos anos recentes, juntamente com os aumentos na
25 demanda por minérios de ferro, os locais de mineração próximos a costas e convenientes para embarque dos minérios de ferro têm diminuído. É previsto que locais de mineração que fornecem minério de ferro para o exterior mudem cada vez mais para o interior. Isto se refere a um aumento na proporção composta por um custo de transporte em terra relativa a um custo total
30 de transporte, e provoca um salto nos preços de matéria-prima (minério de ferro).

Além disso, os rejeitos de minério têm um problema pelo fato de

que o tamanho das partículas é tão pequeno quanto 10 μm e, portanto, o manuseio é muito difícil. Em particular, partículas ultrafinas, que são os constituintes primários dos rejeitos de minério e que têm tamanhos de partículas de aproximadamente 10 μm , facilmente se dispersam como poeira flu-
tuando no ar. Portanto, em geral, não existe outra escolha que não seja ar-
mazenar rejeito de minérios em um lago ou pântano nas atuais circunstân-
cias.

A propósito, com respeito ao transporte de carvão, o Documento de Patente 1 propõe um método de transporte de carvão, em que a fim de
reduzir os custos de transporte em terra, construção de portos e transporte
marinho, os quais compõem uma grande proporção do custo total de trans-
porte a partir de um sítio de mineração até descarregar,

(a) carvão em um estado de lama é sujeito a transporte com
uma tubulação a partir do sítio de mineração até um porto de carregamento,

(b) a lama transportada no interior é armazenada uma vez no
porto de carregamento e, adicionalmente, o pó de carvão na lama é peloti-
zado com um pelletizador subaquático,

(c) o carvão pelletizado é transportado através de uma tubulação
submarina para instalações de descarga mecânica de desidratação dispo-
tas no alto mar, e

(d) a lama contendo o carvão pelletizado é retirada da tubulação,
e desidratada. Depois disso, as pelotas desidratadas são carregadas meca-
nicamente dentro de um navio.

Entretanto, no caso onde um método de transporte é aplicado no
manejo dos rejeitos de minério descritos acima, existem os seguintes pro-
blemas.

Por exemplo, o primeiro problema é que os rejeitos de minério
são difíceis de pelletizar submersos ao contrário do carvão e o segundo pro-
blema é que é exigido que os rejeitos de minério ou partículas granuladas
sejam desidratados tanto quanto possível a fim de reduzir os custos de
transporte marinho, considerando que o tamanho das partículas de rejeito de
minérios é 10 μm ou menos o que é extremamente pequeno e existe uma

limitação de desidratação devido a um problema de eficiência, um problema de entupimento, e assim por diante. Ou seja, rejeito de minério tem tamanho de partícula pequeno de modo a exibir grande hidrofiliçidade e é argiloso de modo que o manuseio permanece difícil mesmo quando é conduzida a desidratação com um filtro prensa ou semelhante.

Documento de Patente 1: Publicação de Pedido de Patente Japonês Não Examinado No. 58-193832.

A fim de resolver estes problemas de obstáculos no manuseio incluídos nas tecnologias da técnica relacionada, um método no qual a secagem é conduzida inicialmente através do uso de um secador dedicado, por exemplo, um forno rotativo e assim por diante, e depois disso um pó seco, um aglutinante, ou algo semelhante é adicionado para assim produzir briquetes ou pelotas. Entretanto, permanecem problemas no fato de que são exigidos um custo de equipamento e um custo de operação.

Pelas razões mencionadas acima, com respeito a um método de pelotizar e um método de transportar para rejeito de minério, até hoje não foi estabelecido nenhum método útil para realizar um tratamento de baixo custo. Consequentemente, o armazenamento de minério substancialmente no estado de descarte tem sido conduzido através do uso de lagos e lugares pantanosos em um sítio de mineração e até agora não tem sido feito nenhum uso efetivo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Consequentemente, considerando as circunstâncias descritas acima, é um objetivo da presente invenção fornecer um método para tratar rejeito de minério, o qual está sujeito quase a um estado de armazenamento de descarte de minério em um sítio de mineração de minério de ferro, em que um custo de transporte possa ser reduzido e ao mesmo tempo, os rejeitos de minério possam ser colocados em um estado preferencial como matéria-prima para sinterização.

A fim de atingir os objetivos, os inventores propõem um método para tratar rejeitos de minério, caracterizado por compreender as etapas de: introduzir os rejeitos de minério que são gerados em um benefi-

ciamento molhado em um sítio de mineração os quais são minérios de ferro ultrafino com alta umidade que têm um tamanho de partícula de 10 μm ou menos diretamente em um pelletizador do tipo mistura-agitação sem conduzir um tratamento de secagem;

- 5 realizar pelletização por mistura no sítio de mineração;
 transportar as partículas granuladas para um porto de descarga através de um porto de carregamento; e
 depois disso, usar as partículas granuladas dos rejeitos de minério como matéria-prima de sinterização sem conduzir secagem no porto de
10 descarga.

 No método para tratar rejeitos de minério da presente invenção, é preferível que as partículas granuladas de rejeitos de minério sozinhas ou sendo misturadas com outras matérias-primas de sinterização sejam trituradas com uma máquina de mistura ou um agitador em um porto de descarga
15 para um tamanho médio de partícula de 1 mm a 5 mm, que são em seguida misturados com outras matérias-primas de sinterização e pelletizados, em que desta forma são obtidas matérias-prima de sinterização para forjamento.

 No método para tratar os rejeitos de minério da presente invenção, é preferível que as partículas granuladas dos rejeitos de minério sejam
20 feitas em um porto de descarga através da adição de um conteúdo úmido para assim obter matéria-prima de rejeitos de minério em um estado de lama que tem um conteúdo de umidade de mais do que 15 por cento em massa, que é misturada com outras matérias-primas e deste modo são asseguradas matérias-primas de sinterização para forjamento.

25 No método para tratar os rejeitos de minério da presente invenção, é preferível que o conteúdo de umidade dos rejeitos de minério seja de 30 a 60 por cento em massa.

 No método para tratar rejeitos de minério da presente invenção, é preferível que pelo menos um dos finos de minério de ferro que tenha um
30 conteúdo de umidade menor do que aquele dos rejeitos de minério, finos de matéria-prima secos e um aditivo sejam adicionados no processo de pelletização-mistura dos rejeitos de minério.

No método para tratar os rejeitos de minério da presente invenção, é preferível usar rejeitos de minério de minérios de ferro hematita de um produto de origem da América do Sul que tenha uma composição do componente principal de $\text{Fe} \geq 60$ por cento em massa, $\text{SiO}_2 \geq 1,5$ por cento em massa, e $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,5$ por cento em massa obtido como resíduo de beneficiamento tipo molhado no sítio de mineração e seja armazenado ao ar livre.

No método para tratar os rejeitos de minério da presente invenção, é preferível usar os rejeitos de minério de minérios de ferro hematita de um produto de origem da África que tenha uma composição do componente principal de $\text{Fe} \geq 54$ por cento em massa, $\text{SiO}_2 \geq 1,5$ por cento em massa, e $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,4$ por cento em massa obtido como resíduo de beneficiamento tipo molhado no sítio de mineração e seja armazenado ao ar livre.

No método para tratar os rejeitos de minério da presente invenção, é preferível que o conteúdo de umidade das partículas granuladas dos rejeitos de minério seja de 5 a 15 por cento em massa.

VANTAGENS DA INVENÇÃO

De acordo com o método de tratamento da presente invenção, rejeitos de minério que têm um alto conteúdo de umidade e que são rejeitos de minério ultrafinos e são sujeitos a armazenamento de descarte de minério sem serem sujeitos a tratamento de secagem no sítio de mineração podem ser antecipadamente convertidos no sítio de mineração para partículas granuladas convenientes para o transporte. Portanto, um custo de transporte do sítio de mineração para um porto de descarga pode ser reduzido significativamente, por extensão pode ser aberto o caminho para um uso efetivo de minérios de ferro de baixo grau a baixo custo. Na presente invenção, uma vez que os rejeitos de minério, que têm um alto conteúdo de umidade e que são minérios de ferro ultrafinos, em que a dificuldade de manuseio está envolvida, são pelotizados através do uso de pelotizador do tipo mistura-agitação, pode ser obtida a granulação sem conduzir a secagem.

Na pelotização (granulação) dos rejeitos de minério de acordo com a presente invenção, uma vez que pelo menos um tipo selecionado a partir de finos de minério de ferro de baixa umidade, pós de matéria-prima

secos e aditivos, de acordo com o conteúdo de umidade dos rejeitos de minério é adicionado aos rejeitos de minério de alta umidade, juntamente com o uso do pelletizador do tipo mistura-agitação, a granulação no sítio de mineração pode ser conduzida facilmente.

5 Além disso, de acordo com a presente invenção, uma vez que partículas granuladas (partículas granuladas de rejeito de minério) que contêm umidade aderente reduzida podem ser obtidas, o tratamento no processo subsequente, a saber, operações de manuseio, através do uso, por exemplo, de uma retomadora, maquinário pesado de carregamento, esteira
10 transportadora, e algo semelhante se torna fácil.

Adicionalmente, de acordo com a presente invenção, instalações de secagem no porto de carregamento e no porto de descarga se tornam desnecessárias, e as partículas granuladas dos rejeitos de minério deste modo podem ser usadas diretamente como matéria-prima de sinterização.

15 Além disso, em um caso onde as partículas granuladas dos rejeitos de minério sujeitos ao tratamento descrito acima são usadas como matéria-prima de sinterização, devido às partículas granuladas de rejeitos de minério serem formadas a partir de ultrafinos e trabalharem como um aglutinante no processo de sinterização, é alcançado um efeito de melhoria de
20 produtividade nos minérios sinterizados.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

a figura 1 é um gráfico que explica o relacionamento entre o conteúdo de umidade e o volume dos rejeitos de minério;

a figura 2 é um gráfico que explica o relacionamento entre o conteúdo de umidade e o tamanho de partícula das partículas granuladas após
25 a pelletização;

a figura 3 é um diagrama esquemático que mostra as instalações que compreendem um pelletizador do tipo mistura-agitação que é usado na presente invenção;

30 a figura 4 é um diagrama explicativo de um fluxo de manuseio de rejeitos de minério, que mostra um exemplo de acordo com a presente invenção;

a figura 5 é um gráfico que mostra os resultados de testes de sinterização conduzidos no Exemplo 2; e

a figura 6 é um gráfico que mostra os resultados de testes de sinterização conduzidos no Exemplo 2.

5 MODALIDADES PARA EXECUTAR A INVEÇÃO

A figura 1 é um gráfico que mostra o relacionamento em geral entre o conteúdo de umidade e o volume de um espécime de teste no caso de uma alta umidade, amostra altamente viscosa, por exemplo, de minério de ferro. Neste documento, conteúdo de umidade significa a relação de conteúdo de umidade com o peso de uma matéria-prima seca. A figura 2 é um gráfico que mostra o relacionamento do tipo mencionado acima entre o conteúdo de umidade e o tamanho da partícula granulada de rejeitos de minério.

Na figura 1, uma região líquida 4 no desenho é uma região em que o rejeito de minério deforma livremente e o volume do rejeito de minério diminui gradualmente conforme o conteúdo de umidade diminui e ocorre uma leve resistência ao cisalhamento no rejeito de minério. O conteúdo de umidade neste momento é representado por um limite líquido 7.

Em seguida, quando o conteúdo de umidade do rejeito de minério diminui adicionalmente para o limite líquido 7 (aproximadamente 30 por cento em massa) ou menos, o volume do rejeito de minério diminui adicionalmente para assim exibir plasticidade. Na região 3, em geral, quando o rejeito de minério é comprimido, aparece uma fratura de superfície e a deformação não continua ao contrário do que acontecia na região 4. O conteúdo de umidade neste momento é chamado limite plástico 6 (aproximadamente 20 por cento em massa).

Quando o conteúdo de umidade é reduzido adicionalmente a partir deste limite plástico 6, a contração do volume da amostra é reduzida e parada pouco depois, e é acarretada uma região semissólida 2 ou uma região sólida 1. Este conteúdo de umidade no qual é parada a contração do volume da amostra é chamado um limite de contração 5 (aproximadamente 10 por cento em massa).

De acordo com a pesquisa conduzida pelos presentes invento-

res, foi descoberto que ajustes do conteúdo de umidade dentro da extensão da região sólida 1 até a região semissólida 2 foram necessários a fim de granular rejeitos de minério de alta umidade de modo a facilitar o manuseio. A este respeito, acredita-se que se os rejeitos de minério puderem ser granulados com um conteúdo de umidade do limite de contração 5 até o limite plástico 6, os custos de desidratação podem ser adicionalmente reduzidos.

A propósito, a fim de reduzir o conteúdo de umidade de rejeitos de minério na faixa líquida (30 a 60 por cento em massa) para pelo menos a região semissólida 2 de aproximadamente 10 a 20 por cento em massa, e preferencialmente para a região sólida 1, que é em um estado estável, de aproximadamente 15 por cento em massa ou menos, e preferencialmente de aproximadamente 10 por cento em massa ou menos, é eficaz misturar finos de minério de ferro de baixa umidade ou pós de matéria-prima seca. Por exemplo, em um sítio de mineração é possível usar, como minério de ferro de baixa umidade, finos de minério de ferro antes de serem sujeitos ao tratamento de beneficiamento molhado. Finos de minério de ferro, antes de serem sujeitos ao tratamento de beneficiamento molhado, os quais são colocados em um pátio em um sítio de mineração, têm um conteúdo de umidade de aproximadamente 3 a 8 por cento em massa e, portanto, são úteis como um dos finos de minério de ferro de baixa umidade.

Com respeito ao conteúdo de umidade adequado para pelotizar (granular) estes rejeitos de minério, existiu um exemplo de construção de um processo de tratamento de lama no qual foi conduzido um tratamento de estabilização em um conteúdo de umidade de 10 a 20 por cento em massa. Portanto, os presentes inventores conduziram um experimento de laboratório destinado a granular rejeitos de minério que tenham um conteúdo de umidade por volta de 20 por cento em massa. Como material para o experimento, foram usados rejeitos de minério com um conteúdo de 40 por cento em massa de umidade que foram misturados com finos de minério de ferro de baixa umidade do mesmo grau com um conteúdo de 4 por cento em massa de umidade. Os valores dos conteúdos de umidade simularam o estado de armazenamento de descarte em um lago em um sítio de mineração ou o esta-

do de colocação em um pátio, respectivamente.

A figura 2 mostra o resultado de um experimento de pelotização neste momento. Neste desenho, o eixo geométrico horizontal representa o conteúdo de umidade da amostra do teste, e o eixo geométrico vertical re-
5 apresenta o tamanho médio de partícula das partículas granuladas liberadas.

No experimento, primeiro, 40 kg apenas de rejeitos de minério (conteúdo de umidade de 40 por cento em massa) foram colocados dentro de um pelotizador do tipo mistura-agitação, e foram conduzidas mistura e agita-
10 ção. Entretanto, a mistura estava em um estado de lama de modo que a o-
peração de granulação se tornou impossível (região 8 no desenho). A seguir, a quantidade de mistura, aos rejeitos de minério citados acima, de finos de minério de ferro de baixa umidade de conteúdo de umidade de 4 por cento em massa foi aumentada até 70 por cento em massa e, deste modo, o con-
teúdo de umidade total foi reduzido para 15 por cento em massa. Conse-
15 quentemente, a mistura foi capaz de ser pelotizada sem problemas (região 8a). Além disso, quando o conteúdo de umidade das partículas granuladas foi reduzido para aproximadamente 10 por cento em massa ou menos, foram obtidas partículas granuladas em uma forma de pelota com tamanhos de partícula de um tamanho médio de partícula de aproximadamente 5 mm.

20 Ficou claro a partir dos resultados do experimento que no caso onde rejeitos de minério de alta umidade que foram sujeitos a armazenam-
ento de minério ao ar livre tal como um pântano foram pelotizados com um pelotizador do tipo mistura-agitação sem conduzir secagem ou, mais prefe-
rencialmente, foram pelotizados depois de finos de minério de ferro de baixa
25 umidade, pós de matéria-prima seca, aditivos secantes, ou algo semelhante serem adicionados e misturados, granulações que foram capazes de ser manuseadas facilmente e transportadas economicamente puderam ser pro-
duzidas.

Um exemplo de uma modalidade de um método de tratamento
30 da presente invenção será descrito abaixo com referência às figuras 3 e 4.

A figura 3 é um diagrama esquemático centrado em um peloti-
zador do tipo mistura-agitação adotado na presente invenção. Neste dese-

nho o numeral de referência 10 mostrado no desenho representa o pelletizador do tipo mistura-agitação, e no interior, são dispostas uma pluralidade de palhetas rotativas 11 para agitar e amassar um material carregado (rejeitos de minério), em um estado de arrumação em um eixo rotativo 11a. Este pelletizador do tipo mistura-agitação 10 não é limitado a um tipo horizontal e pode ser de um tipo inclinado. A forma e quantidade de palhetas rotativas deste pelletizador não são limitadas, mas podem ser feitas de tal forma que se tornem apropriadas a performance de pelletização e ao custo de energia. A propósito, neste pelletizador tipo mistura-agitação, as palhetas rotativas 11 descritas acima são suportadas de tal forma a fazer a volta em volta de um eixo rotativo 11a por todo o interior do aparelho, e a direção de rotação e a quantidade de revoluções podem ser mudadas. O eixo rotativo 11a pode ser excêntrico ou o eixo rotativo 11a pode ter uma estrutura na qual o próprio eixo rotativo 11a seja suportado por outro eixo rotativo.

O pelletizador tipo mistura-agitação 10 é provido de um aparelho de pesagem 12. Um sinal de controle predeterminado é fornecido por este aparelho de pesagem 12 para os aparelhos de alimentação 15 e 22 dos silos individuais 13, 16, 17 e 18 e, deste modo, a quantidade de entrada (quantidade de admissão) de material de carregamento pode ser controlada automaticamente.

A seguir, será descrito um método para fornecer rejeitos de minério para o pelletizador tipo mistura-agitação 10. O método para introduzir (fornecer) rejeitos de minério ou uma mistura do mesmo contendo pós de minério de ferro ou algo semelhante no pelletizador rotativo 10 é executado através da inclusão de um funil móvel de maquinário pesado adequado para a condição local. Além disso, a fim de colocar rejeitos de minério dentro deste pelletizador tipo mistura-agitação 10 sem problemas, é desejável que um tanque de armazenamento ou um tanque de ajuste para receber uma lama seja disposto e uma precipitação de lodo que tem um conteúdo de umidade de aproximadamente 55 por cento em massa seja usada. Subsequentemente, é desejável que a lama de precipitação resultante seja raspada com um maquinário pesado, por exemplo, uma retroescavadeira, e seja car-

regada no pelletizador do tipo mistura-agitação 10 diretamente ou seja colocada através do silo de recepção 13 fornecido com o aparelho de alimentação 15, por exemplo, um alimentador de pó ou um alimentador de parafuso, que são adequados para a lama, embora não limitado apenas a estes.

Na presente invenção, é preferível que a fim de ajustar o conteúdo de umidade, pelo menos um tipo de matéria-prima de baixa umidade (finos de minério de ferro), pós secos, e aditivos de secagem seja adicionado aos rejeitos de minério descritos acima.

10 a. Os fins de minério de ferro de baixa umidade 19 se referem a fins de minério de ferro que têm um conteúdo de umidade mais baixo do que o dos rejeitos de minério 14 que é um objeto a ser tratado e é suficiente que o material possa ajustar o conteúdo de umidade das granulações. Por exemplo, no sítio de mineração, é preferível que sejam usados os fins de
15 minério de ferro que têm um conteúdo de umidade de 3 a 8 por cento em massa antes do beneficiamento.

 b. O pó seco 20 se refere a um pó que tem um conteúdo de umidade próximo a zero por cento em massa. Por exemplo, é preferível que sejam usados os fins de minério de ferro secos (poeira) gerados em um
20 tratamento de beneficiamento de minérios de ferro.

 c. O aditivo 21 é adicionado a fim de aumentar a resistência das granulações. Por exemplo, é preferível que cimento, cal queimado, aglutinante, agente químico, e algo semelhante sejam usados.

 No método de acordo com a presente invenção, é desejável que
25 os fins de minério de ferro de baixa umidade 19 e o pó seco 20 sejam adicionados aos rejeitos de minério 14 a fim de ajustar o conteúdo de umidade em um valor exigido para granulação e o aditivo 21 tal como cimento usado primariamente para melhorar a resistência ao manuseio seja adicionado adicionalmente e é preferível que os mesmos (os fins de minério de ferro de
30 baixa umidade 19, os fins de matéria-prima secos 20, e o aditivo 21) sejam armazenados em silos fechados 16, 17 e 18 a fim de aumentar a precisão do controle do conteúdo de umidade. Ambos os aparelhos de alimentação de

silo 15 e 22, os quais servem para alimentar as matérias-primas dos silos que armazenam rejeitos de minério 14, finos de minério de ferro de baixa umidade 19 e semelhantes, são operados e parados com base no sinal de controle do aparelho de pesagem 12.

5 Um método para granular rejeitos de minério através do uso de pelotizador do tipo mistura-agitação 10 será descrito abaixo.

Inicialmente, é desejável que uma quantidade predeterminada de rejeitos de minério 14 que têm um alto conteúdo de umidade (30 a 60 por cento em massa) seja colocada no pelotizador do tipo mistura-agitação 10 e, além disso, os finos de minério de ferro de baixa umidade 19 ou finos de matéria-prima seca (minério de ferro) 20 sejam adicionados com base no resultado real de carregamento dos rejeitos de minério 14 para assim serem misturados e pelotizados. Isto se dá devido ao resultado real da quantidade carregada destas matérias-primas ser medido com o aparelho de pesagem 12 disposto anexo ao pelotizador do tipo mistura-agitação 10 e as quantidades exigidas de adição de finos de minério de ferro de baixa umidade 18 e de finos de matéria-prima seca 20 poderem ser calculadas uma vez que o valor do resultado real do carregamento seja conhecido. Neste método de pelotização, a umidade incluída nos rejeitos de minério 14 pode ser suficientemente solta através de agitação dos rejeitos de minério 14 com palhetas rotativas 11 inicialmente e existe uma recompensa pelo fato de que os finos de minério de ferro de baixa umidade 19 e finos de minério de ferro secos 20 adicionados depois disso podem absorver a umidade nos rejeitos de minério eficientemente.

25 Um método para curar e arrastar as partículas granuladas, que são obtidas através de granulação, será descrito abaixo. Preferencialmente, as partículas granuladas descarregadas a partir de uma saída 23 do pelotizador do tipo mistura-agitação 10 descrito acima são fornecidas para um aparelho giratório 25 com uma máquina de transporte 24, por exemplo, esteira transportadora, adicionalmente pelotizadas girando conforme necessário com o aparelho giratório 25, e subsequentemente alimentadas para um pátio de cura 26 com uma máquina de transporte 24, e transportadas depois

de serem sujeitas à cura natural. A razão pela qual é assim, é que a umidade está aderida a maior parte das superfícies das partículas granuladas descarregadas que são descarregadas do peletizador 10, e se as partículas granuladas são amontoadas, as mesmas são compactadas e aderidas umas às outras deste modo podem ser produzidas partículas grandes. A fim de evitar a ocorrência desta situação, é eficaz remexer com um maquinário pesado periodicamente, ou preferencialmente, irregularidades de nível das superfícies das partículas granuladas com o aparelho giratório 25 ou algo semelhante depois da descarga.

10 Como para o método de pelotização por mistura, é suficiente que os aparelhos, por exemplo, uma esteira transportadora inclinada, um tabuleiro pelotizador, e um tambor rotativo, sejam usados em combinação adequada para a condição local. Portanto, são desnecessárias instalações complicadas. Com respeito às partículas granuladas sujeitas ao tratamento de pelotização rolada como descrito acima, a irregularidade da superfície é de um nível baixo, e a ocorrência de adesão mútua das partículas granuladas em um pátio de cura é reduzida.

 Como descrito acima, de acordo com a presente invenção um rejeito de minério de alta umidade composto de partículas ultrafinas pode ser pelotizado sem conduzir secagem através do uso do pelotizador do tipo mistura-agitação 10. Consequentemente o manuseio e arrasto podem ser conduzidos facilmente.

 A seguir, as partículas granuladas, que são misturadas e pelotizadas em um sítio de mineração, são transportadas através de esteiras transportadoras, caminhões de transporte, ou vagões de carga e assim por diante para um local de carregamento (porto de carregamento) e em seguida são transportadas por navios de transporte de minério ou algo semelhante para o nosso país que é um local de descarga (porto de descarga). Do modo acima referenciado, de acordo com a presente invenção, as partículas granuladas de rejeitos de minério podem ser basicamente usadas diretamente como estão, isto é, sem secagem e arranjos dos grãos, como uma parte da matéria-prima de sinterização, depois de misturar com matéria-prima comum

de sinterização.

Entretanto, quando as partículas granuladas de rejeito de minério são misturadas e granuladas, particularmente, em alguns casos, em uma “região semissólida” como mostrado na figura 1, isto resulta em partículas grossas de tamanho médio de grão de 10 a 30 mm. Neste caso, se as partículas grossas são usadas diretamente como matéria-prima de sinterização, isto provoca sinterização sem uniformidade e surge um problema de degradação de produtividade de sinterização.

Sob a dita circunstância, de acordo com a presente invenção, a pelotização de matéria-prima de sinterização para forjamento pode ser melhorada e a produtividade da sinterização pode ser elevada por tomar medidas, como as medidas a serem tomadas nos locais de descarga, que compreendem triturar as partículas granuladas de rejeitos de minério com as mesmas não sendo secas ou após serem misturadas com outras matérias-primas de sinterização através do uso de trituradores que são máquinas de mistura ou agitação tais como misturadores Eirich, misturadores Regide, misturadores Prosure e um misturador de pá para tamanho de grão médio de 5 mm ou menos, preferencialmente para 4 mm ou menos, e usar como matéria-prima finos de matéria-prima de sinterização para forjamento. Deve ser observado que embora misturador Eirich e misturador Regide também possam ser usados como máquinas pelotizadoras, entretanto as mesmas podem ser usadas como trituradoras através do uso de sua quantidade de rotação.

Adicionalmente, a trituração das partículas granuladas de rejeito de minério para tamanho menor possível é preferível e triturar tem melhor performance para obter um tamanho médio de grão de aproximadamente 1 mm como um limite mínimo, preferencialmente um tamanho médio de grão de aproximadamente 2 mm. Ao realizar a trituração para um tamanho de grão em uma faixa (1 a 5 mm) como mencionado acima, os rejeitos de minério, no momento de pelotização depois de serem adicionados a outras matérias-primas, são adicionalmente refinados através de mistura e agitação, resultando em um tamanho médio de grão de 10 μ m ou menos a são disper-

sados nas matérias-primas e são usados como finos de matéria-prima de sinterização para forjamento.

Também, de acordo com a presente invenção, como um tratamento a ser tomado em um local de descarga, as partículas granuladas de rejeitos de minério mencionadas acima são sujeitas, como estão, a mistura e agitação depois de ser adicionada umidade até que o conteúdo de umidade fique maior do que 15 por cento em massa de modo que as partículas granuladas fiquem em um estado de lama e quando as mesmas são usadas como matéria-prima de sinterização para forjamento, a propriedade de liquidez e espalhamento dos ultrafinos particularmente dos rejeitos de minério nas partículas granuladas de rejeitos de minério são seguras e portanto os rejeitos de minério prontamente se espalham na matéria-prima através das operações de mistura e agitação durante a pelotização. Como resultado disto, a granulação de partículas é melhorada e a produtividade pode ser elevada. Adicionalmente, o limite superior de quantidade de adição de água quando se prepara a lama é um valor que não excede a quantidade de umidade pre-determinada estabelecida para o tempo de pelotizar a matéria-prima de sinterização.

EXEMPLOS

Exemplo 1

A figura 4 mostra um exemplo de um método para transportar partículas granuladas de rejeitos de minério de minério de ferro para um porto de carregamento e conduzir um tratamento de acordo com a presente invenção. Como mostra o desenho, os rejeitos de minério 14 gerados em um sítio de mineração 27 são armazenados em um poço 28, e são alimentados em um tanque de ajuste 29 ou um pátio de armazenamento temporário 32 a partir deste poço, quando necessário, com o uso de uma tubulação 30 e uma bomba 31 ou com maquinário pesado. O conteúdo de umidade dos rejeitos de minério neste momento é de 30 a 60 por cento em massa.

Em seguida, rejeitos de minério 14 no estado de lama são colocados dentro de um silo receptor 13 a partir do tanque de ajuste 29 ou do pátio de armazenamento temporário 32 com maquinário pesado 33. Alterna-

tivamente, a lama de rejeitos de minério pode ser colocada dentro de um pelotizador do tipo mistura-agitação 10 diretamente com o maquinário pesado 33 sem passar através do silo receptor 13. Por rotina, pode ser conduzida uma cura simples no pátio de armazenamento temporário 32 antes da colocação dentro do pelotizador do tipo mistura-agitação 10. Uma quantidade predeterminada de pelo menos um de finos de minério de ferro de baixa umidade 19, finos de minério de ferro secos 20 e aditivo 21 é seccionada a partir de seus respectivos silos 16, 17 e 18 com base na quantidade (real) de rejeitos de minério colocados dentro do pelotizador do tipo mistura-agitação 10 a partir do silo receptor 13 e no conteúdo de umidade. Toda a lama misturada de rejeitos de minério colocada dentro do pelotizador do tipo mistura-agitação 10 é misturada, agitada e pelotizada e, em seguida, as partículas granuladas resultantes são descarregadas.

As partículas granuladas (partículas granuladas de rejeitos de minério) manufaturadas através dos tratamentos descritos acima são arrastadas para um aparelho giratório 25 considerado o estado de granulação, e são acumuladas no pátio de cura 26. As partículas granuladas 14 são naturalmente curadas e carregadas dentro de um navio 34 com o maquinário pesado 33. Depois disso, é conduzido o transporte para um porto de descarga, é conduzida a descarga, e subsequentemente, é conduzido o empilhamento temporário em um pátio. As partículas granuladas, que são alimentadas como estão sem serem sujeitas à secagem, são introduzidas para uma instalação de sinterização, e são usadas como uma parte das matérias-primas de sinterização para forjamento.

Adicionalmente, como rejeito de minério nos exemplos foi usado, minério de ferro de Carajás de um minério hematita de origem Sul Americana. Os minérios de ferro de Carajás têm uma composição do componente principal de $\text{Fe} \geq 60$ por cento em massa, $\text{SiO}_2 \geq 1,5$ por cento em massa e $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,5$ por cento em massa. Preferencialmente as faixas são 69% em massa $\geq \text{Fe} \geq 60\%$ em massa, 5% em massa $\geq \text{SiO}_2 \geq 1,5\%$ em massa e 5% em massa $\geq \text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,5\%$ em massa. Além disso, como exemplo de minério de ferro hematita de origem Africana, foi usado rejeito de minério de Kumba.

O minério de Kumba tem uma composição principal de $\text{Fe} \geq 54$ por cento em massa, $\text{SiO}_2 \geq 1,5$ por cento em massa e $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,4$ por cento em massa. Preferencialmente as faixas são $69\% \text{ em massa} \geq \text{Fe} \geq 60\% \text{ em massa}$, $5\% \text{ em massa} \geq \text{SiO}_2 \geq 1,5\% \text{ em massa}$ e $5\% \text{ em massa} \geq \text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,4\% \text{ em massa}$. A relação de mistura de rejeitos de minério é de 18 por cento em massa enquanto que os minérios de baixa umidade são 82 por cento em massa em que, não são usados finos ou aditivos de secagem. Depende do conteúdo de umidade dos rejeitos de minério, mas a relação de mistura de rejeitos de minério de 5 a 40 por cento em massa e a de finos de minério de ferro de baixa umidade de 60 a 95 por cento em massa, e quando necessário finos de minério de ferro de 1 a 10 por cento em massa e aditivos de 1 a 10 por cento em massa são incluídos. No caso em que o método para tratar rejeitos de minério de acordo com a presente invenção foi aplicado com o uso de rejeitos de minério, foi apurado que o tratamento foi capaz de ser conduzido sem qualquer problema.

Exemplo 2

Através do uso de partículas granuladas de rejeitos de minério (partículas granuladas), fabricadas no Exemplo 1, com o uso de uma unidade de teste de laboratório que é uma simulação de uma unidade de sinterização do tipo DL, foi conduzido um teste de sinterização com a relação de mistura mostrada na Tabela 1. Os exemplos comparativos são aqueles em que as partículas granuladas de rejeitos de minério não são misturadas, o Exemplo inventivo 1 é um exemplo em que, 6,7 por cento em massa de material de minério são mudados como estão para partículas granuladas de rejeito de minério e são misturados enquanto que, o Exemplo inventivo 2 é um exemplo em que as partículas granuladas de rejeitos de minério foram trituradas por 3 minutos a 25 rpm com o uso de um misturador Eirich em um local de descarga. Adicionalmente o Exemplo inventivo 3 é um exemplo de partículas granuladas de minérios de ferro, no qual foi adicionada umidade em um local de descarga através de derramamento de água, e as partículas granuladas resultantes contendo umidade de mais do que 15 por cento em massa, a saber, 20 a 22 por cento em massa, foram agitadas para serem

modificadas para o estado de lama e assim foram realizadas trituração e mistura. O teste de sinterização foi conduzido através do uso de um recipiente de ferro para sinterização de 300 mm de diâmetro e 400 mm de altura sob uma pressão de sucção diferencial de um valor constante de 200 mmAq.

5 É entendido a partir do resultado do teste de sinterização que, como mostrado na figura 5, no caso do Exemplo inventivo 1 de acordo com a presente invenção, as partículas granuladas de rejeitos de minério podem ser usadas como estão como uma matéria-prima de sinterização para forjamento. Em comparação com Exemplos comparativos, é entendido que existe uma faixa em que, quando os valores de umidade das partículas granu-
10 das dos rejeitos de minério aumentam, são geradas matérias-primas de sinterização para forjamento que contêm partículas granuladas grossas, originadas na distribuição desigual de umidade durante o processo de granulação, o que provoca queima não-uniforme e a produtividade é diminuída.

15 Adicionalmente, o Exemplo inventivo 2 de acordo com a presente invenção pode ser dito que contém umidade adequada para manuseio, entretanto, este é um exemplo em que, através do uso de um misturador Eirich, foram formados antes de triturar e misturar as partículas granuladas de rejeitos de minério que provocam a deterioração da pelotização quando a
20 umidade está a uma quantidade mais alta fora da umidade contida de 5 a 15 por cento em massa. No caso do Exemplo inventivo 2, a pelotização foi melhorada devido ao fato de que foi realizada a trituração através de misturadores Eirich e adicionalmente, pelos efeitos de agitação durante a pelotização de finos de matéria-prima de matéria-prima de sinterização para forjamento
25 que foram usados para sinterização de matéria-prima, rejeitos de minério que têm tamanho de grão médio de 10 μ m ou menos, retirados de partículas granuladas de rejeitos de minério, dispersadas uniformemente nas matérias-primas, e os fatos mencionados acima interagiram uns com os outros. Como resultado disto, a sinterização foi realizada uniformemente e como mostra a
30 figura 5, a produtividade de sinterização, quando comparada com os Exemplos comparativos e Exemplo inventivo 1, foi estável.

Também, o Exemplo inventivo 3 de acordo com a presente in-

venção é um exemplo de partículas granuladas de rejeitos de minério, dentro das quais foi adicionada água em um local de descarga e as partículas granuladas resultantes contendo uma umidade de mais do que 15 por cento em massa a 22 por cento em massa, foram agitadas e misturadas para ficarem

5 modificadas no estado de lama no qual foi realizada a trituração e subsequentemente, a lama foi adicionada a outro material de sinterização e foi em seguida misturada e pelletizada. Como resultado disto, de todas as partículas granuladas de rejeitos de minério, os rejeitos de minério com um tamanho de grão de 10 μm ou menos se comportaram com fluidez do mesmo modo com

10 água e consequentemente dispersados uniformemente na matéria-prima de sinterização, deste modo melhorou a pelletização, a queima foi realizada uniformemente e a produtividade de sinterização estabilizada em um nível alto, como mostra a figura 6.

Deve ser observado que o limite máximo de conteúdo de umidade de de partículas granuladas de rejeitos de minério para assegurar que um

15 estado de lama pode ser ajustado livremente dentro de uma faixa que não requer uma influência sobre um conteúdo de umidade para a pelletização de matéria-prima de sinterização. No caso onde é exercida uma influência sobre um ajuste de conteúdo de umidade para a pelletização de matéria-prima

20 de sinterização, o limite máximo de conteúdo de umidade mencionado acima pode ser ajustado livremente através da redução da quantidade de mistura de partículas granuladas de rejeitos de minério em um estado de lama ou redução do conteúdo de umidade da lama.

Relação da Mistura (% em massa)	Exemplo Comparativo	Exemplo Inventivo 1	Exemplo Inventivo 2	Exemplo Inventivo 3
Minério A	33,2	29,9	29,9	29,9
Minério B	33,2	29,8	29,8	29,8
Partículas granu- das de rejeito de minério	0,0	6,7	6,7	6,7
Rocha de sílica	1,6	1,6	1,6	1,6
Fino de retorno	20	20	20	20
Calcário	10	10	10	10
Cal queimado	2,0	2,0	2,0	2,0

Relação da Mistura (% em massa)	Exemplo Comparativo	Exemplo Inventivo 1	Exemplo Inventivo 2	Exemplo Inventivo 3
Umidade das partículas granuladas de rejeito de minério (% em massa)	-	5 - 15	5 - 15	20 - 22
Tratamento no local de descarga	-	Nenhum	Agitação	Agitação, água deramada

Minério A: Minério de ferro de Yandi

Minério B: Minério de ferro de Carajás

Outros: 5,0% em massa de coque são misturados

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

5 A presente invenção é uma tecnologia relacionada a um método para tratamento de rejeitos de minério. Entretanto, esta tecnologia é efetiva como um método para tratamento não apenas de rejeitos de minério e pós misturados do mesmo, mas também pós de matéria-prima de sinterização ultrafinos.

10 Explicação dos Numerais de Referência

- 10: pelotizador do tipo mistura-agitação
- 11: palheta rotativa
- 11a: eixo rotativo
- 12: aparelho de pesagem
- 15 14: rejeitos de minério
- 15, 22: aparelho de alimentação
- 19: finos de minério de ferro de baixa umidade
- 20: finos de matéria-prima seca (minério de ferro)
- 21: aditivo
- 20 25: aparelho rotativo
- 26: pátio de cura
- 27: sítio de mineração
- 28: poço
- 29: tanque de ajuste
- 25 30: tubulação

- 31: bomba
- 32: pátio de armazenamento temporário
- 33: maquinário pesado
- 34: navio

REIVINDICAÇÕES

1. Método para tratar rejeitos de minério caracterizado por compreender as etapas de:

5 introduzir os rejeitos de minério que são gerados em um beneficiamento molhado em um sítio de mineração os quais são minérios de ferro ultrafinos com alta umidade que têm um tamanho de partícula de 10 µm ou menos diretamente em um pelletizador do tipo mistura-agitação sem conduzir um tratamento de secagem;

 realizar pelletização por mistura no sítio de mineração;

10 transportar as partículas granuladas para um porto de descarga através de um porto de carregamento; e

 depois disso, usar as partículas granuladas dos rejeitos de minério como matéria-prima de sinterização sem conduzir secagem no porto de descarga.

15 2. Método para tratar rejeitos de minério, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as partículas granuladas de rejeitos de minério sozinhas ou sendo misturadas com outras matérias-primas de sinterização são trituradas com uma máquina de mistura ou um agitador em um porto de descarga para um tamanho médio de partícula de 1 mm a 5
20 mm, que são em seguida misturadas com outras matérias-primas de sinterização e pelletizados, em que desta forma são obtidas matérias-primas de sinterização para forjamento.

 3. Método para tratar rejeitos de minério, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as partículas granuladas dos
25 rejeitos de minério são feitas em um porto de descarga através da adição de uma umidade para assim obter matéria-prima de rejeitos de minério em um estado de lama que tem um conteúdo de umidade de mais do que 15 por cento em massa, que é misturada com outras matérias-primas de sinterização e deste modo são asseguradas matérias-primas de sinterização para
30 forjamento.

 4. Método para tratar rejeitos de minério, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o conteúdo de umidade dos re-

jeitos de minério é de 30 a 60 por cento em massa.

5 5. Método para tratar rejeitos de minério, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos finos de minério de ferro que tem um conteúdo de umidade menor do que aquele dos rejeitos de minério, finos de matéria-prima secos e um aditivo é adicionado no processo de pelotização-mistura dos rejeitos de minério.

10 6. Método para tratar rejeitos de minério, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que rejeitos de minério são minérios de ferro hematita de um produto de origem da América do Sul que têm uma composição do componente principal de $\text{Fe} \geq 60$ por cento em massa, $\text{SiO}_2 \geq 1,5$ por cento em massa, e $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,5$ por cento em massa e são obtidos como resíduos de beneficiamento tipo molhado no sítio de mineração e são armazenados ao ar livre.

15 7. Método para tratar rejeitos de minério, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os rejeitos de minério são minérios de ferro hematita de um produto de origem da África que têm uma composição do componente principal de $\text{Fe} \geq 54$ por cento em massa, $\text{SiO}_2 \geq 1,5$ por cento em massa, e $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,4$ por cento em massa e são obtidos como resíduos de beneficiamento tipo molhado no sítio de mineração e são armazenados ao ar livre.

20 8. Método para tratar rejeitos de minério, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as partículas granuladas dos rejeitos de minério têm um conteúdo de umidade de 5 a 15 por cento em massa.

FIG. 1

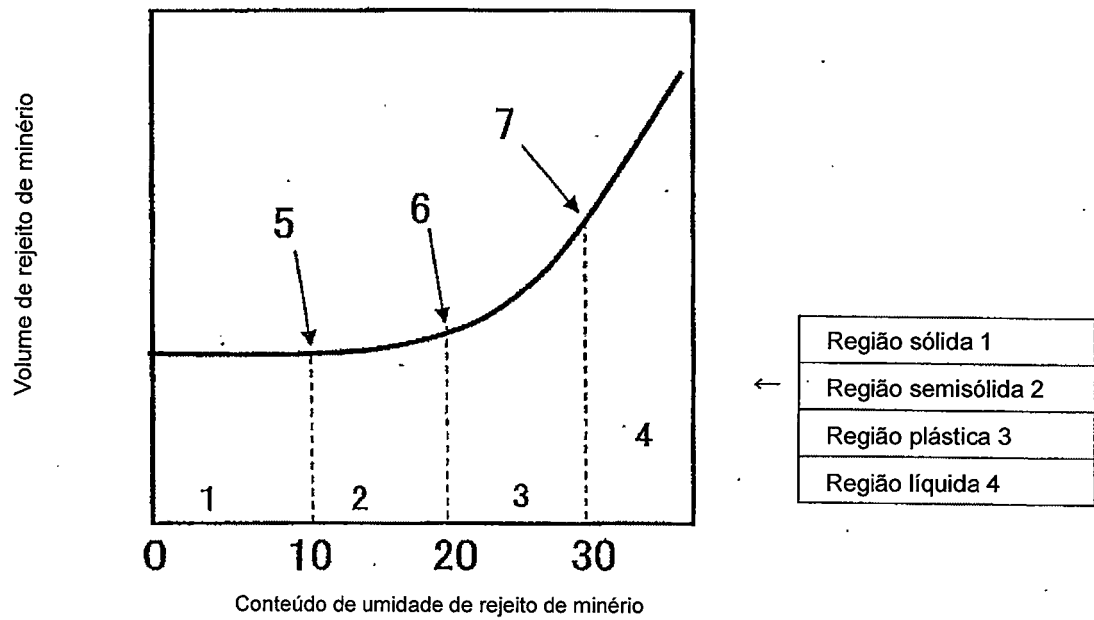
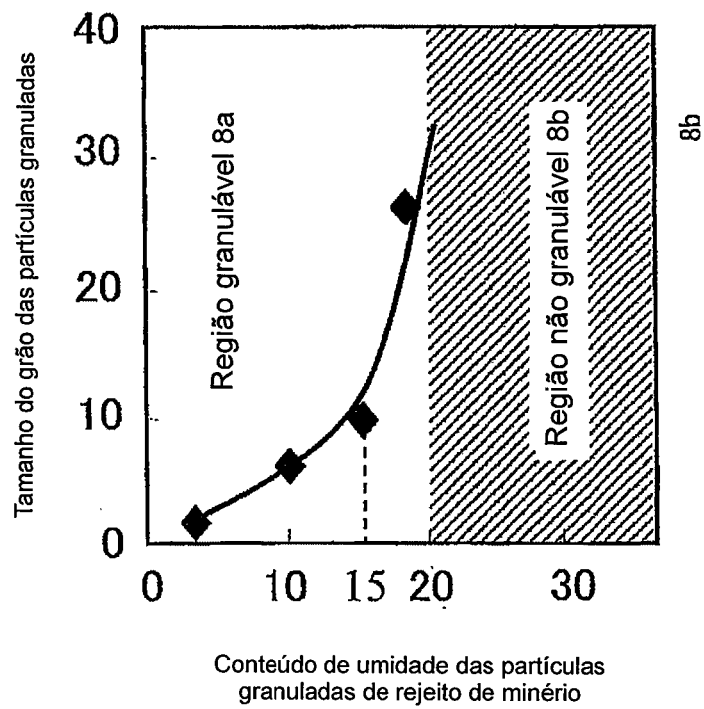


FIG. 2



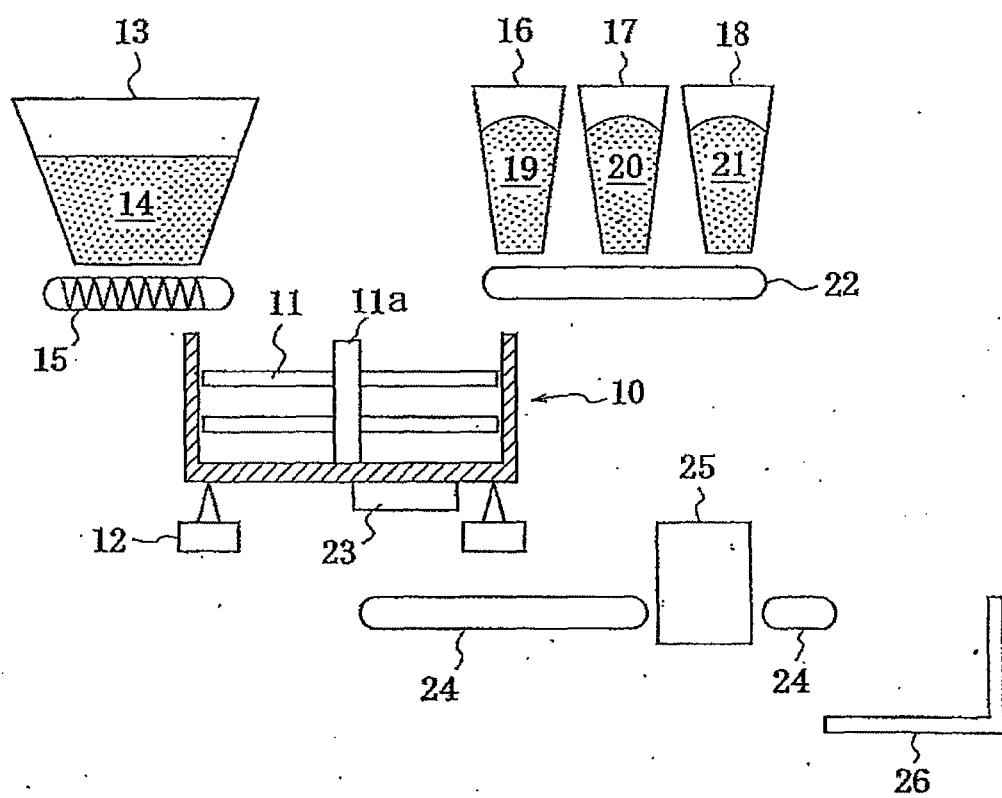


FIG. 3

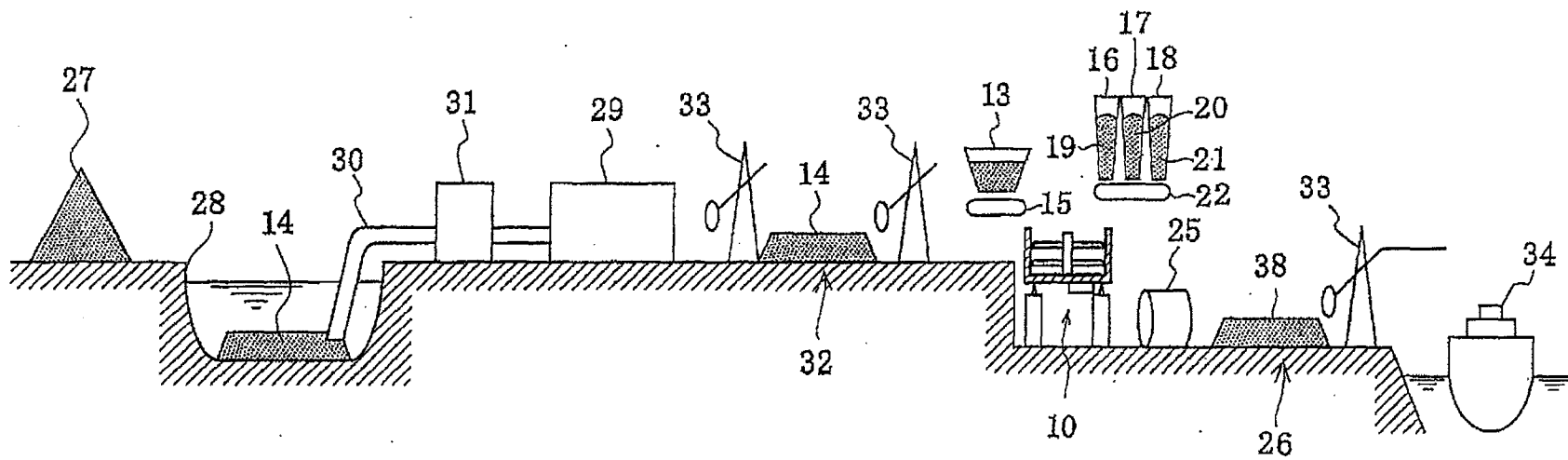


FIG. 4

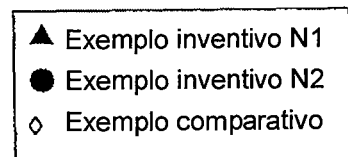
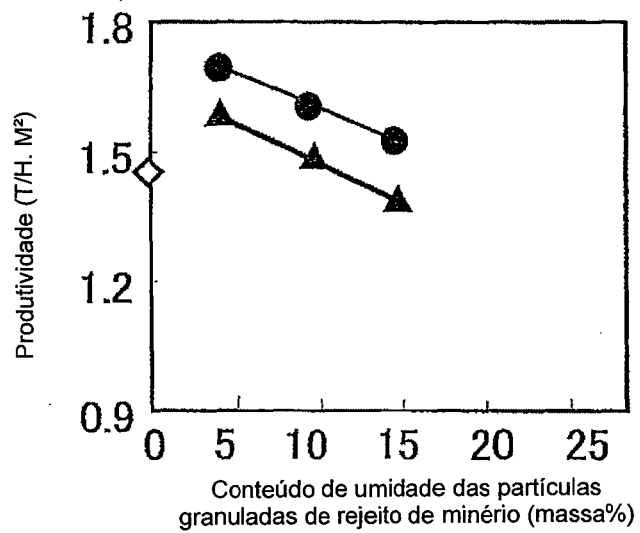


FIG. 5

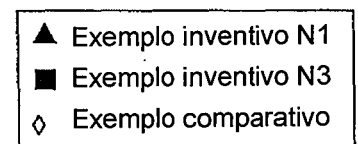
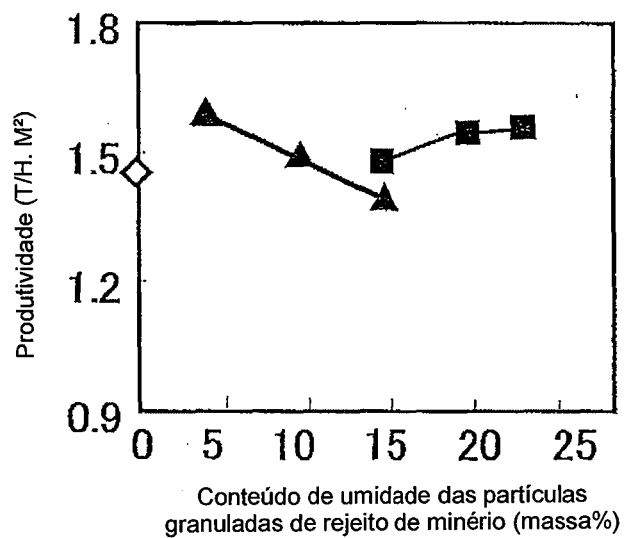


FIG. 6