



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

(11) PI 0620604-2 B1

(22) Data do Depósito: 26/12/2006

(45) Data de Concessão: 17/04/2018



(54) Título: EQUIPAMENTO DE PRODUÇÃO DE FERRO FUNDIDO

(51) Int.Cl.: C21B 13/00

(30) Prioridade Unionista: 26/12/2005 KR 10-2005-0130116

(73) Titular(es): POSCO. SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES GMBH & CO.

(72) Inventor(es): MIN-YOUNG CHO; HANG-GOO KIM; MYOUNG-KYUN SHIN; NAG-JOON CHOI;
KUNG-WON NAM; SUN-KWANG JEONG; JUN-HYUK LEE

“EQUIPAMENTO DE PRODUÇÃO DE FERRO FUNDIDO”

RELATÓRIO DESCRITIVO

Campo Técnico

1. A presente invenção relaciona-se com um equipamento para produção de ferro fundido que usa minério em pó num processo de redução por fusão. O equipamento restringe um fenômeno em que o minério em pó fica empilhado entre uma parte inferior e uma parede interna do reator de redução de leito fluidizado de modo a formar camadas de estagnação, a perturbar o fluxo de gás e a deteriorar a eficiência de reação.

Técnica Antecedente

2. A indústria do ferro e do aço é uma indústria nuclear que supre os materiais básicos necessários para a construção e o fabrico de automóveis, navios, eletrodomésticos e muitos dos outros produtos que usamos. Também é uma indústria com umas das histórias mais longas que tem progredido junto com humanidade. Numa fundição de ferro, que desempenha um papel de articulação na indústria do ferro e do aço, depois que o ferro fundido, que é ferro-gusa num estado fundido, é produzido usando minério de ferro e carvão como matérias-primas, é produzido aço a partir do ferro fundido e, depois, suprido aos clientes.

3. No momento, aproximadamente 60% da produção de ferro do mundo são realizados usando o processo do alto-forno desenvolvido do século 14. No processo do alto-forno, são carregados num alto-forno o coque produzido usando carvão betuminoso e o minério de ferro que sofreu processo de sinterização e é fornecido gás quente para o alto-forno para reduzir o minério de ferro a ferro, para, assim, produzir ferro fundido.

4. O processo do alto-forno, que é o mais popular em plantas de produção de ferro fundido, exige que os materiais tenham resistência de

pelo menos um nível predeterminado e tenham tamanho de grão que consigam assegurar permeabilidade no forno tendo em conta as características de reação. Por essa razão, o coque que é obtido processando carvões brutos específicos é necessário como fonte de carbono a ser usada como combustível e como agente redutor. Também o minério sinterizado, que passou por um processo de aglomeração sucessiva é necessário como fonte de ferro.

5. Conseqüentemente, o método de alto-forno moderno exige equipamento de processamento preliminar da matéria-prima, tal como equipamento de produção de coque e equipamento de sinterização. Nomeadamente, é necessário estar equipado com instalações subsidiárias além do alto-forno e também equipamento para impedir e minimizar a poluição gerada pelas instalações subsidiárias. Portanto, elevado investimento nas instalações e equipamento adicionais leva a custos de produção aumentados.

6. A fim de resolver problemas acima do método de alto-forno, tem sido desenvolvido e pesquisado um processo de redução por fusão em muitos países. No processo de redução por fusão, o ferro fundido é produzido num fusor-gasificador usando diretamente carvão bruto como combustível e agente de redução e minério em pó que totaliza 80% ou mais da produção de minério mundial como fonte de ferro.

7. No processo de redução por fusão, um método de redução de duas etapas composto de redução preliminar e redução final é considerado como sendo o de maior relevância. O equipamento convencional para a produção de ferro fundido consiste num reator de redução de leito fluidizado em que são formados leitos fluidizados de bolhas e um fusor-gasificador conectado ao reator de redução de leito fluidizado, em que são formados leitos de carvão compactos. O minério em pó e os aditivos à temperatura ambiente são carregados no reator de redução de leito fluidizado e pré-reduzidos.

8. Visto que o gás de redução quente é fornecido aos reatores de leito fluidizado, a temperatura do minério de ferro e dos aditivos é

elevada pelo contato com o gás de redução quente. De modo simultâneo, 90% ou mais do minério de ferro e dos aditivos são reduzidos e 30% ou mais deles são plastificados e são carregados no fusor-gasificador.

9. Entretanto, no processo de redução por fluidização, o minério em pó carregado no reator de redução de leito fluidizado passa através de um processo de elevação e redução de altura pelo gás de redução suprido a partir do fusor-gasificador. O minério em pó sobe a uma certa altura, que depende de suas propriedades, tais como tamanho de partícula, densidade e assim por diante. Depois, o minério em pó geralmente cai de novo ao longo de uma parede interna do reator de redução de leito fluidizado onde existem poucos fluxos de gás.

10. Todavia, quando o fluxo de gás do reator não é suavemente formado devido a várias razões como uma mudança súbita do fluxo de gás durante a operação, o minério em pó em queda não consegue subir novamente e pode empilhar-se entre uma parte mais baixa e uma parede interna do reator de redução de leito fluidizado de maneira a formar uma camada.

11. Como descrito acima, a camada formada entre a parte mais baixa e a parede interna do reator de redução de leito fluidizado é chamada de camada de estagnação. Em particular, quando a instabilidade da operação durar ou um impacto pela flutuação do fluxo de gás for muito grande, o minério em pó que forma as camadas de estagnação não subirá novamente. Deste modo, as camadas de estagnação perturbam o fluxo do minério em pó e do gás no reator de redução de leito fluidizado.

12. Como descrito acima, o fluxo anormal do minério em pó e do gás causado pelas camadas de estagnação permite que as camadas de estagnação cresçam mais. Também ocasiona um círculo vicioso em que o fluxo do minério em pó e o gás é mais perturbado. Deste modo, a função normal do reator de redução de leito fluidizado fica seriamente deteriorada.

Revelação

Problema Técnico

13. A presente invenção é para proporcionar um equipamento de produção de ferro fundido que pode restringir a formação anormal de camadas de estagnação de minério em pó num processo de redução por fusão.

Solução Técnica

14. Um equipamento de produção de ferro fundido, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção, inclui: i) pelo menos um reator de redução de leito fluidizado, que converte minério de ferro em materiais reduzidos por redução e plastificação do minério de ferro, ii) um fusor-gasificador, em que são carregados os materiais reduzidos e é injetado oxigênio, de tal modo que o fusor-gasificador produz ferro fundido, e iii) uma linha de suprimento de gás de redução, que supre um gás de redução descarregado a partir do fusor-gasificador para o reator de redução de leito fluidizado. O reator de redução de leito fluidizado inclui um injetor de gás que injeta um gás no reator de redução de leito fluidizado para remover camadas de estagnação.

15. O injetor de gás pode injetar o gás em duas ou mais direções que são diferentes uma da outra.

16. O injetor de gás pode incluir: i) uma linha de suprimento de gás, que supre o gás para o reator de redução de leito fluidizado, e ii) uma pluralidade de bicos de distribuição, que é conectada à linha de suprimento de gás e que injeta o gás em direções que são diferentes uma da outra.

17. Além disso, o injetor de gás pode incluir: i) um primeiro bico de distribuição, que é formado de modo a ficar perpendicular à linha de suprimento de gás, ii) um segundo bico de distribuição, que é formado de maneira a ser perpendicular à linha de suprimento de gás e ao

primeiro bico de distribuição, e iii) um terceiro bico de distribuição, que é formado de modo a ser perpendicular à linha de suprimento de gás e ao segundo bico de distribuição.

18. O injetor de gás pode incluir um bico de distribuição descendente que é inclinado numa direção estendida a partir da linha de suprimento de gás para a parte mais baixa do reator de redução de leito fluidizado.

19. O reator de redução de leito fluidizado pode incluir uma placa de distribuição através da qual passa o gás de redução, distribuindo a placa de distribuição o gás de redução. O injetor de gás pode ficar disposto acima da placa de distribuição.

20. Além disso, uma pluralidade de injetores de gás pode ser separadamente espaçada uns dos outros de uma distância determinada e circundar o reator de redução de leito fluidizado.

21. O reator de redução de leito fluidizado pode incluir: i) uma passagem de carga de minério em pó, que carrega o minério em pó para dentro dela, sendo a passagem de carga de minério em pó proporcionada de um lado do reator de redução de leito fluidizado, e ii) uma passagem de descarga de minério em pó, que descarrega o minério em pó a partir dela, sendo a passagem de descarga de minério em pó proporcionada do outro lado do reator de redução de leito fluidizado. O injetor de gás pode incluir: i) uma pluralidade de primeiros injetores de gás, que ficam dispostos acima da placa de distribuição, para remover as camadas de estagnação formadas numa parte mais baixa do reator de redução de leito fluidizado, ii) uma pluralidade de segundos injetores de gás, que ficam dispostos acima do primeiro injetor de gás e abaixo da passagem de carga de minério em pó, para permitir que o minério em pó seja carregado suavemente, e iii) uma pluralidade de terceiros injetores de gás, que ficam dispostos acima do segundo injetor de gás e abaixo da passagem de descarga de minério em pó e que distribui o minério em pó.

22. Além disso, o reator de redução de leito fluidizado pode incluir

ainda pelo menos um ciclone que coleta nele finos de minério e os terceiros injetores de gás podem ser instalados substancialmente à mesma altura que a altura da parte terminal inferior do ciclone.

23. Além disso, o gás pode incluir pelo menos um gás selecionado do grupo que consiste em nitrogênio, gás de redução e um gás residual gerado a partir do equipamento de produção de ferro.

Efeitos Vantajosos

24. No equipamento de produção de ferro fundido, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, a formação das camadas de estagnação é restringida no reator de redução de leito fluidizado no processo de redução por fluidização em que é usado o minério em pó. Conseqüentemente, a fluidização do minério em pó e o gás podem ser uniformemente mantidos.

25. Além disso, o minério em pó pode ser suavemente carregado no reator de redução de leito fluidizado e o minério em pó descarregado do ciclone pode ser eficazmente distribuído.

Descrição dos Desenhos

26. A **Figura 1** é uma vista esquemática de um equipamento de produção de ferro fundido, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção.

27. A **Figura 2** é uma vista em seção reta de um reator de redução de leito fluidizado, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção.

28. As **Figuras 3 e 4** são vistas parciais em perspectiva de injetores de gás, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção.

29. A **Figura 5** é um gráfico que mostra mudanças na temperatura de acordo com um exemplo experimental e um exemplo comparativo da presente invenção, durante a operação do reator de redução de leito

fluidizado.

Melhor Modo

30. As modalidades da presente invenção são explicadas abaixo com referência às Figuras de 1 a 5. As modalidades são meramente para ilustrar a presente invenção e a presente invenção não fica limitada a elas.

31. A Figura 1 é uma vista esquemática do equipamento de produção de ferro fundido 100, de acordo com uma modalidade exemplificativa da presente invenção. O equipamento de produção de ferro fundido 100 ilustrado na Figura 1 é meramente para ilustrar a presente invenção e a presente invenção não fica limitada a ela. Portanto, o equipamento de produção de ferro fundido 100 pode ser modificado de outras formas.

32. Como mostrado na Figura 1, o equipamento de produção de ferro fundido 100 inclui principalmente um reator de redução de leito fluidizado 10 como um forno de redução, um fusor-gasificador 30 e uma linha de suprimento de gás de redução 40.

33. Além disso, o equipamento de produção de ferro fundido 100 pode ainda incluir um equipamento compactado de produção de ferro 50, que conecta o reator de redução de leito fluidizado 10 ao fusor-gasificador 30, um dispositivo de equalização de pressão a quente 60 e uma caixa de armazenamento 61. O equipamento de produção de ferro fundido 100 pode incluir outros dispositivos de produção de ferro fundido.

34. Um leito fluidizado é formado no reator de redução de leito fluidizado 10. Os reatores de redução de leito fluidizado 10 estão sequencialmente conectados uns aos outros de forma a converter o minério em pó do leito fluidizado em materiais reduzidos por redução do minério em pó. Cada um dos reatores de redução de leito fluidizado 10 é provido de um gás de redução descarregado a partir de um leito de carvão compactado do fusor-gasificador 30 através da linha de suprimento de gás de

redução 40. O reator de redução de leito fluidizado 10 converte o minério de ferro que passa através dele em materiais reduzidos. O gás de redução é injetado nos reatores de redução de leito fluidizado 10 e flui neles.

35. Entretanto, pode ser proporcionada uma pluralidade de reatores de redução de leito fluidizado. Por exemplo, a Figura 1 mostra os reatores de redução de leito fluidizado que incluem um forno de redução de pré-aquecimento 10a, um primeiro forno de redução preliminar 10b, um segundo forno de redução preliminar 10c e um forno de redução final 10d.

36. O equipamento compactado de produção de ferro 50 compacta os materiais reduzidos para assegurar a ventilação do fusor-gasificador 30. O equipamento compactado de produção de ferro 50 inclui uma tremonha de carga 52, um par de cilindros 54, um britador 56 e uma caixa de armazenamento de materiais reduzidos 58. O equipamento compactado de produção de ferro 50 pode incluir outros dispositivos, conforme necessário.

37. A tremonha de carga 52 armazena os materiais reduzidos que são reduzidos a partir de misturas que contêm ferro. O par de cilindros 54 produz materiais reduzidos compactados comprimindo os materiais reduzidos. O britador 56 esmaga os materiais reduzidos compactados num tamanho apropriado. A caixa de armazenamento de materiais reduzidos 58 armazena temporariamente os materiais reduzidos esmagados.

38. O dispositivo de equalização de pressão a quente 60 fica localizado entre o equipamento compactado de produção de ferro 50 e o fusor-gasificador 30. O dispositivo de equalização de pressão a quente 60 é instalado acima do fusor-gasificador 30 para regular a pressão nele. Visto que é formada uma pressão alta no fusor-gasificador 30, o dispositivo de equalização de pressão a quente 60 permite que os materiais reduzidos que são esmagados sejam facilmente carregados no fusor-gasificador 30 controlando a pressão de modo a que fique unifor-

me. A caixa de armazenamento 61 armazena temporariamente os materiais reduzidos.

39. Um leito de carvão compactado é formado no fusor-gasificador 30 suprindo materiais carbonáceos a granel, por exemplo, carvão a granel ou briquetes de carvão, que são conformados a partir de finos de carvão. Os materiais carbonáceos a granel que são fornecidos ao fusor-gasificador 30 são gasificados por uma reação de pirólise na parte superior do leito de carvão compactado e a reação de combustão na parte mais baixa do leito de carvão compactado usando oxigênio. O gás de redução quente gerado do fusor-gasificador 30 pela reação de gasificação é geralmente fornecido para o reator de redução de leito fluidizado 10 através da linha de suprimento de gás de redução 40 que é conectada a uma extremidade do forno de redução final 10d. O gás de redução quente é usado como agente de redução e gás de fluidização.

40. O reator de redução de leito fluidizado 10 incluído no equipamento de produção de ferro fundido 100, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, será, agora, explicado em detalhe. A Figura 2 é uma vista em seção reta ampliada do reator de redução de leito fluidizado 10 mostrado na Figura 1.

41. Como mostrado na Figura 2, é formada uma passagem de carga de minério em pó 12 conectada a uma passagem de descarga de minério em pó (não mostrada) de um forno de redução (não mostrado) que é adjacente ao reator de redução de leito fluidizado 10 num lado do reator de redução de leito fluidizado 10, de tal modo que o minério em pó é carregado na passagem de carga do minério em pó 12.

42. Além disso, é formada uma passagem de descarga do minério em pó 14 conectada à passagem de carga do minério em pó (não mostrada) de outro reator de redução de leito fluidizado (não mostrado) que é adjacente ao reator de redução de leito fluidizado 10 no outro lado do reator de redução de leito fluidizado 10, de tal modo que o minério em pó é carregado noutro forno de redução 10.

43. Além disso, uma placa de distribuição 16 é formada numa parte

mais baixa do lado de dentro do reator de redução de leito fluidizado 10 de tal modo que é formado um fluxo uniforme do gás e do minério em pó no reator de redução de leito fluidizado 10.

44. Entretanto, uma pluralidade de injetores de gás 18a, 18b e 18c está instalada acima da placa de distribuição 16.

45. Na modalidade exemplificativa da presente invenção, os injetores de gás 18a, 18b e 18c incluem os primeiros injetores de gás 18a, os segundos injetores de gás 18b e os terceiros injetores de gás 18c. Os primeiros injetores de gás 18a ficam dispostos numa parte inferior do reator de redução de leito fluidizado 10, isto é, logo acima da placa de distribuição 16. Os segundos injetores de gás 18b ficam dispostos em torno da passagem de carga do minério em pó 12, isto é, logo abaixo da passagem de carga do minério em pó 12. Os terceiros injetores de gás 18c ficam dispostos em torno da passagem de descarga de minério em pó 14, isto é, logo abaixo da passagem de descarga do minério em pó 14.

46. Os injetores de gás 18a, 18b e 18c podem ser instalados de tal modo que os espaços entre os injetores de gás respectivos 18a, 18b e 18c sejam formados de maneira a serem estreitos numa parte em que os fluxos descendentes do minério em pó são concentrados e os espaços são formados de modo a serem largos numa parte em que os fluxos para baixo são fracos.

47. Os círculos aumentados da Figura 2 mostram respectivamente as vistas superiores de cada um dos injetores de gás 18a, 18b e 18c que ficam dispostos de forma a circundar o reator de redução de leito fluidizado 10. Como mostrado nos círculos aumentados da Figura 2, os primeiros injetores de gás 18a são espaçados separadamente uns dos outros de uma distância predeterminada e circundam o reator de redução de leito fluidizado 10 acima da placa de distribuição 16. O doze primeiros injetores de gás 18a são providos no reator de redução de leito fluidizado 10 numa altura que é indicada por uma linha pontilhada na Figura 2.

48. Os primeiros injetores de gás 18a ficam dispostos a uma altura em que as camadas de estagnação são mais freqüentemente formadas no reator de redução de leito fluidizado 10, de modo a remover as camadas de estagnação e impedir que sejam regeneradas as camadas de estagnação.

49. Além disso, os segundos injetores de gás 18b são espaçados separadamente uns dos outros de uma distância constante e circundam o reator de redução de leito fluidizado 10 abaixo da passagem de carga do minério em pó 12. No reator de redução de leito fluidizado 10 da modalidade exemplificativa, os três segundos injetores de gás 18b são providos a uma altura que é representada por uma linha pontilhada na Figura 2. Os segundos injetores de gás 18b injetam o gás no reator de redução de leito fluidizado 10 próximo da passagem de carga de minério em pó 12 de forma a ocasionar que o minério em pó seja carregado suavemente.

50. Além disso, os terceiros injetores de gás 18c são espaçados separadamente uns dos outros de uma distância constante e circundam o reator de redução de leito fluidizado 10 abaixo da passagem de descarga do minério em pó 14. No reator de redução de leito fluidizado 10, de acordo com a modalidade exemplificativa da presente invenção, os quatro segundos injetores de gás 18b são providos a uma altura que é indicada por uma linha pontilhada na Figura 2. Os terceiros injetores de gás 18c ficam dispostos substancialmente à mesma altura que aquela da parte mais baixa do ciclone 19 provida no reator de redução de leito fluidizado 10, para distribuir suavemente o minério em pó descarregado a partir do ciclone 19. Isto é, os terceiros injetores de gás 18c ficam dispostos à mesma altura que aquela da parte mais baixa do ciclone 19 ou a uma altura que é próxima daquela da parte mais baixa do ciclone 19. O método de disposição e o número de injetores de gás 18a, 18b e 18c não são limitados à modalidade exemplificativa descrita acima e podem ser modificados dependendo de várias condições.

51. As formas dos injetores de gás 18a, 18b e 18c serão explicadas

em detalhe com referência aos desenhos a seguir. As Figuras 3 e 4 mostram injetores de gás de acordo com a primeira e a segunda modalidades modificadas da presente invenção, respectivamente.

52. A estrutura dos injetores de gás aqui descritos é meramente para ilustrar a presente invenção e a presente invenção não fica limitada a eles. Visto que aqueles qualificados na técnica podem entender facilmente a estrutura detalhada do injetor de gás com exceção do bico, será omitida uma descrição detalhada do injetor de gás em seguida.

53. Como mostrado nas Figuras 3 e 4, o injetor de gás, de acordo com a modalidade exemplificativa, é materializado de modo a injetar o gás em duas ou mais direções que são diferentes uma da outra. Deste modo, as camadas de estagnação são removidas mais eficazmente na parte mais baixa do reator de redução de leito fluidizado 10 pelo gás injetado em cada direção, o minério em pó é carregado mais suavemente e o minério em pó pode ser mais eficazmente distribuído.

54. Mais especificamente, como mostrado na Figura 3, o injetor de gás, de acordo com a primeira modalidade modificada, inclui uma linha de suprimento de gás 180 que supre o gás a partir do lado exterior do reator de redução do leito fluidizado 10 e dos primeiros, dos segundos e dos terceiros bicos de distribuição 182, 184 e 186 que são estendidos a partir da linha de suprimento de gás 180. Neste caso, os bicos de distribuição 182, 184 e 186 são formados de maneira a serem perpendiculares uns aos outros, para injetar o gás em direção a áreas maiores.

55. Entretanto, como mostrado na Figura 4, o injetor de gás, de acordo com a segunda modalidade modificada, inclui um bico de distribuição descendente 188 que se estende a partir da linha de suprimento de gás 180 numa direção descendente. O gás a partir do bico de distribuição descendente 188 é injetado na direção do minério em pó cadente de tal maneira que o minério em pó não fique empilhado em cima da parte mais baixa do reator de redução de leito fluidizado 10. Deste modo, as camadas de estagnação são mais eficazmente impedidas de serem formadas.

56. Entretanto, o injetor de gás acima descrito pode usar um ou mais gases entre o nitrogênio, um gás de redução usado no processo de redução por fluidização e um gás residual gerado a partir do equipamento de produção de ferro fundido e assim por diante por reciclagem e mistura deles.

57. Um exemplo experimental para confirmar o efeito que restringe a formação de uma camada interna de estagnação será descrito em seguida. O exemplo experimental é meramente para ilustrar a presente invenção e a presente invenção não fica limitada a ele.

Exemplo Experimental

58. Vinte três injetores de gás no total foram instalados no exemplo experimental. Isto é, dezesseis injetores de gás foram instalados a uma altura de 350 mm acima da placa de distribuição, três injetores de gás foram instalados a uma altura de 1.100 mm a cima dela e quatro injetores de gás foram instalados a uma altura de 1.400 mm acima dela. A temperatura foi medida durante a operação do reator de redução de leito fluidizado. Além disso, foi medida a temperatura de um reator de redução de leito fluidizado em que não foram instalados os injetores de gás como exemplo comparativo.

59. A Figura 5 mostra os resultados de medições de mudança de temperatura no exemplo experimental e no exemplo comparativo, respectivamente. Com referência ao desenho, a temperatura do reator de redução de leito fluidizado, de acordo com o exemplo experimental, subiu a uma taxa constante, à medida que a operação prosseguia, foi mantida a uma temperatura uniforme e caiu a uma taxa constante, à medida que a operação terminou.

60. Por outro lado, no exemplo comparativo, a temperatura subiu a uma taxa constante durante a operação inicial, como no exemplo experimental, mas, à medida que o tempo predeterminado decorreu, a temperatura caiu gradualmente abaixo da temperatura do exemplo experimental, antes que a operação estivesse concluída, de tal modo

que ocorreu uma diferença de temperatura. Depois que a operação estava concluída, a temperatura caiu. Todavia, como passou um certo tempo, a temperatura caiu acima da temperatura do reator de redução de leito fluidizado do exemplo experimental.

61. Isto é, no caso do exemplo experimental em que foram instalados os injetores de gás, as camadas de estagnação não se formaram durante a operação de tal modo que a fluidização do minério em pó e o gás foram mantidos uniformemente. Deste modo, dificilmente ocorreu a diferença das temperaturas que dependem da localização. Por outro lado, no caso do exemplo comparativo, a fluidização do minério em pó e o gás tornaram-se não uniformes devido à formação das camadas de estagnação. Assim, ocorreram as diferenças de temperatura que dependem do local e o exemplo comparativo mostra uma temperatura mais alta do que aquela do exemplo experimental depois que a operação estava concluída devido ao efeito de conservação de calor das camadas de estagnação.

62. A partir dos resultados descritos acima, pode ser confirmado que a formação das camadas de estagnação foi restringida pelo gás injetado a partir dos injetores de gás instalados no reator de redução de leito fluidizado.

63. Embora as modalidades exemplificativas da presente invenção tenham sido descritas acima em detalhe, deve ficar claramente entendido que muitas variações e/ou modificações do conceito inventivo básico aqui ensinado ainda caem dentro do espírito e âmbito da presente invenção, conforme definida pelas Reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1 - Equipamento de Produção de Ferro Fundido, (100), que compreende pelo menos um reator de redução de leito fluidizado (10), um fusor-gaseificador (30) através da linha de suprimento de gás de redução (40), com a passagem de carga de minério em pó (12) e a passagem de descarga do minério em pó (14) do lado oposto à passagem da carga de minério em pó (12), com a placa de distribuição (16) formada na parte baixa do lado de dentro do reator de redução de leito fluidizado (10), **caracterizado** por que o dito reator (10) contém uma pluralidade de injetores de gás (18a, 18b, 18c) que é espaçada acima da placa de distribuição (16) sendo posicionada uma pluralidade de primeiros injetores de gás (18a) dispostos acima da placa de distribuição (16) com um primeiro bico de distribuição (182) que é perpendicular à linha de suprimento (180), uma pluralidade de segundos injetores de gás (18b) dispostos acima do primeiro injetor de gás (18a) e logo abaixo da passagem da carga do minério em pó (12) com um segundo bico de distribuição (184) que é perpendicular à linha de suprimento de gás (180) e ao primeiro bico de distribuição (182), e uma pluralidade de terceiros injetores de gás (18c) que ficam dispostos acima dos segundos injetores de gás (18b) e logo abaixo da passagem de descarga (14) com um terceiro bico de distribuição (186) que é perpendicular à linha de suprimento (180) e ao segundo bico de distribuição (184).

2 - Equipamento de Produção de Ferro Fundido, (100), de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o injetor de gás compreende:

um primeiro bico de distribuição (182), que é formado de maneira a ficar perpendicular à linha de suprimento de gás;

um segundo bico de distribuição (184), que é formado de maneira a ser perpendicular à linha de suprimento de gás (180) e ao

primeiro bico de distribuição (182); e

um terceiro bico de distribuição (186), que é formado de modo a ficar perpendicular à linha de suprimento de gás e ao segundo bico de distribuição (184).

3 - Equipamento de Produção de Ferro Fundido, (100), de acordo com a Reivindicação 2, **caracterizado** por que o injetor de gás compreende um bico de distribuição descendente (188) que é inclinado numa direção estendida da linha de suprimento de gás (180) para a parte mais baixa do reator de redução de leito fluidizado (10).

4 - Equipamento de Produção de Ferro Fundido, (100), de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o reator de redução de leito fluidizado (10) compreende uma placa de distribuição (16) através da qual passa o gás de redução, distribuindo a placa de distribuição (16) o gás de redução, e em que o injetor de gás fica disposto acima da placa de distribuição (16).

5 - Equipamento de Produção de Ferro Fundido, (100), de acordo com a Reivindicação 4, **caracterizado** por que uma pluralidade de injetores de gás (18a), (18b) e (18c) é espaçada separadamente uns dos outros de uma distância predeterminada entre eles e que circunda o reator de redução de leito fluidizado (10).

6 - Equipamento de Produção de Ferro Fundido, (100), de acordo com a Reivindicação 5, **caracterizado** por que o reator de redução de leito fluidizado (10) compreende:

uma passagem de carga do minério em pó (12), que carrega o minério em pó para dentro dela, sendo a passagem de carga do minério em pó (12) proporcionada de um lado do reator de redução de leito fluidizado (10); e

uma passagem de descarga de minério em pó (12), que descarrega o minério em pó a partir dela, sendo a passagem de descarga de minério em pó (12) proporcionada do outro lado do reator de redução de leito fluidizado (10), e

em que o injetor de gás compreende

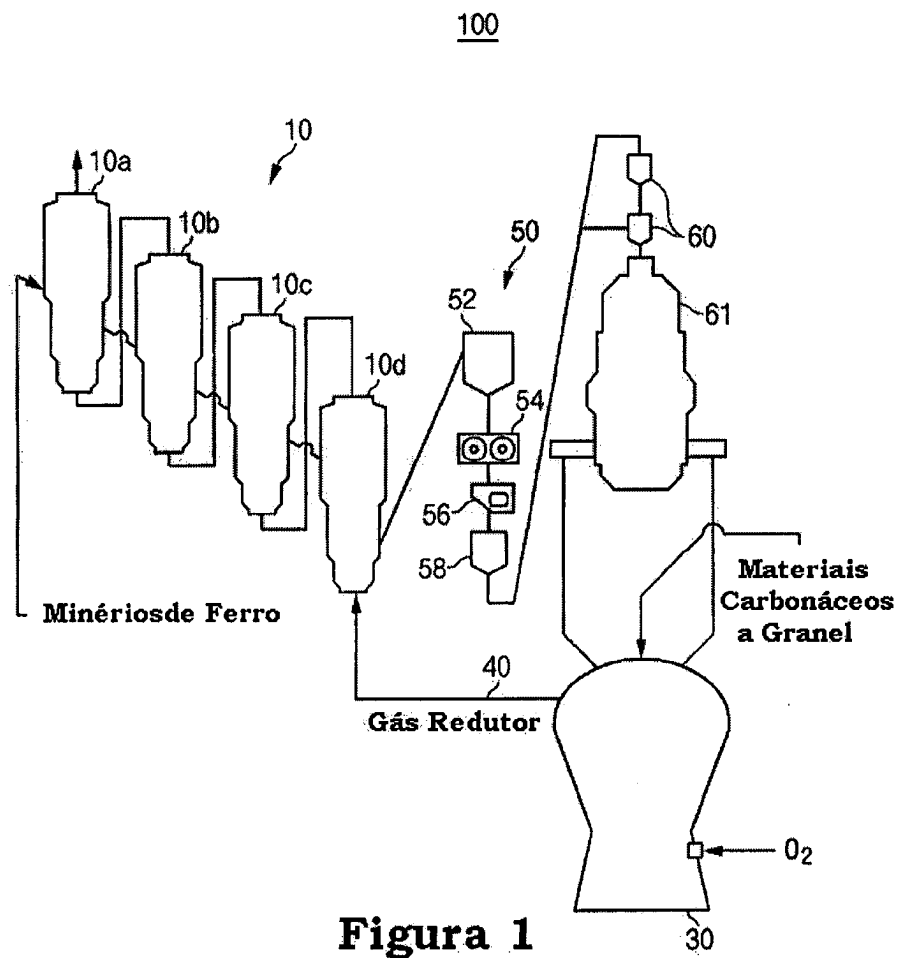
uma pluralidade de primeiros injetores de gás (18a), que ficam dispostos acima da placa de distribuição (16) para remover as camadas de estagnação formadas numa parte mais baixa do reator de redução de leito fluidizado (10),

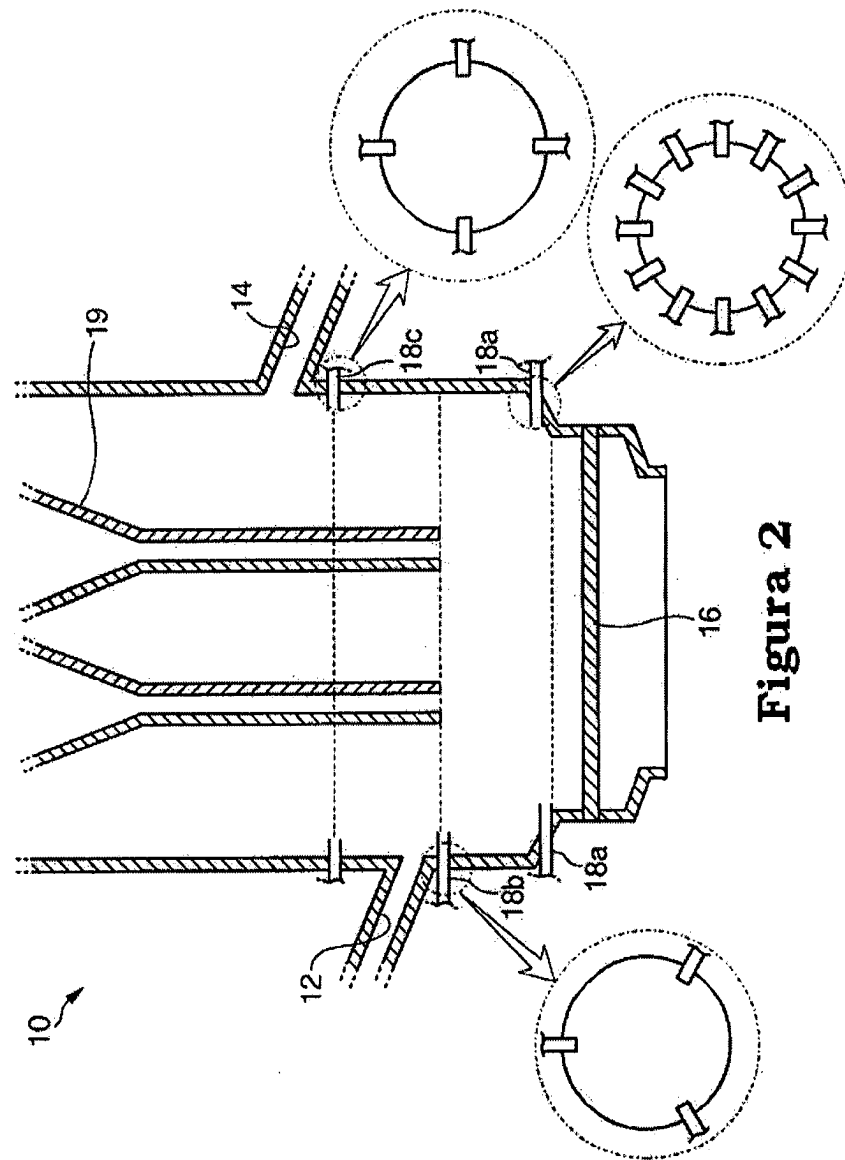
uma pluralidade de segundos injetores de gás (18b), que ficam dispostos acima do primeiro injetor de gás e abaixo da passagem de carga do minério em pó (12), para permitir que o minério em pó seja carregado, e

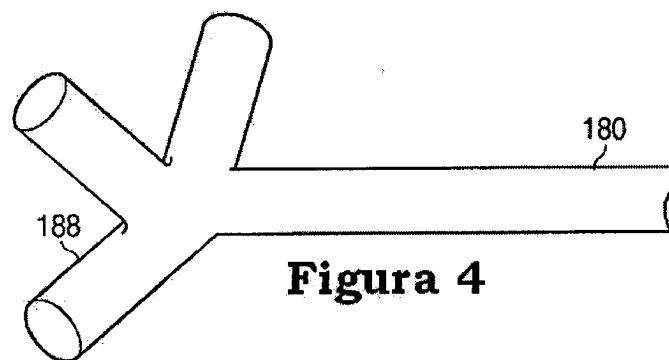
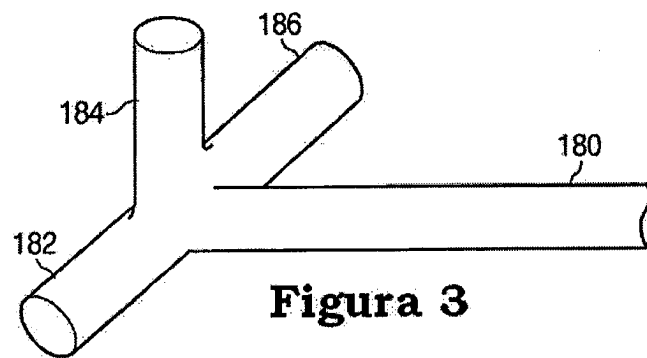
uma pluralidade de terceiros injetores de gás (18c), que ficam dispostos acima dos segundos injetores de gás e abaixo da passagem de descarga do minério em pó e que distribuem o minério em pó.

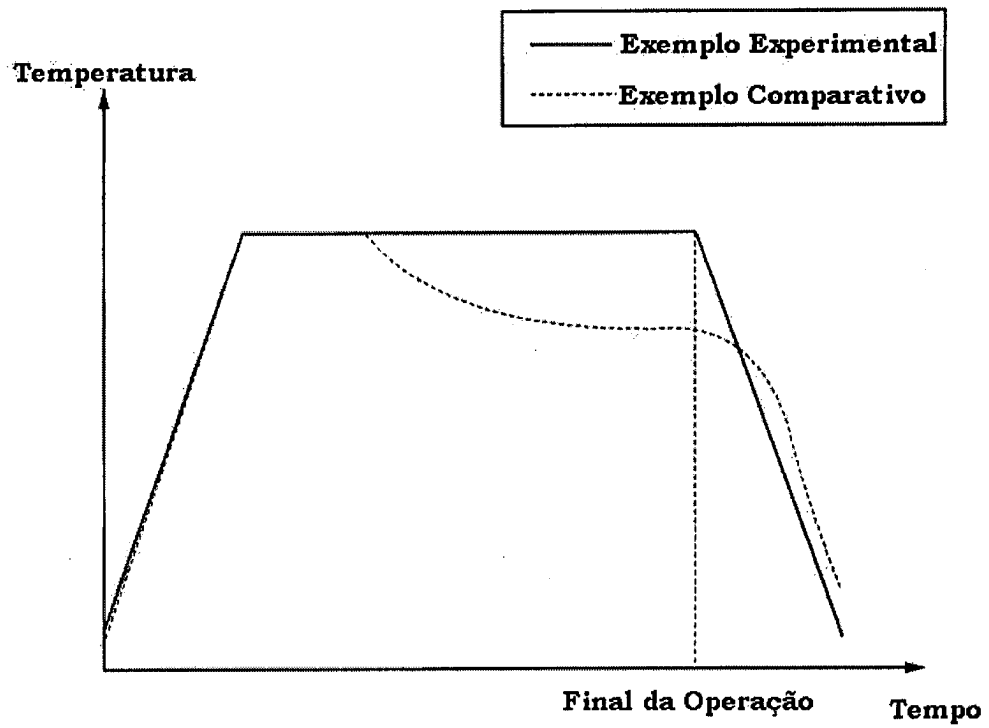
7 - Equipamento de Produção de Ferro Fundido, (100), de acordo com a Reivindicação 6, **caracterizado** por que o reator de redução de leito fluidizado (10) compreende ainda pelo menos um ciclone (19) que coleta nele finos de minério e os terceiros injetores de gás (18c) estão instalados à mesma altura que a altura da parte da extremidade inferior do ciclone (19).

8 - Equipamento de Produção de Ferro Fundido, (100), de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o gás compreende pelo menos um gás selecionado do grupo que consiste em nitrogênio, um gás de redução e um gás residual gerado a partir do equipamento de produção de ferro.



**Figure 2**



**Figura 5**