



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

(11) PI 1013823-4 B1

(22) Data do Depósito: 06/04/2010

(45) Data de Concessão: 16/10/2018



* B R P I 1 0 1 3 8 2 3 B 1 *

(54) Título: MÉTODO DE PRODUÇÃO DE COQUE DE ALTO FORNO.

(51) Int.Cl.: C10B 57/06; C10B 57/08; C10L 5/16

(30) Prioridade Unionista: 09/04/2009 JP 2009-094521

(73) Titular(es): NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION

(72) Inventor(es): SEIJI NOMURA

(85) Data do Início da Fase Nacional: 06/10/2011

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO DE PRODUÇÃO DE COQUE DE ALTO FORNO"**.

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um método de produção de coque de alto forno usando um aditivo de formação de aglomerado.

Prioridade é reivindicada sobre o Pedido de Patente Japonesa N° 2009-094521, depositado em 9 de Abril de 2009, o conteúdo do qual é incorporado aqui por referência.

Descrição da Técnica Relacionada

Como um método de produção de coque de alto forno o qual tem maior resistência com um baixo custo mesmo quando a proporção de uso de carvão de baixo grau para produção de coque (carvão sem coque e carvão ligeiramente aglomerante) é aumentada, é proposto um método no qual um aditivo de aglomeração sólido é misturado com carvão para coque produzido sem ser liquefeito e a mistura é carregada em um forno de coque para ser carbonizada (Citação de Patente 1).

No método de produção de coque de alto forno na Citação de Patente 1 descrita acima, conforme mostrado na figura 4A, carvão para a produção de coque (carvão) 1 é triturado em um tamanho de partícula determinado por um triturador 2 e alimentado a um misturador 3. Enquanto isso, um aditivo de aglomeração sólido 4 é controlado para ter uma composição de tamanho de partícula predeterminada (50% em massa ou mais de partículas finas tendo um tamanho de partícula de menos de 3 mm) por um dimensionador 5 incluindo o triturador e fornecido a um misturador 3 para ser misturado com o carvão para produção de coque 1. Nesse misturador 3, o aditivo de aglomeração sólido 4 tendo uma composição de tamanho de partícula similar ao carvão para produção de coque 1 é misturado com o carvão para produção de coque 1. Por exemplo, esse carvão para produção de coque 1 tem uma composição de tamanho de partícula contendo 75 a 80% em massa de partículas de carvão tendo um tamanho de partícula de menos de 3 mm. Além disso, o carvão 1 misturado com o aditivo de aglomeração sólido 4 é alimentado a um forno de coque 6 a partir do misturador 3 e, assim,

coque 7 é produzido.

Dessa maneira, a composição de tamanho de partícula do carvão para produção de coque 1 é similar à composição de tamanho de partícula do aditivo de aglomeração sólido 4, o aditivo de aglomeração sólido 4 é uniformemente disperso nas partículas de carvão e a área de contato entre o carvão para produção de coque 1 e o aditivo de aglomeração sólido 4 aumenta. Consequentemente, o contato ideal é obtido entre o carvão para produção de coque 1 e o aditivo de aglomeração sólido 4, pelo que a resistência do coque pode ser intensificada.

Além disso, conforme mostrado na figura 4B, é proposto adicionar um aditivo de aglomeração líquido 8, tal como alcatrão de carvão, ao carvão triturado 1.

Citação de Patente

Citação de Patente 1 Pedido de Patente Japonesa Não Examinado, Primeira Publicação N° 2007-002052

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Problemas a Serem Resolvidos Pela Invenção

Por exemplo, alcatrão, piche e um aditivo de aglomeração derivado de petróleo são usados como um aditivo de aglomeração. Um aditivo de aglomeração, tal como alcatrão, o qual está em uma forma líquida em temperatura ambiente é, de preferência, misturado uniformemente com carvão para produção de coque. Além disso, em geral, um aditivo de aglomeração, tal como piche, o qual está na forma sólida em temperatura ambiente é, de preferência, aquecido até um ponto de fusão ou maior para ser liquefeito e é, então, misturado com carvão para a produção de coque como o aditivo de aglomeração.

Conforme descrito acima, o aditivo de aglomeração sólido e o aditivo de aglomeração líquido são conhecidos como um aditivo de aglomeração. Os inventores estudaram um aditivo de aglomeração sólido tendo um baixo ponto de amolecimento, o qual é um resíduo pesado derivado de petróleo, tal como asfalto.

Esse aditivo de aglomeração sólido tendo baixo ponto de amole-

cimento tem uma viscosidade de 10.000 cP ou maior em temperatura ambiente, conforme mostrados nos dados A da figura 3 e é manipulado como um sólido. Contudo, conforme na Citação de Patente 1, quando um aditivo de aglomeração sólido é pulverizado por um triturador ou semelhante, a viscosidade do aditivo de aglomeração sólido é diminuída pelo calor o qual é gerado durante a trituração e o aditivo de aglomeração sólido adere ao dispositivo, pelo que se torna difícil manipular o aditivo de aglomeração sólido como um sólido. Consequentemente, um aditivo de aglomeração sólido tendo um baixo ponto de amolecimento não é adequado para a pulverização.

Além disso, considera-se também que um aditivo de aglomeração sólido tendo um baixo ponto de amolecimento é liquefeito por aquecimento. Contudo, conforme mostrado na figura 3, de forma a ajustar a viscosidade (cP) para 100 cP ou menos, a qual é uma referência de liquefação (a ser descrita depois), é necessário aquecer o aditivo de aglomeração sólido tendo um baixo ponto de amolecimento para 230 °C ou maior usando uma fonte de calor. Contudo, uma vez que a temperatura de aquecimento de 230 °C não pode ser obtida por meio de vapor em baixa pressão industrial, uma fonte de calor distinta é necessária como a fonte de calor e o custo aumenta.

A presente invenção é concebida a partir de tal ponto de vista e um objetivo da mesma é proporcionar um método de produção de coque de alto forno no qual a resistência do coque é aprimorada e a pressão de intumescimento pode ser reduzida e proporcionar um método de produção de coque de alto forno no qual um aditivo de aglomeração sólido tendo um baixo ponto de amolecimento pode ser usado como um aditivo de aglomeração sólido, embora seja difícil manipular um aditivo de aglomeração sólido tendo um baixo ponto de amolecimento quando ele é triturado.

Métodos para Resolver o Problema

O sumário da presente invenção é como segue.

(1) Um método de produção de coque de alto forno inclui: aquecimento de um aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão para um carvão igual a ou maior do que uma temperatura de liquefação na qual a viscosidade do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão se torna

100 cP e igual a ou menor do que uma temperatura de liquefação na qual a viscosidade de um aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo se torna 100 cP; preparo de um aditivo de aglomeração misturado dissolvendo o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo no aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão; preparo de uma matéria prima misturada por meio de mistura de um carvão para produção de coque e do aditivo de aglomeração misturado; e carbonização da matéria prima misturada.

(2) No método de produção de coque de alto forno de acordo com (1), o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo pode ter um ponto de amolecimento de 180 °C ou menor.

(3) No método de produção de coque de alto forno de acordo com (1), o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo pode ser piche de asfalto.

(4) No método de produção de coque de alto forno de acordo com (1), o aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão pode ser alcatrão de carvão.

(5) No método de produção de coque de alto forno de acordo com (1), uma temperatura de aquecimento do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão pode ser igual a ou menor do que 150 °C.

(6) No método de produção de coque de alto forno de acordo com (1), a viscosidade do aditivo de aglomeração misturado na temperatura pode ser igual a ou menor do que 100 cP.

(7) No método de produção de coque de alto forno de acordo com (1), o carvão para produção de coque pode ser carvão fino.

(8) No método de produção de coque de alto forno de acordo com (7), o carvão fino pode ser obtido triturando-se carvão e, então, classificando o carvão.

Efeitos da Invenção

De acordo com a presente invenção, é possível aprimorar a resistência do coque e suprimir a pressão de intumescimento mediante a adição de um aditivo de aglomeração misturado em uma forma líquida, no qual um aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão e um aditivo de aglo-

meração sólido derivado de petróleo são misturados ao carvão para produção de coque.

Além disso, de acordo com a presente invenção, dissolvendo um aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo, tal como asfalto, em um aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão aquecido, tal como alcatrão de carvão, é possível manipular industrialmente um aditivo de aglomeração sólido tendo um baixo ponto de amolecimento usando vapor em baixa pressão industrial normal.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

10 A figura 1 é um diagrama em bloco mostrando uma primeira modalidade de um método de produção de coque de alto forno de acordo com a presente invenção.

A figura 2 é um diagrama em bloco mostrando uma segunda modalidade do método de produção de coque de alto forno de acordo com a presente invenção.

A figura 3 é um diagrama mostrando a relação entre a temperatura e a viscosidade (cP) de um aditivo de aglomeração.

A figura 4A é um diagrama de bloco mostrando um método de produção convencional de coque de alto forno.

20 A figura 4B é um diagrama de bloco mostrando um método de produção convencional de coque de alto forno.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Modalidades preferidas da presente invenção serão descritas com referência aos desenhos em anexo a seguir.

25 Primeira Modalidade

A figura 1 é um diagrama de bloco mostrando uma primeira modalidade de um método de produção de coque de alto forno de acordo com a presente invenção.

30 Na figura 1, carvão 1, o qual é carvão para a produção de coque, é triturado por um triturador 2 e fornecido a um misturador 3. Além disso, um aditivo de aglomeração líquido derivado de aditivo de aglomeração 8 é carregado a um recipiente de aquecimento 12. Esse recipiente de aquecimento

12 é aquecido por um aquecedor, tal como uma serpentina de aquecimento, à qual vapor em baixa pressão industrial normal é fornecido. A temperatura do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 no recipiente de aquecimento 12 é igual a ou maior do que a temperatura de liquefação do aditivo de aglomeração líquido 8 e igual a ou menor do que a temperatura de liquefação de um aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11. Essa temperatura de aquecimento é, por exemplo, 140 °C. Consequentemente, o aditivo de aglomeração líquido 8 presente no recipiente de aquecimento 12 está em uma forma líquida. Na presente invenção, o ponto de amolecimento é medido de acordo com a JIS K 2531. Por exemplo, esse ponto de amolecimento é medido de acordo com a ASTM D36 e pode ser convertido em um ponto de amolecimento da JIS K 2531. Além disso, a temperatura na qual a viscosidade se torna 100 cP é definida como uma temperatura de liquefação e o estado (sólido ou líquido) de um aditivo de aglomeração é determinado com base na viscosidade de 100 cP (0,1 Pa.s).

Além disso, um grumo do aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 é colocado no recipiente de aquecimento 12 contendo o aditivo de aglomeração líquido 8 no mesmo e esse aditivo de aglomeração sólido 11 é dissolvido e, assim, um aditivo de aglomeração líquido misturado 13 é preparado. Esse aditivo de aglomeração misturado 13 é misturado com o carvão triturado 1 no misturador 3 e a matéria prima misturada é preparada. O carvão 1 (matéria prima misturada) misturado com o aditivo de aglomeração misturado 11 é fornecido a um forno de coque 6. Esse carvão 1 (matéria prima misturada) é carbonizado pelo forno de coque 6 e, assim, coque 7 é produzido.

Exemplos do aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 incluem piche de asfalto, asfalto de desasfaltação solvente derivado de petróleo, fração pesada derivada de petróleo e piche de petróleo. Particularmente, piche de asfalto como um resíduo oleoso pesado em refino de óleo bruto é, de preferência, usado como o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11. O aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 pode ser um aditivo de aglomeração obtido por meio de processamento de

piche de asfalto.

Além disso, exemplos do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 incluem alcatrão (alcatrão de carvão), um destilado pesado em alcatrão, piche de alcatrão de carvão e piche macio. Particularmente, alcatrão (alcatrão de carvão) é, de preferência, usado como o aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8. O aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 pode ser um aditivo de aglomeração obtido por meio de processamento de alcatrão (alcatrão de carvão).

A figura 3 mostra a relação entre a temperatura e a viscosidade de cada um dos aditivos de aglomeração como um exemplo. Um aditivo de aglomeração sólido A tendo um baixo ponto de amolecimento (dados A na figura 3) é piche de asfalto. O aditivo de aglomeração líquido B (dados B na figura 3) é alcatrão de carvão. Um aditivo de aglomeração líquido C (dados C na figura 3) é alcatrão de carvão pesado do qual um destilado leve do asfalto de carvão é removido por meio de destilação.

Além disso, um aditivo de aglomeração misturado M (dados M1 na figura 3) é obtido dissolvendo um aditivo de aglomeração sólido A em um aditivo de aglomeração líquido C em uma proporção em massa de 3:1. Um aditivo de aglomeração misturado M2 (dados M2 na figura 3) é obtido dissolvendo um aditivo de aglomeração sólido A em um aditivo de aglomeração líquido B em uma proporção em massa de 3:1. Um aditivo de aglomeração misturado M3 (dados M3 na figura 3) é obtido dissolvendo um aditivo de aglomeração sólido A em um aditivo de aglomeração líquido B em uma proporção em massa de 1:1.

Conforme mostrado na figura 3, de forma a ajustar a viscosidade do aditivo de aglomeração sólido A para 100 cP ou menos, é necessário aquecer o aditivo de aglomeração sólido A para uma temperatura igual a ou maior do que 230 °C. Consequentemente, de forma a liquefazer o aditivo de aglomeração sólido A individualmente, uma fonte de calor distinta é requerida conforme descrito acima e o custo aumenta. Além disso, quando um aditivo de aglomeração sólido A em um estado líquido, o qual é aquecido para uma alta temperatura, é adicionado ao carvão, o aditivo de aglomeração só-

lido A é solidificado em virtude de uma queda na temperatura e não é uniformemente misturado com o carvão. Consequentemente, é necessário aquecer totalmente o misturador 3 para uma temperatura igual a ou maior do que a temperatura de liquefação na qual a viscosidade do aditivo de aglomeração sólido A se torna 100 cP ou menos e o custo aumenta.

As viscosidades dos aditivos de aglomeração sólidos B e C são iguais a ou menor do que 100 cP em uma temperatura de 100 °C ou menor. Além disso, conforme mostrado em M1, M2 e M3 na figura 3, misturando o aditivo de aglomeração sólido A, o qual não pode ser individualmente liquefeito a 140 °C ou menos com o aditivo de aglomeração líquido B ou C, a viscosidade do aditivo de aglomeração misturado pode ser diminuída para 100 cP ou menos a 140 °C. Consequentemente, quando um grumo do aditivo de aglomeração sólido A é colocado no aditivo de aglomeração líquido B ou C do recipiente de aquecimento 12 aquecido para 140 °C, o aditivo de aglomeração sólido A é dissolvido. Isto é, o aditivo de aglomeração sólido 11 tendo um baixo ponto de amolecimento é dissolvido por meio de aquecimento do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 no recipiente de aquecimento 12 para uma temperatura a qual é igual a ou menor do que a temperatura de liquefação do aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 tendo um baixo ponto de amolecimento e igual a ou maior do que a temperatura de liquefação do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 e colocação do aditivo de aglomeração sólido 11 tendo um baixo ponto de amolecimento no aditivo de aglomeração líquido 8 no recipiente de aquecimento 12.

A temperatura de aquecimento do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 no recipiente de aquecimento 12 é, de preferência, igual a ou menor do que 150 °C. Nesse caso, a viscosidade do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 no recipiente de aquecimento 12 é igual a ou menor do que 100 cP. Além disso, a temperatura do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 é, de preferência, igual a ou menor do que 60 °C considerando-se a taxa de dissolução do aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11. Mesmo quando o aditivo de aglo-

5 meração sólido derivado de petróleo 11 é adicionado, a temperatura do recipiente de aquecimento 12 é mantida em um valor constante e, assim, a temperatura do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 é mantida em um valor predeterminado. Consequentemente, a temperatura do aditivo de aglomeração misturado 13 é a mesma que a temperatura do aditivo de aglomeração líquido 8. Nessa temperatura, a viscosidade do aditivo de aglomeração misturado é, de preferência, igual a ou menor do que 100 cP.

10 Além disso, o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 tem, de preferência, um ponto de amolecimento de 180 °C ou menor de forma a ser eficientemente dissolvido no aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8. Nesse caso, a temperatura (temperatura de liquefação) na qual a viscosidade do aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 se torna 100 cP é 350 °C ou menor. Além disso, a temperatura (temperatura de liquefação) na qual a viscosidade desse aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 é igual a ou menor do que 100 cP pode ser 60 °C ou maior considerando-se as condições de produção em destilação fracional ou semelhante. Além disso, de forma a ajustar a temperatura na qual a viscosidade do aditivo de aglomeração misturado 13 se torna 100 cP para 150 °C ou menor, o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 é, de preferência, dissolvido no aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8 para preparar o aditivo de aglomeração misturado 13. Além disso, a temperatura na qual a viscosidade do aditivo de aglomeração misturado 13 se torna igual a ou menor do que 100 cP pode ser 40 °C ou maior considerando-se a viscosidade do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão 8. A proporção do aditivo de aglomeração total (aditivo de aglomeração misturado) adicionado ao carvão (matéria prima misturada) é, de preferência, igual a ou maior do que 0,5% em massa e igual a ou menor do que 10% em massa.

30 Na primeira modalidade da presente invenção, adicionando esse aditivo de aglomeração misturado 13 ao carvão pulverizado 1, a quantidade de aumento na resistência de coque por quantidade unitária do aditivo de aglomeração pode ser significativamente aprimorada em comparação com um caso no qual apenas o aditivo de aglomeração sólido 11 é adicionado ao

carvão 1 e a pressão de intumescimento também pode ser diminuída. Além disso, o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo 11 tendo um baixo ponto de amolecimento pode ser usado sem a dificuldade de manipulação.

5 Tal efeito de aprimoramento da resistência de coque (aprimoramento na quantidade de aumento na resistência de coque por quantidade unitária do aditivo de aglomeração) é considerado como sendo gerado da seguinte maneira. Uma vez que um aditivo de aglomeração derivado de petróleo (aditivo de aglomeração tendo um baixo ponto de amolecimento) tem
10 uma estrutura química muito diferente das partículas de carvão, as partículas de carvão não são muito umedecíveis com o aditivo de aglomeração derivado de petróleo. Contudo, um aditivo de aglomeração derivado de carvão (aditivo de aglomeração líquido) com o qual as partículas de carvão são umedecíveis é acompanhado por um aditivo de aglomeração derivado de petróleo e, assim, é possível permitir que o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo permeie entre as partículas de carvão. Consequentemente, o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo é dissolvido no aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão, pelo que o aditivo de aglomeração sólido é excelentemente disperso entre as partículas de carvão. As partículas
15 de carvão são eficientemente ligadas pelo aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo e o aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão e o efeito de aprimoramento da resistência de coque descrito acima é gerado.

Quando um aditivo de aglomeração sólido tendo um estado sólido é pulverizado e, então, é disperso em vãos entre as partículas de carvão,
25 um efeito de aprimoramento de resistência de coque suficiente, correspondendo à quantidade adicional do aditivo de aglomeração sólido, não é obtido. Contudo, na primeira modalidade da presente invenção, um aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo é dissolvido em um aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão (aglutinante) e, assim, um efeito de
30 aprimoramento de resistência de coque suficiente pode ser obtido.

Na primeira modalidade da presente invenção, não apenas a resistência de coque pode ser aprimorada, mas a pressão de intumescimento

pode ser significativamente suprimida. Conforme descrito acima, a pressão de intumescimento é considerada como sendo significativamente suprimida, uma vez que o aditivo de aglomeração sólido pode ser suficientemente disperso entre as partículas de carvão.

5 Segunda Modalidade

A figura 2 é um diagrama de bloco mostrando uma segunda modalidade do método de produção de coque de alto forno de acordo com a presente invenção.

Nessa segunda modalidade, conforme na primeira modalidade, um aditivo de aglomeração líquido misturado 13 é preparado colocando um grupo de um aditivo de aglomeração sólido 11 em um aditivo de aglomeração líquido 8 em um recipiente de aquecimento 12. Contudo, carvão 1 triturado por um triturador 2 é classificado no carvão fino 15 e carvão espesso 16 em um classificador a seco 14. Esse carvão fino 15 é fornecido a um misturador 3 e o aditivo de aglomeração misturado 13 é adicionado ao misturador 3. No misturador 3, o carvão fino 15 e o aditivo de aglomeração misturado 13 são misturados e uma matéria prima misturada é preparada. Além disso, o carvão espesso 16 é adicionado ao carvão fino 15 (matéria prima misturada) misturado com o aditivo de aglomeração misturado 13 e alimentado a um forno de coque 6. O carvão fino 15 e o carvão espesso 16 são carbonizados pelo forno de coque 6 e, assim, coque 7 é produzido. Também nesse caso, a resistência de coque pode ser aprimorada e a pressão de intumescimento pode ser diminuída. Dessa maneira, o carvão para produção de coque, o qual é misturado com o aditivo de aglomeração misturado, pode ser carvão fino. Além disso, esse carvão fino pode ser obtido triturando-se o carvão e, então, classificando o carvão. Não é necessário que o carvão espesso seja diretamente misturado com o aditivo de aglomeração misturado e ele pode ser misturado com a matéria prima misturada descrita acima.

Isto é, o método pelo menos em comum entre a primeira modalidade descrita acima e a segunda modalidade é como segue. Um aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão é aquecido para uma temperatura igual a ou maior do que a temperatura de liquefação do aditivo de aglomera-

ção líquido derivado de carvão e igual a ou menor do que a temperatura de liquefação de um aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo. Após o que, o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo é dissolvido no aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão para preparar um aditivo de aglomeração misturado. Uma matéria prima misturada é preparada por meio de mistura desse aditivo de aglomeração misturado e carvão para a produção de coque. Então, essa matéria prima misturada é carbonizada e coque é produzido.

Através do método descrito acima, a resistência de coque aumenta e um rendimento de coque pode ser aprimorado. Além disso, a pressão de intumescimento do carvão para produção de coque o qual é carregado ao forno de coque é suprimida, pelo que a carga sobre o forno de coque pode ser reduzida. Além disso, é possível tornar fácil manipular um aditivo de aglomeração sólido tendo baixo ponto de amolecimento, o qual é difícil de usar industrialmente e é oneroso e as propriedades de aglomeração do aditivo de aglomeração sólido podem ser usadas tanto quanto possível.

Exemplos

A Tabela 1 mostra aditivos de aglomeração sólidos derivados de petróleo A1 e A3 e aditivos de aglomeração líquidos derivados de carvão B e C. Os aditivos de aglomeração sólidos derivados de petróleo A1 a A3 na Tabela 1 têm um baixo ponto de amolecimento de 180 °C ou menor. A Tabela 2 mostra condições da matéria prima para produção de coque e os resultados da produção de coque, tais como a resistência de coque e a pressão de intumescimento nos Exemplos 1 a 7 e Exemplos Comparativos 1 a 7. Nos Exemplos 1 a 7, um grumo de aditivos de aglomeração sólidos derivados de petróleo A1, A2 ou A3 mostrados na Tabela 1 foi dissolvido no aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão B ou C a 100 °C a 150 °C e, assim, um aditivo de aglomeração misturado foi obtido. Além disso, esse aditivo de aglomeração misturado foi adicionado ao carvão para produção de coque. Nos Exemplos Comparativos 2 e 4 a 7, o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo A1 foi triturado e usado. Uma matéria prima para produção de coque mostrada na Tabela 2 foi misturada no mesmo e carbonizada e,

assim, coque foi produzido.

Carvão para a produção de coque b na Tabela 2 é uma mistura de carvão a qual tem um teor de matéria volátil VM de 27,0% e uma destilação total TD de 70%. Aqui, o teor de matéria volátil VM é obtido determinando-se a matéria volátil no "Coal and coke-Methods for proximate analysis" da JIS M 8812. Além disso, a dilatação total TD (aqui depois, "TD(%)") é a soma de uma contração e uma dilatação, as quais são medidas determinando-se as propriedades de intumescimento da JIS M 8801.

O ponto de amolecimento na Tabela 1 foi medido pelo "Testing methods for softening point" da JIS K 2531 (método similar à ASTM D36). Além disso, a resistência de coque D^{150}_{15} na Tabela 2 foi medida pela "Determination of drum strength" (método com tambor) da JIS K 2151. A pressão de intumescimento na Tabela 2 foi medida por meio do método a seguir. Uma mistura de carvão tendo umidade ajustada para 3% foi carregada em um forno de coque de teste com parede móvel tendo uma largura de forno de 400 mm, um comprimento de forno de 1000 mm e uma altura de forno de 1000 mm em uma densidade volumétrica de $0,85 \text{ t/m}^3$. Essa mistura de carvão foi carbonizada durante 18 horas em uma temperatura de 1250°C . A carga que atua sobre a parede móvel durante a carbonização foi continuamente medida e a carga máxima medida foi dividida pela área da parede do forno com a qual o carvão foi mantido em contato, pelo que a pressão de intumescimento foi obtida.

Tabela 1

Símbolo	Tipo de aditivo de aglomeração	Ponto de amolecimento	Temperatura de liquefação	Resultados de análise elementar (daf.massa %)			H/C*
				C	H	O	
A1	Aditivo de aglomeração sólido	87°C	230°C	83,0	9,0	1,5	1,30
A2	Aditivo de aglomeração sólido	137°C	305°C	84,0	8,0	2,0	1,14
A3	Aditivo de aglomeração sólido	178°C	350°C	84,2	7,9	1,0	1,13
B	Aditivo de aglomeração líquido	-	40°C	91,0	5,0	2,5	0,66
C	Aditivo de aglomeração líquido	-	80°C	92,0	5,0	1,6	0,65

*H/C é a proporção atômica de H para C.

Tabela 2

	Carvão para produção de coque	Aditivo de aglomeração sólido tendo um baixo ponto de amolecimento				Aditivo de aglomeração líquido		Quantidade adicional total de aditivos de aglomeração (massa %)	Resistência do coque DI^{150}_{15} (-)	Pressão de intumescimento (kPa)	Quantidade de aumento em DI^{150}_{15} (-)	Efeito de aprimoramento de DI^{150}_{15} (/massa %)
		Tipo	Método de adição	Proporção de partículas tendo um tamanho de partícula de menos de 3 mm (massa %)	Quantidade de (massa %)	Tipo	Quantidade de (massa %)					
Ex. Comp. 1	b							0	84,0	10,0	0,0	
Ex. Comp. 2	b	A1	Trituração	85	3,0			3	84,9	8,5	0,9	0,30
Ex. Comp. 3	b					B	3	3	85,8	7,0	1,8	0,60
Ex. Comp. 4	b	A1	Trituração	85	0,75	B	2,25	3	85,6	7,4	1,6	0,53
Ex. Comp. 5	b	A1	Trituração	85	1,5	B	1,5	3	85,4	7,8	1,4	0,45
Ex. Comp. 6	b	A1	Trituração	85	0,3	B	2,7	3	85,7	7,2	1,7	0,57
Ex. Comp. 7	b	A1	Trituração	85	1,0	B	3	4	86,1	7,4	2,1	0,53
Ex. 1	b	A1	Dissolução		0,75	B	2,25	3	85,8	7,0	1,8	0,60
Ex. 2	b	A1	Dissolução		1,5	B	1,5	3	85,8	7,0	1,8	0,60
Ex. 3	b	A1	Dissolução		0,3	B	2,7	3	85,8	7,0	1,8	0,60
Ex. 4	b	A1	Dissolução		1,0	B	3	4	86,4	6,0	2,4	0,60
Ex. 5	b	A1	Dissolução		1,0	C	3	4	86,7	6,0	2,7	0,68
Ex. 6	b	A2	Dissolução		1,0	B	3	4	86,7	6,0	2,7	0,68
Ex. 7	b	A3	Dissolução		1,0	B	3	4	86,6	6,1	2,6	0,65

Conforme mostrado na Tabela 2, no Exemplo Comparativo 1, o aditivo de aglomeração não foi adicionado à carvão para produção de coque. Nesse caso, a resistência de coque DI^{150}_{15} (índice de tambor DI^{150}_{15}) do coque produzido foi 84,0. As quantidades de aumento na resistência de coque (quantidade de aumento em $DI \Delta DI^{150}_{15}$) nos Exemplos Comparativos 2 a 7 e Exemplos 1 a 7 foram calculadas com base na resistência de coque o Exemplo Comparativo 1. Isto é, a quantidade de aumento na resistência de coque é uma diferença da resistência de coque o Exemplo Comparativo 1.

Além disso, no Exemplo Comparativo 1, a pressão de intumescimento foi de 10,0 kPa. Quando essa pressão de intumescimento é muito alta, a parede de forno do forno de coque pode ser danificada. Consequentemente, é desejável suprimir a pressão de intumescimento.

No Exemplo Comparativo 2, o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo pulverizado A1 (a proporção de partículas tendo um tamanho de partícula de menos de 3 mm foi de 85% em massa) foi adicionado ao carvão para produção de coque b. A proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo A1 com relação a todas as matérias primas foi ajustada a 3% em massa. A resistência de coque DI^{150}_{15} foi aumentada em 0,9 e a pressão de intumescimento foi diminuída em comparação com o Exemplo Comparativo 1. O aditivo de aglomeração sólido A1 pode ser pulverizado por meio de trituração a nível de laboratório. Contudo, industrialmente, o aditivo de aglomeração sólido A1 é amolecido (a viscosidade é diminuída) pelo aquecimento durante a trituração e, assim, não pode ser pulverizado. Além disso, a proporção total de aditivo dos aditivos de aglomeração foi obtida adicionando todas as proporções de aditivo de todos os aditivos de aglomeração (aditivo de aglomeração sólido e aditivo de aglomeração líquido). O efeito de aprimoramento de resistência de coque (efeito de aprimoramento $DI, \Delta DI^{150}_{15}/\text{massa \%}$) corresponde à quantidade de aumento da resistência de coque por 1% em massa do aditivo de aglomeração adicionado. Esse efeito de aprimoramento de rendimento de coque foi calculado dividindo-se a quantidade de aumento na resistência de coque pela proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração. No Exemplo

Comparativo 2, o efeito de aprimoramento de resistência de coque (efeito de aprimoramento DI) foi de 0,30 (0,9/3)/massa %.

No Exemplo Comparativo 3, apenas o aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão B foi adicionado ao carvão para produção de coque b. A proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão B com relação a todas as matérias primas foi ajustada para 3% em massa. A resistência de coque aumentou e a pressão de intumescimento foi diminuída em comparação com os Exemplos Comparativos 1 e 2. Além disso, o efeito de aprimoramento DI foi maior do que no Exemplo Comparativo 2. A partir dessa comparação entre o Exemplo Comparativo 2 e o Exemplo Comparativo 3, descobriu-se que o aditivo de aglomeração líquido, o qual permeia facilmente o carvão para produção de coque, se liga eficazmente aos pedaços de carvão para produção de coque.

Nos Exemplos Comparativos 4 a 7, o aditivo de aglomeração sólido A1 (a proporção de partículas tendo um tamanho de partícula de menos de 3 mm foi de 85% em massa) pulverizado por meio de trituração e o aditivo de aglomeração líquido B foram adicionados ao carvão para produção de coque b. No Exemplo Comparativo 4, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 0,75% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 2,25% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 3% em massa. No Exemplo Comparativo 5, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 1,5% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 1,5% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 3% em massa. No Exemplo Comparativo 6, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 0,3% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 2,75% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 3% em massa. No Exemplo Comparativo 7, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 1% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 3% em massa e a propor-

ção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 4% em massa.

Nos Exemplos 1 a 4, de acordo com a primeira modalidade descrita acima da presente invenção, um aditivo de aglomeração misturado obtido dissolvendo-se o aditivo de aglomeração sólido A1 no aditivo de aglomeração líquido B foi adicionado ao carvão para produção de coque b. No Exemplo 1, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 0,75% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 2,25% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 3% em massa. No Exemplo 2, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 1,5% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 1,5% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 3% em massa. No Exemplo 3, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 0,3% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 2,7% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 3% em massa. No Exemplo 4, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 1% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 3% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 4% em massa.

Além disso, no Exemplo 5, de acordo com a primeira modalidade descrita acima da presente invenção, um aditivo de aglomeração misturado obtido dissolvendo o aditivo de aglomeração sólido A1 no aditivo de aglomeração líquido C foi adicionado ao carvão para produção de coque b. No Exemplo 5, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 foi ajustada a 1% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 3% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 4% em massa.

Além disso, no Exemplo 6, de acordo com a primeira modalidade descrita acima da presente invenção, um aditivo de aglomeração misturado

obtido dissolvendo o aditivo de aglomeração sólido A2 no aditivo de aglomeração líquido B foi adicionado ao carvão para produção de coque b. No Exemplo 6, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A2 foi ajustada a 1% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 3% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 4% em massa. Além disso, no Exemplo 7, de acordo com a primeira modalidade descrita acima da presente invenção, um aditivo de aglomeração misturado obtido dissolvendo o aditivo de aglomeração sólido A3 no aditivo de aglomeração líquido B foi adicionado ao carvão para produção de coque b. No Exemplo 7, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A3 foi ajustada a 1% em massa, a proporção de aditivo do aditivo de aglomeração líquido B foi ajustada a 3% em massa e a proporção de aditivo total dos aditivos de aglomeração foi ajustada a 4% em massa.

Aqui, as proporções de aditivo do aditivo de aglomeração sólido A1 e do aditivo de aglomeração líquido B são as mesmas no Exemplo Comparativo 4 e Exemplo 1, Exemplo Comparativo 5 e Exemplo 2, Exemplo Comparativo 6 e Exemplo 3 e Exemplo Comparativo 7 e Exemplo 4. Além disso, no Exemplo Comparativo 7 e Exemplos 5 a 7, as proporções de aditivo do aditivo de aglomeração sólido e do aditivo de aglomeração líquido são as mesmas e o tipo de aditivo de aglomeração sólido ou aditivo de aglomeração líquido é diferente.

Nos Exemplos Comparativos 4 a 7 e Exemplos 1 a 7, a resistência do coque aumentou e a pressão de intumescimento foi diminuída em comparação com os Exemplos Comparativos 1 e 2. Na Tabela 3, a resistência de coque, as pressões de intumescimento, as quantidades de aumento na resistência de coque e os efeitos de aprimoramento DI nos Exemplos Comparativos 4 a 7 e Exemplos 1 a 7 mostrados na Tabela 2 são colocados juntos em resposta à quantidade de aditivo descrita acima de cada aditivo de aglomeração.

Tabela 3

	Ex. 1	Ex. Comp. 4	Ex. 2	Ex. Comp. 5	Ex. 3	Ex. Comp. 6	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. Comp. 7
Resistência de coque $DI^{150}_{15} (-)$	85,8	85,6	85,8	85,4	85,8	85,7	86,4	86,7	86,7	86,6	86,1
Pressão de intumescimento (kPa)	7,0	7,4	7,0	7,8	7,0	7,2	6,0	6,0	6,0	6,1	7,4
Quantidade de aumento em DI , $\Delta DI^{150}_{15} (-)$	1,8	1,6	1,8	1,4	1,8	1,7	2,4	2,7	2,7	2,6	2,1
Efeito de aprimoramento DI , ΔDI^{150}_{15} (/massa %)	0,60	0,53	0,60	0,45	0,60	0,57	0,60	0,68	0,68	0,65	0,53

A resistência de coque dos Exemplos 1 a 7 foi maior do que a resistência de coque dos Exemplos Comparativos 4 a 7 correspondentes. Além disso, as pressões de intumescimento dos Exemplos 1 a 7 eram menores do que as pressões de intumescimento dos Exemplos Comparativos 4 a 7 correspondentes. Particularmente, nos Exemplos 4 a 7, a pressão de intumescimento foi ainda significativamente suprimida. Todos os efeitos de aprimoramento DI dos Exemplos 1 a 7 foram 0,6 ou maior e foram maiores do que os efeitos de aprimoramento DI dos Exemplos Comparativos 4 a 7. Além disso, os efeitos de aprimoramento DI dos Exemplos 1 a 7 eram duas vezes ou maior do que o efeito de aprimoramento DI do Exemplo Comparativo 2, no qual apenas o aditivo de aglomeração sólido A1 foi adicionado.

Além disso, a resistência de coque do Exemplo Comparativo 3, no qual apenas 3% em massa do aditivo de aglomeração líquido foi adicionado, foi de 85,8 e a pressão de intumescimento foi de 7,0 kPa. Contudo, nos Exemplos 4 a 7, nos quais 1% em massa do aditivo de aglomeração sólido foi dissolvido em 3% em massa do aditivo de aglomeração líquido, a resistência de coque foi capaz de ser significativamente aumentada em até 86,4 ou maior e a pressão de intumescimento foi capaz de ser significativamente diminuída para 6,1 kPa ou menos. Ainda, nos Exemplos 1 a 7, o aditivo de aglomeração misturado incluindo o aditivo de aglomeração sólido era facilmente manipulado quando o aditivo de aglomeração líquido foi adicionado. Além disso, as propriedades de aglomeração do aditivo de aglomeração sólido podem ser usadas tanto quanto possível.

Aplicabilidade Industrial

Em um método de produção de coque de alto forno, um aditivo de aglomeração sólido pode ser usado como um aditivo de aglomeração líquido o qual é adicionado ao carvão para produção de coque e a resistência de coque pode ser aprimorada e a pressão de intumescimento pode ser reduzida.

Lista de Símbolo de Referência

- 1: CARVÃO (CARVÃO PARA PRODUÇÃO DE COQUE)
- 2: TRITURADOR

	3:	MISTURADOR
	4:	ADITIVO DE AGLOMERAÇÃO SÓLIDO
	5:	DIMENSIONADOR
	6:	FORNO DE COQUE
5	7:	COQUE
	8:	ADITIVO DE AGLOMERAÇÃO LÍQUIDO
	11:	ADITIVO DE AGLOMERAÇÃO SÓLIDO
	12:	RECIPIENTE DE AQUECIMENTO
	13:	ADITIVO DE AGLOMERAÇÃO MISTURADO
10	14:	CLASSIFICADOR A SECO
	15:	CARVÃO FINO
	16:	CARVÃO ESPESSO

REIVINDICAÇÕES

1. Método de produção de coque de alto forno, caracterizado pelo fato de que compreende:

aquecimento de um aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão para uma carvão igual a ou maior do que uma temperatura de liquefação na qual a viscosidade do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão se torna 100 cP e igual a ou menor do que uma temperatura de liquefação na qual a viscosidade de um aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo se torna 100 cP;

preparo de um aditivo de aglomeração misturado dissolvendo o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo no aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão utilizando o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo apresentando uma razão atômica de hidrogênio para carbono H/C de 1,13 a 1,30;

preparo de uma matéria prima misturada por meio de mistura de um carvão para produção de coque e do aditivo de aglomeração misturado; e

carbonização da matéria prima misturada.

2. Método de produção de coque de alto forno de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo pode ter um ponto de amolecimento de 180 °C ou menor.

3. Método de produção de coque de alto forno de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que o aditivo de aglomeração sólido derivado de petróleo pode ser piche de asfalto.

4. Método de produção de coque de alto forno de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que o aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão pode ser alcatrão de carvão.

5. Método de produção de coque de alto forno de acordo com a

reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que a temperatura de aquecimento do aditivo de aglomeração líquido derivado de carvão pode ser igual a ou menor do que 150 °C.

6. Método de produção de coque de alto forno de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que a viscosidade do aditivo de aglomeração misturado na temperatura pode ser igual a ou menor do que 100 cP.

7. Método de produção de coque de alto forno de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que o carvão para produção de coque pode ser carvão fino.

8. Método de produção de coque de alto forno de acordo com a reivindicação 7.

caracterizado pelo fato de que o carvão fino pode ser obtido triturando-se carvão e, então, classificando o carvão.

FIG. 1

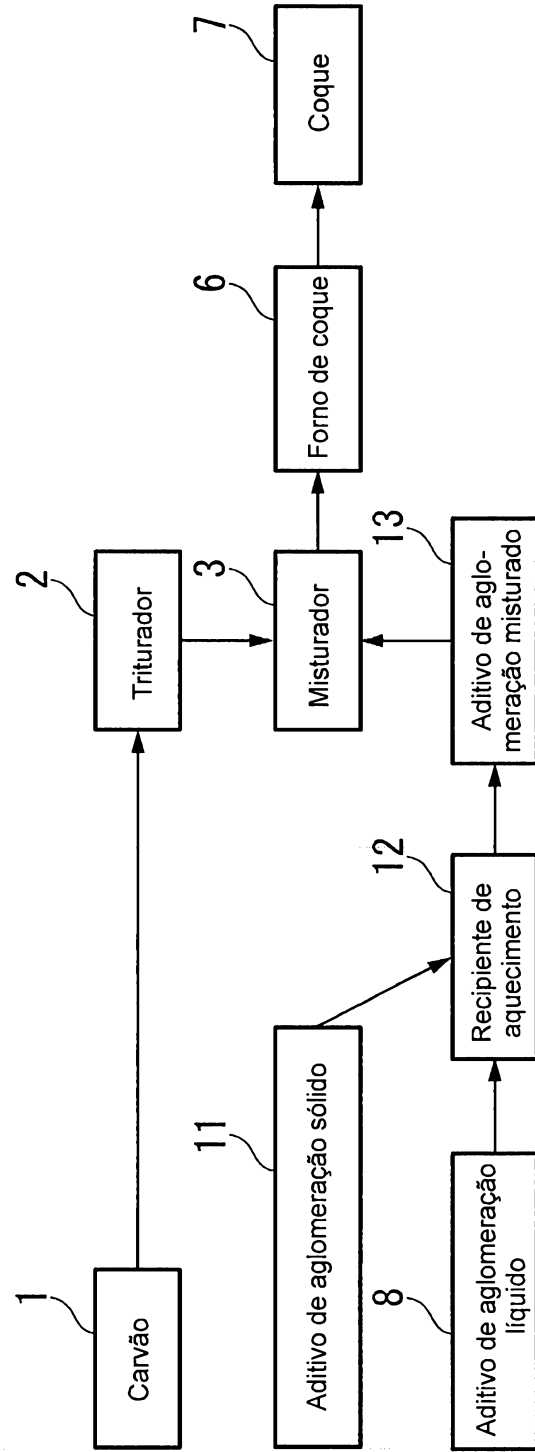


FIG. 2

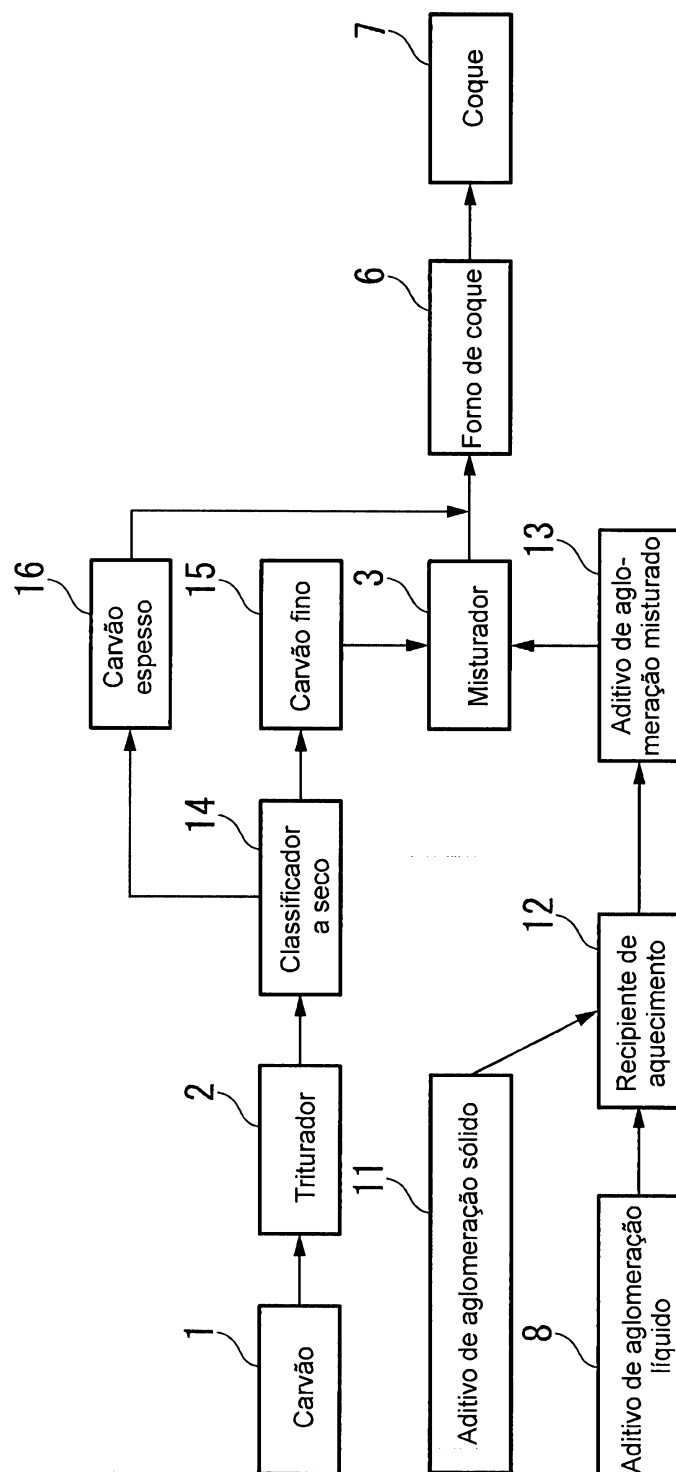


FIG. 3

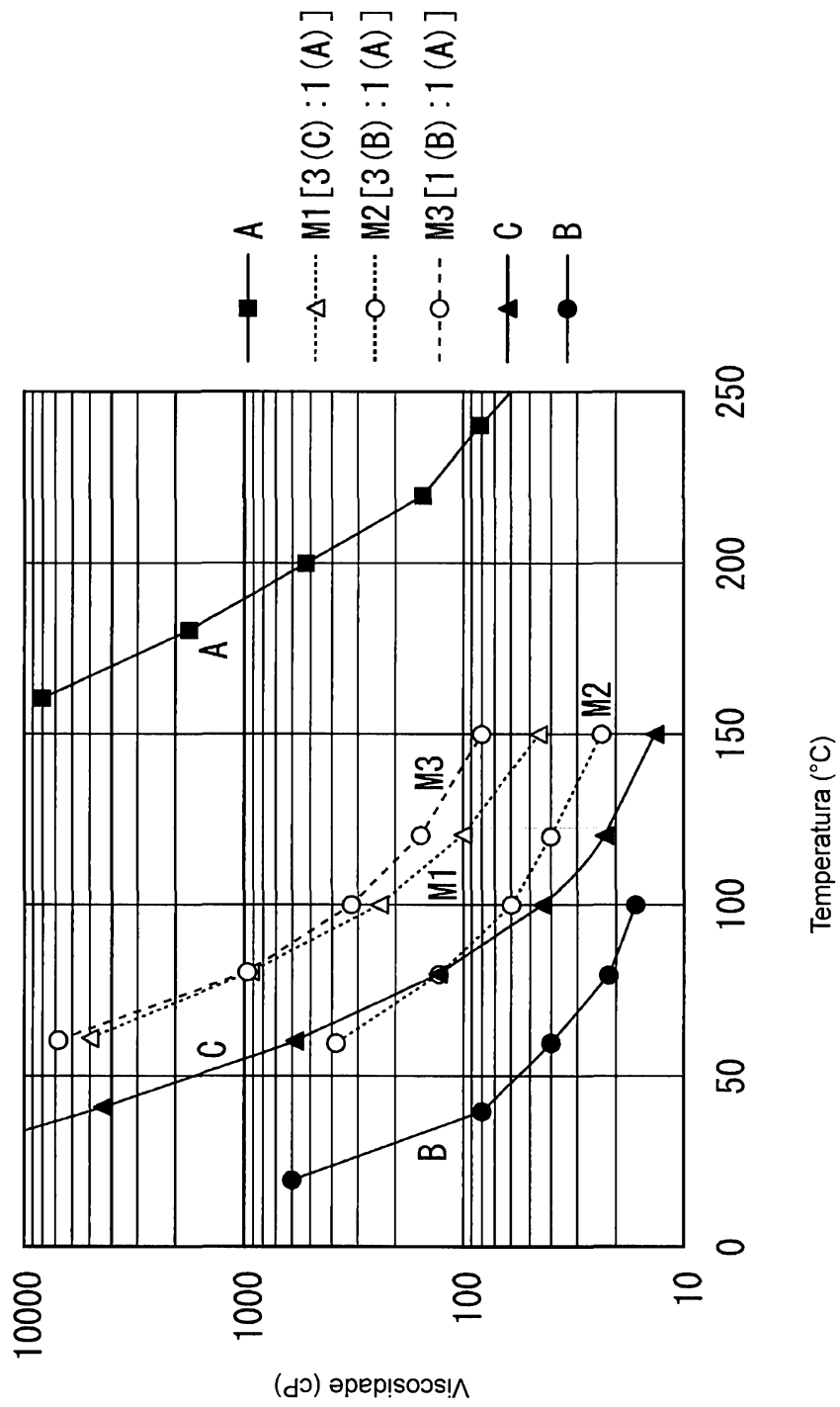


FIG. 4A

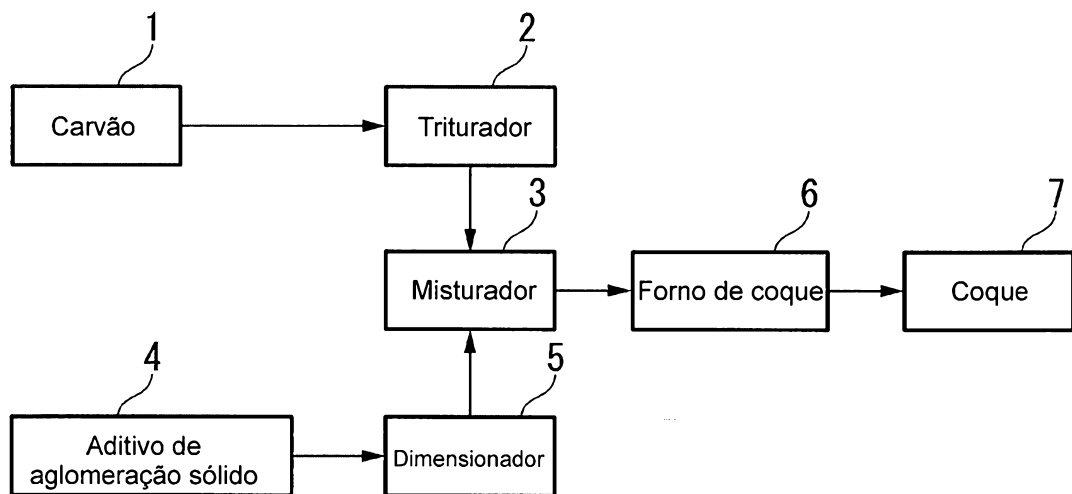


FIG. 4B

