



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

(11) PI 0807245-0 B1

(22) Data do Depósito: 13/03/2008

(45) Data de Concessão: 20/12/2016



(54) Título: MÉTODO PARA A REMOÇÃO DE FERRO-GUSA RESIDUAL DO ALTO-FORNO

(51) Int.Cl.: C21B 7/00

(30) Prioridade Unionista: 19/06/2007 JP 2007-161489

(73) Titular(es): NIPPON STEEL ENGINEERING CO., LTD.

(72) Inventor(es): HIROSHI TAKASAKI; MANABU GOTOU; YUUICHI TAKEDA

**"MÉTODO PARA A REMOÇÃO DE FERRO-GUSA RESIDUAL
DO ALTO-FORNO"**

DESCRIÇÃO

Campo Técnico

[0001] A presente invenção se refere a um método para a remoção de ferro residual e, em particular, a um método para a remoção do ferro residual que permanece na soleira quando o alto-forno é reparado.

Técnica Anterior

[0002] Quando em operação, o alto-forno contém produtos fundidos em alta temperatura. Esses altos-fornos exigem realinhamentos periódicos.

[0003] Quando o alto-forno é realinhado, é vertida água no forno para resfriar e solidificar o produto no estado fundido. O produto solidificado permanece na soleira. O ferro residual contido no interior provido de alta gravidade específica permanece na soleira fundido com o material refratário e similares na soleira, tendo peso na faixa de 300 toneladas a 2000 toneladas.

[0004] O ferro residual na soleira deve ser retirado para a desmontagem do corpo do alto-forno, sendo um caminho crítico no processo de realinhamento do alto-forno. Tem ocorrido geralmente que o processo de remoção do ferro residual não acontece como programado, provocando um retardo na programação de realinhamento, e o processo de remoção comprovou ser um trabalho altamente difícil.

[0005] O método típico para a remoção do ferro residual inclui a fragmentação do ferro residual gigante e a

retirada dos pequenos fragmentos do ferro-gusa. Foi desenvolvida uma técnica para a explosão do ferro residual para fragmentação e retirada deste (vide Documento de Patente 1).

[0006] De acordo com a técnica, é feita inicialmente uma abertura na parede externa da soleira, pela qual é retirado o material refratário da parede, de maneira que o ferro residual fique exposto. Depois, é formada uma pluralidade de furos para explosivos em semicírculo ao longo da parte exposta do ferro residual. O ferro residual é explodido de maneira a produzir pequenos blocos fragmentados. A explosão do ferro residual é repetida para fragmentá-lo de uma extremidade até a outra. O ferro residual é retirado em pequenos blocos fragmentados.

[0007] Entretanto, a operação convencional de remoção por explosão do ferro residual tem os seguintes problemas.

[0008] Primeiro como é necessário repetir a fragmentação por explosão em pequena escala do ferro residual, o período de trabalho tende a ser prolongado. Mais especificamente, quando é feita uma explosão, o ferro residual é desmantelado por escavação na direção do centro do forno em aproximadamente 1,5 m na direção contrária à circunferência externa. Assim, para que as porções rompidas atinjam o centro do ferro residual, a explosão deve ser repetida por várias vezes correspondentes à distância até o centro do ferro residual. Além disso, como a área superficial da face de perfuração aumenta com a aproximação da parte

escavada ao centro, também aumentam o número de perfurações para os explosivos e o número necessário de explosões para fazer avançar toda a face de perfuração de uma distância de 1,5 m. Da mesma forma, é necessário um tempo muito longo para completar a remoção do ferro residual, apesar de os dados específicos dependerem da quantidade específica do ferro residual. De acordo com os dados obtidos em operações anteriores, são necessários aproximadamente sete dias para a retirada de 300 toneladas de ferro residual por fragmentação explosiva, e aproximadamente quatorze dias para a remoção de 1500 toneladas de ferro residual por fragmentação explosiva.

[0009] Segundo, existe o problema de como evitar que o ambiente circundante seja afetado pela explosão. Mais especificamente, como o método de explosão para a remoção do ferro residual é perigoso, são necessárias medidas confiáveis de segurança. Além disso, como as construções circundantes são danificadas pelos ventos da explosão e pela dispersão de partes do ferro residual quando é feita a explosão, é necessária a realização de reparos nas construções danificadas. Para evitar os danos às construções circundantes, são necessárias proteções de segurança bastante dispendiosas. Por exemplo, é feita uma proteção temporária com paredes para evitar a dispersão na abertura da carcaça do forno quando da retirada do ferro residual fragmentado.

[00010] Para solucionar os problemas provocados pela explosão, o requerente propôs uma técnica na qual é empregada uma serra de fio diamantado para dividir o ferro residual e então ser retirado (vide Documento de Patente 2).

[00011] De acordo com a técnica revelada no Documento de Patente 2, uma operação de realinhamento de um alto-forno começa com um corpo do forno. Primeiro, é retirada uma parte da carcaça do forno pela qual o ferro residual é removido. Depois, são introduzidas máquinas operacionais e similares no corpo do forno pela parte removida. Depois, são feitos furos de penetração, pelos quais são inseridas as serras de fio diamantado no material refratário sob o ferro residual. A serra de fio diamantado é inserida pelos furos de penetração de uma extremidade, sendo a serra de fio diamantado colocada no lado superior do ferro residual na outra extremidade, de maneira que a serra de fio diamantado forme uma alça. Nesse estado, a serra de fio diamantado é ativada para cortar verticalmente o ferro residual com um material refratário de soleira. Assim, o ferro residual é cortado para ser dividido em uma pluralidade de blocos de ferro residual, que são sequencialmente retirados do forno.

[00012] Também, considerando que os blocos divididos de ferro residual são fundidos com o material refratário da soleira abaixo, como o material refratário da soleira (isto é, tijolos refratários ou similares) é quebradiço, o material refratário da soleira separa-se ou desprende-se com facilidade dos blocos de ferro residual quando puxado lateralmente na operação de retirada, e os blocos de ferro residual podem ser retirados sem o material refratário.

[00013] De acordo com o método de serragem diamantada para a divisão do ferro residual, é obtida uma eficiente operação de divisão e retirada, sendo o período de trabalho

reduzido quando comparado ao método explosivo supramencionado, podendo ser simplificadas as medidas de segurança.

Documento de Patente: JP-A-2000-256717

Documento de Patente: JP-A-2007-084856

Revelação da Invenção

Problemas a Serem Solucionados pela Invenção

[00014] De acordo com o método de serragem diamantada para a divisão do ferro residual, a serra de fio diamantado é inserida nos furos de penetração formados no material refratário da soleira sob o ferro residual.

[00015] A existência dos furos de penetração tem sido um obstáculo para a maior eficiência do método para a remoção de ferro residual.

[00016] Mais especificamente, para fazer os furos de penetração, deve ser repetida uma pluralidade de operações de furação com uma furadeira antes da divisão do ferro residual. Como cada operação de furação é feita no material refratário da soleira para a formação de um longo furo, a operação de furação não é fácil.

[00017] Além disso, considerando que a operação de corte com a serra de fio diamantado inclui o envolvimento sequencial da serra de fio diamantado em torno do ferro residual pelos supramencionados furos de penetração, o furo de penetração é longo, e a operação de inserção da serra de fio diamantado não é fácil.

[00018] Um objetivo da invenção é prover um método para a remoção de ferro residual pelo qual a remoção do ferro

residual que permanece na soleira possa ser feita com segurança e facilidade em um curto período quando o alto-forno é realinhado.

Meios para Solucionar os Problemas

[00019] Um método para a remoção de ferro residual de acordo com um aspecto da invenção é o método para a remoção de ferro residual pela divisão do ferro residual que permanece no material refratário da soleira para a formação de uma pluralidade de blocos de ferro residual e a remoção dessa pluralidade de blocos de ferro residual para fora do alto-forno quando este é realinhado; o método para a remoção inclui: levantamento do ferro residual do material refratário da soleira com um equipamento de içamento; suportar o ferro residual com um espaçador colocado entre o ferro residual e o material refratário da soleira; dividir o ferro residual com um cortador em uma pluralidade de blocos de ferro residual; e retirar a pluralidade de blocos de ferro residual de forma sequencial para fora do alto-forno.

[00020] De acordo com um aspecto da invenção, como o ferro residual é levantado do material refratário da soleira quando suportado pelos espaçadores, pode ser usado um espaço entre o ferro residual e o material refratário da soleira quando a serra de fio diamantado for empregada como cortador. Da mesma forma, pode-se evitar a operação de furação dos furos de penetração e a operação de inserção da serra de fio diamantado pelos furos de penetração, necessárias na técnica convencional acima exposta, eliminando assim essas operações complexas.

[00021] No arranjo acima, é preferível que seja empregada uma pluralidade de macacos hidráulicos como equipamentos de içamento, sendo o ferro residual totalmente levantado do material refratário da soleira por uma pluralidade de macacos hidráulicos colocados em torno do ferro residual.

[00022] Com este arranjo, como é empregada uma pluralidade de macacos hidráulicos permitindo que cada macaco hidráulico seja pequeno, sendo estes individualmente introduzidos no forno, mesmo quando a abertura formada em uma parede do forno tiver tamanho limitado.

[00023] Além disso, em contraposição a um enorme equipamento de içamento, a instalação e a retirada de uma pluralidade de macacos hidráulicos são mais fáceis, sendo possível aumentar e reduzir o número de macacos hidráulicos em correspondência com o tamanho ou similar do alto-forno. Da mesma forma, pode ser conseguida uma operação eficiente.

[00024] Na disposição acima, é preferível que a pluralidade de macacos hidráulicos seja removida após o ferro residual ter sido suportado pelos espaçadores.

[00025] Com este arranjo, como os espaçadores podem suportar o ferro residual após a colocação dos espaçadores, os macacos hidráulicos podem ser retirados sem problemas.

[00026] Se os macacos hidráulicos colocados em torno do ferro residual na operação de içamento não forem removidos, ficará difícil a obtenção de espaços para a próxima operação de divisão. Entretanto, se os macacos hidráulicos forem removidos, pode ser provido um espaço

suficiente em torno do ferro residual, facilitando assim a divisão que segue.

[00027] Na disposição acima, é preferível que a divisão inclua: uma instalação de planos divisores em que um primeiro plano divisor e um segundo plano divisor que intercepta o primeiro plano divisor; primeira divisão onde a divisão é feita ao longo do primeiro plano divisor para a formação de blocos intermediários de ferro residual; e segunda divisão onde os blocos intermediários de ferro residual são divididos ao longo do segundo plano divisor para a formação de blocos de ferro residual.

[00028] Com este arranjo, como o ferro residual é dividido ao longo do primeiro plano divisor e o segundo plano divisor em um padrão de treliça em vista plana, mesmo quando as linhas de corte forem lineares, o ferro residual pode ser cortado tanto lateral como longitudinalmente em pequenos blocos na extremidade.

[00029] Além disso, como o ferro residual passa pela primeira divisão para formar longos blocos intermediários de ferro residual antes de ser feita a segunda divisão para cortar de forma sequencial os blocos intermediários de ferro residual, a explosão pode ser feita em pequena escala, mesmo se for empregada para a segunda divisão indicada abaixo, podendo a segunda divisão ser realizada divisão por divisão. Em resumo, é permitida uma variação dos procedimentos operacionais.

[00030] Na disposição acima, é preferível que tanto a primeira como a segunda divisões empreguem o cortador.

[00031] Com este arranjo, como a explosão não é empregada de forma alguma, podem ser evitados completamente os problemas causados pela explosão supramencionada, isto é, os problemas referentes à administração da programação para a operação de remoção e os problemas de medidas de segurança contra os ventos da explosão e o espalhamento de peças do ferro residual.

[00032] Na disposição acima, é preferível que a primeira divisão empregue o cortador e a segunda divisão empregue a explosão.

[00033] Com este arranjo, como a explosão é somente empregada para a segunda divisão, que divide os blocos intermediários de ferro residual que já tenham sido cortados de forma alongada, a escala da explosão pode ser suficientemente pequena, limitando assim os problemas supramencionados com a explosão convencional em um nível em que as operações praticamente não são obstruídas.

[00034] Mais especificamente, a explosão na segunda divisão é a explosão dos blocos intermediários de ferro residual que já foram divididos pelo cortador. O segundo plano divisor junto com a explosão a ser feita é linear e tem um curto prolongamento através dos blocos intermediários de ferro residual. Da mesma forma, a escala da explosão pode ser reduzida, e o número de explosões pode ser muito reduzido quando comparados com a técnica convencional. Portanto, quando é feita a fragmentação eficiente por explosão, os problemas convencionais causados pela explosão podem ser minimizados.

[00035] Esta redução de escala da explosão na segunda divisão é baseada nas seguintes razões.

[00036] Primeiro, nesta segunda divisão, é aumentado o grau de liberdade da parte dividida pela explosão. Em outras palavras, na explosão convencional, como um bloco em forma de C ou similar é dividido a partir de um bolo de ferro residual, a parte a ser explodida é continuamente fixa nas redondezas, de maneira que a parte a ser dividida não tem grau de liberdade de movimento. Da mesma forma, é necessária uma grande força para dividi-la, fazendo que seja grande a escala da explosão. Ao contrário, os blocos de ferro residual já tendo sido divididos em blocos intermediários de ferro residual pelo cortador já estão separados da circunferência, sendo obtido um grau de liberdade de movimento na direção ao longo do plano divisor para o corte do cortador (isto é, a direção ao longo do primeiro plano divisor). Portanto, a explosão que divide os blocos intermediários de ferro residual em dois na direção supramencionada pode ser feita em pequena escala.

[00037] Segundo, apesar de o bloco de ferro residual, tendo sido dividido pelo cortador, estar separado dos demais blocos de ferro residual nas vizinhanças, como os blocos de ferro residual são circundados pelos demais blocos de ferro residual, é menos provável que a explosão afete as vizinhanças, contribuindo assim para a manutenção da segurança.

[00038] Como acima exposto, neste arranjo, como a primeira divisão é feita pelo cortador e a segunda divisão é

feita por explosão em pequena escala, é obtida uma divisão eficiente enquanto é minimizada a influência da explosão como um todo.

[00039] A partir do descrito, a administração da operação de remoção é simplificada porque a profundidade de remoção ou similar do ferro residual que afeta a administração do progresso das etapas como no caso em que todo o ferro residual é fragmentado em pedaços pela explosão convencional não precisa ser considerada. Além disso, mesmo quando a explosão é realizada em pequena escala, os ventos da explosão e o espalhamento dos pedaços do ferro residual podem ser minimizados, sendo obtida segurança, podendo ser reduzidos os custos estruturais temporários, como os custos de construção de uma parede de proteção.

[00040] Na disposição acima, é preferível que a divisão empregue uma serra de fio diamantado como cortador, sendo feitos furos de inserção de serra diamantada no espaçador nas partes que interceptam o primeiro plano divisor ou o segundo plano divisor, sendo a serra de fio diamantado inserida por esses furos, e uma parte dos espaçadores é cortada em conjunto com o ferro residual.

[00041] Com este arranjo, como a serra de fio diamantado é empregada como cortador, mesmo se o ferro residual for grande, o ferro residual pode ser cortado confiavelmente. Neste arranjo, como o ferro residual é levantado e suportado pelo espaçador, a serra de fio diamantado pode ser passada pelo lado inferior do ferro residual pelo espaço entre o ferro residual e o material

refratário da soleira, de maneira que o corte com a serra diamantada possa ser feito de modo suave e fácil.

[00042] Aqui, quando a serra de fio diamantado é inserida entre o ferro residual e o material refratário da soleira, no espaço não ocupado pelos espaçadores, a serra de fio diamantado não interfere em nada. Por outro lado, quando o espaçador e a serra de fio diamantado se interceptam, o corte com a serra diamantada pode ser feito pelos furos de penetração nos espaçadores, com a inserção da serra de fio diamantado no intermédio. Aqui, com os furos de penetração favoravelmente curtos feitos nos espaçadores, a furação e as operações de inserção são bem mais fáceis que os furos convencionais de penetração que são feitos por todo o material refratário da soleira.

[00043] Na disposição acima, é preferível que os espaçadores sejam em aço de grande seção, colocados longitudinalmente paralelos ao primeiro plano divisor e ao segundo plano divisor, e os furos de inserção feitos nos espaçadores servem para a inserção da serra de fio diamantado usada para o outro primeiro plano divisor e o segundo plano divisor.

[00044] Com este arranjo, como é empregado um aço com seção da viga tipo H ou viga tipo C como espaçador, uma grande parte de uma forma planar do ferro residual pode ser suportada como um todo. Além disso, como o espaçador é uma viga longa, o espaçador pode ser inserido na parte central do ferro residual a partir do exterior do ferro residual, facilitando assim a colocação dos espaçadores.

[00045] Aqui, colocando os espaçadores paralelos ao primeiro plano divisor, pode ser totalmente evitado que a serra de fio diamantado usada na primeira divisão interfira nos espaçadores. Neste caso, se a segunda divisão for feita com o corte da serra diamantada, os furos de inserção podem ser feitos na parte da rede dos espaçadores, na parte em que passa a serra de fio diamantado, isto é, na parte que intercepta com o segundo plano divisor. Por outro lado, se a segunda divisão for feita por meio de explosão, não é necessário prover furos de inserção no espaçador.

[00046] Na disposição acima, é preferível que, enquanto uma parte do ferro residual passa pela primeira divisão, os blocos intermediários de ferro residual tendo passado pela primeira divisão, passam pela segunda divisão.

[00047] Com este arranjo, como a primeira divisão e a segunda divisão podem ser feitas de maneira sobreposta, podem ser efetivamente utilizadas as dependências exigidas na primeira divisão e na segunda divisão, obtendo-se assim um menor período de trabalho de divisão.

[00048] Na disposição acima, é preferível que enquanto a divisão estiver sendo feita, os blocos de ferro residual tendo passado pela divisão, passem pela remoção.

[00049] Com este arranjo, como a divisão e a retirada podem ser feitas de maneira sobreposta, podem ser efetivamente utilizadas as dependências requeridas na divisão e na retirada, obtendo-se assim um período reduzido de trabalho do início da divisão até o final da remoção.

[00050] Em particular, se a retirada for feita de

maneira sobreposta com a primeira divisão e a segunda divisão, que são feitas concomitantemente, a primeira divisão, a segunda divisão, e a remoção podem ser feitas simultaneamente no ferro residual, respectivamente nas diferentes partes em linha a partir de uma parte adjacente a uma extremidade até uma parte adjacente à outra extremidade.

Breve Descrição dos Desenhos

[00051] A Fig. 1 é uma vista transversal vertical mostrando o levantamento do ferro residual de acordo com a primeira configuração da invenção.

[00052] A Fig. 2 é uma vista plana mostrando o levantamento do ferro residual de acordo com a primeira configuração.

[00053] A Fig. 3 é uma vista transversal vertical mostrando a inserção de um espaçador de acordo com a primeira configuração.

[00054] A Fig. 4 é uma vista plana mostrando a inserção do espaçador de acordo com a primeira configuração.

[00055] A Fig. 5 é uma vista transversal vertical mostrando o suporte do ferro residual pelo espaçador de acordo com a primeira configuração.

[00056] A Fig. 6 é uma vista transversal vertical mostrando a primeira divisão e a segunda divisão por explosão de acordo com a primeira configuração.

[00057] A Fig. 7 é uma vista plana mostrando a primeira divisão e a segunda divisão por explosão de acordo com a primeira configuração.

[00058] A Fig. 8 é uma vista transversal vertical

mostrando a segunda divisão de acordo com a segunda configuração da invenção.

[00059] A Fig. 9 é uma vista plana mostrando a segunda divisão de acordo com a segunda configuração.

[00060] A Fig. 10 é uma vista transversal vertical mostrando a primeira divisão por uma serra de fio diamantado e a remoção de blocos de ferro residual de acordo com a terceira configuração da invenção.

[00061] A Fig. 11 é uma vista plana mostrando a primeira divisão e a remoção dos blocos de ferro residual de acordo com a terceira configuração.

Explicação dos Códigos

[00062] 1...ferro residual, 2...material refratário da soleira, 3...escória, 4...corpo do ferro residual, 8...bloco intermediário de ferro residual, 9...bloco de ferro residual, 10...alto-forno, 11...carcaça do forno, 12...membro refratário, 13...abertura operacional, 14...plataforma, 15...equipamento pesado, 21...macaco hidráulico, 22...espaçador, 23...porção côncava, 24...vão, 25...serra de fio diamantado, 26...furo para explosão, 27...furo para inserção, 28...furo de penetração, P1, P11, P12, P13...primeiro plano divisor, P2, P21, P22, P23...segundo plano divisor.

Melhor Modo para a Realização da Invenção

[00063] As configurações da invenção serão descritas abaixo com referência aos desenhos.

Primeira configuração

[00064] Na primeira configuração, o ferro residual que permanece no alto-forno é removido de acordo com a

invenção para o realinhamento do alto-forno.

[00065] Nas Figs. 1 e 2, o alto-forno 10 inclui uma carcaça do forno 11 como carcaça externa e um membro refratário 12 como um tijolo refratário é colocado dentro da carcaça do forno 11.

[00066] Antes do realinhamento, a operação do alto-forno 10 é interrompida, sendo vertida água para resfriar o interior do alto-forno 10. O ferro fundido no forno é resfriado e solidificado com a colocação de água, permanecendo como ferro residual 1 sobre o material refratário da soleira 2, formando camadas de tijolos de carbono e similares.

[00067] O ferro residual 1 é formado pelo corpo do ferro residual 4 e pela escória 3 na superfície. Mais especificamente, quando o ferro residual 1 solidifica, a escória 3 que permanece na superfície do corpo do ferro residual 4 é também resfriada e solidificada sendo fundida na superfície do corpo do ferro residual 4.

[00068] No início do processo de realinhamento, é removido o membro refratário 12 junto com a carcaça do forno 11, com o ferro residual 1 e o material refratário da soleira 2 ficando com um formato de pilar plano. Na parte inferior do corpo do forno, a carcaça do forno 11 é parcialmente removida no nível do ferro residual 1 para formar uma abertura operacional 13.

[00069] No ferro residual 1, os planos divisores (que serão descritos abaixo em detalhes) são definidos em um padrão de treliça em vista plana. Depois de ser dividido de

acordo com os planos divisores para formar pequenos blocos de ferro residual 9 no final, o ferro residual 1 é retirado do forno.

[00070] Na configuração, para fazer a divisão e a remoção do ferro residual, após ser feita a (1) determinação dos arranjos de posicionamento, são realizadas as etapas baseadas no método para a remoção de ferro residual de acordo com a invenção, isto é, (2) a elevação do ferro residual, (3) do suporte com espaçadores, (4) primeira divisão do ferro residual, (5) segunda divisão do ferro residual e a (6) remoção dos blocos de ferro residual.

(1) Determinação dos Arranjos de Posicionamento

[00071] A configuração emprega macacos hidráulicos 21 como dispositivos de içamento para a elevação do ferro residual 1 e longos membros de aço como vigas tipo H como espaçadores 22 para o suporte do ferro residual 1.

[00072] A disposição do posicionamento dos macacos hidráulicos 21 é feita baseada no arranjo de posição dos espaçadores 22.

[00073] A disposição do posicionamento dos espaçadores 22 é feita baseada nas instalações dos planos divisores do ferro residual 1.

[00074] Os planos divisores são instalados para incluírem os primeiros planos divisores P1 ilustrados na direção da esquerda para a direita na Fig. 2 e os segundos planos divisores P2 perpendiculares aos primeiros planos divisores P1.

[00075] Os três primeiros planos divisores P1 (P11 a P13) são instalados para dividirem o ferro residual 1 em quatro fileiras de blocos intermediários de ferro residual 8. São colocados três segundos planos divisores P2 (P21 a P23) para dividirem cada um dos blocos intermediários de ferro residual 8 em quatro blocos de ferro residual 9.

[00076] É colocado um par de espaçadores 22 para cada bloco, de maneira que os blocos intermediários de ferro residual 8 onde o ferro residual 1 é dividido inicialmente e os blocos de ferro residual 9, em que os blocos intermediários de ferro residual 8 são mais divididos, sejam suportados com segurança.

[00077] Especificamente, como mostrado na Fig. 4 ou 7, cada um dos blocos intermediários de ferro residual 8, que são divididos pelos primeiros planos divisores P11 a P13, é provido longitudinalmente de espaçadores 22 em ambos os lados. Na configuração, como são formados quatro blocos intermediários de ferro residual 8, são usados oito espaçadores 22.

[00078] Cada um dos espaçadores 22 é adaptado para ter comprimento suficiente para cruzar o ferro residual 1 em sua localização de instalação. Quando os espaçadores 22 são colocados, as extremidades do espaçador 22 se projetam pelas laterais do ferro residual 1. Da mesma forma, manipulando-se as extremidades projetantes, pode ser ajustada a localização do espaçador 22.

[00079] Os espaçadores 22 são colocados entre o ferro residual 1 e o material refratário da soleira 2, enquanto o

ferro residual 1 é elevado pelos macacos hidráulicos 21. Da mesma forma, os macacos hidráulicos 21 devem ser posicionados para não interferirem nos espaçadores 22. Por outro lado, é preferível que os macacos hidráulicos 21 sejam facilmente localizados e ajustados nas vizinhanças do ferro residual 1, com o material refratário da soleira 2 permanecendo no forno.

[00080] Em vista do acima exposto, na configuração, os macacos hidráulicos 21 são respectivamente dispostos entre cada par de espaçadores 22 que suportam os blocos intermediários de ferro residual 8 e perto da circunferência do ferro residual 1. Mais especificamente, os macacos hidráulicos 21 são posicionados em seis locais, como mostrado na Fig. 2.

(2) Levantamento do ferro residual

[00081] Na etapa de elevação do ferro residual 1, depois que os macacos hidráulicos 21 são localizados e instalados como descrito acima, o ferro residual 1 é levantado pelos macacos hidráulicos 21.

[00082] Inicialmente, é formada a porção côncava 23 para a instalação dos macacos hidráulicos em uma lateral do material refratário da soleira 2. Especificamente, como mostrado na Fig. 1, uma plataforma 14 é colocada adjacente à abertura operacional 13, e o equipamento pesado 15 é introduzido na plataforma 14. O equipamento pesado 15 escava a circunferência do material refratário da soleira 2 para formar a porção côncava 23, onde se localiza o macaco hidráulico 21.

[00083] Depois, os macacos hidráulicos 21 levantam

todo o ferro residual 1. Nesse momento, os macacos hidráulicos 21 levantam o ferro residual 1 de forma equilibrada, de maneira que o ferro residual 1 mantenha uma posição horizontal na elevação.

[00084] Como mostrado na Fig. 3, com a elevação do ferro residual 1, o material refratário da soleira 2 é separado da superfície inferior do ferro residual 1 pelo peso do material refratário da soleira 2, formando assim um vão 24 entre o material refratário da soleira 2 e o ferro residual 1.

(3) Suporte pelo Espaçador

[00085] Na etapa de suporte pelo espaçador 22, os espaçadores 22 são inseridos no vão 24 entre o material refratário da soleira 2 e o ferro residual 1, antes que os macacos hidráulicos 21 sejam abaixados, para que o ferro residual 1 seja suportado pelos espaçadores 22.

[00086] Inicialmente, como mostrado na Fig. 3, os espaçadores 22 são introduzidos no vão 24 entre o material refratário da soleira 2 e o ferro residual 1. Os espaçadores 22 são introduzidos um a um a partir da plataforma 14 por meio de um transportador convencional.

[00087] Nessa ocasião, como mostrado na Fig. 4, os espaçadores 22 são introduzidos de maneira a não interferirem nos macacos hidráulicos 21. Como indicado acima, em vista plana, os espaçadores 22 se localizam em ambos os lados de cada bloco intermediário de ferro residual 8 e ajustados de maneira paralela aos primeiros planos divisores P11 a P13.

[00088] Depois que todos os espaçadores 22 forem

colocados, como mostrado na Fig. 5, os macacos hidráulicos 21 são abaixados.

[00089] Com o procedimento acima, o ferro residual 1 tendo sido suportado pelos macacos hidráulicos 21, está agora montado e suportado pelos espaçadores 22.

[00090] Quando os macacos hidráulicos 21 são mais abaixados até onde não haja carga do ferro residual 1 aplicada aos macacos hidráulicos 21, estes 21 são retirados e removidos das porções côncavas 23.

[00091] Além disso, os macacos hidráulicos 21 podem ser deixados nas porções côncavas 23, mas é preferível que estes 21 sejam removidos nessa ocasião para que não interfiram nas seguintes etapas de divisão do ferro residual.

(4) Primeira divisão do ferro residual

[00092] Na primeira etapa de divisão do ferro residual, o ferro residual 1 suportado pelos espaçadores 22 é cortado ao longo dos primeiros planos divisores P1 (P11 a P13).

[00093] Também, na primeira etapa de divisão da configuração, o corte ao longo de um plano divisor através do ferro residual 1 é feito de uma vez, mas o corte ao longo de um plano divisor através do ferro residual 1 na primeira etapa de divisão pode ser feito várias vezes (como será descrito abaixo).

[00094] Na configuração, a serra de fio diamantado 25 é empregada como o primeiro cortador divisor.

[00095] Como mostrado nas Figs. 6 e 7, a serra de fio diamantado 25 é sequencialmente provida a cada um dos

primeiros planos divisores P11 a P13. A serra de fio diamantado 25 colocada na superfície superior do ferro residual 1 é dobrada para trás na extremidade do ferro residual 1 a ser colocado sob a parte inferior do ferro residual 1 e volta ao longo do espaçador 22 para formar um caminho de alça. Nesse estado, a serra de fio diamantado 25 acionada por um dispositivo convencional de acionamento (não mostrado) corta o ferro residual 1 para formar quatro blocos intermediários de ferro residual 8.

[00096] Na configuração do exemplo, a serra de fio diamantado 25 pode ser qualquer serra de fio diamantado convencional adequada.

[00097] Exemplos de serra convencional de fio diamantado incluem a serra de fio diamantado em que são formadas contas pelas camadas de partículas abrasivas de um fuste metálico, sendo providas contas diamantadas separadas entre si em um cabo de aço formado por linhas metálicas trançadas e as partes expostas do cabo de aço entre as contas são cobertas por um material de cobertura, como uma resina ou uma borracha. Na configuração, por exemplo, pode ser empregado o produto No. EWLS-255 fabricado pela A.L.M.T. Corp., usado para o desmonte e reparos de metrôs, edifícios, estradas, pontes e similares.

[00098] Se a velocidade de operação da serra de fio diamantado 25 for inferior a 20 m/seg, será difícil obter um corte eficiente, e se a velocidade de operação for maior que 30 m/seg, é mais provável que a própria serra de fio diamantado 25 seja cortada. Assim, é preferível que a

velocidade de operação da serra de fio diamantado 25 esteja na faixa de 20 m/seg a 30 m/seg.

(5) Segunda divisão do ferro residual

[00099] Na segunda etapa de divisão do ferro residual, os blocos intermediários de ferro residual 8 formados na primeira etapa de divisão passam pela segunda etapa de divisão para formarem blocos de ferro residual 9.

[000100] Na configuração, a segunda divisão é feita com a explosão em pequena escala.

[000101] Nas Figs. 6 e 7, os blocos intermediários de ferro residual 8 formados na primeira etapa de divisão, os furos para explosão 26 são dispostos ao longo dos segundos planos divisores P2 (P21 a P23). Os furos para explosão 26 são feitos a partir da superfície dos blocos intermediários de ferro residual 8 (ferro residual 1) em uma profundidade predeterminada com as furadeiras convencionais.

[000102] Os explosivos são colocados nos furos para explosão 26, e os explosivos de uma fileira dos furos para explosão 26 são simultaneamente detonados para realizar a explosão ao longo dos segundos planos divisores P21 a P23.

[000103] Além disso, é preferível que a explosão dentro do forno seja a menor possível. Da mesma forma, na configuração, cada um dos segundos planos divisores P21 a P23 de cada um dos blocos intermediários de ferro residual 8 é explodido separadamente.

[000104] Entretanto, um dos segundos planos divisores P21 a P23 em uma pluralidade dos blocos intermediários de ferro residual 8 pode ser explodido simultaneamente, e uma

pluralidade dos segundos planos divisores P21 a P23 em um bloco intermediário de ferro residual 8 pode ser explodido simultaneamente.

[000105] Além disso, como será descrito abaixo em detalhes, as etapas podem ser feitas de forma sobreposta. Em outras palavras, durante a realização da etapa anterior “primeira divisão de ferro residual” com uma parte do ferro residual 1, a etapa “segunda divisão de ferro residual” pode ser feita com outra parte do ferro residual 1.

[000106] Pelo acima descrito, os blocos intermediários de ferro residual 8 passam pela segunda etapa de divisão e formam, respectivamente, quatro blocos de ferro residual 9. Assim, o ferro residual 1 é dividido em um total de dezesseis blocos de ferro residual 9 como resultado da primeira divisão e da segunda divisão.

(6) Remoção do ferro residual

[000107] Na etapa de remoção do ferro residual, os blocos de ferro residual 9 formados na segunda divisão pelas explosões supramencionadas são sequencialmente retirados do forno.

[000108] Quando os blocos de ferro residual 9 são retirados, uma outra plataforma de transporte (não mostrada), por exemplo, é construída na plataforma 14 para formar uma superfície transportadora no mesmo nível da superfície superior do espaçador 22, onde os blocos de ferro residual 9 sobre os espaçadores 22 são, de forma sequencial, deslizados para fora do forno. Para deslizar os blocos de ferro residual 9, é amarrado um cabo ao bloco de ferro residual 9, que é

puxado por meio de um macaco hidráulico ou similar (não mostrado) para fora do forno.

[000109] Também, pode ser melhorada a suavidade da retirada dos blocos de ferro residual 9 preparando-se de forma adequada um rolete ou similar na superfície superior da plataforma de transporte ou preparando-se um transportador para mover os blocos um a um.

[000110] Além disso, o equipamento de tração não se limita a um cabo e a um macaco hidráulico, mas os blocos de ferro residual 9 podem ser movidos por um transportador acionado no lugar da plataforma de transporte.

[000111] Além disso, a plataforma de transporte pode não ser instalada, podendo ser introduzida na máquina de construção do tipo de uma pá mecânica (não mostrada) no forno a partir da abertura operacional 13. A máquina de construção pode erguer um bloco de ferro residual 9 e retirá-lo do forno. Um guindaste (não mostrado) pode suspender o bloco de ferro residual 9 retirado do forno e movê-lo para um local predeterminado. Empregando-se máquinas de construção como a pá mecânica e o guindaste, pode ser omitida a instalação supramencionada da plataforma de transporte ou similar. Além disso, mesmo que o alto-forno 10 esteja circundado por um solo em más condições para a construção de plataformas, uma máquina de construção pode melhor adaptar-se à situação que a plataforma fixa e retirar os blocos facilmente.

[000112] Na configuração, o ferro residual 1 pode ser erguido para formar o vão 24 entre o ferro residual 1 e o material refratário da soleira 2. Da mesma forma, mesmo

quando for empregada a serra de fio diamantado para o corte, podem ser eliminadas as operações como a formação de um furo inferior no material refratário da soleira 2.

[000113] Além disso, como a operação pode ser acelerada enquanto os detritos da explosão podem ser reduzidos na segunda divisão, podem ser obtidos tanto a segurança como a eficiência do trabalho.

Segunda configuração

[000114] A segunda configuração é a mesma que a supramencionada primeira configuração, onde: após ser feita (1) a determinação das disposições do posicionamento, são realizadas as etapas baseadas no método para a remoção de ferro residual de acordo com a invenção, isto é, (2) levantamento do ferro residual, (3) o suporte com espaçadores, (4) a primeira divisão do ferro residual, (5) a segunda divisão do ferro residual, e a (6) remoção dos blocos de ferro residual. O conteúdo das etapas (1) a (6) é também o mesmo que os da primeira configuração, exceto (5) pela segunda divisão do ferro residual. Portanto, na segunda configuração, será omitida a descrição duplicada das etapas similares, sendo descrita (5) a segunda divisão do ferro residual, que difere da primeira configuração.

(5A) Segunda divisão do ferro residual

[000115] Na segunda divisão da primeira configuração, os blocos intermediários de ferro residual 8 são cortados por meio de explosão para formarem os blocos de ferro residual 9.

[000116] Na segunda divisão da configuração, os blocos intermediários de ferro residual 8 são cortados por serras de

fio diamantado similares às usadas na primeira divisão para a formação de blocos de ferro residual 9.

[000117] Nas Figs. 8 e 9, as serras de fio diamantado 25 são dispostas sequencialmente nos blocos intermediários de ferro residual 8 formados na primeira divisão junto com os segundos planos divisores P2 (P21 a P23) para cortar respectivamente os blocos intermediários de ferro residual 8.

[000118] Aqui, os segundos planos divisores P2 são posicionados respectivamente para cruzar os espaçadores 22. Portanto, é formado previamente um furo para inserção 27, pelo qual pode ser inserida uma serra de fio diamantado 25, em uma parte de cada espaçador 22 que intercepta os segundos planos divisores P2.

[000119] Especificamente, com base na disposição dos segundos planos divisores P2, que é conhecida antes da operação presente, são preparados os furos para inserção 27 nos espaçadores 22. Nessa ocasião, os furos para inserção 27 são dispostos de maneira que, quando os espaçadores são colocados na etapa (3), os furos para inserção 27 suportados pelos espaçadores correspondem respectivamente às posições dos segundos planos divisores P2.

[000120] Quando a segunda divisão é feita com os espaçadores 22, a serra de fio diamantado 25 é instalada em cada um dos segundos planos divisores P21 a P23, de maneira que uma parte da serra de fio diamantado 25 dobrada sob o ferro residual 1 seja inserida pelos furos para inserção 27 de cada espaçador 22.

[000121] Quando é feita a segunda divisão, apesar de

uma parte do espaçador 22 (a parte sobre o furo para inserção 27, isto é, o lado adjacente ao ferro residual 1) ser cortada junto com o bloco intermediário de ferro residual 8, o lado oposto do espaçador 22 permanece não cortado, de maneira que o espaçador 22 mantém sua forma longa original.

[000122] Da mesma forma, de forma similar à primeira configuração, esta segunda divisão pode dividir os blocos intermediários de ferro residual 8 em blocos de ferro residual 9.

[000123] De acordo com a configuração, como a segunda divisão do ferro residual assim como a primeira divisão são feitas com a serra de fio diamantado, todos os problemas devidos à explosão podem ser eliminados.

[000124] Além disso, em uma disposição planar, considerando que os espaçadores alongados 22 cruzam inevitavelmente a serra de fio diamantado 25, são feitos previamente furos para inserção 27 nos espaçadores 22, solucionando assim facilmente os problemas causados pelas partes que se interceptam.

Terceira configuração

[000125] A configuração é a mesma que a supramencionada primeira configuração onde: após (1) ser feita a determinação das disposições dos posicionamentos, são feitas as etapas baseadas no método para a remoção de ferro residual de acordo com a invenção, isto é, (2) o levantamento do ferro residual, (3) o suporte com espaçadores, (4) a primeira divisão do ferro residual, (5) a segunda divisão do ferro residual, e (6) a remoção dos blocos de ferro residual.

O conteúdo das etapas (1) a (3) também é o mesmo que o da primeira configuração.

[000126] Por outro lado, na configuração, (4) a primeira divisão de ferro residual é feita divisão por divisão para cada uma das divisões dos blocos de ferro residual 9. Além disso, (4) a primeira divisão de ferro residual, (5) a segunda divisão de ferro residual, e (6) a remoção dos blocos de ferro residual são feitas simultaneamente.

(4B) Primeira divisão de ferro residual

[000127] Na primeira configuração, quando o ferro residual 1 é cortado ao longo dos primeiros planos divisores P1 (P11 a P13), a serra de fio diamantado 25 é disposta no ferro residual 1.

[000128] Na configuração, a serra de fio diamantado 25 corta cada uma das divisões dos blocos de ferro residual 9 ao longo do primeiro plano divisor P1, em outras palavras, cada um dos segmentos que conecta uma interseção do primeiro plano divisor P1 e um segundo plano divisor P2 (P21, P22 ou P23) e outra interseção do primeiro plano divisor P1 e um plano divisor P2 vizinho (P21, P22 ou P23).

[000129] Para fazer esta primeira divisão, divisão por divisão, como mostrado na Fig. 10, são feitos furos de penetração 28 ao longo do ferro residual 1 no primeiro plano divisor P1, que deve ser cortado, em uma interseção com o segundo plano divisor P2.

[000130] Depois, pela parte externa do ferro residual 1, a serra de fio diamantado 25 é colocada em torno de uma

porção do ferro residual 1 de forma a passar pelo mais próximo dos furos de penetração 28 (que corresponde à posição do segundo plano divisor P21). Quando o corte é feito com uma serra de fio diamantado 25 colocada pelo furo de penetração 28 que corresponde ao segundo plano divisor P21, é cortada a divisão entre o segundo plano divisor P21 e a circunferência externa do ferro residual 1 (no lado direito da figura). Depois, a serra de fio diamantado 25 é colocada em torno de outra porção do ferro residual 1 de maneira a passar pelo furo de penetração 28 (que corresponde à posição do segundo plano divisor P22), sendo cortada a divisão entre o segundo plano divisor P21 e o segundo plano divisor P22.

[000131] Na Fig. 11, foi cortada a divisão entre o segundo plano divisor P21 e a circunferência externa do ferro residual 1 (no lado direito da figura) e a próxima divisão entre o segundo plano divisor P21 e o segundo plano divisor P22 está sendo cortada. Notar que, na Fig. 12, o ferro residual 1 da divisão entre o segundo plano divisor P21 e a circunferência externa do ferro residual 1 (no lado direito da figura) foi separado do bloco de ferro residual 9 da segunda divisão e retirado do forno.

(5B) Segunda divisão de ferro residual - (6B)

Retirada de ferro residual

[000132] Na supramencionada (4B) primeira divisão do ferro residual, cortando sequencialmente as divisões (P21 para a circunferência externa, P22 para P21, P23 para P22 e da circunferência externa para P23), pode ser feita uma série de primeiras divisões (cortando ao longo dos primeiros planos

divisores P1).

[000133] Quando são feitas as primeiras divisões, divisão por divisão, como mostrado na Fig. 10 ou 11, enquanto os primeiros planos divisores P11 a P13 são cortados, as partes de ambos os lados que tiverem passado pela primeira divisão podem passar pela segunda divisão e ser retiradas como blocos de ferro residual 9. Nesse caso, os blocos intermediários de ferro residual 8 não são independentemente formados junto com os primeiros planos divisores P1. Entretanto, como mostrado em exemplo na Fig. 11, por exemplo, pode ser feita uma projeção em formato de península 9B formada quando partes adjacentes de ambos os lados tiverem passado pela primeira divisão no bloco de ferro residual 9 após a segunda divisão. Assim, a projeção em formato de península 9B pode ser considerada como sendo o bloco intermediário de ferro residual 8.

[000134] Como mostrado acima, na terceira configuração, porções diferentes do ferro residual 1 podem passar simultaneamente pela primeira divisão, pela segunda divisão e pelas operações de remoção.

[000135] Aqui, a primeira divisão e a segunda divisão podem progredir simultaneamente, deixando os blocos de ferro residual divididos 9 nos locais originais até serem coletivamente retirados na última etapa.

[000136] Alternativamente, após as primeiras divisões serem feitas de forma sequencial e até que seja formada uma pluralidade de blocos intermediários de ferro residual 8 lado a lado, a segunda divisão e as operações de remoção podem ser

feitas simultaneamente.

[000137] De acordo com a terceira configuração, como (4) a primeira divisão do ferro residual é feita para cada uma das divisões do bloco de ferro residual 9, mesmo quando é aumentada uma largura do primeiro plano divisor P1, o corte divisão por divisão feito permite que a serra de fio diamantado 25 de comprimento limitado corresponda à situação, reduzindo a carga de acionamento necessária para o corte.

[000138] Além disso, como diferentes porções do ferro residual 1 simultaneamente passam (4) pela primeira divisão do ferro residual, (5) a segunda divisão do ferro residual, e (6) a retirada do ferro residual, os blocos de ferro residual divididos 9 podem ser retirados imediatamente. Da mesma forma, pode ser eliminada a congestão no forno, melhorando assim a eficiência de trabalho da primeira divisão e da segunda divisão, que são feitas de forma sequencial.

[000139] Também, a invenção não se limita às configurações supramencionadas, estando incluídas modificações e similares no escopo da invenção, enquanto o objetivo da invenção esteja sendo alcançado.

[000140] Por exemplo, a primeira divisão e a segunda divisão do ferro residual 1 são feitas com uma serra de fio diamantado 25 nas configurações acima, contudo podendo ser empregado qualquer outro cortador adequado. O que é exigido de tal cortador adequado é a capacidade de cortar o ferro residual 1 e de ser introduzido e operado no interior do alto-forno 10. Exemplos desse cortador incluem um cortador mecânico convencional e um cortador por jato de fluido.

[000141] Além disso, o ferro residual 1 é dividido de acordo com os três primeiros planos divisores P1 e os três segundos planos divisores P2 nas configurações acima, mas o número e a forma de divisão podem ser adequadamente determinados com a implementação da invenção.

[000142] Além disso, o posicionamento e o número dos macacos hidráulicos 21 nas configurações acima podem ser modificados adequadamente. A porção côncava 23 é formada no material refratário da soleira 2, de maneira que os macacos hidráulicos 21 podem ser colocados sob o ferro residual 1 na configuração, mas o trabalho de preparação, como o provimento da porção côncava 23 no material refratário da soleira 2 pode ser omitido se for empregado um macaco hidráulico capaz de suportar o ferro residual 1 pelas laterais do ferro residual 1.

Aplicabilidade Industrial

[000143] A presente invenção pode se aplicar a um método para a remoção de ferro residual solidificado que permanece na soleira quando o alto-forno é reparado.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a remoção de ferro-gusa residual do alto-forno para a divisão do ferro residual (1) que permanece no material refratário da soleira (2) para formar uma pluralidade de blocos de ferro residual (9) e a remoção de uma pluralidade de blocos de ferro residual (9) no exterior de um alto-forno (10) quando este é reparado, caracterizado pelo método para a remoção compreender: levantar o ferro residual (1) do material refratário da soleira (2) com um equipamento de içamento (21); suportar o ferro residual (1) com espaçadores (22) colocados entre o ferro residual (1) e o material refratário da soleira (2); dividir o ferro residual (1) com um cortador (25) em uma pluralidade de blocos de ferro residual (9); e retirar uma pluralidade de blocos de ferro residual (9) para o exterior do alto-forno (10) de forma sequencial.

2. Método para a remoção do ferro residual, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é empregada uma pluralidade de macacos hidráulicos (21) como o equipamento de içamento e o ferro residual (1) é totalmente içado do material refratário da soleira (2) por uma pluralidade de macacos hidráulicos (21) colocados em torno do ferro residual (1).

3. Método para a remoção do ferro residual, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de macacos hidráulicos (21) é removida após o ferro residual (1) ser suportado pelos espaçadores (22).

4. Método para a remoção do ferro residual,

de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a divisão compreende: instalação de planos divisores em que são colocados um primeiro plano divisor (P1) e um segundo plano divisor (P2) que intercepta o primeiro plano divisor (P1); uma primeira divisão em que esta é feita ao longo do primeiro plano divisor (P1) para formar blocos intermediários de ferro residual (8); e uma segunda divisão em que os blocos intermediários de ferro residual (8) são divididos ao longo do segundo plano divisor (P2) para formar blocos de ferro residual (9).

5. Método para a remoção do ferro residual, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que tanto a primeira divisão como a segunda divisão empregam o cortador (25).

6. Método para a remoção do ferro residual, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a primeira divisão emprega o cortador (25) e a segunda divisão emprega explosão.

7. Método para a remoção do ferro residual, de acordo com a reivindicação 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que

a divisão emprega uma serra de fio diamantado (25) como cortador, e são feitos furos de inserção (27) da serra diamantada nos espaçadores (22) nas partes que interceptam o primeiro plano divisor (P1) ou o segundo plano divisor (P2), sendo a serra de fio diamantado (25) inserida nos furos de inserção (27), e os espaçadores (22) são

cortados em conjunto com o ferro residual (1).

8. Método para a remoção do ferro residual, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os espaçadores (22) são aços de seção longa, longitudinalmente colocados paralelos a um dos primeiros planos divisores (P1) e dos segundos planos divisores (P2), sendo os furos de inserção (27) feitos nos espaçadores (22) para a inserção da serra de fio diamantado (25) usada para o outro primeiro plano divisor (P1) e segundo plano divisor (P2).

9. Método para a remoção do ferro residual, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 4 a 8, caracterizado pelo fato de que enquanto uma parte do ferro residual (1) passa pela primeira divisão, os blocos intermediários de ferro residual (8) tendo passado pela primeira divisão, passam pela segunda divisão.

10. Método para a remoção do ferro residual, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de que apesar de ser feita a divisão, os blocos de ferro residual (9) que passaram pela divisão, passam pela remoção.

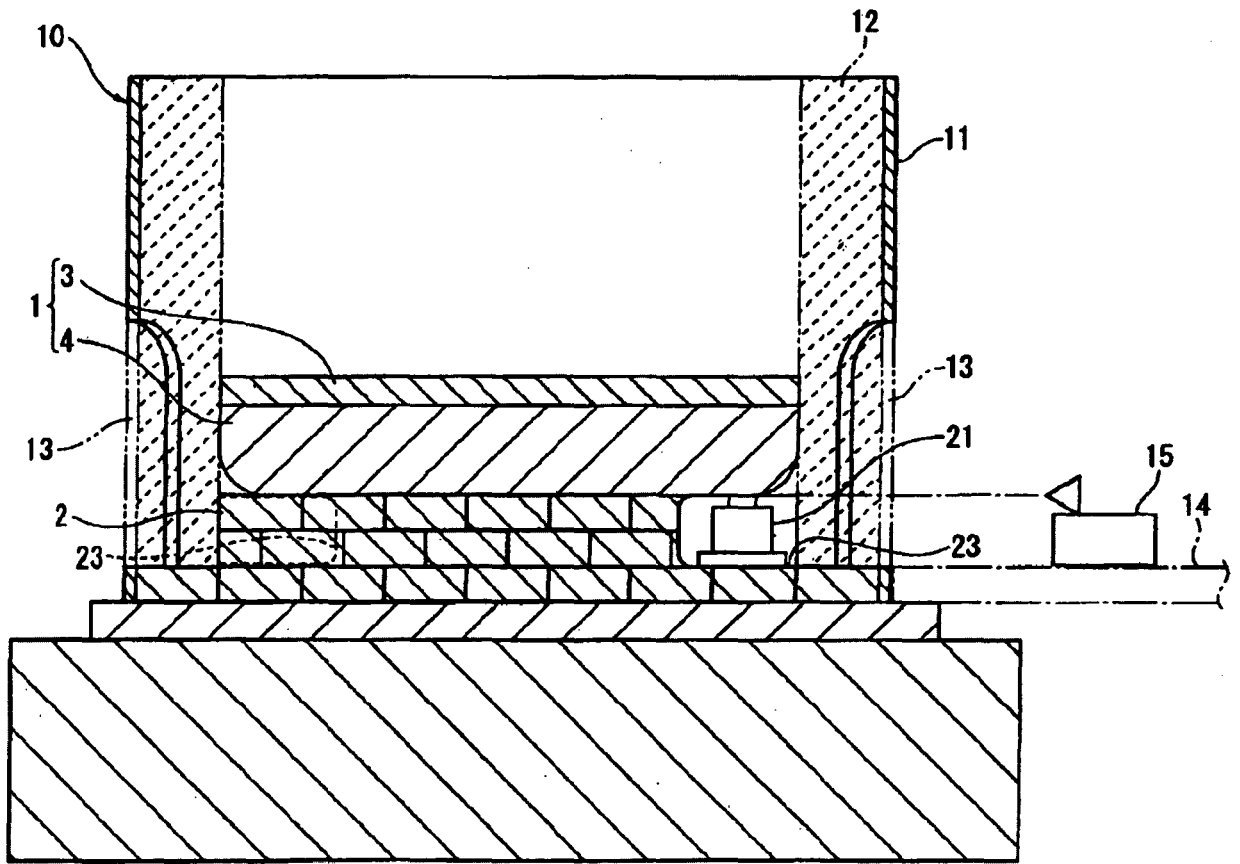


Fig. 1

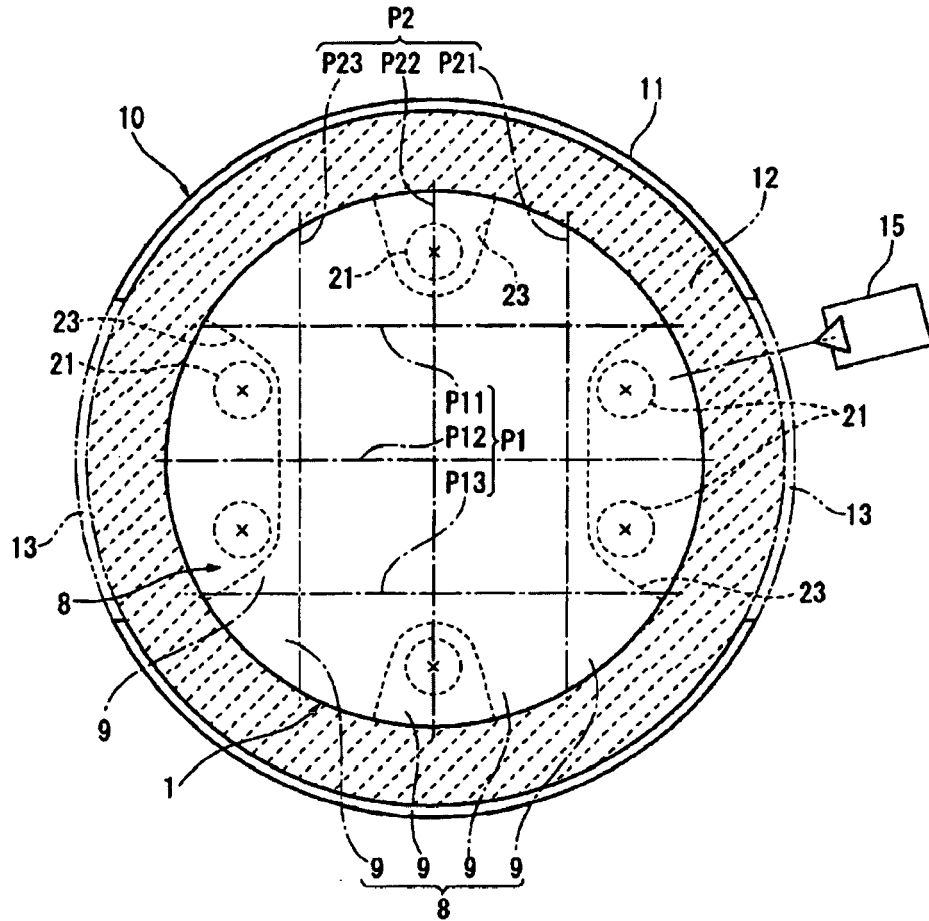


Fig. 2

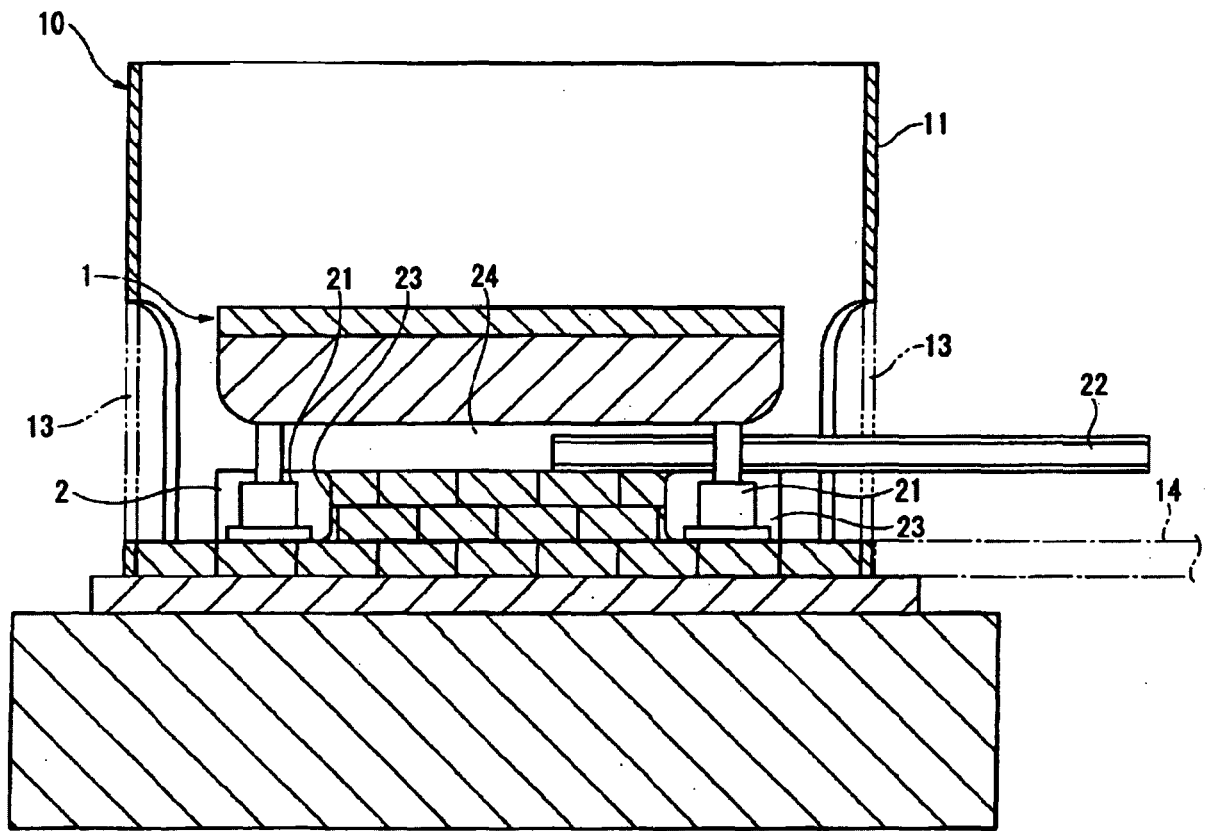


Fig. 3

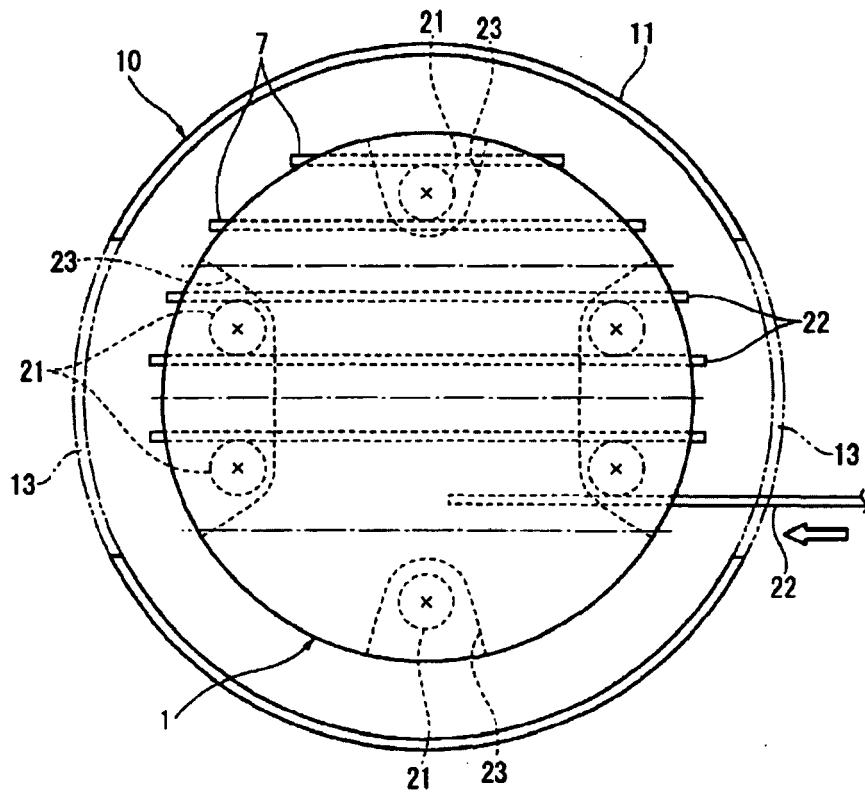


Fig. 4

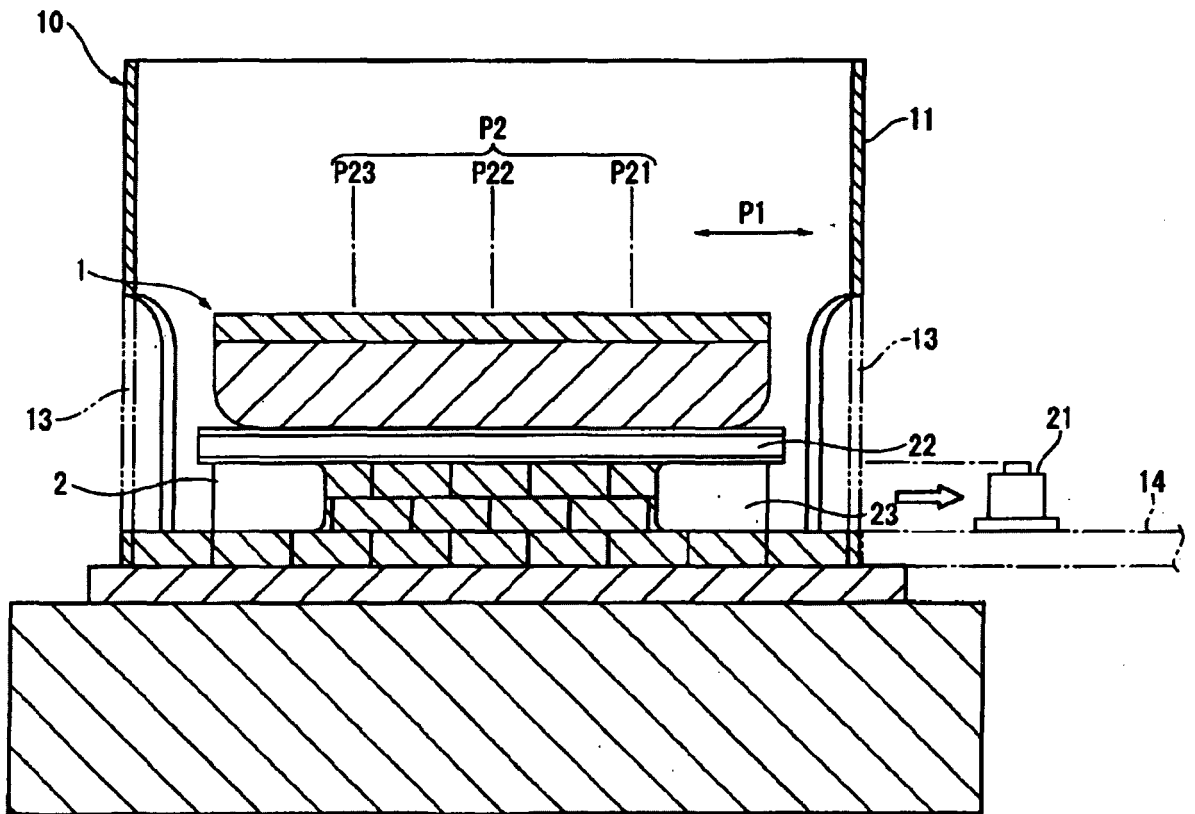


Fig. 5

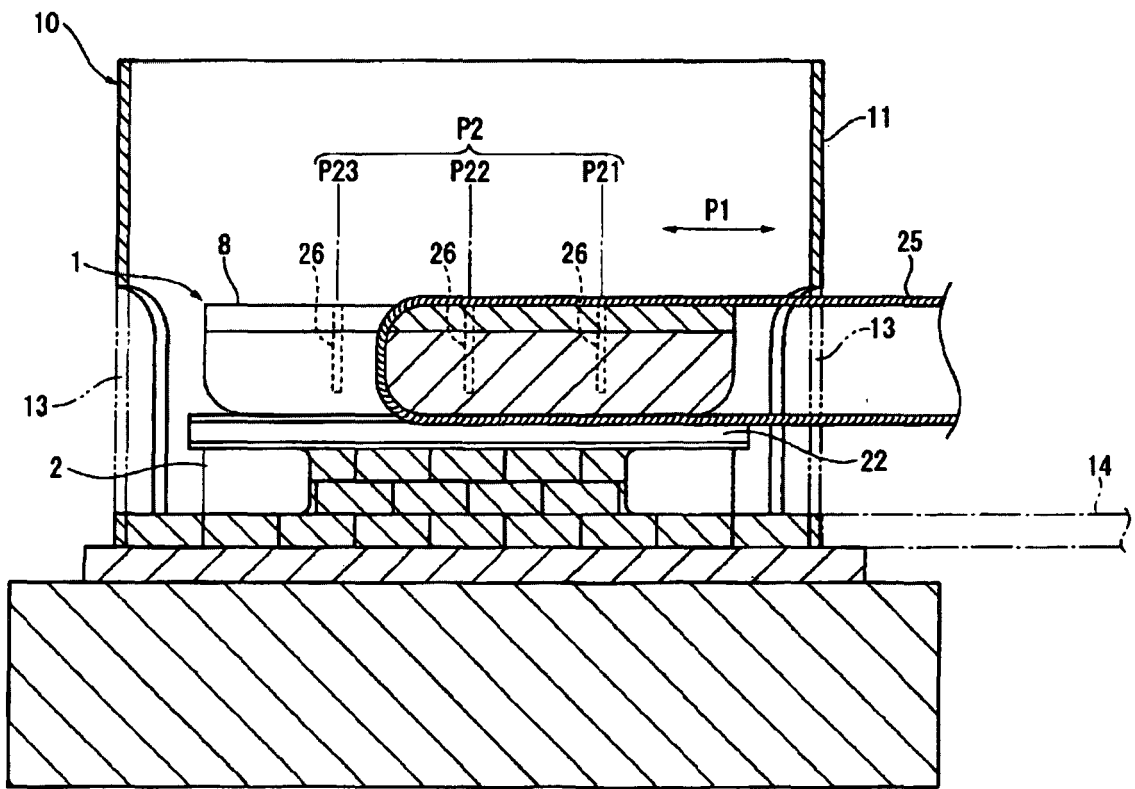


Fig. 6

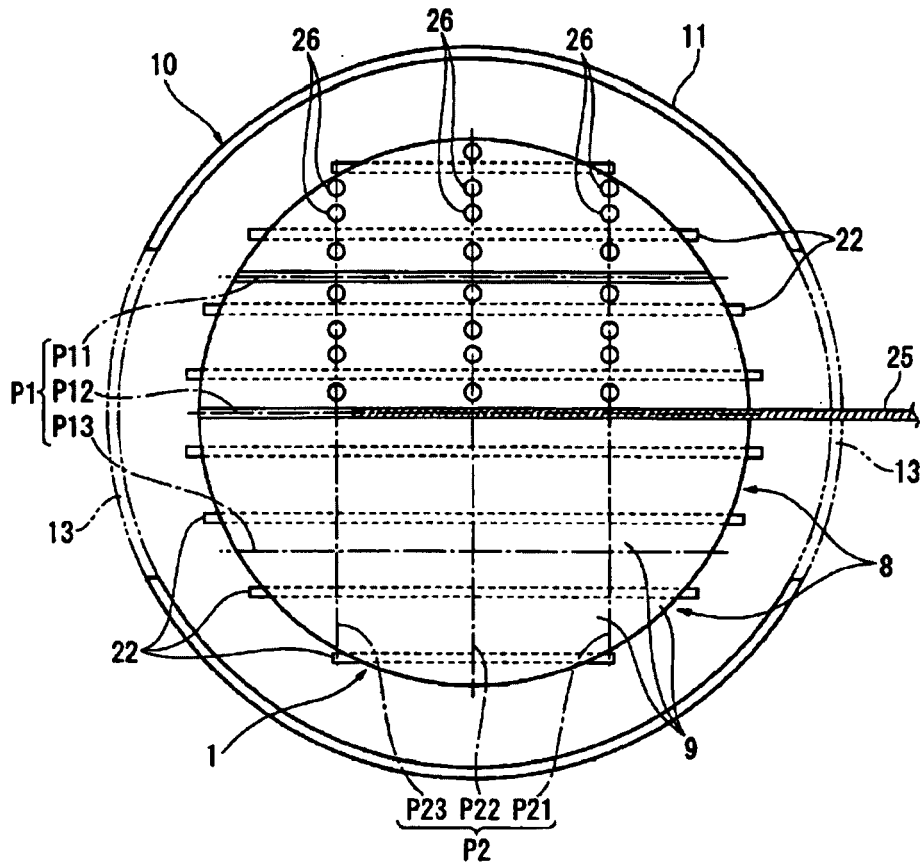


Fig. 7

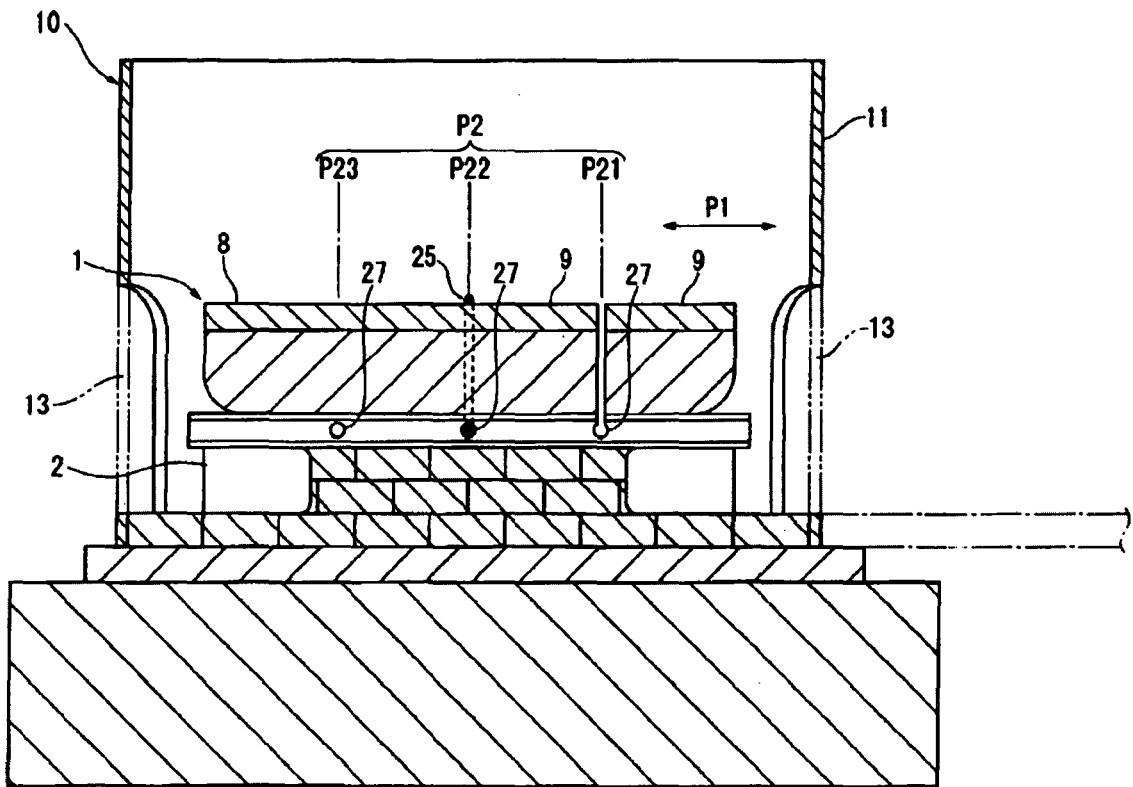


Fig. 8

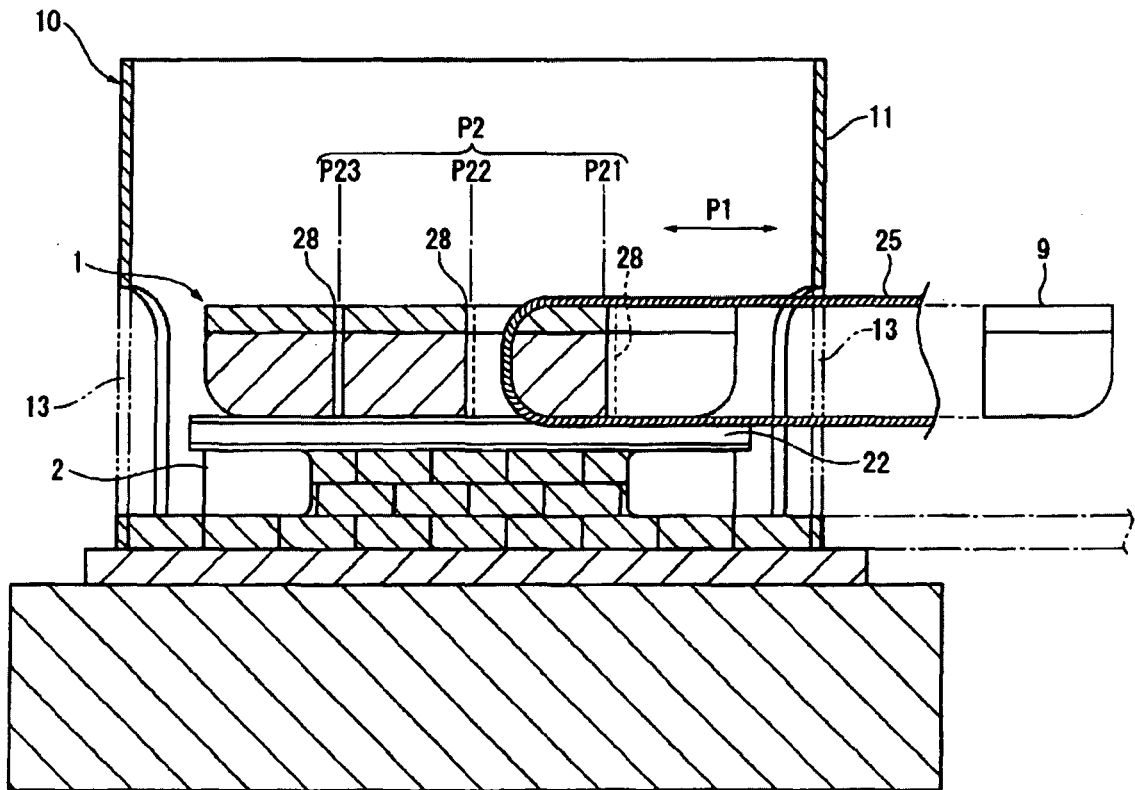


Fig. 10

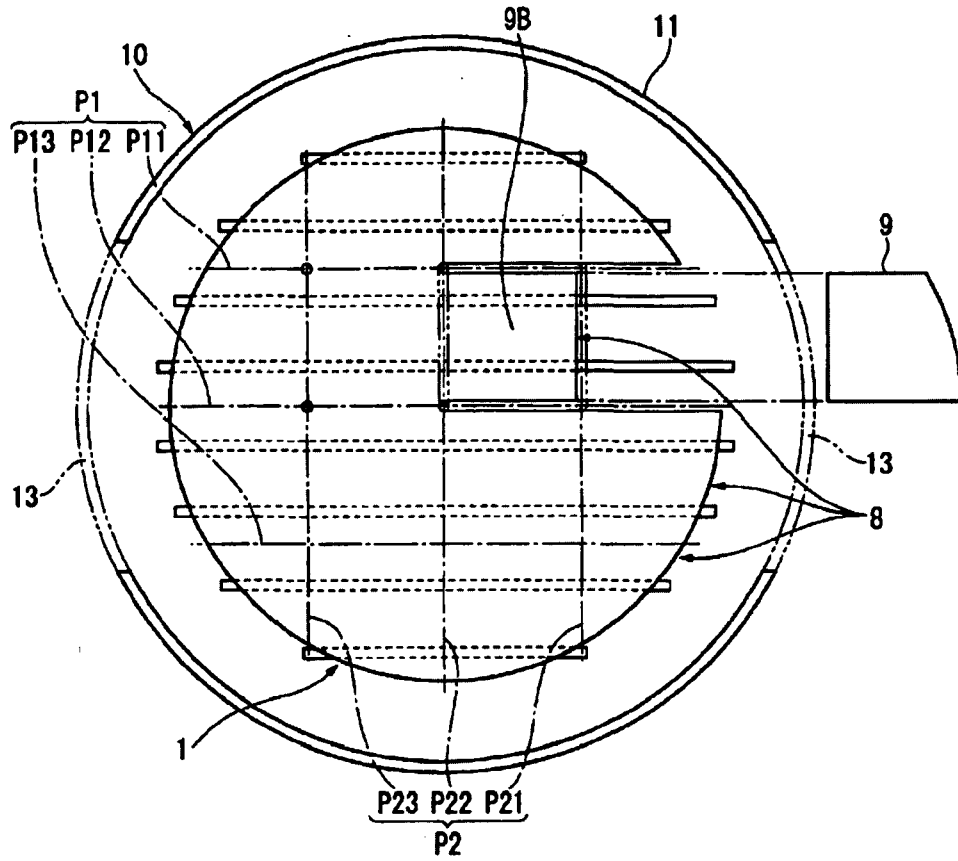


Fig. 11