

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

(21) **PI0617841-3 A2**



(22) Data de Depósito: 27/10/2006
(43) Data da Publicação: 09/08/2011
(RPI 2118)

(51) *Int.Cl.:*
B22D 11/00 2006.01
B22D 11/10 2006.01
C21C 7/04 2006.01

(54) Título: **MÉTODO DE PRODUÇÃO DE CHAPA GROSSA FUNDIDA DE ULTRABAIXO CARBONO**

(30) Prioridade Unionista: 27/10/2005 JP 2005-312973,
21/07/2006 JP 2006-199474, 21/07/2006 JP 2006-199474, 27/10/2005
JP 2005-312973

(73) Titular(es): Nippon Steel Corporation

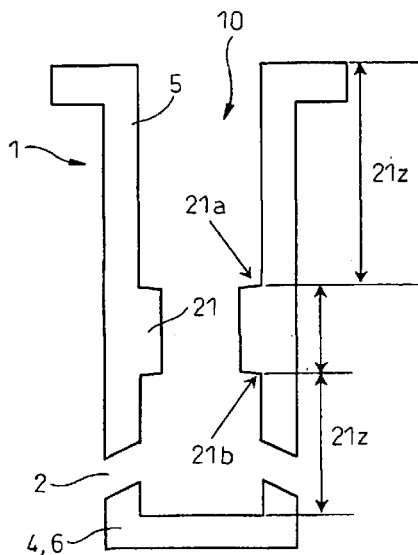
(72) Inventor(es): Akihiro Matsuzawa, Go Hirata, Hajime
Hasegawa, Katsuhiro Sasai, Katsunori Yamada, Masafumi Miyazaki,
Masahiro Doki, Wataru Ohashi, Yasuhiko Ohtani, Yoshiaki Kimura

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT JP2006322048 de 27/10/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/049824 de 03/05/2007

(57) Resumo: MÉTODO DE PRODUÇÃO DE CHAPA GROSSA FUNDIDA DE ULTRABAIXO CARBONO. A presente invenção refere-se a um método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono caracterizado pela adição de Ti ao aço fundido descarburizado para uma concentração de carbono de 0,01% por massa ou menos, adicionalmente acrescentar pelo menos um de Ce, La, e Nd, e utilizar um bocal de imersão para injetar o aço fundido acima de um distribuidor para um molde de fundição para fundição contínua enquanto mantendo uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de qualquer localização dentro de uma faixa de um bocal superior de distribuidor até as portas de descarga do dito bocal de imersão a 3 NI (litros normais) /min ou menos.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO DE PRODUÇÃO DE CHAPA GROSSA FUNDIDA DE ULTRABAIXO CARBONO**".

Campo da Técnica

- 5 A presente invenção refere-se a um método para produzir uma chapa grossa fundida de ultrabaixo carbono por fundição contínua.

Antecedentes da Técnica

- 10 O oxigênio dissolvido no aço fundido refinado por um conversor ou contentor de tratamento de vácuo é geralmente removido pelo elemento de desoxidação Al. No entanto, se desoxidar o aço de ultrabaixo carbono com um grande conteúdo de oxigênio dissolvido por Al, a alumina (Al_2O_3) se formará. Estes aglomerarão e mesclarão para formar grandes quantidades de agregados brutos de centenas de microns de tamanho ou mais.

- 15 Parte destes agregados de alumina entrará no bocal de imersão do distribuidor no momento da fundição contínua. Se aderirem ao furo interno do bocal de imersão, estes causam a obstrução do bocal e obstruem a operação. Ainda, se os agregados de alumina entrarem no molde de fundição e permanecerem na camada de superfície da placa fundida, estes se tornarão causas de formação de falhas de superfície de chapas de aço de bitola fina e terão um efeito prejudicial sobre a qualidade.

- 20 Como uma contramedida contra isto, em geral existe o método de insuflar dentro o gás Ar do bocal superior do distribuidor, bocal deslizante, ou bocal de imersão para fazer com que as inclusões baseadas em Al_2O_3 adiram às superfícies de bolhas, impedi-las de aderir no furo interno do bocal de imersão, e fazê-las flutuar no molde de fundição para remoção.

- 25 No entanto, com este método, existiram os problemas de que as bolhas de Ar insufladas dentro tornaram-se a causa de defeitos de furo de alfinete na placa fundida e que, adicionalmente, as bolhas de Ar flutuando no molde de fundição perturbavam o menisco e causavam o arraste de pó, com as partículas de pó arrastadas tornando-se a causa de falhas de superfície nas chapas de aço de bitola fina.

Ainda, quando fundindo continuamente o aço fundido, do ponto

de vista de facilidade de produção, usualmente, como mostrado na Figura 7, um bocal de imersão 1 de uma forma reta com um diâmetro interno fixo da extremidade superior até a extremidade inferior do furo interno 10 é utilizado.

No entanto, no caso de um bocal de imersão com um furo interno de uma forma reta, como mostrado na Figura 8, a parte de abertura 12 do bocal deslizante 11 está deslocada do centro do bocal de imersão 1, de modo que quando o aço fundido dentro do distribuidor (não mostrado) passa através do bocal deslizante 11 e flui para dentro do bocal de imersão 1, similarmente, como mostrado na Figura 8, uma distribuição desigual da taxa de fluxo de aço fundido inevitavelmente ocorre dentro do bocal de imersão 1 (na figura, vide as setas para baixo no centro).

Devido a isto, existia o problema que os fluxos desiguais 13a, 13b com diferentes taxas de fluxo ocorriam nas portas de descarga esquerda e direita, o estado de movimento de fluido dentro do molde de fundição era perturbado, e pó ou bolhas eram carregados para posições profundas na parte não solidificada do aço fundido e permaneciam dentro da placa fundida.

Para resolver estes problemas, dois métodos de solução foram descritos com base em descobertas anteriores. O primeiro é o método de utilizar um bocal de imersão que tem um orifício no furo central para o aço fundido desoxidado por Al.

Este método tem como seu objetivo a prevenção de aderência de alumina no furo interno e a supressão de fluxo desigual. Por exemplo, Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2001-239351 descreve um bocal de imersão que tem uma pluralidade de diferenças escalonadas em seu furo interno. Ainda, a Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2004-255407 descreve um bocal de imersão que tem uma pluralidade de projeções descontínuas no furo interno.

Ainda, nestes documentos de patente, se provê um orifício no furo interno (diferenças escalonadas ou projeções), a parte do bocal de imersão onde a taxa de fluxo de aço fundido torna-se notadamente lenta é eliminada e a taxa de fluxo é tornada uniforme. Como um resultado, está

descrito, os efeitos de supressão de fluxo desigual e de prevenção de aderência de alumina são obtidos.

Ainda, a Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2001-239351 descreve que uma taxa de fluxo de gás inerte é adequadamente de 1 NI (litro normal)/min a 40 NI (litros normais)/min. Note que abaixo, "litro normal" será algumas vezes simplesmente expresso como "NI".

O segundo é um método para impedir a formação de agregados de alumina. Por exemplo, Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2002-88412, a Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2003-49218, a Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2003-268435, a Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2005-60734, e a Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2005-139492 descrevem o método de utilizar o Ti e os metais de terras raras para desoxidação (daqui em diante referido como "desoxidação por Ti - metais de terras raras").

Este método desoxida o aço fundido por Ti para formar óxidos de Ti, então adiciona metais de terras raras para mudar os óxidos de Ti para inclusões esféricas resistentes à aglomeração e à mesclagem. De acordo com este método, é possível impedir a aderência de inclusões sobre o bocal de imersão, a obstrução do bocal de imersão e a formação de falhas de superfície devido aos agregados de alumina.

Ainda, a Publicação de Patente Japonesa (A) Número 11-343516 descreve o método de adicionar um ou ambos o Ca e um metal de terra rara após a desoxidação por Ti e fundir continuamente sem insuflar dentro o gás Ar. Este método também é um método que suprime a formação de inclusões como agregados e torna as inclusões finamente dispersas. Por este método, é possível obter um aço desoxidado por titânio excelente em propriedades de superfície.

Descrição da Invenção

Primeiro, o método descrito na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2001-239351 e na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2004-255407, isto é, o método de utilizar um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo interno para fundir continuamente o aço fundido desoxi-

dado por Al será explicado.

Na tecnologia descrita nos documentos de patente acima, mesmo se utilizando um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo interno, o efeito de tornar a distribuição da taxa de fluxo uniforme é difícil de obter. Isto é porque na técnica acima, existe o problema de obstrução de bocal.

Esta razão é porque na parte abaixo da extremidade inferior do orifício, um fluxo parasita ocorre e uma agitação é causada, de modo que a alumina não aderirá, mas na parte acima da extremidade superior do orifício, nenhum fluxo parasita ocorre, de modo que a aderência de alumina não pode ser evitada.

Especificamente, a extremidade superior do orifício é a localização onde a aderência de alumina progride mais. Se uma grande quantidade de inclusões baseadas em alumina aderir ali, o bocal obstruirá.

Como descrito na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2001-239351, se insuflar o gás Ar dentro do aço fundido, a obstrução de bocal pode ser impedida. No entanto, parte do gás Ar insuflado dentro do aço fundido enche o bocal de imersão e empurra a superfície fundida dentro do bocal de imersão (menisco secundário) para baixo na posição.

O aço fundido que flui do distribuidor para o bocal de imersão cai livremente da posição do bocal deslizante para o menisco secundário, mas se o menisco secundário estiver empurrado para baixo, a distância de queda do aço fundido se tornará maior, de modo que um forte fluxo descendente ocorrerá facilmente logo abaixo da posição de queda do aço fundido.

Em alguns casos, como uma reação a isto, como mostrado na Figura 9, um fluxo ascendente inverso (na figura, vide as setas em linhas tracejadas) ocorre por meio de que uma distribuição desigual da taxa de fluxo de aço fundido ocorre dentro do bocal de imersão (na figura, vide as setas de linha cheia).

A distribuição desigual da taxa de fluxo de aço fundido que ocorre devido ao fluxo de queda do aço fundido é facilitada se tornando o menisco secundário mais próximo da posição do bocal deslizante. No entanto, para obter o efeito de prevenção de aderência de alumina, pelo menos um ní-

vel predeterminado de taxa de fluxo de gás Ar é requerido. Normalmente, a taxa de fluxo de gás Ar é de 5 a 20 NI/min, mas com esta taxa de fluxo de gás Ar, é difícil tornar o menisco secundário próximo da posição do bocal deslizando.

- 5 Se o menisco secundário for baixo e a distância para a extremidade superior do orifício (na figura, vide "21a") for curta, existe a possibilidade de que o aço fundido não parará uma vez na parte acima do orifício mas passará através o orifício com a distribuição da taxa de fluxo ainda não tornada uniforme. Conseqüentemente, no estado de um menisco secundário
- 10 baixo, é difícil suprimir um fluxo desigual causado por um fluxo de queda apenas pelo orifício.

- A seguir o método descrito na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2002-88412, na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2003-49218, na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2003-268435,
- 15 na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2005-60734, na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 2005-139492, e na Publicação de Patente Japonesa (A) Número 11-343516, isto é, o método de fundir continuamente o aço fundido que não forma nenhum agregado de alumina será explicado.

- Na técnica descrita nos documentos de patente acima, as inclusões são resistentes à aglomeração e à mesclagem, de modo que nenhum
- 20 agregado bruto seja formado e o bocal é resistente à obstrução. No entanto, nos documentos de patente acima, a forma do furo interno do bocal de imersão não está definida. Nenhum assunto técnico relativo ao menisco secundário está descrito.

- 25 Na técnica acima, nenhum meio está previsto para suprimir uma distribuição desigual da taxa de fluxo e de fluxo desigual, de modo que existe uma alta possibilidade de pó ou bolhas serem carregados para as posições profundas da parte não solidificada do aço fundido e de pó ou bolhas permanecerem dentro da chapa fundida tornando-se uma causa de falhas
- 30 de superfície formadas quando trabalhadas para uma chapa de aço de bitola fina.

 Deste modo, na técnica anterior, existia o problema que era difí-

cil conseguir tanto a prevenção de obstrução de bocal quanto assegurar a qualidade da chapa fundida. Note que "assegurar a qualidade da chapa fundida" aqui significa produzir estavelmente uma chapa fundida livre de falhas de superfície mesmo se trabalhada para uma chapa de aço de bitola fina.

- 5 A presente invenção, na consideração destes problemas, tem com o seu objeto a provisão de um método de produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono que permite conseguir tanto a eficiência de fundição contínua quanto a qualidade de chapa fundida.

Os inventores se empenharam em repetidas pesquisas para resolver os problemas acima mencionados e como um resultado descobriram que se desoxidando um aço fundido de ultrabaixo carbono por Ti - metais de terras raras (Ce, La, Nd) e utilizando um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo central, é possível impedir a obstrução de bocal e fundir continuamente um aço fundido de ultrabaixo carbono livre de falhas de superfície mesmo se trabalhado para uma chapa de aço de bitola fina.

10

15

A presente invenção foi feita com base na descoberta acima e tem na sua essência as seguintes constituições:

(1) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono caracterizado pela adição de Ti ao aço fundido descarburizado para uma concentração de carbono de 0,01% por massa ou menos, adicionalmente acrescentar pelo menos um de Ce, La, e Nd, e utilizar um bocal de imersão para injetar o aço fundido acima de um distribuidor para um molde de fundição para fundição contínua enquanto mantendo uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de qualquer localização dentro de uma faixa de um bocal superior de distribuidor até as portas de descarga do dito bocal de imersão a 3 NI (litros normais) /min ou menos.

20

25

(2) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono como apresentado em (1), caracterizado pelo fato de que o dito bocal de imersão tem um orifício no seu furo interno.

30 (3) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono como apresentado em (2), caracterizado pelo fato de que o dito furo interno tem uma forma de seção transversal circular e

(i) uma relação $3 \leq R - r \leq 30$ vigora entre um raio R de uma extremidade superior do furo interno [mm] e um menor raio r do orifício [mm] e

(ii) um comprimento L de uma extremidade superior até uma extremidade inferior do orifício [mm] é de $50 \leq L \leq 150$.

5 (4) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultra-baixo carbono como apresentado em (2), caracterizado pelo fato de que

o dito furo interno tem uma forma de seção transversal elíptica e

10 (i) uma relação $3 \leq A - a \leq 30$ vigora entre um raio A de uma direção de eixo geométrico longo de uma extremidade superior do furo interno [mm] e um menor raio a do orifício [mm] e

(ii) um comprimento L de uma extremidade superior até uma extremidade inferior do orifício [mm] é de $50 \leq L \leq 150$.

15 (5) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultra-baixo carbono como apresentado em (1) ou (2), caracterizado pelo fato de que

o dito bocal de imersão tem uma forma cilíndrica de fundo fechado e

20 (i) dois orifícios de descarga estão dispostos em posições axialmente simétricas a um cilindro em uma parte inferior de paredes laterais da forma cilíndrica e

(ii) uma fenda está provida que conecta uma parte inferior de cilindro e as partes inferiores das duas portas de descarga e que abre para o exterior.

25 (6) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultra-baixo carbono como apresentado em (5), caracterizado pelo fato de que, no dito bocal de imersão,

(i) as porções contíguas à fenda da parte inferior de cilindro são inclinadas para cima na direção das paredes laterais de cilindro

30 (ii) as porções contíguas à fenda das partes inferiores de porta de descarga são inclinadas para cima na direção das paredes laterais de porta de descarga, e

(iii) não existe substancialmente nenhuma diferença escalonada

entre a superfície que forma a parte inferior de cilindro e as superfícies que formam as partes inferiores de porta de descarga.

(7) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultra-baixo carbono como apresentado em (6), caracterizado pelo fato de que, no
5 dito bocal de imersão, um ângulo de inclinação pelo qual as "porções contíguas à fenda" da parte inferior de cilindro avançam na direção das paredes laterais de cilindro e um ângulo de inclinação pelo qual as "porções contíguas à fenda" das porções inferiores de porta de descarga avançam na direção das paredes laterais de porta de descarga são ambos de pelo menos
10 30° para cima.

(8) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultra-baixo carbono como apresentado em qualquer um de (5) a (7), caracterizado pelo fato de que, no dito bocal de imersão, as porções das partes superiores das portas de descarga contíguas às paredes laterais do cilindro são forma-
15 das por superfícies curvas suavemente contíguas com as paredes laterais do cilindro.

(9) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultra-baixo carbono como apresentado em qualquer um de (5) a (8), caracterizado pelo fato de que o dito bocal de imersão está provido com uma nervura que
20 conecta as duas superfícies laterais da fenda.

(10) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultra-baixo carbono como apresentado em qualquer um de (5) a (9), caracterizado pelo fato de que, no dito bocal de imersão, a fenda tem uma largura de abertura de 0,15 a 0,40 de uma raiz quadrada da área de seção transversal
25 das aberturas de porta de descarga.

(11) Um método para a produção de uma chapa fundida de ultra-baixo carbono como apresentado em qualquer um de (1) a (10), caracterizado pelo fato de que, no dito bocal de imersão, as superfícies laterais e a parte inferior do cilindro e parte ou todas as superfícies das portas de descarga e da fenda contíguas ao fundido são formadas por um material de
30 qualquer um de espinélio sem carbono, espinélio de baixo carbono, grafite de magnésia, grafite de zircônia, e grafite de alumina sem sílica.

De acordo com a presente invenção, na fundição contínua de aço de ultrabaixo carbono, é possível impedir a obstrução de bocal e produzir uma chapa fundida de ultrabaixo carbono livre de falhas de superfície mesmo se trabalhada para uma chapa de aço de bitola fina.

5 Breve Descrição dos Desenhos

Figura 1 é uma vista que mostra um bocal de imersão que tem um orifício utilizado na presente invenção.

Figura 2 é uma vista que mostra um bocal de imersão com uma forma de seção transversal circular e que tem um orifício no seu furo interno.

10 Figura 3 é uma vista que mostra um bocal de imersão com uma forma de seção transversal elíptica e que tem um orifício no seu furo interno.

Figura 4 é uma vista para explicar uma posição determinada preferível de um orifício.

15 Figura 5 é uma vista que mostra um bocal de imersão com uma forma de seção transversal circular e que tem dois orifícios.

Figura 6 é uma vista que mostra um bocal de imersão com uma forma de seção transversal elíptica e que tem dois orifícios.

20 Figura 7 é uma vista que mostra um bocal de imersão geralmente utilizado com uma forma reta com um diâmetro interno fixo da extremidade superior até a extremidade inferior do furo interno.

Figura 8 é uma vista que mostra uma distribuição desigual da taxa de fluxo de aço fundido que ocorre quando utilizando o bocal de imersão mostrado na Figura 7.

25 Figura 9 é uma vista que mostra uma distribuição desigual da taxa de fluxo de aço fundido e um estado de um fluxo ascendente inverso que ocorre devido a um forte fluxo de queda.

Figura 10 é uma vista que mostra a relação entre uma taxa de fluxo de gás Ar e os defeitos de furo de alfinete que ocorrem em uma chapa fundida.

30 Figura 11 é uma vista que mostra a relação entre uma taxa de fluxo de gás Ar e as falhas de superfície que ocorrem em uma chapa de aço.

Figura 12 fornece vistas que mostram um bocal de imersão, utili-

zado na presente invenção, que tem uma forma de cilíndrica de fundo fechado, que tem duas portas de descarga em posições axialmente simétricas ao cilindro no fundo das paredes laterais da forma cilíndrica, e provido com uma fenda que conecta o fundo do cilindro e os fundos das duas portas de
5 descarga e que abrem para o exterior. (a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista que mostra uma seção transversal C-C.

Figura 13 fornece vistas que mostram parte de um bocal de imersão. a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma
10 vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista que mostra uma seção transversal C-C. (d) é uma vista que mostra uma seção transversal D-D.

Figura 14 fornece vistas que mostram parte de outro bocal de imersão. a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma
15 vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista que mostra uma seção transversal C-C. (d) é uma vista que mostra uma seção transversal D-D.

Figura 15 é uma vista que fornece vistas que mostram parte de outro bocal de imersão. a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista
20 que mostra uma seção transversal C-C.

Figura 16 fornece vistas que mostram parte de outro bocal de imersão. a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista que mostra uma
25 seção transversal C-C.

Figura 17 fornece vistas que mostram parte de outro bocal de imersão. a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista que mostra uma
30 seção transversal C-C. (d) é uma vista que mostra uma seção transversal D-D.

Figura 18 fornece vistas que mostram parte de outro bocal de imersão. a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma

vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista que mostra uma seção transversal C-C.

Figura 19 fornece vistas que mostram parte de outro bocal de imersão. a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista que mostra uma seção transversal C-C. (d) é uma vista que mostra uma seção transversal D-D.

Figura 20 fornece vistas que mostram parte de outro bocal de imersão. a) é uma vista que mostra uma seção transversal A-A. (b) é uma vista que mostra uma seção transversal B-B. (c) é uma vista que mostra uma seção transversal C-C. (d) é uma vista que mostra uma seção transversal D-D.

Melhor Modo para Realizar a Invenção

Para resolver os problemas da técnica anterior, as três condições seguintes são especificações principais:

condição 1: prevenção de aglomeração e mesclagem de inclusões para impedir a formação de agregados.

condição 2: tornar a posição do menisco secundário próxima do bocal deslizante tanto quanto possível.

condição 3: utilizar um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo interno e/ou um bocal de imersão que tem uma fenda no seu fundo.

Primeiro, como explicado na seção de TÉCNICA ANTERIOR, os agregados brutos tornam-se causas de obstrução de bocal e falhas de superfície em chapas de aço de bitola fina, assim a condição 1 tem como o seu objeto a prevenção de formação de agregados.

A seguir, a condição 2 tem como o seu objeto a supressão de distribuição desigual da taxa de fluxo que ocorre devido a um fluxo de queda. Quanto mais próxima a posição do menisco secundário da posição do bocal deslizante, mais curta é a distância de queda do aço fundido, de modo que mais difícil é a formação de um forte fluxo descendente. A distribuição desigual da taxa de fluxo devido ao fluxo de queda é substancialmente suprimida.

Na presente invenção, a desoxidação por Ti - metais de terras raras (Ce, La, Nd) permite a prevenção de formação de agregados e a prevenção de ocorrência de obstrução de bocal no estágio de fundição.

Por esta razão, é possível reduzir grandemente a taxa de fluxo de gás Ar da taxa de fluxo de gás Ar no momento da fundição de aço fundido desoxidado com Al. Como um resultado, o menisco secundário pode ser tornado mais próximo da posição do bocal deslizante, ainda, no momento da fundição, se utilizando um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo interno, a taxa de fluxo de aço fundido será tornada uniforme e o fluxo desigual será suprimido.

A condição 3 relativa ao bocal de imersão utilizado tem com seu objeto a eliminação da distribuição desigual da taxa de fluxo que ocorre devido ao bocal deslizante.

Se determinado o orifício no furo interno do bocal de imersão, o aço fundido parará uma vez na parte acima do orifício, de modo que durante este tempo, a distribuição desigual da taxa de fluxo será eliminada.

Se utilizando um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo interno e que tem uma fenda na sua parte inferior, a distribuição desigual da taxa de fluxo será eliminada, de modo que pó ou bolhas não serão carregados para dentro de posições profundas da parte não solidificada do aço fundido. Como um resultado, a ocorrência de falhas de superfície da chapa de aço devido a pó ou bolhas que permanecem dentro da chapa fundida (que ocorre quando trabalhando a chapa fundida para chapa de aço) podem ser impedidas.

Quando a condição 2 e a condição 3 são simultaneamente satisfeitas, o aço fundido permanece por um tempo relativamente longo entre o menisco secundário e a extremidade superior do orifício, de modo que o efeito de retificação do fluxo pelo orifício é mais aperfeiçoado.

Note que a presença de ocorrência de um fluxo desigual é usualmente avaliada utilizando a diferença no coeficiente de transferência de calor nos dois lados curtos do molde de fundição. O coeficiente de transferência de calor é um indicador que mostra a facilidade de transferência de

calor através das superfícies de parede. Se a diferença no coeficiente de transferência de calor dos dois lados curtos do molde de fundição for de 250 J/(m² · s · K) ou mais, um "movimento de fluido assimétrico do aço fundido", isto é, um "fluxo desigual", ocorre como aprendido da experiência.

5 O método de cálculo do coeficiente de transferência de calor está mostrado na fórmula (1) e na fórmula (2). O coeficiente de transferência de calor h [J/(m² · s · K)] é calculado da quantidade de remoção de calor q do molde de fundição [J/(m² · s)] e da diferença de temperatura (T_{∞} -TMD) entre o aço fundido e a superfície do molde de fundição [K]. A quantidade de re-
10 moção de calor q do molde de fundição é calculada da mudança de temperatura (tout-tin) antes da água de resfriamento de molde de fundição passar sobre as placas de cobre e após esta passar sobre as mesmas [K], a taxa de fluxo de água de resfriamento Q_w [kg/s], o calor específico C_w da água [J/(kg · K)], e a área de superfície de placa de cobre S [m²].

15
$$h=q/(T_{\infty}-TMD) \quad (1)$$

$$q=Q_w C_w (tout-tin)/S \quad (2)$$

Abaixo, a presente invenção será explicada em detalhes.

A presente invenção cobre o aço de ultrabaixo carbono. O valor de limite superior da concentração de carbono não está especificamente li-
20 mitado, mas as chapas de aço de bitola fina de aço de ultrabaixo carbono são utilizadas para as chapas de aço para automóveis, etc., sujeitas a um trabalho severo, de modo que devem ser providas com uma capacidade de trabalho superior. Por esta razão, a concentração de carbono é de preferência de 0,01% por massa ou menos. Note que o valor de limite inferior da
25 concentração de carbono não está especificamente definido.

Na presente invenção, no refinamento secundário, o aço é des-
carburizado para uma concentração de carbono de 0,01% por massa ou
menos, então o Ti é adicionado ao aço fundido para desoxidação. A quanti-
dade de adição do Ti é de preferência de 0,04% por massa ou mais. Se for
30 menos do que 0,04% por massa, a desoxidação não ocorre suficientemente
e existe uma alta possibilidade de oxigênio dissolvido permanecer dentro do
aço fundido.

No refinamento secundário, quando descarburizando o aço para uma concentração de carbono de 0,01% por massa ou menos, é também possível desoxidar o aço por Al preliminarmente antes da descarburização no aparelho de refinamento, por exemplo, no estágio de refinamento pelo 5 conversor. Neste caso, a concentração de Al após a desoxidação é feita de 0,01% por massa ou menos, de preferência 0,008% por massa ou menos, mais de preferência 0,006% por massa ou menos.

Se a concentração de Al após a desoxidação for de 0,01% por massa ou menos, o produto da desoxidação, isto é, a alumina, flutua para a 10 superfície do aço fundido no intervalo até a fundição contínua do aço fundido pode ser removida, de modo que a quantidade de alumina que permanece no aço fundido durante a fundição torna-se menor e os problemas de obstrução de bocal, etc. não ocorrem.

Ainda, se a concentração de Al após a desoxidação for de 15 0,008% por massa ou menos, a quantidade de alumina que permanece no aço fundido durante a fundição torna-se menor, de modo que isto é preferível. Ainda, se a concentração de Al após a desoxidação for de 0,006% por massa ou menos, a quantidade de alumina que permanece no aço fundido durante a fundição torna-se ainda menor, de modo que isto é mais preferível.

20 Por outro lado, o limite superior da quantidade de adição de Ti não está especificamente definido. Os óxidos de Ti produzidos pela adição de Ti são difíceis de agregar e mesclar do que as inclusões baseadas em Al_2O_3 , mas facilmente aderem no refratário, de modo que a obstrução de bocal é uma preocupação.

25 Portanto, após a desoxidação do aço fundido por Ti, pelo menos um de Ce, La, e Nd é adicionado. Por esta adição, os óxidos de Ti tornam-se difíceis de aglomerar e mesclar e são convertidos em inclusões esféricas difíceis de aderir no refratário.

A quantidade total de adição de Ce, La, e Nd é de preferência 30 0,001% por massa. Se a quantidade de adição total acima for menor do que 0,001% por massa, a modificação dos óxidos de Ti torna-se insuficiente e as inclusões esféricas difíceis de aglomerar e a mesclagem torna-se difícil de

formar. Ainda, se acima de 0,001% por massa, a modificação do óxido de Ti torna-se excessiva, as inclusões baseadas em Ti tornam-se mais pesadas em gravidade específica e tornam-se mais difíceis de flutuar, e a limpeza do aço fundido deteriora.

5 Outros metais de terras raras do que o Ce, o La, e o Nd (por exemplo, o Pr, o Sm, etc.) não tem os efeitos de modificação iguais àqueles do Ce, La, e Nd, de modo que para a modificação dos óxidos de Ti, a adição de um ou mais de Ce, La, e Nd é eficiente.

 Aqui, a Figura 1 mostra um bocal de imersão que tem um orifício
10 utilizado na presente invenção. Na presente invenção, a porção do furo interno 10 menor em diâmetro interno do que a extremidade superior do furo interno é definido como o "orifício 21", enquanto que qualquer porção com um diâmetro interno igual à extremidade superior do furo interno ou com um diâmetro interno maior do que o mesmo é definida como uma "parte não de
15 orifício 21z". Nas interfaces do orifício 21 e das partes não de orifício 21z, o limite no lado a montante é referido como a "extremidade superior de orifício 21a", e o limite no lado a jusante é referido como a "extremidade inferior de orifício 21b".

 Como acima explicado, na presente invenção, a taxa de fluxo de
20 gás Ar pode ser grandemente reduzida do tempo da desoxidação de Al convencional. Se reduzir a taxa de fluxo de gás Ar, o menisco secundário sobe. Quando alcança 3 Nl/min ou menos, o menisco secundário sobe para uma posição de aproximadamente de 100 a 120 mm do bocal deslizante.

 Se o menisco secundário subir para a posição acima, quase ne-
25 nhum fluxo descendente forte ocorre e a distância para a extremidade superior de orifício pode ser suficientemente assegurada, de modo que é possível eliminar confiavelmente uma distribuição desigual da taxa de fluxo de aço fundido. Este fato foi descoberto pelos inventores. Note que como o valor da taxa de fluxo de gás Ar na presente invenção, é possível utilizar um valor
30 medido utilizando um fluxímetro comercialmente disponível.

 Quanto menor a taxa de fluxo de gás Ar, mais o menisco secundário sobe, de modo que a taxa de fluxo de gás Ar é de preferência de 2

NI/min ou menos, mais de preferência, menos do que 1 NI/min.

Se os óxidos de Ti forem todos adequadamente modificados, quase nenhuma aderência de óxidos de Ti no bocal de imersão ocorrerá, de modo que o valor de limite inferior da taxa de fluxo de gás Ar também inclui 0

5 NI/min.

O gás Ar é geralmente insuflado de um ou mais de um bocal superior de distribuidor, bocal deslizante, ou bocal de imersão, mas se dentro da faixa do bocal superior de distribuidor até as portas de descarga de bocal, as posições das localizações onde o gás Ar é insuflado e o número destas

10 localizações podem ser livremente selecionados.

No bocal de imersão utilizado na presente invenção, para assegurar mais marcadamente o efeito de supressão de um fluxo desigual, existe uma faixa preferível de tamanho de orifício.

Como a forma de seção transversal do bocal de imersão, normalmente uma forma circular ou elíptica é utilizada. A Figura 2 mostra um

15 bocal de imersão com uma forma de seção transversal circular, enquanto que a Figura 3 mostra um bocal de imersão com uma forma de seção transversal elíptica.

Quando a forma de seção transversal é circular, o raio da extremidade superior do furo interno é definido como R [mm] e o raio menor do orifício é definido como r [mm]. Por outro lado, quando a forma de seção transversal é elíptica, o raio da extremidade superior do furo interno na direção de eixo geométrico longo é definido como A [mm] e o raio menor do orifício na direção de eixo geométrico longo é definido como a [mm].

20

Aqui, para o orifício, o raio menor é utilizado porque, na presente invenção, um orifício é definido como uma "porção menor em diâmetro interno do que a extremidade superior do furo interno".

25

Quanto à forma do orifício, mesmo uma forma com um diâmetro interno não fixo da extremidade superior até a extremidade inferior do orifício

30 pode ser previsto, de modo que o raio menor foi utilizado para defini-lo de modo que a invenção possa ser aplicada mesmo a tal forma.

A seguir, a diferença entre o raio das partes não de orifício e o

raio menor do orifício é definido como a "altura do orifício". Normalmente, o raio das partes não de orifício é igual ao raio da extremidade superior do furo interno, de modo que a "altura do orifício" pode ser alternativamente referida como a diferença entre o raio da extremidade superior do furo interno e o raio menor do orifício.

Sendo assim, a "altura do orifício" é expressa por " $R - r$ " quando o bocal de imersão tem uma forma de seção transversal circular e " $A - a$ " quando este tem uma elíptica.

Ainda, a distância da extremidade superior até a extremidade inferior do orifício é definida como o "comprimento do orifício" e identificada L [mm].

Quando o bocal de imersão tem uma forma de seção transversal circular, a "altura do orifício" de preferência satisfaz a relação " $3 \leq R - r \leq 30$ ". A faixa de $R - r < 3$ resulta em um pequeno efeito do orifício em tornar a taxa de fluxo uniforme e em dificuldades na supressão do fluxo desigual, enquanto que a faixa de $R - r > 30$ resulta em uma taxa de fluxo notadamente maior do aço fundido que passa através do orifício e o movimento de fluido dentro do molde de fundição é facilmente prejudicialmente afetado.

A seguir, o comprimento L do orifício [mm] de preferência satisfaz a relação $50 \leq L \leq 150$. Com uma faixa de $L < 50$, antes da taxa de fluxo ser tornada uniforme, o aço fundido acaba passando através do orifício, de modo que a supressão de um fluxo desigual é difícil. Ainda, com uma faixa de $L > 150$, a parte do diâmetro interno pequeno torna-se mais longa, de modo que a taxa de fluxo do aço fundido torna-se notadamente maior e o movimento de fluido dentro do molde de fundição é facilmente prejudicialmente afetado.

Quando o bocal de imersão tem uma forma de seção transversal elíptica, a "altura do orifício" de preferência satisfaz a relação " $3 \leq A - a \leq 30$ ", enquanto que o comprimento L do orifício [mm] de preferência satisfaz a relação " $50 \leq L \leq 150$ ". A razão é similar ao caso onde a forma de seção transversal é circular.

No bocal de imersão utilizado na presente invenção, a posição

do orifício não está especificamente limitada. No entanto, como mostrado na Figura 4, se a extremidade superior U do orifício estiver abaixo do ponto médio M da extremidade superior T do furo interno e das extremidades superiores B das portas de descarga, o aço fundido pode ser feito confiavelmente
 5 parar e a distribuição desigual da taxa de fluxo pode ser facilmente eliminada, de modo que isto é preferido.

Ainda, o número de orifícios é de preferência uma pluralidade ao invés do que um, de modo que o efeito de retificação torna-se maior. No entanto, se o número de orifícios tornar-se maior, as partes onde a taxa de flu-
 10 xo do aço fundido é grande aumentará, de modo que um ou dois é preferível.

A Figura 5 e a Figura 6 mostram bocais de imersão com dois orifícios.

Quando provendo uma pluralidade de orifícios em um furo interno com uma forma de seção transversal circular (vide Figura 5), o r e o L de
 15 cada i^o orifício da extremidade superior do furo interno (respectivamente identificados como "ri" e "Li") de preferência satisfazem as condições $3 \leq R - r_i \leq 30$ e $50 \leq L_i \leq 150$.

Ainda, a extremidade superior de pelo menos um dos orifícios
 20 está de preferência abaixo do ponto médio da extremidade superior do furo interno e das extremidades superiores das portas de descarga.

Quando provendo uma pluralidade de orifícios em um furo interno com uma forma de seção transversal elíptica (vide Figura 6), o a e o L de
 25 cada i^o orifício da extremidade superior do furo interno (respectivamente identificados como "ai" e "Li") de preferência satisfazem as condições $3 \leq A - a_i \leq 10$ e $50 \leq L_i \leq 150$.

Ainda, a extremidade superior de pelo menos um dos orifícios
 está de preferência abaixo do ponto médio da extremidade superior do furo interno e das extremidades superiores das portas de descarga.

30 Aqui, outras modalidades do bocal de imersão utilizado na presente invenção serão explicadas.

A Figura 12 mostra uma modalidade do bocal de imersão de ou-

tra modalidade. O bocal de imersão 1 mostrado na Figura 12 é um bocal de imersão de forma cilíndrica de fundo fechado. Na parte inferior das paredes laterais cilíndricas 5, duas portas de descarga 2 formadas por paredes laterais de porta de descarga 7 e partes superiores de porta de descarga 8 estão formadas simetricamente em relação ao eixo geométrico cilíndrico, enquanto que na parte inferior de cilindro 4 e nas partes inferiores 6 das portas de descarga 2, uma fenda 3 formada por paredes laterais de fenda 9 e que abre para o exterior está provida.

Se provendo uma fenda em um bocal de imersão, o fluxo de descarga do aço fundido para dentro do molde de fundição é mais uniformemente dispersado, o fluxo desigual é mais eliminado, e um arraste de pó adicional é mais estavelmente impedido, de modo que isto é mais preferível. Aqui, existe uma situação adequada entre a largura de abertura W_s da fenda 3 e a raiz quadrada da área de seção transversal S_z da parte de abertura $2z$ da porta de descarga 2 devido às razões abaixo explicadas.

Primeiro, se a largura de abertura de fenda $W_s/\sqrt{S_z}$ (área de seção transversal S_z da abertura de porta de descarga) estiver acima de 0,4 e a fenda 3 tornar-se maior do que a porta de descarga 2, a taxa de fluxo do aço fundido que passa através da fenda 3 aumenta. Bolhas, inclusões, etc. dentro do aço fundido são carregadas para posições profundas das partes não solidificadas do aço fundido, permanecem dentro do molde de fundição, e tornam-se causas de falhas de superfície no momento de trabalhar em uma chapa de aço de bitola fina.

Por outro lado, se a largura de abertura de fenda $W_s/\sqrt{S_z}$ (área de seção transversal S_z da abertura de porta de descarga) for menor do que 0,1, a aderência de inclusões nas paredes laterais de fenda 9, a abrasão das paredes laterais de fenda 9, etc. algumas vezes ocorrem.

Decido às razões acima, a largura de abertura de fenda $W_s/\sqrt{S_z}$ (área de seção transversal S_z da abertura de porta de descarga) é adequadamente de 0,15 a 0,4.

A Figura 13 mostra uma modalidade de uma parte inferior do bocal de imersão mostrado na Figura 12. No bocal de imersão mostrado na

Figura 13, as porções da parte inferior cilíndrica 4 contíguas à fenda 3 estão inclinadas na direção das paredes laterais cilíndricas 5 por um ângulo de inclinação θ_1 , enquanto que as porções das partes inferiores 6 das portas de descarga contíguas com a fenda 3 estão inclinadas na direção das paredes laterais 7 das portas de descarga por um ângulo de inclinação θ_2 .

Os ângulos de inclinação (θ_1 e θ_2) são de preferência de 30 a 60°. Se os ângulos de inclinação forem menores do que 30°, um parasita é formado no bocal de imersão em alguns casos. Se os ângulos de inclinação forem maiores do 60°, as partes superiores das portas de descarga aproximam-se do menisco dentro do molde de fundição e o fluxo de descarga facilmente arrasta pó. Note que os ângulos de inclinação são de preferência 30° ou mais.

O ângulo de inclinação θ_1 da parte inferior de cilindro 4 e o ângulo de inclinação θ_2 das partes inferiores de portas de descarga 6 de preferência coincidem, mas estes não necessariamente precisam coincidir. A diferença em ângulo quando o ângulo de inclinação θ_1 e o ângulo de inclinação θ_2 não coincidem é de preferência 10° ou menos. Ainda, se a superfície da parte inferior de cilindro 4 e as superfícies das partes inferiores de porta de descarga 6 forem formadas para estarem no mesmo plano, a estrutura de bocal de imersão torna-se mais simples, de modo que isto é preferível.

Por outro lado, como mostrado na Figura 14, a superfície da parte inferior de cilindro 4 e as superfícies das partes inferiores de porta de descarga 6 podem estar conectadas no ângulo requerido se provendo uma diferença escalonada nas superfícies de conexão. Como mostrado na Figura 14, se formando as partes inferiores de porta de descarga 6 em direções que descem na direção da superfície externa do bocal de imersão, é possível ajustar as direções dos fluxos de descarga das portas de descarga 2 juntamente com as inclinações das partes superiores de porta de descarga 8.

Referindo-se à diferença escalonada entre a superfície da parte inferior de cilindro 4 e as superfícies das partes inferiores de porta de descarga 6 substancialmente nenhuma diferença escalonada é suficiente. Não há necessidade de eliminar completamente as diferenças escalonadas. Aqui,

"substancialmente nenhuma diferença escalonada" significa que a diferença escalonada é uma diferença escalonada de uma extensão por meio da qual a continuidade do fluxo descendente dentro do bocal de imersão 1 e os fluxos de descarga das portas de descarga 2 não são prejudicados. Especificamente, a diferença escalonada deve ser de uma extensão de 5 mm ou menos.

Como mostrado na Figura 15, mesmo se existir uma ligeira diferença escalonada 12 entre a superfície da parte inferior de cilindro 4 e as superfícies das partes inferiores de porta de descarga 6, o efeito da presente invenção não é prejudicado.

As portas de descarga 2 estão de preferência formadas, como mostrado na Figura 12 até a Figura 15, como placas de base de baseball, mas como mostrado na Figura 16 podem também ser formas de arco ou formas curvas. A superfície da parte inferior de cilindro 4 pode também ser curva. Neste caso, o ângulo de inclinação θ_1 da parte inferior de cilindro 4 e o ângulo de inclinação θ_2 das partes inferiores de porta de descarga 6 devem ser feitos o ângulo de inclinação médio da vizinhança onde a superfície da parte inferior de cilindro 4 ou as superfícies das partes inferiores de porta de descarga 6 contactam a fenda.

As porções das partes superiores de porta de descarga 8 que contactam as paredes laterais de cilindro 5, como mostrado na Figura 17, estão de preferência formadas por superfícies curvas 11 suavemente contíguas às paredes laterais de cilindro 5. Pela formação das porções acima por superfícies curvas, o fluxo de descarga que separa das partes superiores de porta de descarga 8 pode ser impedido e o arraste de pó para dentro das portas de descarga 2 pode ser suprimido.

O raio de curvatura R_z da superfície curva 11 que conecta suavemente as partes superiores de porta de descarga 8 e as paredes laterais de cilindro 5, como mostrado na Figura 17, é determinado pela espessura t das paredes laterais de cilindro 5 e pelo ângulo de descarga ϕ . Se fazendo ϕ pequeno, um problema ocorre na resistência do material que forma o bocal de imersão, mas R_z pode ser feito maior, de modo que é vantajoso para a prevenção de divergência do fluxo de descarga. Por exemplo, no caso onde

$\phi = 45^\circ$ ou tanto, o raio de curvatura R_z é de preferência de 50 a 100 mm.

Ainda, quanto ao bocal de imersão utilizado na presente invenção, como mostrado na Figura 18, um que tem um orifício 21 com uma área de seção transversal de abertura menor do que a área de seção transversal de abertura do cilindro entre a extremidade superior do bocal e as portas de
5 descarga 2 é preferível.

Em um bocal de imersão que tem uma fenda na parte inferior de cilindro, se a taxa de fluxo do fundido aumentar, a força do fluxo de fundido que empurra a fenda mais larga aumenta. Por esta razão, como mostrado na
10 Figura 19, é de preferência prover a fenda 3 com nervuras 22 que conectam as paredes laterais de fenda 9. Pela provisão das nervuras 22, mesmo se a força que empurra a fenda 3 mais larga aumentar, a deformação ou a quebra de imersão 1 pode ser impedida.

Quanto ao refratário utilizado para o bocal de imersão, o grafite de alumina, o espinélio de alumina, ou outro refratário convencionalmente
15 utilizado, pode ser utilizado.

No entanto, dependendo dos ingredientes do aço fundido, um bocal de imersão de grafite de alumina será algumas vezes corroído e dissolverá durante a fundição, de modo que é preferido fazer as paredes laterais de cilindro e a parte inferior de cilindro do bocal de imersão ou parte ou
20 todas as superfícies das portas de descarga e da fenda contíguas com o aço fundido de qualquer um de espinélio sem carbono, espinélio de baixo carbono, grafite de magnésia, grafite de zircônia, ou grafite de alumina sem sílica (refratários de alta resistência à perda por fusão).

A Figura 20 mostra um bocal de imersão onde as paredes laterais de cilindro 5 e a parte inferior de cilindro 6 e todas as superfícies das portas de descarga 2 e da fenda 3 contíguas com o aço fundido são feitas de um refratário de alta resistência à perda por fusão 23 e as outras partes são
25 feitas de um refratário comum 24.

Na presente invenção, existe extremamente pouca aderência de inclusões não metálicas no bocal de imersão e nenhuma obstrução de bocal, de modo que a superfície da chapa fundida é resistente à formação de defei-
30

tos de superfície devido a inclusões como agregados.

Ainda, a chapa fundida obtida pela presente invenção está livre de falhas de superfície mesmo se feita em uma chapa de aço de bitola fina por rolagem a quente, rolagem a frio, ou outros métodos comuns já que a penetração de bolhas e de pó que causam as falhas de superfície é suprimida no momento da produção.

Ainda, a presente invenção exibe efeitos similares não somente quando aplicada à fundição contínua e uma chapa de uma espessura usual de 250 mm, mas também na fundição contínua de uma chapa fina com uma espessura de molde de fundição mais fina do que esta, por exemplo, 150 mm, de modo que uma chapa fundida de qualidade extremamente boa pode ser obtida.

EXEMPLOS 1

Abaixo, exemplos e exemplos comparativos (vide Tabela 1) serão dados para explicar a presente invenção utilizando bocais de imersão de várias formas (vide Figuras 1 a 6).

Tabela 1

Item	Agente desoxidante	Taxa de fluxo de Ar (NI/min)	Furo interno de bocal de imersão	Aderência de bocal
Ex. 1-1	Ti e liga de Ce-La	0	Seção transversal circular reta	Nenhum
Ex. 1-2	Ti e liga de Ce-La	2,8	Seção transversal circular com orifício	Nenhum
Ex. 1-3	Ti e liga de Ce-La-Nd	0,5	Seção transversal circular com orifício	Nenhum
Ex. 1-4	Ti e liga de Ce-La	0	Seção transversal circular com orifício	Nenhum
E. 1-5	Ti e liga de Ce-La-Nd	0,5	Seção transversal elíptica com orifício	Nenhum
Ex. 1-6	Ti e liga de Ce-La	0,5	Seção transversal circular com orifício	Nenhum
Ex. 1-7	Ti, Al e liga de Ce-La-Nd	2,8	Seção transversal circular com orifício	Nenhum

Item	Agente desoxidante	Taxa de fluxo de Ar (NI/min)	Furo interno de bocal de imersão	Aderência de bocal
Ex. Comp. 1-1	Al	7	Seção transversal circular reta	Sim
Ex. Comp. 1-2	Al	2	Seção transversal circular com orifício	Sim
Ex. Comp. 1-3	Ti e liga de Ce-La	7	Seção transversal circular reta	Nenhum
Ex. Comp. 1-4	Ti e liga de Ce-La	4,5	Seção transversal circular reta	Nenhum
Ex. Comp. 1-5	Ti e liga de Ce-La	3,5	Seção transversal circular com orifício	Nenhum

Item	Diferença máxima de coeficiente de transferência de calor nos lados curtos do molde de fundição ($J/(m^2 \cdot s \cdot K)$)	Fluxo desigual	Defeitos de furo de alfinete ($/m^2$)	Falhas de superfície (/ bobina)
Ex. 1-1	200	Nenhum	Nenhum	0,2 dentro da faixa de recorte de borda, portanto nenhum problema
Ex. 1-2	150	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Ex. 1-3	100	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Ex. 1-4	50	Nenhum	Nenhum	Nenhum
E. 1-5	100	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Ex. 1-6	100	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Ex. 1-7	150	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Ex. Comp. 1-1	300	Sim	15	10
Ex. Comp. 1-2	330	Sim	Nenhum	10
Ex. Comp. 1-3	300	Sim	15	3
Ex. Comp. 1-4	280	Sim	10	3
Ex. Comp. 1-5	260	Sim	5	1

EXEMPLO 1-1

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando em um conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,3. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua sem Ar (taxa de fluxo de 0 NI/min) para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, e o furo interno era reto na forma.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $200 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço

rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

- 5 Como um resultado, a chapa fundida não tinha nenhum defeito de furo de alfinete. Ainda, a superfície da chapa de aço rolada a frio tinha 0,2 falhas de superfície/bobina. No entanto, as falhas de superfície ocorreram em posições na faixa do recorte de borda, de modo que não tornaram-se um problema na qualidade de produto.

10 EXEMPLO 1-2

- A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram
- 15 adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,3. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

- 20 Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 2,8 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

- A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo
- 25 com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

- O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$
- 30 mm, comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $150 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu.

- 5 Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

- A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram
10 avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

- 15 A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete na chapa fundida nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

20 EXEMPLO 1-3

- A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce, La, e Nd
25 foram adicionados por uma liga de Ce-La-Nd de uma razão de massa de $\text{Ce/La} = 1,3$ e de $\text{La/Nd} = 3,5$. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La, e Nd de 0,01% por massa, e uma concentração de La/concentração de Nd de 3,5.

- 30 Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 0,5 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de

250 mm e uma largura de 1600 mm.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 mm e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

- 5 O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$ mm, comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

- 10 Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $100 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu.
- 15 Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

- A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram
- 20 avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

- A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

- 25 A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete na chapa fundida nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

30 EXEMPLO 1-4

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e

tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,3. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que

5 tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua sem Ar (taxa de fluxo de 0 Nl/min) para obter uma chapa fundida de uma

10 espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 mm e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as

15 extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$ mm, comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

20 Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $50 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de

25 modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície

30 de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço

rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

- 5 Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete na chapa fundida nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

EXEMPLO 1-5

- 10 A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce, La, e Nd foram adicionados por uma liga de Ce-La-Nd de uma razão de massa de Ce/La = 1,3 e de La/Nd = 3,5. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por
- 15 massa, uma concentração total de Ce e La, e Nd de 0,01% por massa, uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3, e uma concentração de La/concentração de Nd de 3,5.

- 20 Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 0,5 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

- 25 A forma de seção transversal do bocal de imersão era uma forma externa de uma elipse com ou eixo geométrico longo de 170 mm e um eixo geométrico curto de 120 mm e uma forma interna de uma elipse com ou eixo geométrico longo de 105 mm e um eixo geométrico curto de 75 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

- 30 O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: A - a = 5 mm, comprimento: L = 90 mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $100 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu.

- 5 Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram
10 avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

- 15 A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete na chapa fundida nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

20 EXEMPLO 1-6

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de $\text{Ce}/\text{La} = 1,3$. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma
25 concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua
30 com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 0,5 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 130 mm e uma largura de 1600 mm.

Aqui, como o método de fundição contínua de chapa fina, um método de fundição de uma espessura de 150 mm ou menos foi utilizado para a fundição. A chapa fundida foi mantida a uma temperatura de 1000 a 1200°C por uma fornalha de retenção no lado a jusante da extremidade de máquina e
5 rolado a quente sem resfriamento até próximo da temperatura comum.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 70 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as
10 extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$ mm, comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

15 Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $100 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de
20 modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície
25 de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na
30 linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete

na chapa fundida nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

EXEMPLO 1-7

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa e uma concentração de Al de 0,005% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce, La, e Nd foram adicionados por uma liga de Ce-La-Nd de uma razão de massa de Ce/La = 1,3 e de La/Nd = 3,5. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La, e Nd de 0,01% por massa, uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3, e uma concentração de La/concentração de Nd de 3,5.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua em uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 2,8 NI/min.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 mm e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina. O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$ mm, comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $150 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi e-

xaminada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete na chapa fundida nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

EXEMPLO COMPARATIVO 1-1

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Al foi adicionado para desoxidação. Isto foi recirculado por 5 minutos para produzir um aço fundido com uma concentração de Al de 0,04% por massa.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 7 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina. O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, e o furo interno era reto na forma.

Durante a fundição, começando de quando uma massa fundida de 150 toneladas é passada, o grau de abertura do bocal deslizante do distribuidor gradualmente tornou-se maior, de modo que foi julgado que inclusões ficaram presas no bocal de imersão. A velocidade foi reduzida para assegurar o suprimento de aço fundido para o molde de fundição e a fundição foi completada.

Nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $300 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto estava acima do critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual ocorreu.

5 A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

10 A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

15 Como um resultado, a chapa fundida tinha 15 defeitos de furo de alfinete/ m^2 , enquanto que a chapa de aço tinha 10 falhas de superfície/bobina.

EXEMPLO COMPARATIVO 1-2

20 A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Al foi adicionado para desoxidação. Isto foi recirculado por 5 minutos para produzir um aço fundido com uma concentração de Al de 0,04% por massa.

25 Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 2 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

30 A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina. O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de des-

carga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$ mm e um comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

- 5 Logo após o início da fundição, o grau de abertura do bocal deslizante do distribuidor gradualmente começou a aumentar. Neste ponto no tempo de uma massa fundição de 150 toneladas mesmo tornando o grau de abertura totalmente aberto, o suprimento de aço fundido para dentro do molde de fundição tornou-se insuficiente. Neste ponto no tempo, julgado que o
- 10 bocal de imersão estava obstruído. A fundição foi suspensa em um estado com um total de 130 toneladas de aço fundido restante na caçamba e no distribuidor. (massa fundida 170 toneladas).

- Durante a fundição, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $330 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de
- 15 transferência de calor ocorreu. Isto estava acima do critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual ocorreu.

- Juntamente com a progressão do estado obstruído do bocal de imersão, acredita-se que o efeito da diferença escalonada (orifício) foi perdida,
- 20 uma distribuição de taxa de fluxo desigual ocorreu, e um fluxo desigual resultou.

- A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram
- 25 avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

- A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

- 30 A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, a chapa fundida não tinha nenhum defeito de furo de alfinete, mas a chapa de aço tinha 10 falhas de superfície/bobina.

EXEMPLO COMPARATIVO 1-3

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,3. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 7 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina. O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, e o furo interno era reto na forma.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. No entanto, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $300 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto estava acima do critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio

por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, a chapa fundida tinha 15 defeitos de furo de alfinete/m², enquanto que a chapa de aço tinha 3 falhas de superfície/bobina.

EXEMPLO COMPARATIVO 1-4

10 A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,2. O resultado foi
15 recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,2.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 4,5 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250
20 mm e uma largura de 1600 mm.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina. O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, e o furo interno era reto na forma.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. No entanto, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de 280 J/(m² · s · K) de coeficiente de transferência de calor
30 ocorreu. Isto estava acima do critério de julgamento de fluxo desigual de 250 J/(m² · s · K), de modo que foi julgado que um fluxo desigual ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, a chapa fundida tinha 10 defeitos de furo de alfinete/m², enquanto que a chapa de aço tinha 3 falhas de superfície/bobina.

15 EXEMPLO COMPARATIVO 1-5

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,2. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,2.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 3,5 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina. O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença esca-

lonada de uma altura: $R - r = 5 \text{ mm}$ e um comprimento: $L = 90 \text{ mm}$ (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

5 Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. No entanto, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $260 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto estava acima do critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual ocorreu.

10 A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

15 A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

20 Como um resultado, a chapa fundida tinha 5 defeitos de furo de alfinete/ m^2 , enquanto que a chapa de aço tinha 1 falhas de superfície/bobina.

Aqui, a Figura 10 mostra a relação entre a taxa de fluxo de gás Ar e os defeitos de furo de alfinete de chapa fundida com base nos Exemplos 1-1 a 1-6 e nos Exemplos comparativos 1-3 a 1-5 (desoxidação por Ti - metais de terras raras). Na Figura, os pontos pretos mostram o caso de utilização de um bocal de imersão com um furo interno de uma forma reta, enquanto que os quadrados pretos mostram o caso de um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo interno.

Ainda, a Figura 11 mostra a relação entre a taxa de fluxo de gás Ar e a ocorrência de falhas de superfície de chapa de aço com base nos E-

xemplos 1-2 a 1-6 e nos Exemplos comparativos 1-3 a 1-5 (desoxidação por Ti - metais de terras raras). Na Figura, os pontos pretos mostram o caso de utilização de um bocal de imersão com um furo interno de uma forma reta, enquanto que os quadrados pretos mostram o caso de um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo interno.

Na presente invenção, foi aprendido que se utilizando um bocal de imersão que tem um orifício no seu furo interno ou um bocal de imersão com um furo interno de uma forma reta e fundindo com uma taxa de fluxo de gás Ar de 3 NI/min ou menos (região A na figura), uma chapa fundida de boa qualidade livre tanto de defeitos de furo de alfinete de chapa fundida quanto de falhas de superfície de chapa de aço pode ser obtida.

EXEMPLOS 2

Abaixo, exemplos e exemplo comparativo (vide Tabela 2) serão dados para explicar a presente invenção utilizando um bocal de imersão que tem uma fenda no seu fundo (vide Figura 12 até Figura 20).

TABELA 2

Item	Agente desoxidante	Taxa de fluxo de Ar (NI/min)	Furo interno de bocal de imersão	Aderência de bocal
Ex. 2-1	Ti e liga de Ce-La	2,8	Seção transversal circular, fenda reta, largura 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum
Ex. 2-2	Ti e liga de Ce-La	0,5	Seção transversal circular, com orifício, largura de fenda 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum
Ex. 2-3	Ti e liga de Ce-La	0	Seção transversal circular, com orifício, largura de fenda 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum
Ex. 2-4	Ti e liga de Ce-La	2,8	Seção transversal circular, com orifício, largura de fenda 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum
E. 2-5	Ti, Al e liga de Ce-La	2,8	Seção transversal elíptica, fenda reta, largura 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum

Ex. 2-6	Ti, Al e liga de Ce-La	0	Seção transversal circular, com orifício, largura de fenda 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum
Ex. Comp. 2-1	Al	2,8	Seção transversal circular, fenda reta, largura 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum
Ex. Comp. 2-2	Al	2,8	Seção transversal circular, fenda reta, largura 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum
Ex. Comp. 2-3	Al	2,8	Seção transversal circular, fenda reta, largura 15 mm, $\theta_1, \theta_2: 45^\circ$	Nenhum

Item	Diferença máxima de coeficiente de transferência de calor nos lados curtos do molde de fundição ($J/(m^2 \cdot s \cdot K)$)	Flutuação	Defeitos de furo de alfinete ($/m^2$)	Falhas de superfície (/ bobina)
Ex. 2-1	100	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Ex. 2-2	80	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Ex. 2-3	90	Nenhum	Nenhum	0,2 dentro da faixa de recorte de borda, portanto nenhum problema
Ex. 2-4	110	Nenhum	Nenhum	Nenhum
E. 2-5	120	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Ex. 2-6	50	Nenhum	Nenhum	0,2 dentro da faixa de recorte de borda, portanto nenhum problema
Ex. Comp. 2-1	280	Sim	10	3
Ex. Comp. 2-2	260	Sim	5	1
Ex. Comp. 2-3	300	Sim	15	3

EXEMPLO 2-1

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,3. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 2,8 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 13. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. A área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm², a largura de fenda era de 15 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram ambos de 45°. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, e o furo interno era reto na forma.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de 100 J/(m² · s · K) de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de 250 J/(m² · s · K), de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram

avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço
5 rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete
10 nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

EXEMPLO 2-2

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para
15 desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,3. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração
20 de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 0,5 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 17 e na Figura 18. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm, a área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm², a largura de fenda era de 15 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram am-
30 bos de 45°. O raio de curvatura Rz da superfície curva 11 era de 60 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as

extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$ mm e um comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $80 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

25 EXEMPLO 2-3

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de $\text{Ce}/\text{La} = 1,3$. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total

de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 0 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 17 e na Figura 18. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. A área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm², a largura de fenda era de 15 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram ambos de 45°. O ângulo de descarga ϕ era de 45°, enquanto que o raio de curvatura Rz da superfície curva 11 era de 60 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$ mm e um comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de 90 J/(m² · s · K) de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de 250 J/(m² · s · K), de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio

por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, a chapa fundida não tinha nenhum defeito de furo de alfinete. Ainda, a superfície da chapa de aço rolada a frio tinha 0,2 defeitos de superfície/bobina. No entanto, as falhas de superfície ocorreram em posições na faixa de recorte de borda, de modo que não tornaram-se um problema na qualidade de produto.

EXEMPLO 2-4

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,3. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 2,8 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 19. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. A área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm², a largura de fenda era de 15 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram ambos de 45°. O ângulo de descarga ϕ era de 45°, enquanto que o raio de curvatura R_z da superfície curva 11 era de 60 mm.

O ângulo de vértice θ_3 da nervura era de 30°, a largura W_r da

superfície inferior da nervura era de 15 mm, e a distância D_r entre as paredes laterais da nervura era de 85 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5$ mm e um comprimento: $L = 90$ mm (orifício). A extremidade superior desta diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $110 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

EXEMPLO 2-5

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa e uma concentração de Al de 0,005% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de

desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de $Ce/La = 1,3$. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua em uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 2,8 NI/min.

O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 13. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. A área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm^2 , a largura de fenda era de 15 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram ambos de 45° . O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, e o furo interno era reto na forma.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $120 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço

rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

- 5 Como um resultado, não houve nem defeitos de furo de alfinete nem falhas de superfície sobre a chapa de aço.

EXEMPLO 2-6

- 10 A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa e uma concentração de Al de 0,005% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Ti foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 6 minutos, então Ce e La foram adicionados por uma liga de Ce-La de uma razão de massa de Ce/La = 1,3. O resultado foi recirculado por 3 minutos para produzir um aço fundido que tem uma concentração de Ti
- 15 de 0,03% por massa, uma concentração total de Ce e La de 0,01% por massa, e uma concentração de Ce/concentração de La de 1,3.

- 20 Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 0 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

- 25 O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 17 e na Figura 18. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. A área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm^2 , a largura de fenda era de 15 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram ambos de 45° . O ângulo de descarga ϕ era de 45° , enquanto que o raio de curvatura R_z da superfície curva 11 era de 51 mm. O material do furo interno era o grafite de alumina.

- 30 O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno tinha uma diferença escalonada de uma altura: $R - r = 5 \text{ mm}$ e um comprimento: $L = 90 \text{ mm}$ (orifício). A extremidade superior desta

diferença escalonada estava em uma posição a 400 mm da extremidade superior do furo interno.

5 Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. Ainda, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de $50 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto foi sob o critério de julgamento de fluxo desigual de $250 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, de modo que foi julgado que um fluxo desigual não ocorreu.

10 A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

15 A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

20 Como um resultado, a chapa fundida não tinha nenhum defeito de furo de alfinete. Ainda, a superfície da chapa de aço rolada a frio tinha 0,2 defeitos de superfície/bobina. No entanto, as falhas de superfície ocorreram em posições na faixa de recorte de borda, de modo que não tornaram-se um problema na qualidade de produto.

25 EXEMPLO COMPARATIVO 2-1

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Al foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 5 minutos para produzir um aço fundido com uma concentração de Al de 0,04% por massa.

30 Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribui-

dor de 2,8 Nl/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 13. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. A área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm², a largura de fenda era de 15 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram ambos de 15°. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno era reto na forma.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. No entanto, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de 280 J/(m² · s · K) de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto estava acima do critério de julgamento de fluxo desigual de 250 J/(m² · s · K), de modo que foi julgado que um fluxo desigual ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, a chapa fundida tinha 10 defeitos de furo de alfinete/m², enquanto que a chapa de aço tinha 3 falhas de superfície/bobina.

EXEMPLO COMPARATIVO 2-2

A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de degaseificação a vácuo, Al foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 5 minutos para produzir um aço fundido com uma concentração de Al de 0,04% por massa.

Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 2,8 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 13. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. A área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm², a largura de fenda era de 5 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram ambos de 45°. O material do furo interno era o grafite de alumina.

O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno era reto na forma.

Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. No entanto, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de 260 J/(m² · s · K) de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto estava acima do critério de julgamento de fluxo desigual de 250 J/(m² · s · K), de modo que foi julgado que um fluxo desigual ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço

rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

- 5 Como um resultado, a chapa fundida tinha 5 defeitos de furo de alfinete/m², enquanto que a chapa de aço tinha 1 falha de superfície/bobina.

EXEMPLO COMPARATIVO 2-3

- 10 A 300 toneladas de aço fundido em uma caçamba dada uma concentração de carbono de 0,002% por massa refinando no conversor e tratando por um aparelho de desgaseificação a vácuo, Al foi adicionado para desoxidação. O resultado foi recirculado por 5 minutos para produzir um aço fundido com uma concentração de Al de 0,04% por massa.

- 15 Este aço fundido foi fundido pelo método de fundição contínua com uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de um bocal superior de distribuidor de 2,8 NI/min para obter uma chapa fundida de uma espessura de 250 mm e uma largura de 1600 mm.

- 20 O bocal de imersão utilizado foi o bocal de imersão mostrado na Figura 13. A forma de seção transversal do bocal de imersão era um círculo com um diâmetro externo de 150 e um diâmetro interno de 85 mm. A área de seção transversal da abertura das portas de descarga era de 2829 mm², a largura de fenda era de 25 mm, e os ângulos θ_1 e θ_2 eram ambos de 45°. O material do furo interno era o grafite de alumina.

- 25 O comprimento da extremidade superior do furo interno até as extremidades superiores das portas de descarga era de 590 mm, enquanto que o furo interno era reto na forma.

- 30 Durante a fundição, não houve aderência de inclusões sobre o bocal de imersão e não houve nenhum problema com a operabilidade. No entanto, nas placas de cobre do lado curto do molde de fundição, uma diferença máxima de 300 J/(m² · s · K) de coeficiente de transferência de calor ocorreu. Isto estava acima do critério de julgamento de fluxo desigual de 250 J/(m² · s · K), de modo que foi julgado que um fluxo desigual ocorreu.

A chapa fundida foi cortada em um comprimento de 10.000 mm

para obter uma unidade de bobina. A superfície desta chapa fundida foi examinada por uma câmera de CCD. Os defeitos de furo de alfinete foram avaliados pelo número presente por metro quadrado de área de superfície de chapa fundida.

- 5 A seguir, esta chapa fundida foi rolada a quente e rolada a frio por métodos comuns para finalmente obter uma bobina de chapa de aço rolada a frio de uma espessura de 0,8 mm e uma largura de 1600 mm.

- 10 A qualidade da chapa de aço foi visualmente inspecionada na linha de inspeção após a rolagem a frio e foi avaliada pelo número de falhas de superfície que ocorrem por bobina.

Como um resultado, a chapa fundida tinha 15 defeitos de furo de alfinete/m², enquanto que a chapa de aço tinha 3 falhas de superfície/bobina.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

- 15 Como acima explicado, de acordo com a presente invenção, é possível impedir a obstrução de bocal e é possível produzir uma chapa fundida de ultrabaixo carbono sem que surjam falhas de superfície mesmo se processada em chapas de aço de bitola fina. Conseqüentemente, a presente invenção tem uma alta aplicabilidade na indústria de fabricação de aço.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono caracterizado pela adição de Ti ao aço fundido descarburizado para uma concentração de carbono de 0,01% por massa ou menos, adicionalmente acrescentar pelo menos um de Ce, La, e Nd, e utilizar um bocal de imersão para injetar o aço fundido acima de um distribuidor para um molde de fundição para fundição contínua enquanto mantendo uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de qualquer localização dentro de uma faixa de um bocal superior de distribuidor até as portas de descarga do dito bocal de imersão a 3 NI (litros normais) /min ou menos.
2. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito bocal de imersão tem um orifício no seu furo interno.
3. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dito furo interno tem uma forma de seção transversal circular e
- (i) uma relação $3 \leq R - r \leq 30$ vigora entre um raio R de uma extremidade superior do furo interno [mm] e um menor raio r do orifício [mm] e
 - (ii) um comprimento L de uma extremidade superior até uma extremidade inferior do orifício [mm] é de $50 \leq L \leq 150$.
4. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dito furo interno tem uma forma de seção transversal elíptica e
- (i) uma relação $3 \leq A - a \leq 30$ vigora entre um raio A de uma direção de eixo geométrico longo de uma extremidade superior do furo interno [mm] e um menor raio a do orifício [mm] e
 - (ii) um comprimento L de uma extremidade superior até uma extremidade inferior do orifício [mm] é de $50 \leq L \leq 150$.
5. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o dito bocal de imersão tem uma forma cilíndrica de fundo fechado e

(i) dois orifícios de descarga estão dispostos em posições axialmente simétricas a um cilindro em uma parte inferior de paredes laterais da forma cilíndrica e

5 (ii) uma fenda está provida que conecta uma parte inferior de cilindro e as partes inferiores das duas portas de descarga e que abre para o exterior.

6. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que, no dito bocal de imersão,

10 (i) as porções contíguas à fenda da parte inferior de cilindro são inclinadas para cima na direção das paredes laterais de cilindro

(ii) as porções contíguas à fenda das partes inferiores de porta de descarga são inclinadas para cima na direção das paredes laterais de porta de descarga, e

15 (iii) não existe substancialmente nenhuma diferença escalonada entre a superfície que forma a parte inferior de cilindro e as superfícies que formam as partes inferiores de porta de descarga.

7. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que, no
20 dito bocal de imersão, um ângulo de inclinação pelo qual as "porções contíguas à fenda" da parte inferior de cilindro avançam na direção das paredes laterais de cilindro e um ângulo de inclinação pelo qual as "porções contíguas à fenda" das porções inferiores de porta de descarga avançam na direção das paredes laterais de porta de descarga são ambos de pelo menos
25 30° para cima.

8. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo carbono de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 7, caracterizado pelo fato de que, no dito bocal de imersão, as porções das partes superiores das portas de descarga contíguas às paredes laterais do cilindro são
30 formadas por superfícies curvas suavemente contíguas com as paredes laterais do cilindro.

9. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo

carbono de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 8, caracterizado pelo fato de que o dito bocal de imersão está provido com uma nervura que conecta as duas superfícies laterais da fenda.

10. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo
- 5 carbono de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 9, caracterizado pelo fato de que, no dito bocal de imersão, a fenda tem uma largura de abertura de 0,15 a 0,40 de uma raiz quadrada da área de seção transversal das aberturas de porta de descarga.

11. Método para a produção de uma chapa fundida de ultrabaixo
- 10 carbono de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que, no dito bocal de imersão, as superfícies laterais e a parte inferior do cilindro e parte ou todas as superfícies das portas de descarga e da fenda contíguas ao fundido são formadas por um material de qualquer um de espinélio sem carbono, espinélio de baixo carbono, grafite
- 15 de magnésia, grafite de zircônia, e grafite de alumina sem sílica.

Fig.1

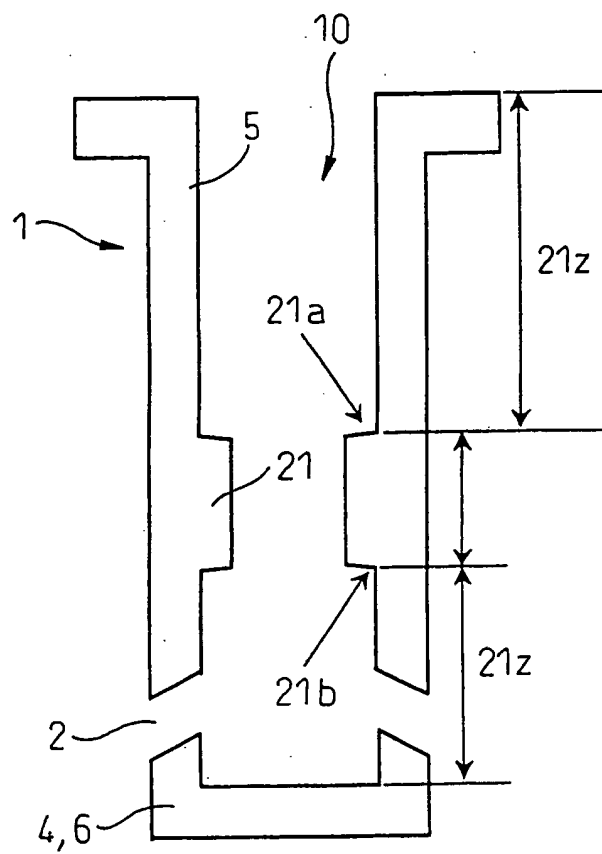


Fig. 2

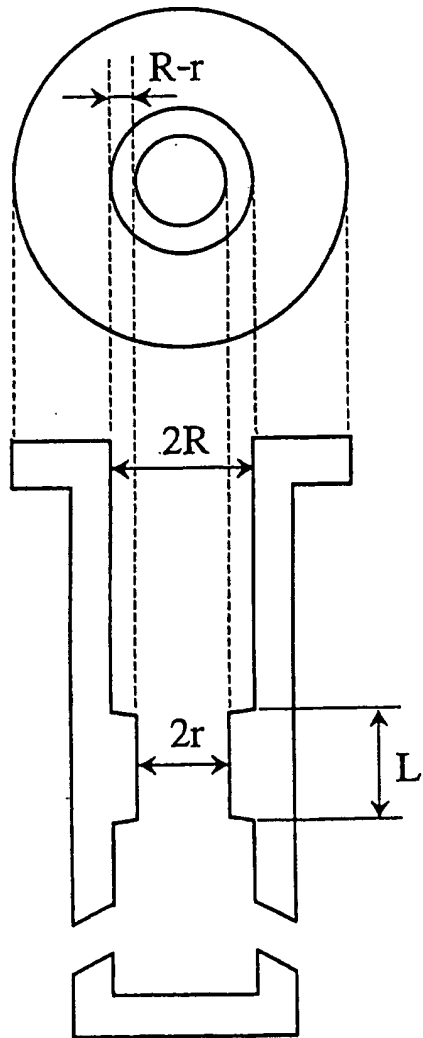


Fig.3

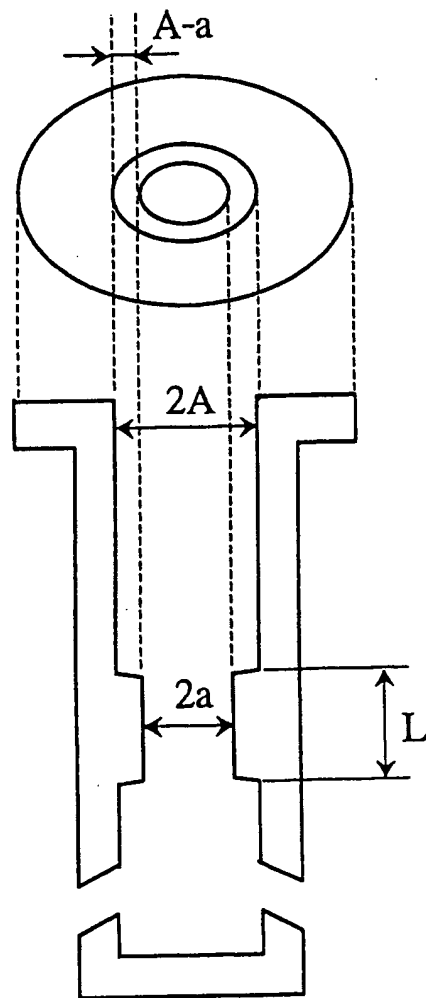


Fig.4

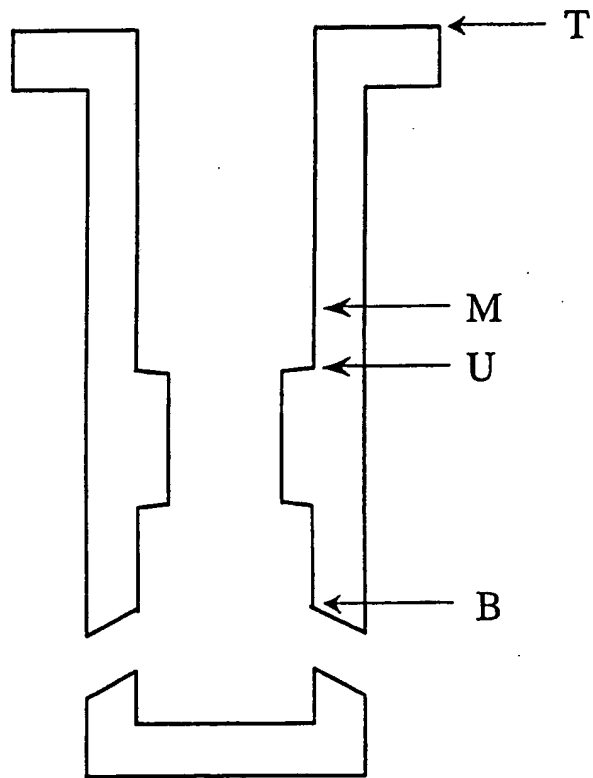


Fig.5

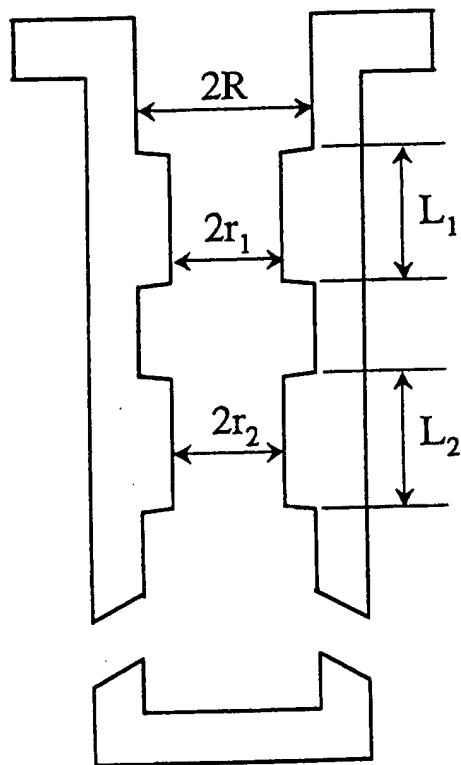


Fig.6

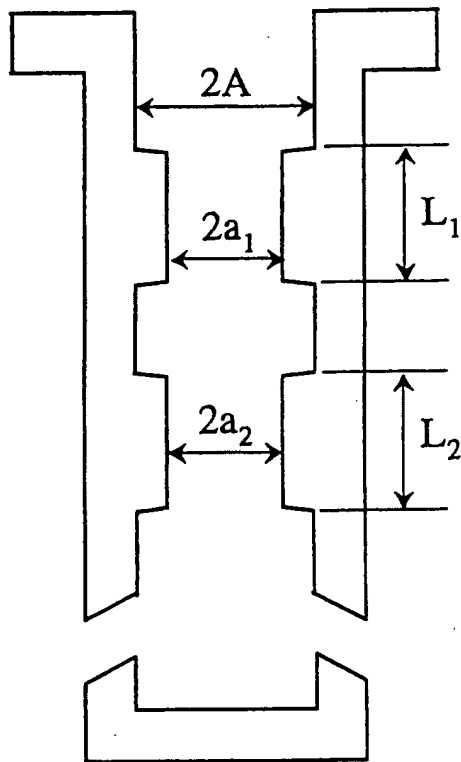


Fig.7

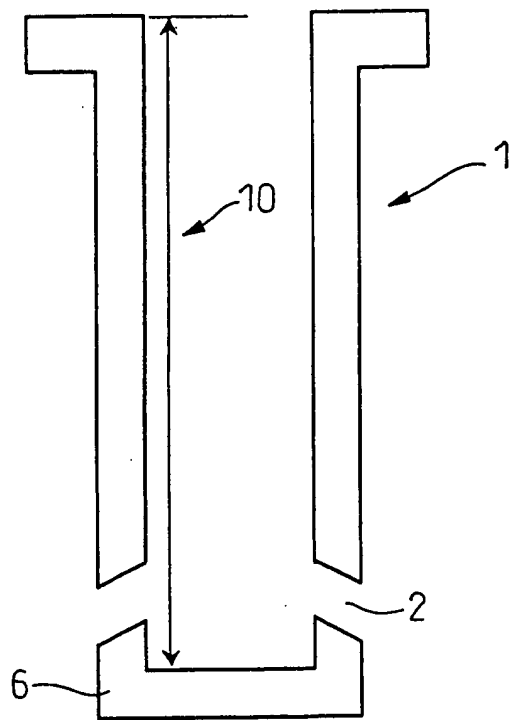


Fig.8

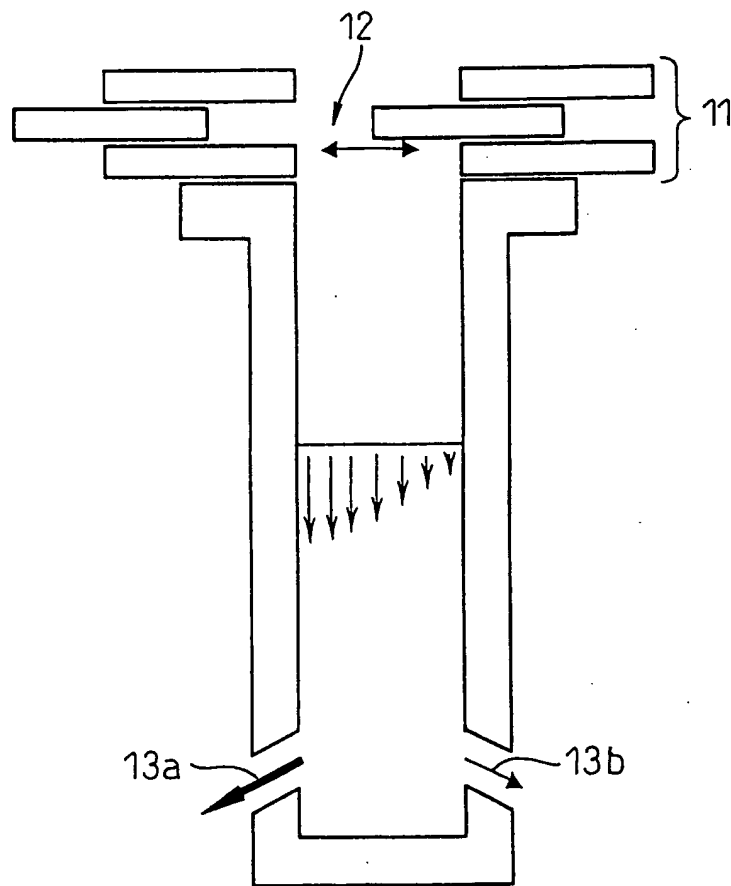


Fig. 9

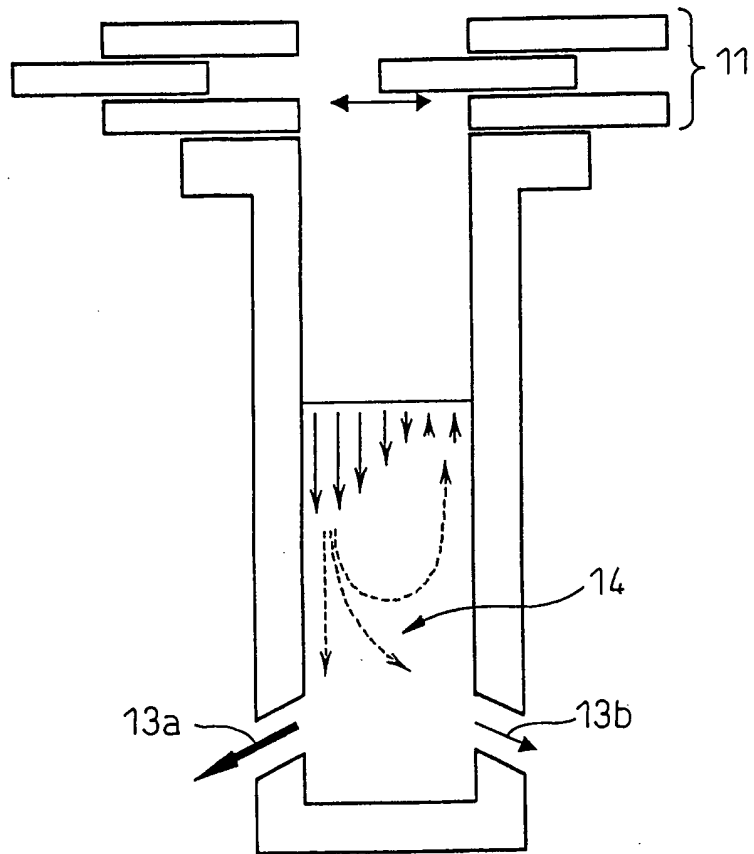


Fig.10

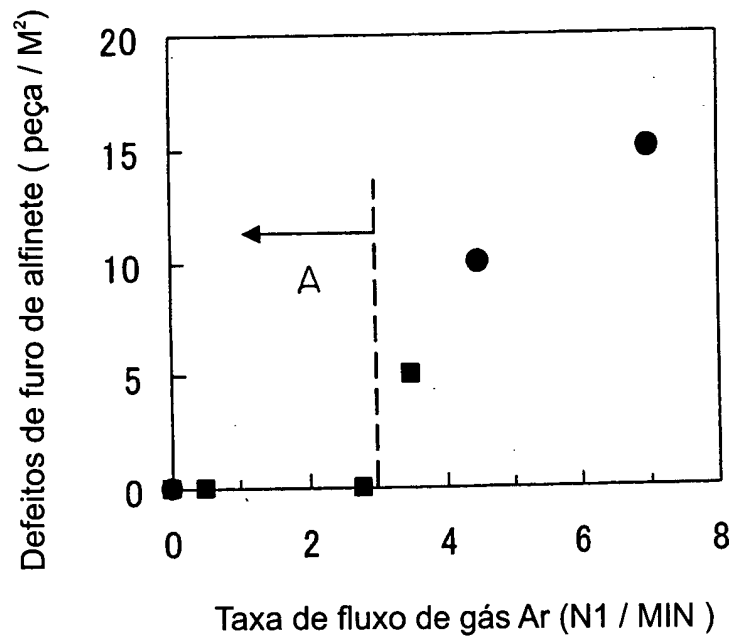
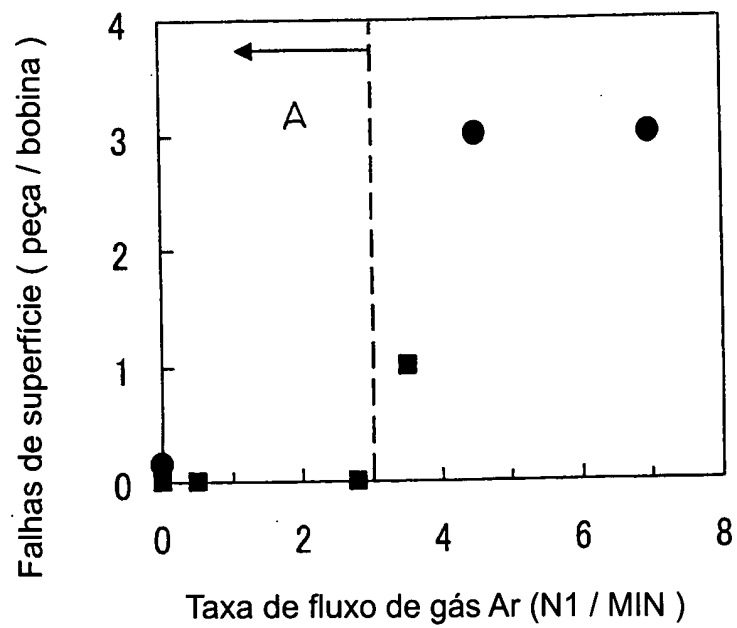


Fig.11



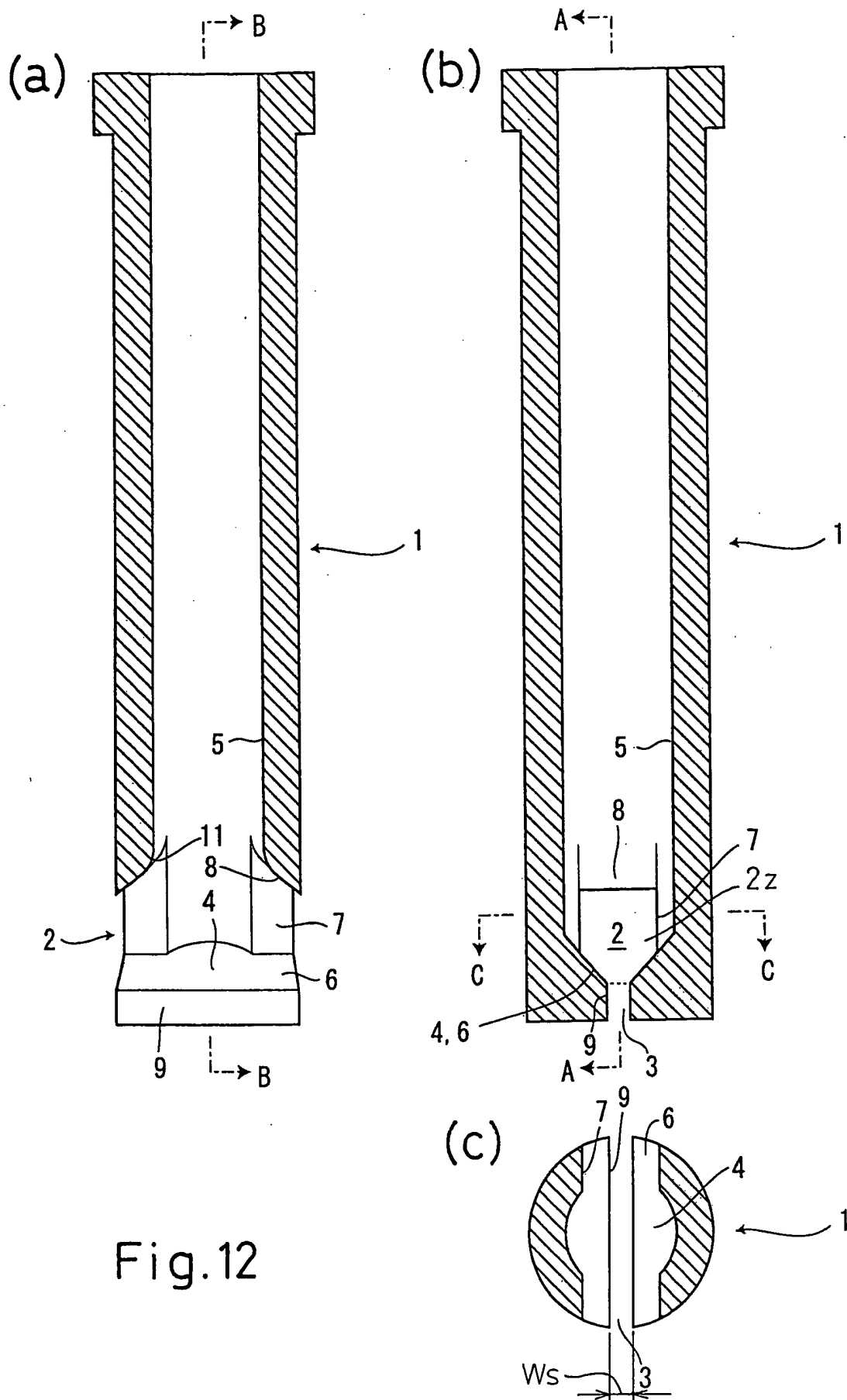


Fig.12

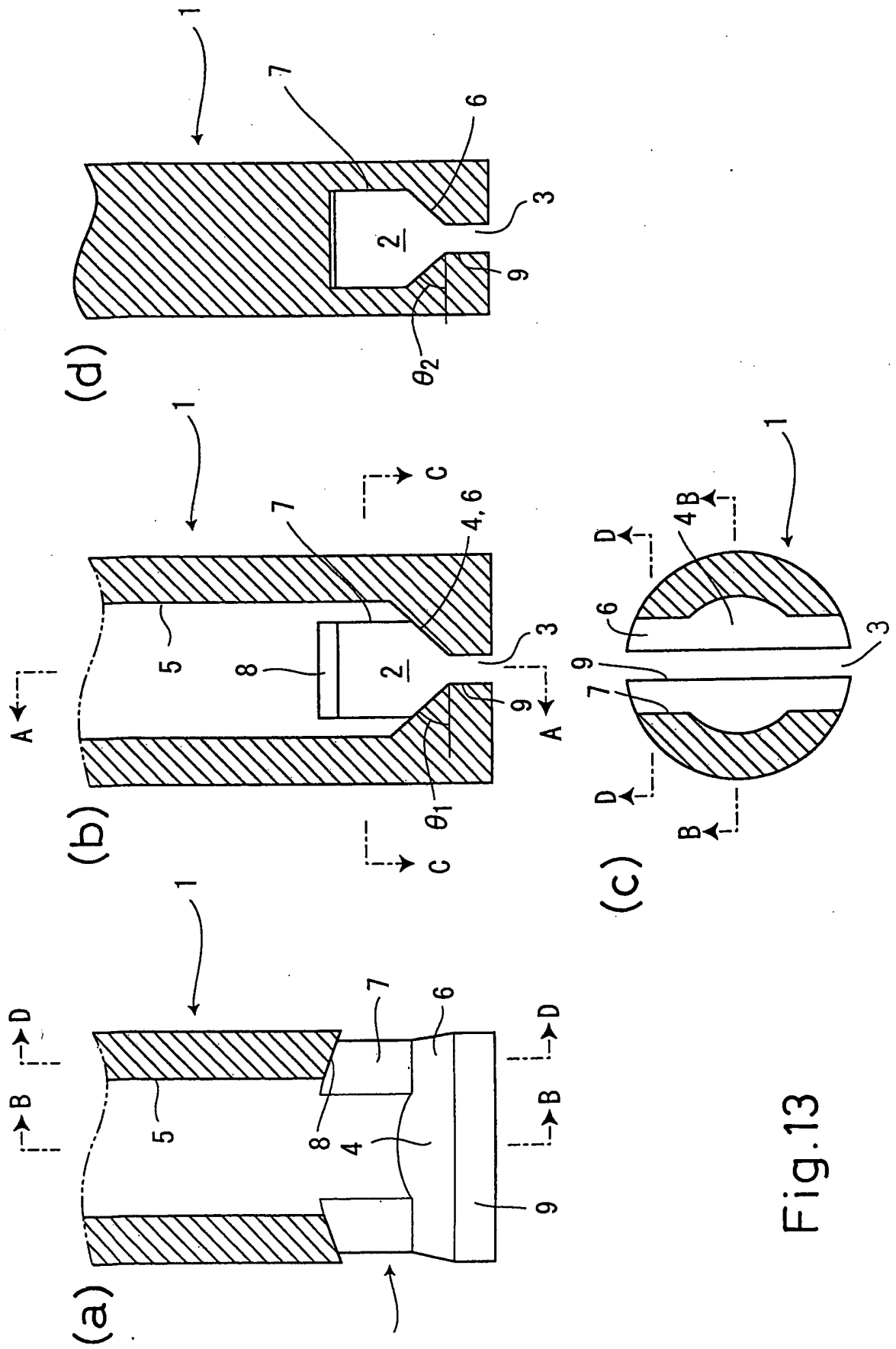


Fig.13

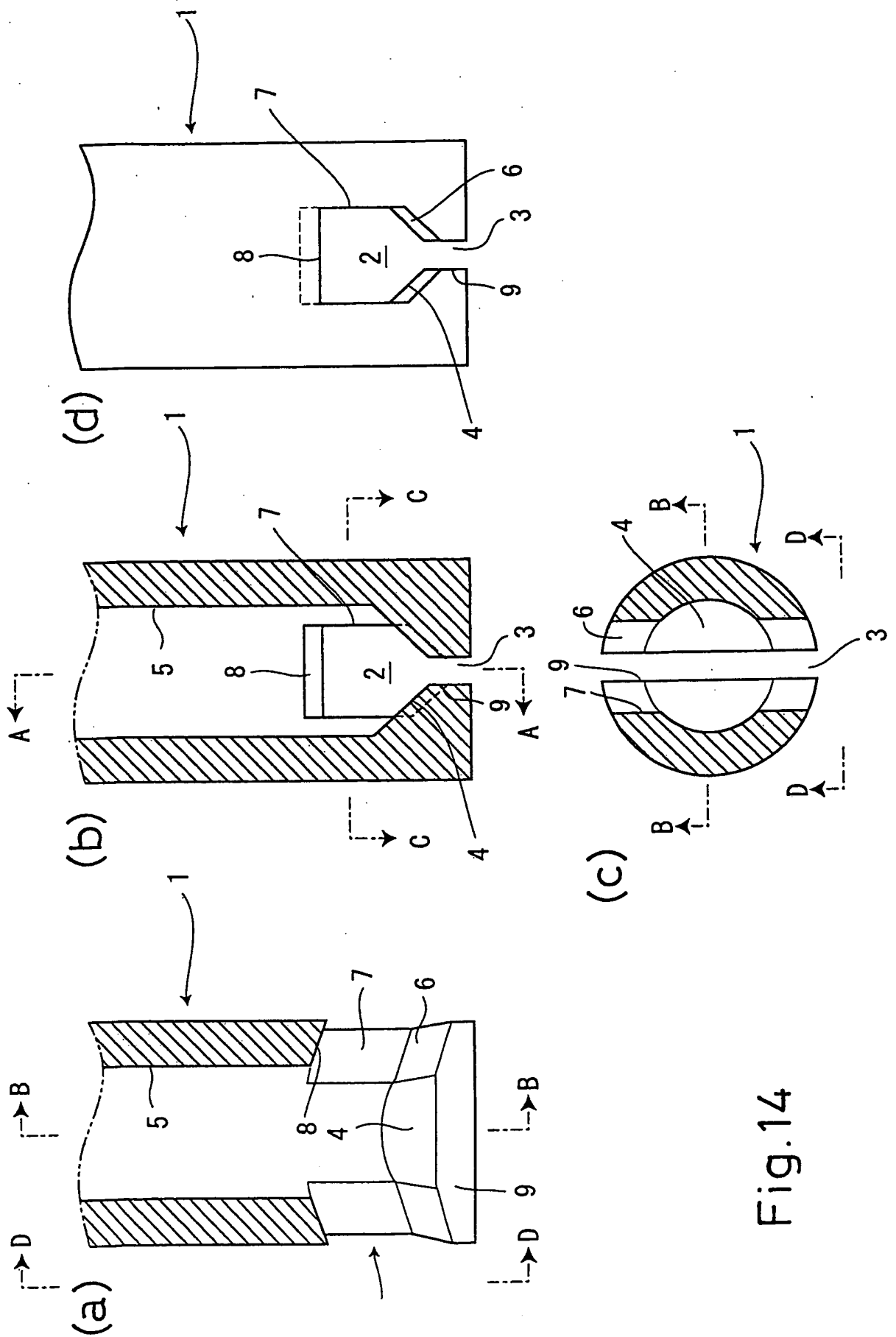


Fig.14

Fig.15

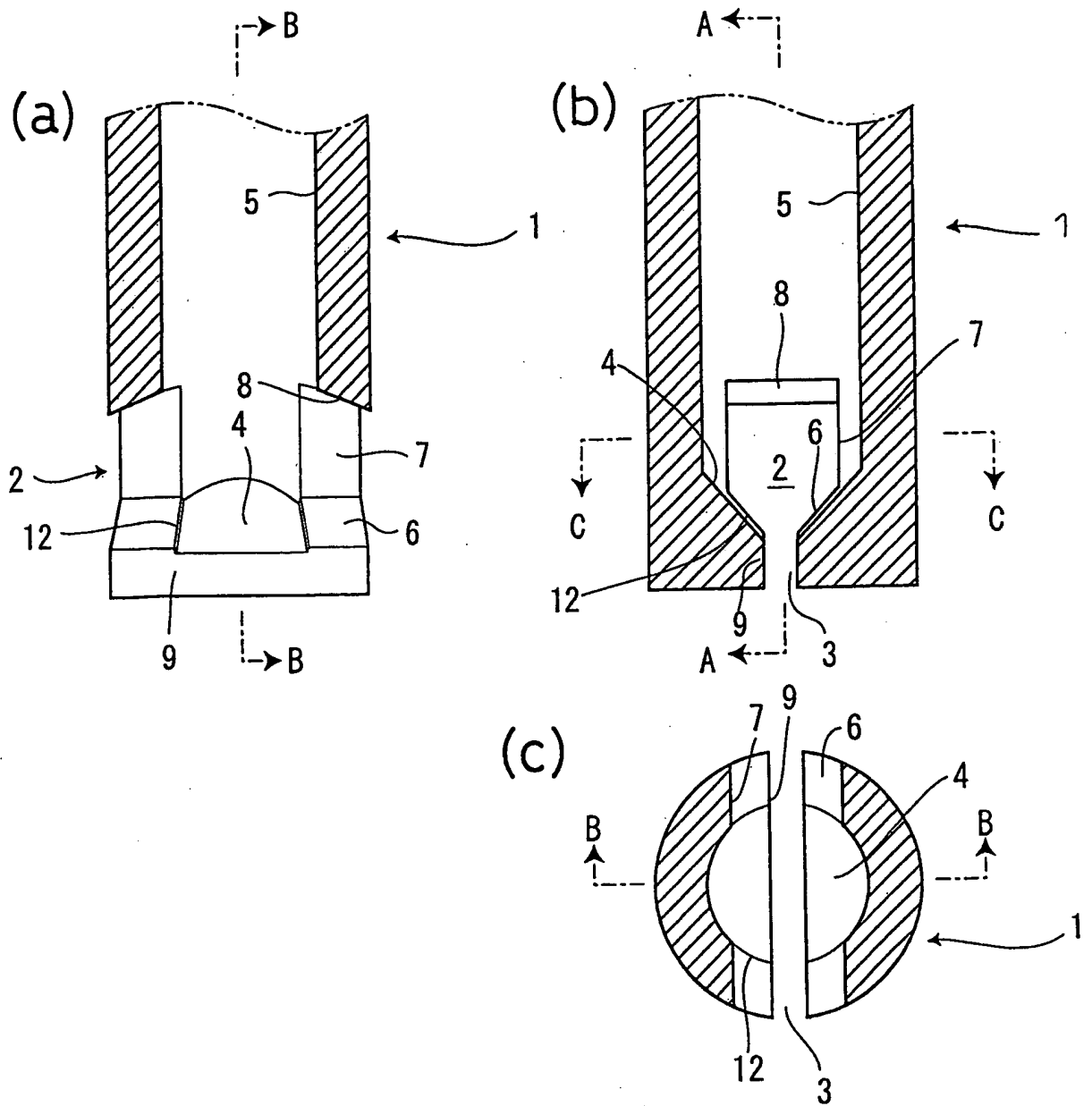
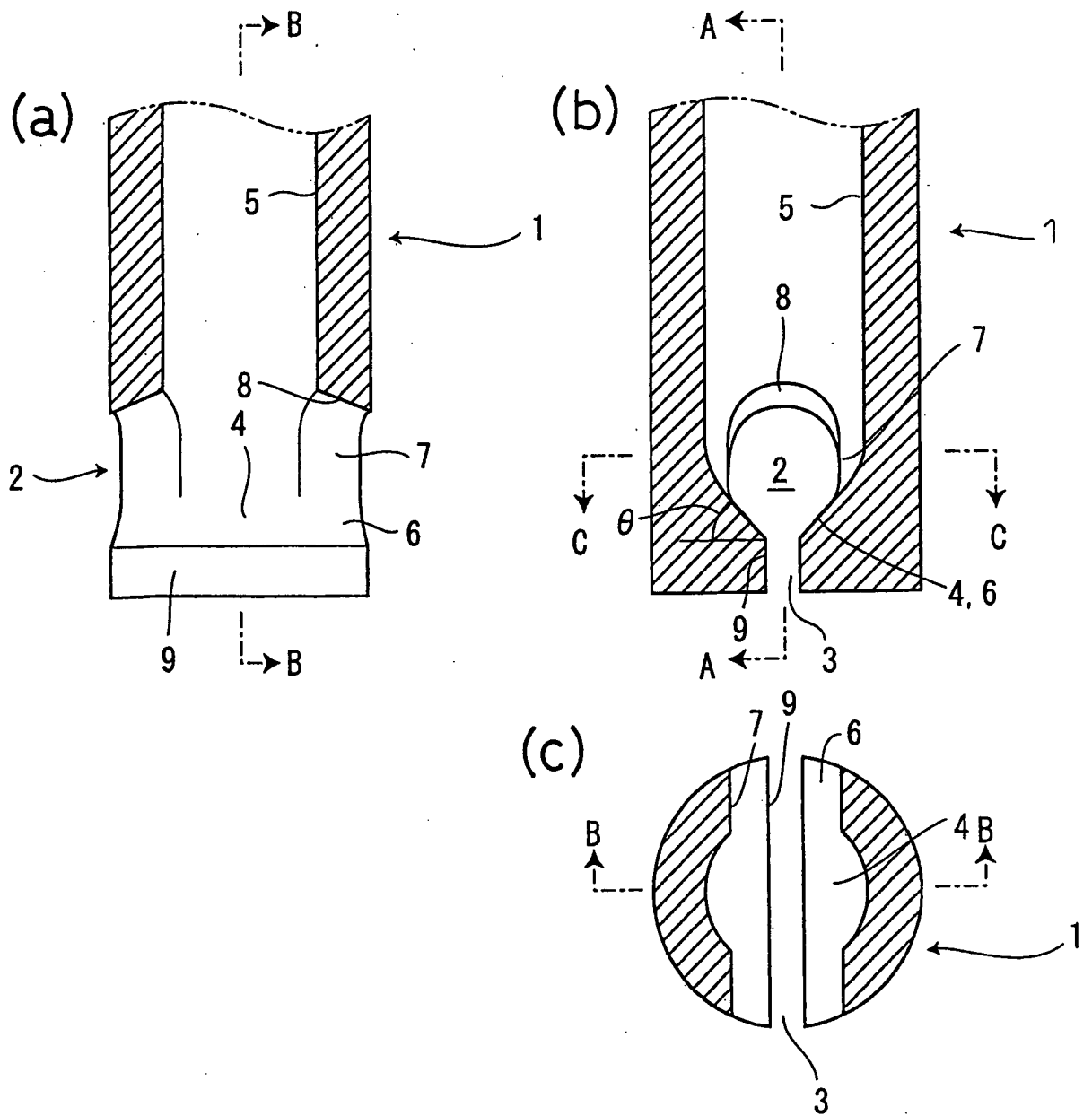


Fig.16



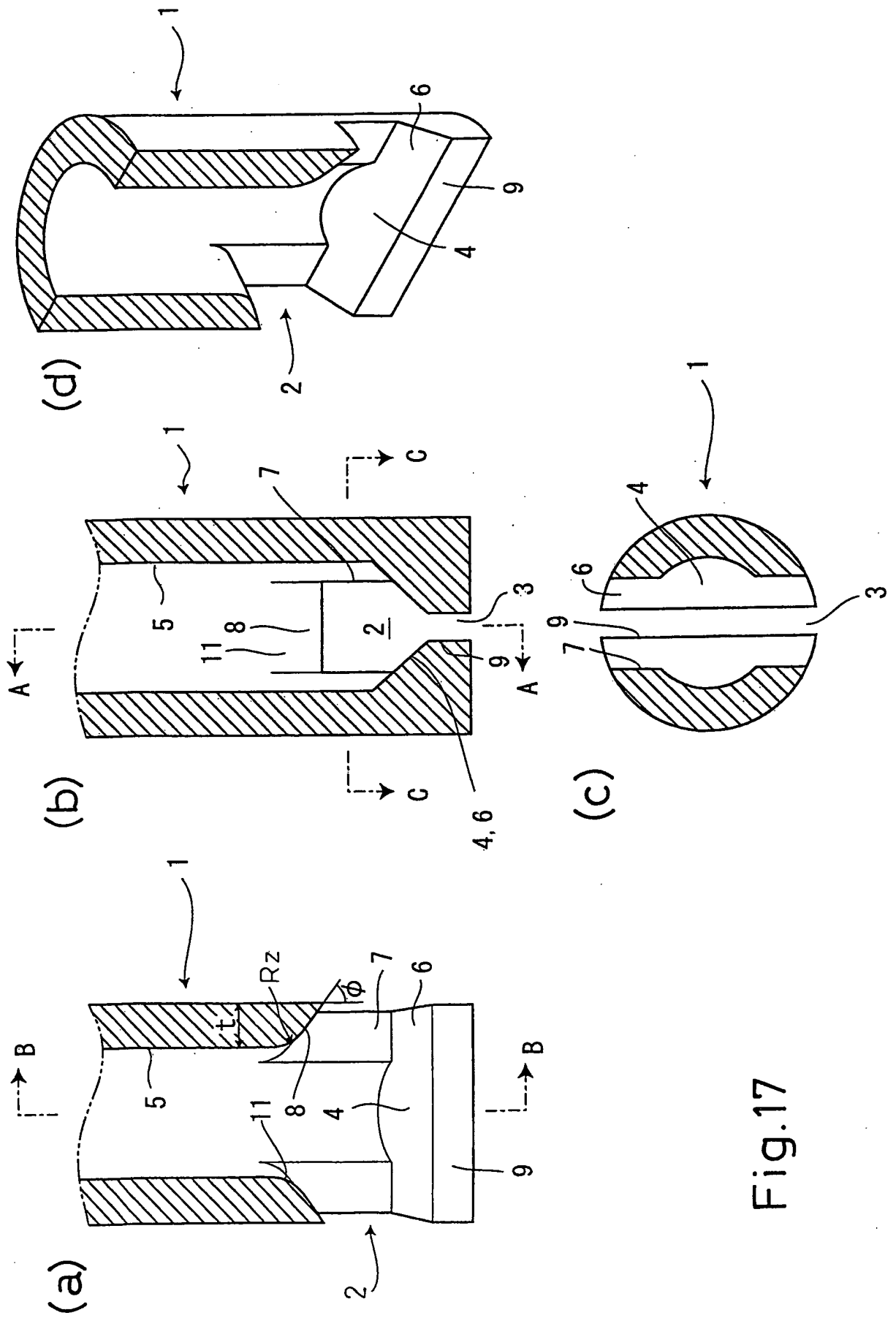


Fig.17

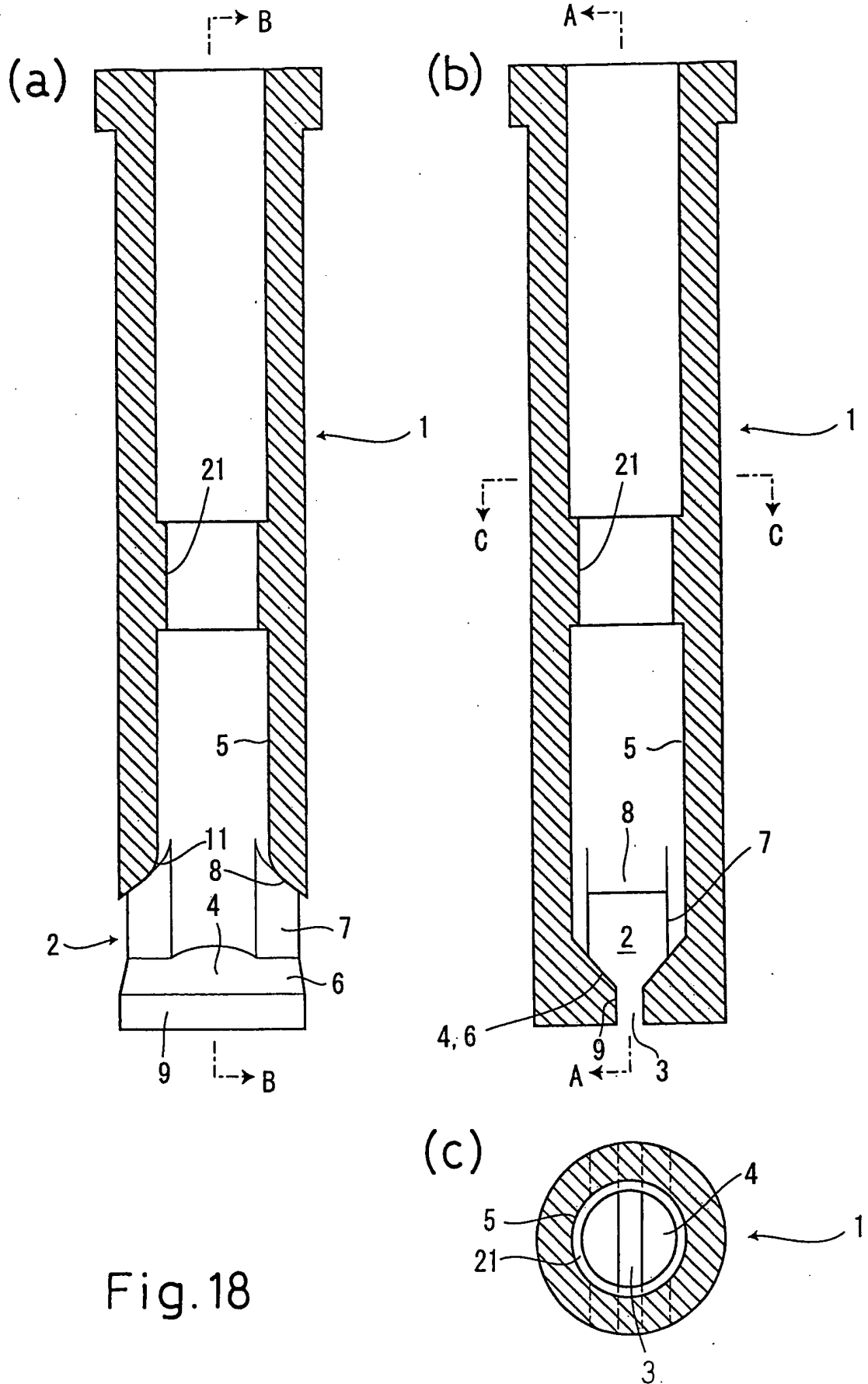


Fig.18

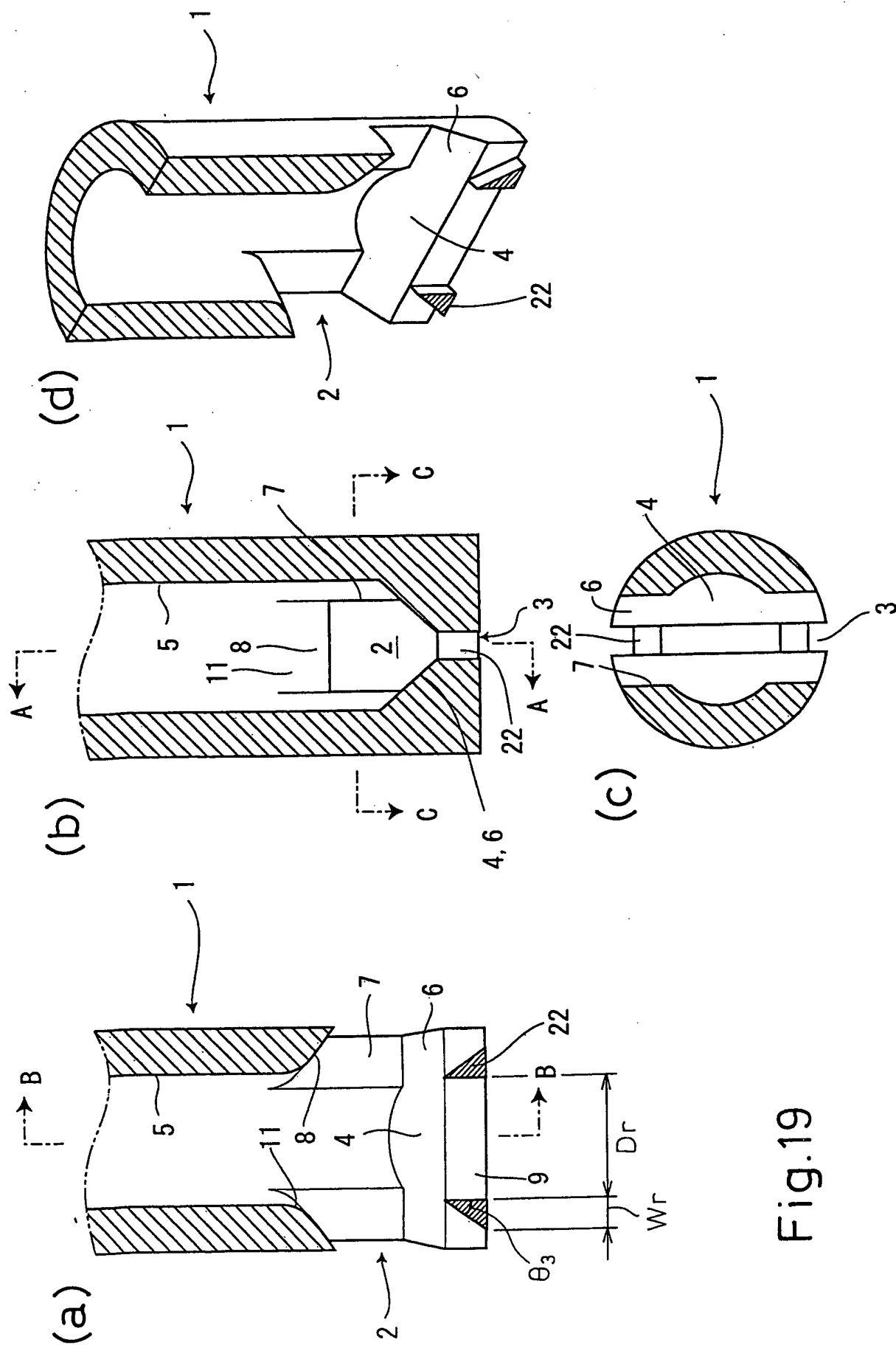


Fig.19

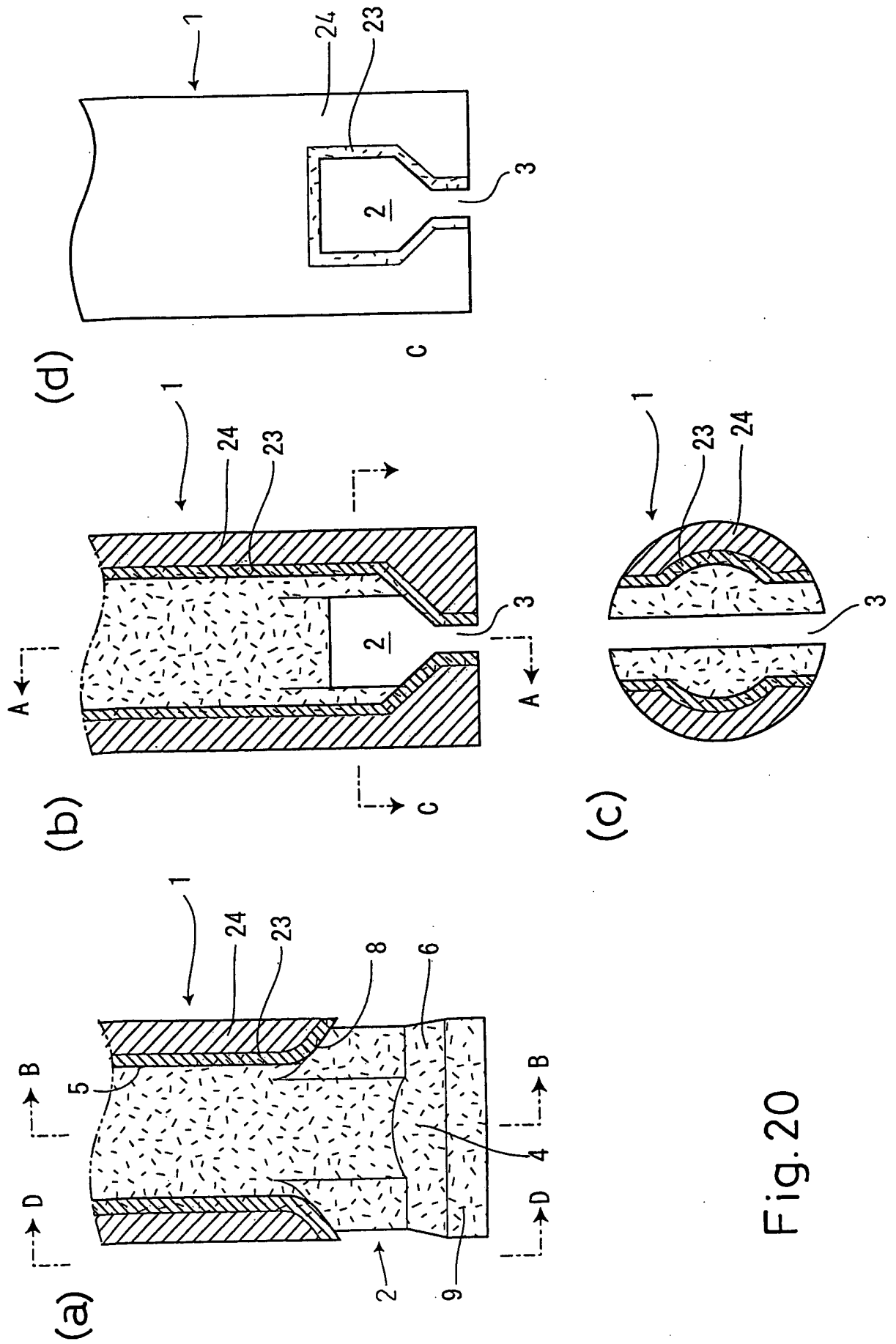


Fig. 20

RESUMO

Patente de Invenção: "MÉTODO DE PRODUÇÃO DE CHAPA GROSSA FUNDIDA DE ULTRABAIXO CARBONO".

- A presente invenção refere-se a um método para a produção de
- 5 uma chapa fundida de ultrabaixo carbono caracterizado pela adição de Ti ao aço fundido descarbureado para uma concentração de carbono de 0,01% por massa ou menos, adicionalmente acrescentar pelo menos um de Ce, La, e Nd, e utilizar um bocal de imersão para injetar o aço fundido acima de um distribuidor para um molde de fundição para fundição contínua enquanto
- 10 mantendo uma taxa de fluxo de gás Ar insuflado de qualquer localização dentro de uma faixa de um bocal superior de distribuidor até as portas de descarga do dito bocal de imersão a 3 NI (litros normais) /min ou menos.