

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

(11) **PI 0413794-9 B1**

(22) Data de Depósito: 23/08/2004
(45) Data da Concessão: 24/01/2012
(RPI 2142)



(51) Int.Cl.:
B22D 11/10
B22D 41/54
B22D 41/58
C04B 35/06

(54) Título: **BOCAL DE IMERSÃO PARA LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇO.**

(30) Prioridade Unionista: 22/08/2003 JP 2003-298232

(73) Titular(es): Krosakiharima Corporation

(72) Inventor(es): Joki Yoshitomi, Katsumi Morikawa, Keisuke Asano, Saeko Uchida

“BOCAL DE IMERSÃO PARA LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇO” CAMPO TÉCNICO

A presente invenção se refere a um bocal de lingotamento para uso com um recipiente com aço em fusão, tal como uma panela ou um distribuidor, em um processo para lingotamento contínuo de aço em fusão e mais especificamente a um bocal de lingotamento contínuo compreendendo uma combinação de um bocal superior, um bocal corrediço, um bocal intermediário, um bocal inferior e um bocal submerso ou de imersão. Em particular, a presente invenção se refere a um bocal de imersão apropriado para lingotamento contínuo de aço puro e um método para lingotamento contínuo de aço puro, usando o bocal de imersão.

TÉCNICA ANTECEDENTE

Em um processo para lingotamento contínuo de um aço acalmado com alumínio, quando o aço em fusão é desoxidado pela adição de alumínio, inclusões à base de Al_2O_3 formadas no aço em fusão aderem e se acumulam sobre uma superfície de parede interna de um bocal de lingotamento para provocar um fenômeno de entupimento do bocal onde um diâmetro interno do furo é gradualmente reduzido.

Este fenômeno de entupimento do bocal leva diretamente a um encurtamento de uma vida útil do bocal de entupimento. Ademais, em consequência do fenômeno de entupimento de bocal, aço em fusão escoar dentro de um molde a uma vazão irregular para causar desvio no molde, para provocar um defeito no produto lingotado devido à inclusão de pó de molde e bolhas (os chamados furos de bolhas). Estes efeitos adversos obstruem a operação de lingotamento contínuo e levam a uma deterioração da qualidade do aço.

Como medidas contra o fenômeno de entupimento do bocal, várias propostas, tais como o uso de um material e estrutura destinados a

impedir a adesão de Al_2O_3 , foram feitas.

Quanto ao uso de um material destinado a impedir a adesão de Al_2O_3 é conhecida uma técnica de induzir uma reação entre CaO em um material refratário de $\text{ZrO}_2\text{-CaO-C}$ e inclusões à base de Al_2O_3 em aço em fusão para formar um material de baixo ponto de fusão e fundir uma superfície do material de baixo ponto de fusão de maneira tal a escoar para baixo juntamente com o aço em fusão para obter um efeito antiadesão como descrito, por exemplo, na publicação de patente 1 abaixo. Porém, em casos em que a pureza do aço em fusão é reativamente baixa, esta técnica não pode conseguir um efeito antiadesão suficiente, porque um composto, tal como $\text{CaO } 6\text{Al}_2\text{O}_3$ com um ponto de fusão mais elevado do que o do aço em fusão, é formado concorrentemente com a formação do material de baixo ponto de fusão.

Quanto à estrutura destinada a impedir a adesão de Al_2O_3 , a publicação de patente 2 abaixo propõe um bocal de imersão para lingotamento contínuo. O bocal de imersão compreende uma palheta de turbilhonamento disposta em um furo interno do mesmo e projetada para gerar um fluxo turbilhonante no aço em fusão que passa através do furo interno e uma posição e dimensões da palheta de turbilhonamento espiral são ajustadas para impedir a adesão de inclusões à base de Al_2O_3 na palheta de turbilhonamento espiral. Neste bocal de imersão, devido a um fluxo turbilhonante gerado pela palheta de turbilhonamento espiral, inclusões à base de Al_2O_3 de baixa densidade e bolhas são aptas a ficarem concentradas no centro do fluxo de aço em fusão em um lado a jusante em relação à palheta de turbilhonamento espiral. Assim, o fluxo de aço em fusão adjacente a uma superfície de parede interna é suscetível de estagnar em uma região do furo interno variando desde a palheta de turbilhonamento espiral até uma posição de um nível de aço em fusão (menisco secundário) para causar um problema a respeito do aumento da adesão de Al_2O_3 à parede interna nesta região.

[Publicação de Patente 1] Publicação de Patente JP 07-34978

[Publicação de Patente 2] Publicação de Patente Aberta ao Público JP 2003-33846

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

5 [Problemas a serem resolvidos pela invenção]

Em vista das circunstâncias acima, constitui um objetivo da presente invenção proporcionar um bocal de imersão para lingotamento contínuo de aço puro, capaz de gerar um fluxo turbilhonante em aço em fusão para eliminar desvio de aço em fusão em um molde, com base em uma
10 palheta de turbilhonamento espiral disposta em um furo interno do bocal, e impedir a adesão de inclusões à base de Al_2O_3 em uma superfície de parede do furo interno enquanto se obtém plenamente o efeito da palheta de turbilhonamento.

Constitui um outro objeto da presente invenção proporcionar
15 um meio de reduzir uma quantidade em uma superfície de parede de um bocal de lingotamento contínuo em contato com aço em fusão proveniente de um recipiente de aço em fusão, tal como uma panela ou distribuidor, em um processo para lingotamento contínuo de aço puro, tal como aço acalmado por alumínio.

20 Estes e outros objetos, aspectos e vantagens da presente invenção vão se tornar evidentes pela leitura da seguinte descrição detalhada juntamente com os desenhos anexos.

[Meios para Resolver os Problemas]

A fim de atingir os objetivos acima, a presente invenção
25 proporciona um bocal de imersão para lingotamento contínuo de aço, tendo um furo interno provido com uma palheta de turbilhonamento para gerar um fluxo turbilhonante em aço em fusão que passa através do mesmo (daqui em diante chamada simplesmente de “palheta de turbilhonamento”). O furo interno é definido por uma superfície de parede (daqui em diante chamada de

“superfície de parede interna”) adaptada para entrar em contato com o aço em fusão e pelo menos uma parte da superfície de parede interna é formada de uma camada refratária contendo CaO e MgO. A camada refratária é preparada controlando uma razão em peso de cada um dentre CaO e MgO na camada refratária e uma porosidade aparente.

No bocal de imersão da presente invenção, a camada refratária que constitui a superfície de parede interna pode ser formada como uma camada refratária de forma tubular que contém 65% em massa ou mais de MgO e CaO em uma razão em peso CaO/MgO variando de 0,4 a 2,3, mais preferivelmente 0,6 a 1,5, o restante sendo primordialmente um material carbonáceo e tem uma porosidade aparente de 5 a 25% e uma espessura de 3 a 20 mm.

Na presente invenção, a composição química da camada refratária é representada por um valor medido depois que a superfície de parede interna é submetida a um tratamento térmico em uma atmosfera redutora a uma temperatura de cerca de 900 a 1200°C.

Se uma razão em peso CaO/MgO for menor do que 0,4, a adesão de inclusões à base de Al_2O_3 é aumentada para causar um risco maior do fenômeno de entupimento do bocal. Se uma razão em peso CaO/MgO for maior do que 2,3, $CaO \cdot Al_2O_3$ ou um material de baixo ponto de fusão é formado para provocar um aumento do desgaste da camada refratária, mesmo que não ocorra nenhuma adesão de inclusões à base de Al_2O_3 .

Quando a camada refratária que constitui a superfície de parede interna contém 65% em massa ou mais de MgO e CaO com o restante sendo primordialmente um material carbonáceo, tal como grafita e resina, o material carbonáceo pode estar contido na faixa de 35 a 1% em massa para proporcionar uma superfície de parede interna com excelente resistência ao choque térmico. Se um total entre MgO e CaO for menor do que 65% em massa, é acelerado um fenômeno de fusão do carbono no aço em fusão para

provocar aumento de desgaste. A fim de impedir a oxidação, a camada refratária pode conter adicionalmente 5% em massa ou menos de pelo menos um selecionado dentre B_4C , SiC , Al e Si .

Cada teor dos componentes acima é representado excluindo um teor de impurezas que são inevitavelmente misturadas nas matérias primas.

Uma matéria prima de CaO ou MgO que constitui o bocal da presente invenção pode incluir calcário natural, mármore, minério de dolomita, cal extinta, clínquer de magnésia, clínquer de dolomita, clínquer de cálcia, clínquer de cimento e compostos de flúor contendo íon cálcio e/ou íon magnésio.

Embora a camada refratária como um produto seja mais aprimorada em resistência ao desgaste e resistência contra adesão de Al_2O_3 pois ela tem uma densidade mais alta, uma porosidade aparente da camada refratária fica preferivelmente na faixa de 5 a 25%, mais preferivelmente na faixa de 10 a 20%. Se a camada refratária tiver uma porosidade aparente de menos do que 5%, a resistência ao choque térmico é deteriorada para provocar um aumento da tensão térmica e um risco maior de trincas no corpo do bocal. Um bocal de imersão usando uma camada refratária porosa com uma porosidade aparente de mais do que 25% não pode resistir a longas horas de operação de lingotamento devido ao desgaste causado pela abrasão.

Uma parte ou a totalidade da superfície de parede interna adaptada para entrar em contato com o aço em fusão pode ser formada de uma camada refratária de forma tubular contendo os componentes acima e tendo uma espessura de 3 a 20 mm, de modo a eliminar o fenômeno de entupimento do bocal. Se a camada refratária tiver uma espessura de menos de 3 mm, é difícil obter um efeito antientupimento suficiente nas longas horas da operação de lingotamento real. Se a camada refratária tiver uma espessura de mais de 20 mm, o calor do aço em fusão durante o uso tem alta probabilidade

de causar trincas no corpo do bocal pressionado pela camada refratária tendo um coeficiente de dilatação maior do que aquele do corpo do bocal.

No bocal de imersão da presente invenção, a palheta de turbilhonamento disposta no furo interno pode ser preparada retorcendo um material refratário em forma de fita a um ângulo de 80 a 180 graus, preferivelmente a cerca de 120 graus, com base em um plano horizontal, de maneira tal a ser conformada em uma forma espiral.

A palheta de turbilhonamento pode ser fixada na superfície de parede interna em qualquer posição apropriada capaz de prevenir o desvio de aço em fusão em uma abertura externa do bocal.

A fim de facilitar a extração de uma forma de matriz durante a formação do bocal, a superfície de parede interna é preferivelmente projetada para ter uma forma ligeiramente afilada em uma direção a partir de uma abertura de entrada até a abertura de saída. Ademais, a superfície de parede interna pode ser parcialmente formada com uma porção convexa ou de ligação para suportar a palheta de turbilhonamento.

Na presente invenção, gás inerte pode ser injetado no aço em fusão a partir de uma abertura de injeção de gás que é formada em um bocal de lingotamento contínuo incluindo um bocal superior associado com um recipiente de aço em fusão, em uma posição sobre um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento disposta no furo interno do bocal de imersão, de modo a prover um excelente efeito de purificação do aço em fusão com base em uma interação sinérgica com o efeito antidesvio da palheta de turbilhonamento.

Especificamente, de acordo com uma força centrífuga que surge do fluxo turbilhonante no aço em fusão no lado a jusante em relação à palheta de turbilhonamento e uma diferença de densidade entre o aço em fusão e cada uma das inclusões à base de Al_2O_3 no aço em fusão e bolhas de gás formadas pelo gás inerte injetado no aço em fusão, as bolhas de gás e as

inclusões à base de Al_2O_3 ficam prontamente concentradas no centro de um fluxo de aço em fusão. Isto aumenta a chance de contato entre as bolhas de gás e as inclusões à base de Al_2O_3 para permitir que as inclusões à base de Al_2O_3 sejam mais frequentemente aprisionadas pelas bolhas de gás. Ademais, o efeito de borbulhamento torna possível facilitar levar para a superfície as inclusões à base de Al_2O_3 em um molde de modo a prover uma acentuada purificação do aço.

Embora o bocal de imersão da presente invenção possa obter o efeito antiadesão em inclusões à base de Al_2O_3 mesmo se apenas uma porção da superfície de parede interna no lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento seja formada da camada refratária de forma tubular, a camada refratária pode ser formada para servir como toda a superfície de parede interna incluindo uma porção da superfície de parede interna em um lado a jusante em relação à palheta de turbilhonamento. Ademais, o gás pode ser injetado no aço em fusão que escoar através do bocal de lingotamento contínuo incluindo o bocal superior associado com o recipiente de aço em fusão e uma posição no em um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento.

O material da palheta de turbilhonamento usada na presente invenção não é limitado a um específico. Por exemplo, o material da palheta de turbilhonamento pode incluir materiais à base de alumina-carbono, à base de alumina-sílica-carbono, à base de zircônia-carbono, à base de magnésia-carbono, à base de magnésia-cal-carbono à base de magnésia-cal.

O corpo do bocal de imersão pode ser feito de um material refratário comumente usado tendo um componente principal compreendendo carbono e pelo menos um selecionado do grupo que consiste de alumina, zircônia e magnésia.

Ademais, uma porção de linha de pó do bocal de imersão pode ser feita de um material à base de zircônia-carbono comumente usado.

De acordo com a presente invenção, uma combinação da camada refratária de forma tubular, da palheta de turbilhonamento e da injeção de gás inerte torna possível efetivamente prevenir a adesão de inclusões à base de Al_2O_3 ao mesmo tempo em que mantém de maneira confiável um efeito para eliminar o desvio de aço em fusão em um molde, de modo a obter uma acentuada pureza do aço, estabilização na operação de lingotamento e melhoria e estabilização da qualidade do aço. Isto contribui grandemente para redução do custo de produção.

Além disso, quando a injeção de gás inerte é combinada com a camada refratária de forma tubular e a palheta de turbilhonamento, a quantidade de gás inerte a ser injetada pode ser reduzida em comparação com um caso em que a injeção de gás inerte é implementada sem estar combinada com a camada refratária de forma tubular e a palheta de turbilhonamento. Assim, defeitos no aço devidos ao gás inerte podem ser reduzidos para acelerar ainda mais a melhoria e a estabilização da qualidade do aço e a redução do custo de produção.

MELHOR MODO DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

Com referência aos desenhos anexos, um modo de realização da presente invenção vai ser descrito agora.

[PRIMEIRO MODO DE REALIZAÇÃO]

A fig. 1 é uma vista em corte mostrando um bocal de imersão 1 de acordo com um primeiro modo de realização da presente invenção. O bocal de imersão 1 compreende uma palheta de turbilhonamento 4 disposta em um furo interno do mesmo e uma camada refratária em forma de fita 3 servindo como uma porção de uma superfície de parede do furo interno em um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento.

Na fig. 1, o número de referência 2 indica uma porção de linha de pó para proteção contra corrosão devida ao pó de molde que é um material termicamente isolante para aço em fusão em uma região de imersão. Em um

estado em que o bocal de imersão 1 está imerso em aço em fusão, a palheta de turbilhonamento 4 fica disposta no furo interno em uma posição apropriada acima do ou no lado a montante em relação à porção de linha de pó 2, embora compreensivelmente levando em consideração dimensões do bocal, tais como um comprimento entre uma abertura de entrada 5 de aço em fusão e uma
5 abertura de saída 6 de aço em fusão e um diâmetro do furo interno de modo a prevenir o desvio do aço em fusão na abertura de saída 6.

[SEGUNDO MODO DE REALIZAÇÃO]

A fig. 2 é uma vista em corte mostrando um bocal de imersão 1
10 de acordo com um segundo modo de realização da presente invenção. O bocal de imersão 1 tem um furo interno definido por uma superfície de parede que é adaptada para entrar em contato com aço em fusão que passa através do mesmo e formado inteiramente de uma camada refratária de forma tubular 3. Ademais, uma palheta de turbilhonamento 4 é disposta no furo interno no lado a
15 montante em relação a uma porção de linha de pó 2.

[TERCEIRO MODO DE REALIZAÇÃO]

A fig. 3 é uma vista em corte mostrando um bocal de imersão 1 de acordo com um terceiro modo de realização da presente invenção. No terceiro modo de realização, este bocal de imersão 1 é provido com uma
20 abertura 7 de injeção de gás disposta adjacente a uma abertura de entrada 5 de aço em fusão e ligada a um bocal superior 12 fixado no fundo de um recipiente 13 de aço em fusão.

No terceiro modo de realização, gás inerte é alimentado a partir de uma abertura 8 de alimentação de gás formada em uma parede externa de
25 uma porção superior do bocal de imersão 1 e injetado no aço em fusão a partir da abertura 7 de injeção de gás através de uma fenda 9 formada no lado de uma superfície posterior de uma camada refratária de forma tubular 3. A abertura 7 de injeção de gás é formada de um elemento refratário permeável a gás, tal como um elemento refratário poroso ou um elemento refratário tendo um furo

passante.

Embora a palheta de turbilhonamento 4 e a camada refratária de forma tubular 3 em cada um dos primeiro a terceiro modos de realização sejam dispostas no furo interno do bocal de imersão 1, elas poderiam ser dispostas em qualquer outra posição apropriada de uma passagem de fluxo de aço em fusão de um bocal intermediário (bocal inferior) 10, uma placa 11 de bocal correção ou o bocal superior 12 (ver fig. 3).

Quando a palheta de turbilhonamento 4 e/ou a camada refratária de forma tubular 3 são dispostas na passagem de fluxo de aço em fusão do bocal superior 12, elas podem ser feitas de um material poroso na sua totalidade, como na abertura 7 de injeção de gás.

Um teste de lingotamento foi executado usando cada um dos bocais de imersão ilustrados nas figs. 1 a 3. O resultado do teste está apresentado nas seguintes tabelas 1 a 4.

Um corpo de bocal de imersão em cada amostra dos bocais de imersão nas figs. 1 a 3 foi feito de um material refratário à base de alumina-sílica-carbono consistindo de 41% em massa de Al_2O_3 , 28% em massa de SiO_2 e 31% em massa de C.

Um aço de extremamente baixo carbono acalmado com alumínio contendo 30 ppm de C, 0,03% em massa de Si, 0,7% em massa de Mn, 0,01% em massa de P, 0,01% em massa de S e 0,05% em massa de Al foi usado como o aço em fusão para este teste de lingotamento. Em cada um dos bocais de imersão, o tempo de lingotamento foi ajustado em 250 minutos. Uma composição de cada amostra submetida ao teste, uma espessura de inclusões à base de Al_2O_3 aderidas e um nível de desgaste na superfície de parede interna adjacente à abertura de saída depois do teste e uma diferença de temperatura ΔT que causa trincas com respeito ao choque térmico aplicado à mostra, foram verificados.

A tabela 1 mostra uma relação da taxa de acúmulo de Al_2O_3 ,

avaliação do nível de acúmulo de Al_2O_3 e temperatura de choque térmico ΔT , usando uma razão em peso CaO/MgO como um parâmetro, em cada amostra dos bocais de imersão ilustrados nas figs. 1 e 2.

Tabela 1

	Amostra Comparativa		Amostra da Invenção					Amostra Comparativa	
	1	2	1	2	3	4	5	3	4
Relação em peso total de CaO + MgO	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Relação em peso de CaO/MgO		0,3	0,4	0,6	1,0	1,5	2,4	3,0	
Composição Química	MgO (% em massa)	74,5	69,5	61,9	49,5	39,6	29,5	24,5	
	CaO (% em massa)	24,5	29,5	37,1	49,5	59,4	69,5	74,5	99,0
Medição	C (% em massa)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Taxa de acúmulo de alumina (mm/min)	0,23	0,1	0,03	0,001	0,001	0	-0,2	-0,8
	Avaliação de nível de acúmulo	Acúmulo Espesso	Adesão	Boa	Boa	Boa	Boa	Desgaste	Desgaste
	Resist. A choque térmico (diferença em temperatura ΔT)*	500	520	550	550	600	600	780	850

*Amostra: forma cilíndrica de $\Phi 120/\Phi 80$

Como visto na tabela 1, cada uma das amostras inventivas 1 a 5 tinha uma pequena adesão de inclusões à base de Al_2O_3 e se mantinha em um bom estado em todos os itens. Em contraste, cada uma das amostras comparativas 1 e 2 tendo uma razão em peso CaO/MgO de 0,3 ou menos tinha uma alta taxa de acúmulo de Al_2O_3 . Embora cada uma das amostras comparativas 3 e 4 tendo uma razão em peso CaO/MgO de mais de 2,3 não apresentasse adesão de Al_2O_3 , elas exibiam um aumento de desgaste. Quanto à diferença de temperatura ΔT que causa trincas devido ao choque térmico, cada uma das amostras tinha um baixo valor de 1000°C ou menos por causa de um teor de carbono relativamente baixo e não havia nenhuma diferença substancial entre elas.

Tabela 2

		Amostra Comparativa		Amostra da Invenção			
		5	6	6	7	8	
Composição Química	Relação em peso total de CaO + MgO	55,0	60,0	65,0	85,0	95,0	
	Relação em peso de CaO/MgO	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	MgO (% em massa)	27,5	30,0	32,5	42,5	47,5	
	CaO (% em massa)	27,5	30,0	32,5	42,5	47,5	
Medição	C (% em massa)	45,0	40,0	35,0	15,0	5,0	
	Taxa de acúmulo de alumina (mm/min)	-0,8	-0,3	-0,1	-0,03	-0,01	
	Avaliação de nível de acúmulo	Grande desgaste	Grande desgaste	Boa	Boa	Boa	
	Resist. a choque térmico (diferença em temperatura ΔT)*	>1500	>1500	1350	1100	1000	

* Amostra: forma cilíndrica de $\Phi 120/\Phi 80$

A tabela 2 mostra o resultado de um teste usando amostras tendo, cada uma, uma razão em peso CaO/MgO fixada em 1 e um teor de carbono diferente. Como visto na tabela 2, a amostra tendo um teor de carbono de 5% em massa ou mais apresenta uma diferença de temperatura ΔT de 1000°C ou mais. Em particular, as amostras inventivas 6 e 8 tendo um teor de carbono de 35% em massa ou menos ou uma % em massa total de CaO e MgO de 65% em massa não tinham nem desgaste nem adesão de Al_2O_3 e apresentavam um estado bem balanceado. Em contraste, cada uma das amostras comparativas 5 e 6 tendo um teor de carbono excessivamente alto apresentava desgaste severo devido à reação entre o carbono e o aço em fusão durante um teste de acúmulo de Al_2O_3 .

Tabela 3

		Amostra da Invenção			Amostra Comparativa		
		7	9	10	7	8	9
Medição	Relação em peso total de CaO + MgO	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0
	Relação em peso de CaO/MgO	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	MgO (% em massa)	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
	CaO (% em massa)	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
	C (% em massa)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Composição Química	Porosidade aparente (%)	5	14	25	28	35	3
	Taxa de acúmulo de alumina (mm/min)	-0,03	-0,05	-0,08	-0,15	-0,4	-0,03
	Avaliação de nível de acúmulo	Boa	Boa	Boa	Desgaste	Desgaste	Boa
	Resist. A choque térmico (diferença em temperatura ΔT)*	1100	1150	1200	1300	1350	900

* Amostra: forma cilíndrica de $\Phi 120/\Phi 80$

A tabela 3 mostra o resultado de um teste de acúmulo de Al_2O_3 usando amostras preparadas usando uma composição da amostra inventiva 7 e variando a pressão de conformação de 300 para 2500 kg/cm² para ter diferentes porosidades aparentes depois da queima sob uma atmosfera reductora a uma temperatura de 1000°C. As amostras inventivas 7, 9 e 10 tendo uma porosidade aparente de 25% ou menos não tinham adesão de Al_2O_3 com base em um leve desgaste e se mantinham em um bom estado. Em contraste, as amostras comparativas 7 e 8 tendo uma porosidade aparente de 28% ou mais apresentavam um grande desgaste mesmo que nenhuma adesão de Al_2O_3 fosse observada. A amostra comparativa 9 tendo uma porosidade aparente de 3% apresentava uma pobre resistência ao choque térmico mesmo que ela não tivesse problema em termos de desgaste e adesão de Al_2O_3 .

Tabela 4

	Amostra Comparativa 10	Amostra da Invenção 11
Estrutura do bocal	FIG. 3	FIG. 3
Quantidade de argônio gasoso	0	3 NL/min
Quantidade de inclusões de alumina na placa (índice)	100	40

A tabela 4 acima mostra o resultado de um teste onde o bocal de imersão ilustrado na fig. 3 tendo a camada refratária da amostra inventiva 7 na tabela 3 foi usado e gás inerte foi injetado no aço em fusão a partir da abertura de injeção de gás feita de um material refratário permeável a gás e disposta em um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento.

Dado que quantidade de inclusões à base de Al_2O_3 em uma placa lingotada sem a injeção de argônio gasoso é 100 como mostrado na amostra comparativa 10, uma quantidade de inclusões à base de Al_2O_3 em uma placa lingotada com a injeção de argônio gasoso a 3 NL/min era reduzida a 40% como mostrado na amostra inventiva 11.

Em uma operação de lingotamento usando um bocal de imersão tendo a camada refratária da amostra inventiva 7, o bocal de imersão

podia manter estavelmente um efeito da palheta de turbilhonamento durante todo o período da operação de lingotamento sem adesão de inclusões à base de Al_2O_3 e o fenômeno de entupimento de bocal e podia ser obtido um produto sem defeitos de superfície e internos. Ademais, quando gás inerte era
5 injetado no aço em fusão a partir da abertura de injeção de gás feita de um material refratário permeável a gás e disposta em um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento, uma quantidade de inclusões à base de Al_2O_3 era drasticamente reduzida e um produto de alta qualidade isento de defeitos internos e de superfície podia ser obtido.

10 Em contraste, quando apenas a palheta de turbilhonamento era usada sem usar a camada refratária, inclusões à base de Al_2O_3 se acumulavam sobre a palheta de turbilhonamento e a superfície de parede interna no lado a montante da palheta de turbilhonamento na forma de uma camada tendo uma espessura de 7 a 8 mm para obstruir uma operação de lingotamento estável.

15 APLICABILIDADE INDUSTRIAL

De acordo a presente invenção, em um processo para lingotamento contínuo de aço em fusão usando um bocal de lingotamento que compreende uma combinação de um bocal superior, um bocal correção, um bocal, um bocal inferior ou intermediário e um bocal de imersão,
20 associado com um recipiente de aço em fusão, tal como uma panela ou distribuidor, a camada refratária de forma tubular formada em cada um dos bocais para servir com pelo menos uma parte de uma superfície de parede interna do mesmo adaptada para entrar em contato com aço em fusão pode prevenir a ocorrência de um fenômeno de entupimento do bocal e uma porção
25 da camada refratária formada sobre um lado a montante de palheta de turbilhonamento disposta no furo interno do bocal de imersão pode prevenir a adesão de inclusões à base de Al_2O_3 na palheta de turbilhonamento devido à estagnação de um fluxo de aço em fusão no furo interno em torno de um nível de aço em fusão (menisco secundário). Com base em efeitos sinérgicos com

borbulhamento, a presente invenção é apropriadamente usada no lingotamento contínuo de aço puro.

DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESENHOS

A fig. 1 é uma vista em corte mostrando um bocal de imersão de acordo com um modo de realização da presente invenção, em que o bocal de imersão compreende uma palheta de turbilhonamento disposta em um furo interno do mesmo e uma camada refratária de forma tubular servindo como uma porção de uma superfície de parede do furo interno em um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento.

A fig. 2 é uma vista em corte mostrando um bocal de imersão de acordo com um outro modo de realização da presente invenção, em que o bocal de imersão compreende uma camada refratária de forma tubular servindo como toda a superfície de parede de um furo interno do mesmo e uma palheta de turbilhonamento disposta no furo interno.

A fig. 3 é uma vista em corte mostrando um bocal de imersão de acordo com ainda outro modo de realização da presente invenção, em que o bocal de imersão compreende uma palheta de turbilhonamento disposta em um furo interno do mesmo. uma camada refratária de forma tubular servindo como uma porção de uma superfície de parede do furo interno em um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento e uma abertura de injeção de gás inerte disposta no lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento.

Descrição das Referências Numéricas e Indicações

1: bocal de imersão

2: porção de linha de pó

3: camada refratária de forma tubular

4: palheta de turbilhonamento

5: abertura de entrada de aço em fusão

6: abertura de saída de aço em fusão

- 7: abertura de injeção de gás
- 8: abertura de alimentação de gás
- 9: fenda
- 10: bocal intermediário (bocal inferior)
- 5 11: placa de bocal correção
- 12: bocal superior
- 13: recipiente de aço em fusão

REIVINDICAÇÕES

1. Bocal de imersão (1) para lingotamento contínuo de aço, tendo um furo interno provido com uma palheta de turbilhonamento (4) para gerar um fluxo turbilhonante no aço em fusão que passa através do mesmo, o furo interno tendo uma superfície de parede adaptada para entrar em contato com o aço em fusão durante o uso, caracterizado pelo fato de que pelo menos parte da superfície de parede do furo interno no lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento (4) é formado de uma camada refratária (3) contendo CaO e MgO e um material carbonáceo, onde a soma da respectiva composição química de MgO e CaO na camada refratária (3) é de 65% em massa ou mais e o material carbonáceo está presente na faixa de 1 a 35% em massa, onde a camada refratária (3) é preparada controlando-se uma razão em peso de cada um dentre CaO e MgO na camada refratária (3) e uma porosidade aparente de modo que a razão em peso CaO/MgO fica na faixa de 0,4 a 2,3 regulando-se a combinação de calcário natural, mármore, minério de dolomita, cal extinta, clínquer de magnésia, clínquer de dolomita, clínquer de cálcia, clínquer de cimento e compostos de flúor contendo íon cálcio e/ou íon magnésio, e a camada refratária (3) contendo CaO-MgO é formada com uma camada refratária (3) de forma tubular tendo uma porosidade aparente na faixa de 5 a 25% e uma espessura na faixa de 3 a 20 mm.

2. Bocal de imersão (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada refratária (3) contendo CaO-MgO contém 5% em massa ou menos de pelo menos um selecionado do grupo que consiste de B₄C, SiC, Al e Si.

3. Bocal de imersão (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a palheta de turbilhonamento (4) é preparada torcendo um material refratário em forma de fita a um ângulo de 80 a 180 graus com base em um plano horizontal, de maneira tal que ela é formada em um formato espiral.

4. Bocal de imersão (1) de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que a superfície de parede do furo interno é parcialmente formada com uma porção convexa ou de ligação, e a palheta de turbilhonamento (4) é fixada à porção convexa ou de ligação.

5 5. Bocal de imersão (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que tem uma abertura de injeção de gás (7) localizada em um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento (4).

10 6. Bocal de imersão (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada refratária (3) contendo CaO-MgO é formada para servir como a totalidade da superfície de parede do furo interno incluindo uma porção da superfície de parede em um lado a jusante em relação à palheta de turbilhonamento (4).

15 7. Bocal de imersão (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a palheta de turbilhonamento (4) é disposta no furo interno em um lado a montante em relação a uma posição que corresponde a uma linha de pó.

20 8. Bocal de imersão (1) de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a camada refratária (3) contendo CaO-MgO é formada como uma camada refratária (3) de forma tubular, onde o bocal de imersão (1) é projetado de tal modo que um gás inerte em relação ao aço é fornecido dentro do aço em fusão que passa através do furo interno, a partir de uma abertura de injeção de gás (7) disposta em um lado a montante em relação à palheta de turbilhonamento (4), através de um espaço formado no lado de uma superfície posterior da camada refratária (3) de forma tubular a partir de uma abertura de alimentação de gás formada no bocal de imersão (1).

FIG.1

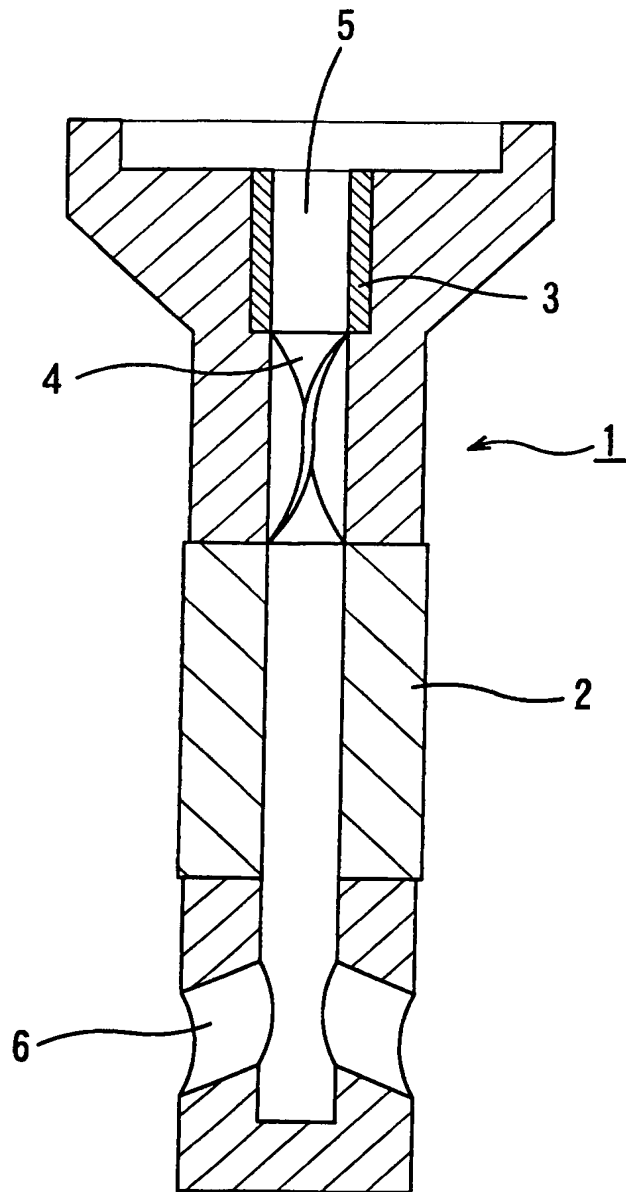


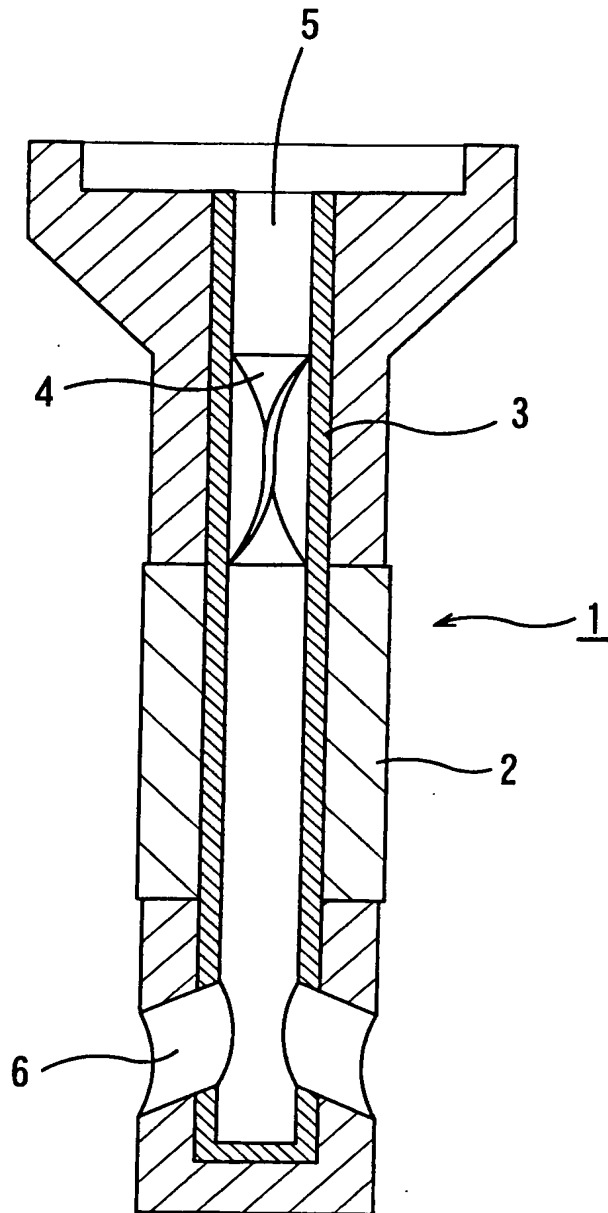
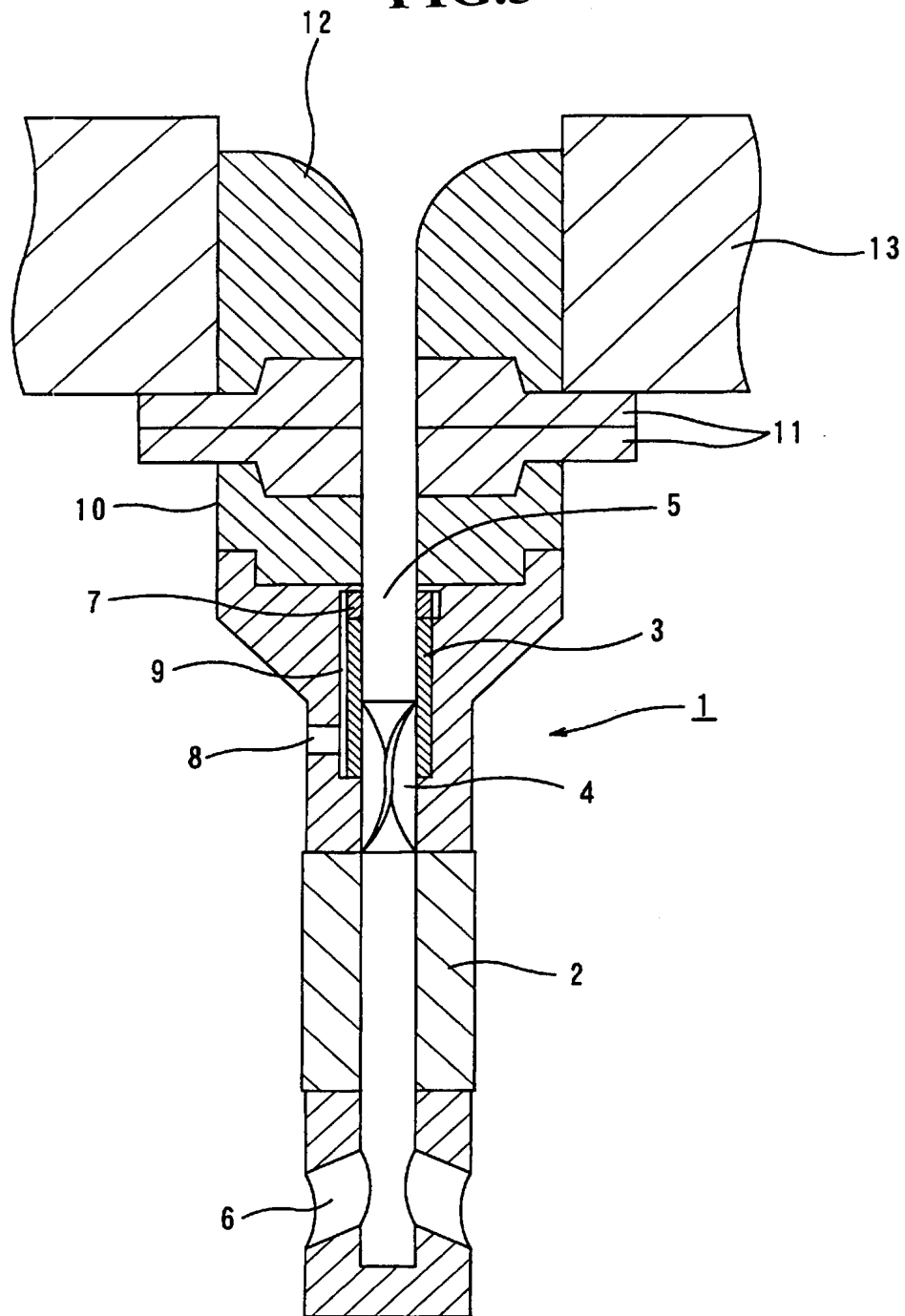
FIG.2

FIG.3.

RESUMO

“BOCAL DE IMERSÃO PARA LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE AÇO”

É descrito um bocal de imersão (1) para lingotamento contínuo de aço, capaz de eliminar a adesão de inclusões de Al_2O_3 na superfície de
5 parede do furo interno do bocal (1) e desenvolver suficientemente o efeito de uma palheta de turbilhonamento (4) como uma medida contra o desvio do fluxo de aço em fusão que escoar para baixo no furo interno do bocal no lingotamento contínuo de aço em fusão. O bocal (1) é formado de um refratário fabricado controlando-se uma porcentagem em peso de CaO/MgO e
10 uma porosidade aparente e a palheta de turbilhonamento (4) é instalada no furo interno de modo que uma camada interna de 3 a 20 mm de espessura é formada como um refratário anular. Assim, a adesão de inclusões de Al_2O_3 na superfície de parede do furo interno e na palheta de turbilhonamento (4) pode ser efetivamente impedida por um longo período. Uma vez que gás inerte é
15 injetado entre o bocal superior e a posição superior da palheta de turbilhonamento (4), a mistura de inclusões de Al_2O_3 no aço em fusão pode ser suprimida pela promoção da subida das inclusões para executar estavelmente a operação e prover uma excelente qualidade de aço altamente puro.