



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0822477-3 B1



(22) Data do Depósito: 28/10/2008

(45) Data de Concessão: 10/12/2019

(54) Título: APARATO E MÉTODO PARA MEDIR NÍVEL DE METAL FUNDIDO

(51) Int.Cl.: G01F 23/00.

(73) Titular(es): SHENYANG TAIHE METALLURGY MEASUREMENT & CONTROL TECHNOLOGY CO., LTD;
NORTHEASTERN UNIVERSITY.

(72) Inventor(es): ZHI XIE; ZHENWEI HU; YING CI; DA ZHANG.

(86) Pedido PCT: PCT CN2008072856 de 28/10/2008

(87) Publicação PCT: WO 2010/048751 de 06/05/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/12/2010

(57) Resumo: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIR NÍVEL DE METAL FUNDIDO A invenção trata de um dispositivo para medir o nível de metal fundido compreendendo um dispositivo de medição de imagem (5), uma sonda de medição (6), um mecanismo elevador (1), um sensor de deslocamento (11), um sistema de processamento de dados (4) e um marcador de correção (7). O mecanismo elevador (1) é fixado no recipiente de metal fundido (10) ou é independente do recipiente de metal fundido; o dispositivo de medição de imagem (5) e a sonda de medição (6) são instalados no mecanismo elevador (1) ou são independentes do mecanismo elevador, e o eixo óptico do dispositivo de medição de imagem (5) é ajustado em um ângulo com o eixo geométrico da sonda de medição (6), a sonda de medição (6) é localizada do campo de visão do dispositivo de medição de imagem (5), o dispositivo de medição de imagem (5), o mecanismo elevador (1) e o sensor de deslocamento (11) são respectivamente conectados ao sistema de processamento de dados (4). Um método para medir o nível de metal fundido é também revelado. A presente invenção é capaz de eliminar a influência através da flutuação da camada da escória sobre o metal fundido e atingir estável e continuamente a medida precisa do nível de metal fundido através do (...).

APARATO E MÉTODO PARA MEDIR NÍVEL DE METAL FUNDIDO

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se a um aparato para medir o nível de metal fundido, tal como o aço fundido, e um método para medir o nível de metal fundido através do uso do aparato.

ESTADO DA TÉCNICA

[002] Em processos de lingotamento contínuo do metal fundido, afim de prevenir a dissipação de calor e oxidação do metal fundido, é necessário cobrir o metal fundido com uma certa quantidade de pó da escória que forma uma camada de escória do fluxo. Entretanto, o nível de metal líquido é também um fator crítico em muitos processos. Por exemplo, o nível de líquido de aço na tundish (recipiente com furos no fundo/um tipo de funil) tem o papel de determinar o tempo de lingotamento, evitando que escória penetre no tarugo/laje, melhorando a proporção de derretimento. É difícil medir exatamente o nível do aço líquido, pois a camada de escória cobre a superfície do aço líquido e a espessura da camada da escória é incerta.

[003] Como método convencional para medir o nível de metal líquido, assim como o nível de aço líquido, é conhecido o método de peso no qual o cálculo e a determinação do nível de aço líquido são baseados em pesar o peso total do tundish e o aço fundido (incluindo a camada da escória) e alguns parâmetros conhecidos tais como o peso e cubagem do tundish, a densidade do aço líquido, etc. Em tal método, entretanto, é inevitável que o

nível de líquido calculado seja frequentemente impreciso, uma vez que a espessura da camada da escória também foi incluída no valor da medida do nível de aço líquido devido ao peso incerto da escória. Além disso, o desvio de medida do nível de aço líquido é também inevitável, uma vez que o forro do tundish pode ser erodido pouco a pouco pelo aço fundido, resultando em uma mudança irregular de capacidade do tundish. Ou seja, é quase impossível determinar a relação de correspondência precisa entre a mudança do peso total do tundish e o nível do aço líquido, de modo que o nível do líquido do metal fundido possa ser dificilmente calculado de forma precisa.

[004] Um método para medir o nível do líquido do aço fundido na colher de fundição foi publicado, como divulgado na patente DE2945251-A1 "Medição do nível de líquido de aço na colher de fundição etc. - usando um raio laser dirigido ao ângulo para o eixo do sistema de imagem". Nessa patente, o raio laser é incidente sobre a superfície da camada da escória flutuando sobre o aço fundido, assim para formar ali um ponto brilhante de laser. A posição da altura do ponto brilhante de laser é detectado pelo sistema de imagem como uma medida do nível de líquido de aço fundido, e o deslocamento do ponto de laser na direção vertical indica uma variação de nível do aço líquido. Nesse método, entretanto, há ainda o problema de que o valor da medida do nível do aço fundido é impreciso, uma vez que a espessura incerta da camada da escória foi incluída no valor da medida. Além disso, há um erro no valor de medida devido à superfície desigual da camada de escória.

[005] Na técnica anterior não se pode determinar os valores de espessura da camada da escória flutuante sobre o metal fundido, de modo que o nível de metal fundido não pode ser precisa e estavelmente medido. Portanto, é necessário um método e um aparato para medir precisamente a espessura da camada da escória e então medir o nível de metal fundido tal qual o aço fundido.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[006] É um dos objetivos da presente invenção eliminar os problemas das técnicas convencionais citadas acima e prover um aparato de medição de nível de líquido para metal fundido através do qual a espessura da camada da escória flutuando sobre a superfície do metal fundido e o nível de metal líquido possam ser medidos de maneira estável e precisa.

[007] Para realizar o objetivo acima, de acordo com a presente invenção, é provido um aparato para medir o nível de líquido de metal fundido do tipo que compreende um dispositivo de captura de imagem, sonda de medição, um mecanismo de elevação, um sensor de deslocamento, um sistema de processamento de dados e um marcador de correção. O mecanismo de elevação é montado sobre o recipiente de metal fundido, ou é independente do recipiente do metal fundido. O dispositivo de captura de imagem é montado sobre o mecanismo de elevação ou é independente do mesmo, o eixo óptico da imagem do dispositivo de captura de imagem sendo fixado em um ângulo com o eixo geométrico da sonda de medição. A sonda de medição é montada sobre o mecanismo de elevação ou é independente do mesmo, a sonda de medição estando localizada dentro da faixa do campo de visão do dispositivo de captura de

imagem. O dispositivo de captura de imagem, o mecanismo de elevação e o sensor de deslocamento são conectados respectivamente ao sistema de processamento de dados.

[008] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que o mecanismo de elevação compreende um dispositivo de elevação, uma engrenagem de elevação conectada ao dispositivo de elevação, um suporte conectado à engrenagem de elevação, e uma braçadeira montada sobre o suporte com o qual a sonda de medição é fixada verticalmente.

[009] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que a sonda de medição é feita de refratários de alta temperatura, tais como MgO-C, ou Al_2O_3 -C, ou Al_2O_3 -C-Zr, ou MgO-C-Zr, ou de metal com ponto de fusão acima de 800°C , e é formada em uma haste ou tubo ou faixa, o comprimento total da sonda de medição é mais do que 100mm maior que a espessura da camada da escória.

[010] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que a sonda de medição é um tubo de medida de temperatura como um sensor de temperatura, em operação, que é usado sincronicamente para a medição contínua da temperatura e do nível de medição de aço líquido no *tundish* (recipiente de material fundido).

[011] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que o marcador de correção é um anel com mais de 1 mm e menos que 50 mm de espessura e mais de 1 mm e menos de 100 mm de altura, ou um objeto em forma de taco ou tubular ou formato fino

e longo com mais que 10 mm e menos que 1500 mm de comprimento e mais do que 2 mm e menos que 200 mm em diâmetro equivalente, que é feito de materiais refratários, tais como $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C}$, ou MgO-C , ou $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C-Zr}$, ou MgO-C-Zr , ou de metal com ponto de fusão acima de 500° C . O marcador de correção é pendurado no suporte no mecanismo de elevação, ou é fixado na parte que não submerge da sonda de medição, ou é montado na cobertura ou na parede interna do recipiente do metal fundido, ou em um local adequado independente do recipiente do metal fundido e/ou dispositivo de medida do nível de líquido onde pode ser capaz de ser reconhecido e localizado através do dispositivo de captura de imagem.

[012] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que o deslocamento do sensor é conectado ao mecanismo de elevação; o sensor de deslocamento é uma haste de tensão, ou um cabo esticado, ou um sensor de deslocamento de imagem, ou do tipo codificador fotoelétrico do tipo com resistência.

[013] Uma realização técnica preferida caracterizada pelo fato de que o eixo óptico do dispositivo de captura de imagem é fixado em um ângulo de 15° - 70° com o eixo geométrico da sonda de medição.

[014] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que o dispositivo de captura de imagem pode ser uma matriz linear ou uma matriz plana, ou uma câmera do tipo de varredura de ponto ou um termovisor.

[015] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que o dispositivo de captura de imagem é provido de uma camisa de refrigeração, e uma proteção à prova de poeira é montada na extremidade dianteira do mesmo.

[016] Outro objetivo da presente invenção é prover um método para medir precisamente a espessura da camada da escória flutuante sobre o metal fundido e então o nível do líquido do metal fundido.

[017] Para realizar os objetivos mencionados acima, de acordo com a presente invenção, é provido um método de medir o nível do líquido de metal fundido, compreendendo os passos de:

(1) De acordo com o método da presente invenção, é provido um aparato para medir o nível do líquido do material fundido, que compreende um dispositivo de captura de imagem, uma sonda de medição, um mecanismo de elevação, um sensor de deslocamento, um sistema de processamento de dados e um marcador de correção. O mecanismo de elevação é fixado ao recipiente de metal fundido, ou é independente do recipiente de metal fundido. O dispositivo de captura de imagem é instalado no mecanismo de elevação ou é independente do mesmo. O eixo óptico do dispositivo de captura de imagem é colocado em um ângulo com o eixo geométrico da sonda de medição. A sonda de medição é instalada no mecanismo de elevação ou é independente do mesmo, a sonda de medição é situada dentro do campo de alcance de visão do dispositivo de captura de imagem. O dispositivo de captura de imagem, o mecanismo de elevação e

o deslocamento do sensor são conectados respectivamente ao sistema de processamento de dados.

(2) Em funcionamento, o mecanismo de elevação aciona a sonda de medição até a inserção do metal fundido; quando a temperatura de sonda de medição alcançar ou se aproximar de um equilíbrio térmico do metal fundido e da camada da escória, a sonda de medição é rapidamente içada pelo mecanismo elevador, a altura de elevação é maior do que a espessura da camada da escória, e então o dispositivo de captura de imagem captura as imagens térmicas da parte elevada da sonda de medição. As imagens térmicas são então transferidas para o sistema de processamento de dados através do qual as imagens originais são processadas, analisadas e calculadas. E baseando-se na característica de ter um gradiente de temperatura máxima local da interface de ar-escória e interface de escória de metal fundido, os valores de níveis de altura das duas interfaces podem ser obtidos pelo sistema de processamento de dados. A diferença dos valores de níveis de altura das duas interfaces é justamente a espessura da camada da escória.

(3) É necessário determinar a altura relativa do fundo do recipiente de metal fundido no nível de metal líquido, medindo o dispositivo antes do funcionamento, o qual pode ser obtido através da medição diretamente do fundo do nível do recipiente, ou através da medição da altura decrescente da sonda de medição, baixando para entrar em contato com o fundo do recipiente, ou antecipadamente sabido.

(4) Em estado de imersão da sonda de medição, o dispositivo de captura de imagem captura continuamente as imagens da intersecção da superfície da camada da escória com a sonda

de medição ou da intersecção da superfície da camada da escória com a parede interna do recipiente do material fundido, e então a intersecção do nível de altura pode ser obtida através do sistema de processamento de dados através da imagem de processamento, análises e cálculos.

(5) O nível do líquido do metal fundido pode ser obtido baseando-se na intersecção do nível de altura e na espessura da camada da escória adquirida respectivamente no passo acima (4) e (2), ou baseando-se nas duas interfaces dos níveis de altura medidos no passo acima (2) e levantamento de altura da sonda de medição através do mecanismo elevador o qual é medido através do sensor de deslocamento e é colocado no sistema de processamento de dados.

[018] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que o eixo óptico do dispositivo de captura de imagem é ajustado no ângulo de 15° - 70° com o eixo geométrico de sonda de medição.

[019] Uma realização técnica preferida é caracterizada pelo fato de que os mesmos ou imagens separadas do dispositivo de captura podem ser usadas para medir a espessura da camada da escória descrita no passo (2) e a altura do nível da superfície da camada da escória descrita no passo (4).

[020] De acordo com a presente invenção, os processos de medição do nível do metal fundido são os seguintes.

[021] A sonda de medição acionada pelo mecanismo elevador move-se para baixo e se insere verticalmente no metal fundido medido através da interface da escória de metal, e o dispositivo de captura de imagem captura as imagens da superfície da camada da escória ao redor da sonda de medição e as imagens térmicas da porção levantada da sonda de medição. E enquanto a sonda de medição alcança ou se aproxima do equilíbrio térmico com o metal fundido, a camada da escória é rapidamente elevada e a altura elevada é maior do que a espessura da camada da escória, e o dispositivo de captura de imagem captura as imagens térmicas da porção elevada da sonda de medição. E então o mecanismo elevador aciona a sonda de medição inserindo-a no metal fundido e esperando a vez do próximo levantamento. A informação de imagem acima é transferida para o sistema de processamento de dados e é processado, analisado e calculado, e baseando-se em características de ter o gradiente de temperatura local da interface da escória de ar e interface da escória de metal fundido, o nível de alturas dessas duas interfaces podem ser obtidos. A diferença desses dois níveis de altura é justamente a espessura da camada da escória. O nível de metal fundido pode ser obtido pelo cálculo de acordo com as alturas das duas interfaces acima, tanto a altura levantada da sonda de medição, assim como o nível da superfície da escória.

[022] Geralmente, a sonda de medição permanece imersa no metal fundido. Durante esse tempo, o dispositivo de captura de imagem pode continuamente capturar as imagens do topo da superfície da camada da escória ao redor da sonda de medição, e o sistema de processamento de dados pode determinar o nível de altura da superfície da camada da escória. Então o nível de metal fundido

pode ser obtido através do nível da superfície da escória e a espessura obtida acima da camada da escória.

[023] Para medir precisamente o nível do líquido do metal, é necessário determinar a altura relativa do fundo do recipiente de metal fundido no aparato de medição do nível de líquido antes do início do funcionamento, e que pode ser obtido através da medição diretamente do nível do fundo do recipiente, ou através da medição de altura descendente da sonda de medição, ao ser abaixada para entrar em contato com o fundo do recipiente, ou antecipadamente sabido.

[024] Em uma realização preferida do método, de acordo com a presente invenção, o dispositivo de captura de imagem usado em uma câmera de vídeo. O ângulo entre o eixo óptico da câmera e o eixo geométrico da sonda de medição tem grande influência sobre a resolução da câmera. Quanto menor o ângulo, menor é a resolução. Da mesma forma, quanto maior o ângulo, maior a resolução, porém é menor a área de imagem da sonda de imagem. Uma faixa de ângulo de 15° - 70° é essencial.

[025] Para possibilitar que o dispositivo de captura de imagem opere de forma estável e confiável em um ambiente agressivo, é provida uma camisa de refrigeração dentro da qual dito dispositivo é montado e uma proteção à prova de poeira é montada na extremidade dianteira do mesmo.

[026] A condutividade térmica dos materiais da sonda de medição e suas dimensões geométricas determinam a velocidade dos sensores de temperatura da sonda de medição em estado de inserir

e velocidade de termodifusão no levantamento do mesmo. Quanto menor a velocidade de acionamento do sensor de temperatura ao erguer a sonda de medição, maior é o tempo de medição, e maior o grau de desaparecimento os limites dos gradientes de temperatura nas referidas duas posições de interface. Nessas condições, pode tornar-se difícil ou até impossível medir o nível de metal líquido. E, assim, a sonda de medição, de acordo com a presente invenção, é feita de materiais refratários de alta temperatura com a condutividade térmica apropriada (ou seja, reduzida), tais como, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C}$, ou MgO-C , ou $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C-Zr}$, ou MgO-C-Zr , ou do metal com ponto de fusão maior que 800°C , o qual pode ser formado em uma haste, tubo ou faixa, o comprimento total da sonda de medição é maior do que 100mm que a espessura da camada da escória.

[027] O marcador de correção tem um ou vários sinais característicos, e é pendurado no suporte de mecanismo elevador, ou é fixado a uma parte de não absorção da sonda de medição ou da cobertura do recipiente de metal fundido ou sua parede interna acima do nível de metal fundido, ou em um lugar sendo independente do recipiente de metal fundido e/ou do dispositivo de captura de nível de líquido onde pode ser reconhecido e localizado através do dispositivo de captura de imagem. O marcador de correção pode ser usado para corrigir um erro de medição resultante da troca da posição relativa entre o dispositivo de captura de imagem e a sonda de medição. Em funcionamento, é possível que a posição relativa entre o dispositivo de captura de imagem e a sonda de medição varia de uma relação de local predeterminado devido a algumas causas tais como, vibração e/ou deformação mecânica do mecanismo elevador em

alta temperatura ambiente, que resultará em mudanças de posições ou/e forma do marcador de correção na tela de exibição de imagem da câmera ou termovisor, e um erro é produzido no valor de medição do nível de metal líquido sem correção. Quando ocorre um acidente durante o funcionamento, uma posição relativa predeterminada entre o dispositivo de captura de imagem e a sonda de medição pode ser calculado de acordo com a troca de posição e forma do marcador de correção tais como mudança coordenadas de posição, curvatura do arco, direção, ou dimensões, e assim, o erro de medição do nível de líquido será corrigido.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[028] Uma completa apreciação da presente invenção e suas vantagens podem ser entendidas pela seguinte descrição detalhada das realizações preferidas, consideradas em conexão com as figuras que a acompanham. Entretanto, deve ser entendido que a presente invenção não se restringe a tais exemplos.

[029] A FIG.1 ilustra esquematicamente a estrutura de uma realização do aparato de medição do nível de líquido da presente invenção.

[030] A FIG.2 ilustra esquematicamente a estrutura de outra realização do aparato de medição do nível de líquido da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS

Concretização 1

[031] Como mostrado na FIG.1, um aparato de medição do nível de líquido para aço fundido compreende um dispositivo de captura de imagem 5, uma sonda de medição 6, um mecanismo elevador 1, um sensor de deslocamento 11, um sistema de processamento de dados 4 e um marcador de correção 7 que é um anel metálico fixado a uma parte que não submerge a sonda de medição 6 e é usado para corrigir a mudança da posição relativa entre o dispositivo de captura de imagem 5 e a sonda de medição 6. O mecanismo elevador 1 é fixado à parede externa do *tundish* 10 (recipiente de aço fundido) para o lingotamento contínuo do aço. A sonda de medição 6 é verticalmente pendurada no suporte 2 do mecanismo elevador 1 pela braçadeira 3, e pode se mover para cima e para baixo com a haste acionada por um motor a ser inserido no aço fundido 9 ou ser levantado dele. O sensor de deslocamento 11 é usado para medir o levantamento da sonda de medição 6, e alimentá-lo de volta para o sistema de processamento de dados. O dispositivo de captura de imagem 5 é também instalado no suporte 2 do mecanismo elevador 1, e a parte levantada da sonda de medição 6 do metal fundido 9 e o marcador de correção 7 em formato de anel estão todos localizados dentro do campo de visão do dispositivo de captura de imagem 5.

[032] De acordo com a presente invenção, os passos do método de medição da temperatura do aço líquido são os seguintes.

[033] A sonda de medição acionada pelo mecanismo elevador 1 move-se para baixo e se insere verticalmente dentro do aço fundido 9 no *tundish* 10 para uma profundidade predeterminada através da interface da camada da escória 8 e o aço líquido 8 ao redor da sonda de medição 6. E enquanto a sonda de medição 6

alcança ou se aproxima de um equilíbrio térmico com o aço líquido 9 e a camada da escória 8, a sonda de medição 6 é rapidamente elevada e a altura de elevação é mais do que a espessura da camada da escória 8, a altura de levantamento é medida pelo sensor de deslocamento 11 e é transferida para o sistema de processamento de dados 4.

[034] Ao mesmo tempo, o dispositivo de captura de imagem 5 captura as imagens térmicas da parte levantada da sonda de medição 6, e então a sonda de medição 6 é novamente inserida no aço fundido. Ditas imagens são transferidas para o sistema de processamento de dados 4 e são processadas, analisadas e calculadas, e os níveis de altura da interface aço-escória e da interface ar-escória podem ser determinados; então a espessura da camada da escória é obtida. Enquanto a sonda de medição 6 está em estado de imersão no aço fundido 9, o dispositivo de captura de imagem 5 pode continuamente capturar as imagens do topo da superfície da camada da escória 8 ao redor da sonda de medição 6, e o sistema de processamento de dados pode determinar o nível de altura da superfície da camada da escória. Então o nível do aço líquido pode ser obtido continuamente baseando-se no nível da superfície da escória e na espessura acima obtida da camada da escória ou, ainda, nos níveis de altura das duas ditas interfaces.

[035] Nessa realização, o dispositivo de captura de imagem 5 inclui um detector de matriz plana CCD e um sistema óptico (não mostrado), cujo eixo óptico é ajustado num ângulo de $21^{\circ}46'$ com o eixo geométrico da sonda de medição 6. O dispositivo de captura de imagem 5 é montado dentro de uma camisa de refrigeração, e

uma proteção de prova de poeira é montada na extremidade dianteira do mesmo, afim de assegurar seu funcionamento confiável em condições de medição desfavoráveis, de alta temperatura e poeira espessa.

[036] Nessa realização, o deslocamento do sensor 11 é um sensor de deslocamento da haste de tensão, que foi instalado no mecanismo elevador 1. Em outra realização preferida da presente invenção, o sensor de deslocamento 11 é um sensor de deslocamento do tipo codificador fotoelétrico.

[037] A presente realização emprega o tubo de medição de temperatura para aço fundido (como revelado na patente chinesa 00120354.1); assim a sonda de medição para medir a temperatura e o nível de aço líquido em um *tundish* consiste em buchas duplas tendo uma extremidade fechada em uma ponta, e uma aberta na outra ponta, e o lado interno e externo das buchas sendo feitos de cerâmica de alumina-carbono com uma condutividade térmica de 8,7 W/(m·K) e um diâmetro externo de 85mm.

[038] Em outra realização preferida da presente invenção, a sonda de medição 6 é feita de cerâmica magnésio-carbono com diâmetro de 40 mm em formato de haste, tendo sua extremidade inferior com um formato de cone.

Concretização 2

[039] Na concretização 2 da presente invenção, o mecanismo elevador 1 é montado sobre a tampa do recipiente de metal fundido, tal como o *tundish* 10, que é preferível sem as condições de instalação na parede lateral do recipiente do aço

fundido. O dispositivo de captura de imagem 5 é um tipo de câmera com terminal de verificação, cujo o eixo óptico é ajustado num ângulo de 15° com o eixo geométrico da sonda de medição 6. O marcador de correção 7 é uma forma anular, e mais do que 1 mm, mas menos do que 50 mm em espessura e mais que 1 mm, mas menos que 100 mm em altura. O restante é o mesmo que na concretização 1.

Concretização 3

[040] Na concretização 3 da presente invenção, o mecanismo elevador 1 é montado em uma posição adequada independente do recipiente de metal fundido 10, que é preferível sem as condições de instalação no recipiente de metal fundido. O dispositivo de captura de imagem 5 é uma linha de tipo de câmera com terminal de verificação, cujo o eixo óptico é ajustado em um ângulo de 70° com o eixo geométrico de sonda de medição. O marcador de correção 7 é um objeto claviforme ou em forma de tubo ou formato fino e comprido, e é mais que 10 mm, e menos que 1500 mm de comprimento e mais de 2 mm, e menos que 200 mm em diâmetro equivalente. As demais características são as mesmas da concretização 1.

Concretização 4

[041] Na concretização 4 da presente invenção, como mostrada na FIG.2, o marcador de correção 7 é um prumo sendo pendurado no suporte 2 do mecanismo elevador 1, e é localizado do ponto de vista do dispositivo de captura de imagem 5. O dispositivo de captura de imagem 5 é um termovisor.

[042] Nesta realização, o metal fundido 9 é o aço fundido, a camada da escória é feita de pó da escória e cobertura de fluxo, o recipiente de metal 10 é um tundish. O restante é o mesmo que na realização 1.

[043] O efeito vantajoso da presente invenção é o seguinte: como a invenção utiliza uma sonda de medição 6 que é inserida no metal fundido 9 através da camada da escória, quando dita sonda de medição 6 é levantada do metal fundido 9, a imagem térmica mostra informação relativa para a espessura da camada da escória, assim permitindo uma determinação preferida da espessura da camada da escória e uma medida precisa do nível de metal fundido.

[044] Obviamente, numerosas modificações e variações da presente invenção são possíveis permanecendo dentro dos limites especificados no quadro reivindicatório anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. **Aparato para medir o nível de metal fundido**, compreendendo um dispositivo de captura de imagem (5), uma sonda de medição (6), um mecanismo elevador (1), um sensor de deslocamento (11), um sistema de processamento de dados (4) e um marcador de correção (7), onde:

o mecanismo elevador (1) é montado sobre o recipiente de metal fundido (10), ou é independente do recipiente do metal fundido;

o dispositivo de captura de imagem (5) é montado sobre o mecanismo elevador (1) ou é independente do mecanismo elevador, o eixo óptico do dispositivo de captura de imagem é ajustado em um ângulo com o eixo geométrico da sonda de medição (6);

a sonda de medição (6) é montada sobre o mecanismo elevador (1) ou é independente do mecanismo elevador, a sonda de medição (6) é localizada dentro da faixa do campo de visão do dispositivo de captura de imagem (5); e

o dispositivo de captura de imagem (5), o mecanismo elevador (1) e o sensor de deslocamento (11) estão respectivamente conectados ao sistema de processamento de dados (4),

caracterizado pelo fato de que a sonda de medição é feita de materiais refratários, selecionados do grupo que compreende as cerâmicas baseadas em AL_2O_3-C , $MgO-C$, AL_2O_3-C-Zr e $MgO-C-Zr$, ou de metais com o ponto de fusão acima de $800^{\circ}C$,

e pelo fato de a compensação dos erros de medição resultantes da troca da posição relativa entre o dispositivo de captura de imagem e a sonda de medição ser provida pelo dito marcador de correção (7).

2. Aparato para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o mecanismo elevador (1) compreende um dispositivo de acionamento do mecanismo elevador, engrenagem de elevação conectada ao dispositivo de acionamento do mecanismo elevador, um suporte (2) conectado à engrenagem de elevação, e uma braçadeira montada sobre o suporte com a qual a sonda de medição (6) é verticalmente presa.

3. Aparato para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a sonda de medição (6) é o tubo de medição da temperatura que é usado sincronicamente para medir a temperatura e o nível de líquido de aço fundido no recipiente de metal fundido (10).

4. Aparato para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o marcador de correção (7) é anelar com mais de 1 mm, mas menos que 50 mm em espessura e mais que 1 mm, mas menos que 100 mm em altura em forma de um objeto tubular, fino e longo com mais de 10 mm, mas menos que 1500 mm de comprimento e mais que 2 mm mas menos que 200 mm em diâmetro equivalente, o qual é feito de materiais refratários, tais como AL_2O_3-C ,

MgO-C, Al_2O_3 -C-Zr, MgO-C-Zr ou de metais com ponto de fusão acima de 500°C , onde o marcador de correção é pendurado no suporte (2) do mecanismo elevador (1), ou é fixado na parte não submersa da sonda de medição (6), ou é montado sobre a cobertura do recipiente de metal fundido ou na parede interna do recipiente (10) de metal fundido, ou em um local independente do recipiente de metal fundido e/ou o dispositivo de medição do nível de líquido, quando sendo reconhecido e localizado através do dispositivo de medição de imagem (5) e estando situado dentro do campo de visão deste.

5. Aparato para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor de deslocamento (11) é conectado ao mecanismo elevador (1), onde o sensor de deslocamento é uma haste de tensão, um cabo esticado, um tipo de resistência, um tipo de codificador fotoelétrico ou um sensor de deslocamento da imagem.

6. Aparato para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o eixo óptico do dispositivo de medição de imagem (5) é ajustado em um ângulo entre 15° e 70° com o eixo geométrico da sonda de medição (6).

7. Aparato para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de medição de imagem (5) pode ser uma matriz linear, uma matriz plana, uma câmera do tipo de varredura de ponto ou um termovisor.

8. Aparato para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de medição de imagem (5) é provido de uma camisa de resfriamento, a extremidade dianteira da camisa de resfriamento sendo equipada com uma proteção à prova de poeira.

9. Método para medir o nível de metal fundido pela utilização do aparato definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por compreender os seguintes passos:

(i) instalar o aparato para medir o nível de metal fundido no recipiente (10) do metal fundido;

(ii) acionar o mecanismo elevador (1) inserindo a sonda de medição (6) no metal fundido;

(iii) quando a temperatura da sonda de medição (6) atingir ou se aproximar do equilíbrio térmico com o metal fundido (9) e a camada da escória (8), erguer rapidamente a sonda de medição pelo mecanismo elevador (1), onde a altura de levantamento da sonda é maior do que a espessura da camada da escória, e capturar as imagens térmicas da parte levantada da sonda (6) por meio do dispositivo de captura de imagem (5);

(iv) transferir ditas imagens térmicas para o sistema de processamento de dados (4); a partir da determinação, pelo dito sistema de processamento de dados, dos gradientes máximos da temperatura local, obtenção dos valores dos níveis das interfaces ar-escória e escória-metal fundido; determinação da espessura da

camada de escória mediane o cálculo da diferença dos valores de nível das duas ditas interfaces;

(v) determinar a altura relativa do fundo do recipiente (10) de metal fundido antes do funcionamento, mediante medição direta do nível do fundo do recipiente, ou através da medição da altura descendente da sonda de medição ao ser baixada até entrar em contato com o fundo do recipiente, ou prévio conhecimento de dita altura;

(vi) captar continuamente a imagem da interseção da superfície da camada da escória (8) com a sonda de medição (6), ou da interseção da superfície da camada de escória (8) com a parede interna do recipiente (10), estando a sonda (6) imersa no metal fundido, e obtenção da altura da superfície da camada da escória mediante análise de dita imagem pelo sistema de processamento de dados (4);

(vii) determinar o nível do líquido de metal fundido a partir da inserção no sistema de processamento de dados (4), dos valores do nível da superfície da camada da escória (8) e da espessura da mesma, adquiridos respectivamente nos passos (vi) e (iv) ou baseando-se nos níveis das duas interfaces medidas no passo (iv), bem como na altura de elevação da sonda de medição (6) acionada pelo mecanismo elevador (1), que é medida pelo sensor de deslocamento (11).

10. Método para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o eixo óptico do dispositivo de medição de imagem (5) é ajustado em um ângulo de 15° a 70° com o eixo geométrico da sonda de medição (6).

11. **Método** para medir o nível de metal fundido de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato que os dispositivos de medição de mesmas imagens, ou separadas, são usados para medir a espessura da camada da escória descrita no passo (iv) e o nível da superfície da camada da escória descrita no passo (vi).

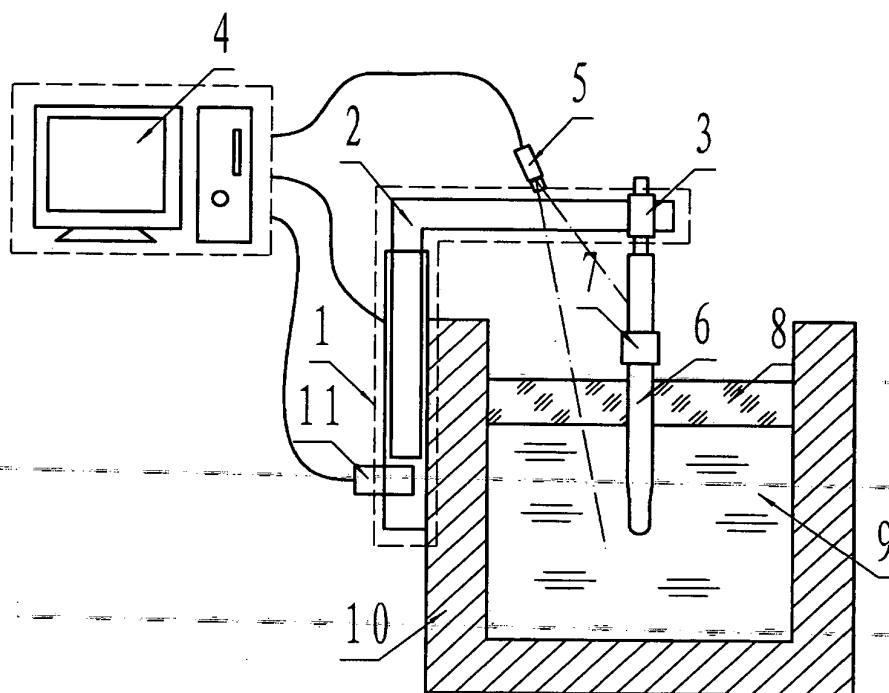


FIGURA 1

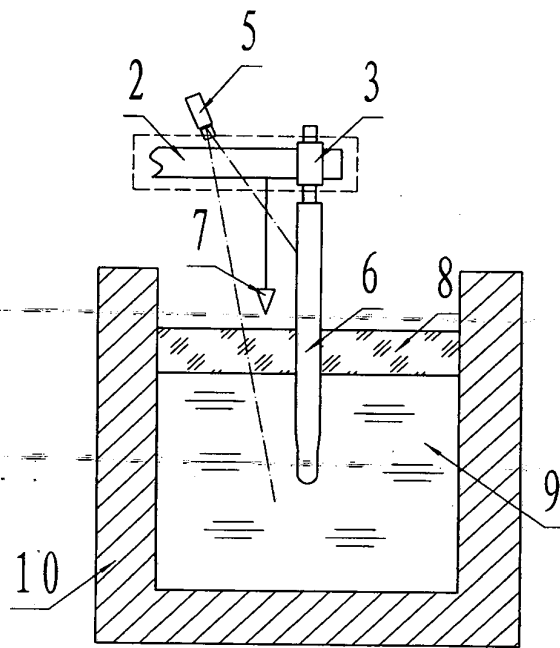


FIGURA 2