



PI06077153
PI06077153

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0607715-3

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0607715-3

(22) Data do Depósito: 27/03/2006

(43) Data da Publicação do Pedido: 12/10/2006

(51) Classificação Internacional: C21D 9/46; C21D 9/56; C22C 38/00; C22C 38/04; C23C 2/02

(30) Prioridade Unionista: 30/03/2005 JP 2005-097390

(54) Título: "EQUIPAMENTO PARA PRODUÇÃO DE TIRA DE AÇO LAMINADA A QUENTE REVESTIDA POR IMERSÃO A QUENTE".

(73) Titular: NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION, Sociedade Japonesa. Endereço: 6-1, Marunouchi 2-Chome, Chiyoda-Ku, Tokyo 100-8071, JP-Japão., Japão (JP).

(72) Inventor: MAKOTO KATUBE; MASAYUKI MIYAKE

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 27/03/2006, observadas as condições legais.

Expedida em: 16 de Dezembro de 2014.

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes



Relatório Descritivo da Patente de Invenção **"EQUIPAMENTO PARA PRODUÇÃO DE TIRA DE AÇO LAMINADA A QUENTE REVESTIDA POR IMERSÃO A QUENTE"**.

Campo Técnico

5 A presente invenção refere-se a um equipamento para a produção tira de aço laminada a quente com revestimento por imersão a quente. Descreve-se ainda o processo de produção mediante lingotamento contínuo de placas finas, laminação a quente e revestimento por imersão a quente.

Técnica Anterior

10 Em anos recentes, devido à necessidade de economizar energia e cortar custos, a tecnologia para produção de chapas de aço usando o processo de lingotamento contínuo de placas finas (processo de lingotamento de placas finas) tal como descrito na Publicação de patente Japonesa (A) nº 2-197358 passou a estar sob os refletores no mundo. Esse processo de lin-

15 gotamento contínuo de placas finas é caracterizado pelo ponto da tira fina ser diretamente enviada do processo de lingotamento contínuo para o processo de laminação. Por esta razão, comparado com a máquina de lingotamento contínuo convencional que requer resfriamento da placa de aço, detecção de defeito, remoção de defeito, aquecimento, e numerosos outros

20 processos entre o lingotamento contínuo e o processo de laminação, a eficiência de energia é extremamente boa e os custos de capital podem ser mantidos baixos. Além disso, o fato de que essa máquina de lingotamento contínuo de placas finas pode ser utilizada juntamente com fornos elétricos que usam sucata como matéria-prima é outra razão principal pela qual está

25 sendo dada esta atenção.

 Entretanto, há o problema de que a tira de aço laminada a quente produzida pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas é mais difícil de melhorar quanto à qualidade de superfície comparada com a tira de aço laminada a quente produzida pela máquina convencional de lingotamen-

30 to contínuo. Por esta razão, até recentemente, o processo de lingotamento contínuo de placas finas não teve seu uso amplamente difundido. Além disso, há muito pouca informação sobre as tiras de aço laminadas a quente

produzidas pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas. Quando se galvaniza por imersão a quente essa tira de aço laminada a quente, o método usado para tiras de aço laminadas a quente obtidas pela máquina de lingotamento contínuo convencional foi usado no estado.

- 5 Como método para galvanização por imersão a quente de tiras de aço laminadas a quente, em geral é usado um "método de forno não-oxidante". Com esse método, a tira de aço laminada a quente é passada continuamente através de um forno não-oxidante, forno de redução (forno de recozimento), e forno de resfriamento para aquecê-la até uma alta temperatura e oxidá-la e reduzi-la. Oxidando-se a tira de aço laminada a quente no forno não-oxidante, e então reduzindo-a no forno de redução dessa forma, uma camada de Fe pode ser formada na superfície da tira de aço laminada a quente. O FeO ou outra película de óxido na superfície da tira de aço laminada a quente é resistente à aderência pelo fundido quente, então removê-la da superfície da tira de aço laminada a quente tem o efeito de melhorar a capacidade de umedecimento do revestimento para imersão a quente.
- 10
- 15

- Tal equipamento convencional de imersão a quente é projetado principalmente para o propósito de processar chapas de aço laminadas a frio, então a taxa de elevação da temperatura na zona de aquecimento foi de cerca de 10°C/s a 20°C/s na faixa. Além disso, quando se usa esse equipamento de imersão a quente para revestir a tira de aço laminada a quente, uma vez que o aço em geral não precisa de recozimento de recristalização, a temperatura máxima no momento do recozimento foi geralmente ajustado para 640°C a 660°C ou algo assim.
- 20

- 25 Note que, como outro método, "o método de fluxo" é também conhecido. Com esse método, a superfície da tira de aço laminada a quente é revestida com um fluxo de cloreto de zinco, cloreto de amônio, etc. para ativar a superfície da tira de aço laminada a quente e melhorar a capacidade de umedecimento para a imersão a quente. Entretanto, esse método não é geralmente usado para a produção de tiras de aço laminadas a quente em vista da dificuldade da produção contínua e da adesão do revestimento.
- 30

 Se a tira de aço laminada a quente produzida usando o processo

de lingotamento contínuo de placas finas for galvanizada por imersão a quente pelo método de produção de tiras de aço laminadas a quente usando o acima mencionado "equipamento de revestimento do tipo forno não-oxidante", defeitos de não-revestimento são formados na superfície da tira de aço galvanizada por imersão a quente. Acredita-se que isto seja parcialmente devido à adição de Ca específico para o processo de lingotamento contínuo de placas finas.

Uma máquina de lingotamento contínuo de placas finas tem um molde de lingotamento muito mais estreito que uma máquina de lingotamento contínuo convencional e tem também um bocal de injeção de uma estrutura especial, então a alumina facilmente entope o bocal. Portanto, para evitar isto, em uma máquina de lingotamento contínuo de placas finas, o Ca é adicionado à panela para diminuir o ponto de fusão da alumina.

Nesse processo de lingotamento contínuo de placas finas, uma placa lingotada com uma espessura de 50 mm a 80 mm é enviada diretamente para o processo de laminação enquanto é mantida a uma alta temperatura e laminada. Esse laminador de laminação a quente é um laminador de tiras a quente correspondente à máquina de laminação final de um processo convencional de laminação a quente e lamina a placa até uma espessura de 1,2 mm a 4 mm ou algo assim para produzir a tira de aço laminada a quente. Nesse caso, para manter a placa fina quente, é usado um forno túnel com um longo tempo de residência, de forma que uma grande quantidade de carepa é formada na superfície da placa antes da laminação.

O Ca adicionado conforme explicado acima e que permanece na placa fina oxida na carepa e permanece na forma de CaO. Como resultado, o óxido CaO formado por essa adição de Ca provoca irregularidades e covas na película de óxido na superfície da tira de aço laminada a quente quando oxidada no forno não-oxidante no processo de revestimento, provoca degradação parcial na capacidade de umedecimento do revestimento com a galvanização por imersão a quente, e provoca defeitos no revestimento.

Além disso, a tira de aço laminada a quente produzida usando o processo de lingotamento contínuo de placas finas apresenta uma quantida-

de maior de fuligem em comparação a uma máquina convencional de lingotamento contínuo. Isto se dá porque com o processo de lingotamento contínuo, a placa fina de aço é enviada diretamente para o processo de laminação e laminada enquanto é mantida a alta temperatura, então o Fe_3C e o C permanecem facilmente na superfície da tira de aço no estado separado. Se muitos desses Fe_3C , etc. permanecerem na superfície da tira de aço laminada a quente, quando oxidada no forno não-oxidante, o C reage com o oxigênio, a formação de uma película de óxido de Fe é parcialmente atrasada, e são formadas irregularidades e covas na película de óxido. Essas irregularidades e covas são consideradas como redutores da capacidade de umedecimento do revestimento com zinco e causa defeitos no revestimento.

Além disso, aprendeu-se que se a tira de aço laminada a quente produzida usando-se o processo de lingotamento contínuo de placa fina for produzida por uma linha convencional de imersão a quente, ocorrerão fendas na bobina. Em particular, fendas de bobina notáveis similares a "pregas" ocorrem com tiras de aço laminadas a quente de 2 mm de espessura ou mais. A razão é que se forem produzidas por uma linha convencional de imersão a quente, o limite de elasticidade cai mais do que o necessário na etapa de aquecimento e recozimento, então em particular se for processada uma tira de aço laminada a quente de bitola grossa com uma espessura de 2 mm ou mais, ocorrem fendas na bobina na linha de processamento após o revestimento.

Para evitar as fendas de bobina, no passado foram propostas a tecnologia de aquecer a tira de aço laminada a quente após o revestimento para ajustar o limite de elasticidade e a tecnologia de aumentar o diâmetro do cilindro da linha de processamento após o revestimento para reduzir a tensão de dobramento, mas a tecnologia anterior é complicada na operação. Esta última tecnologia requer precisão de processamento do perfil do cilindro etc. para produzir cilindros de grandes diâmetros e, portanto, uma tecnologia sofisticada e equipamentos de processamento, então, como resultado, exigem custos de produção consideravelmente altos dos cilindros.

Descrição da Invenção

A presente invenção foi feita em consideração dos problemas acima e fornece em particular meios para evitar defeitos de não revestimento formados em uma superfície revestida quando se reveste por imersão a quente a tira de aço laminada a quente produzida pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas.

Para resolver os problemas acima, de acordo com a presente invenção, é fornecido um método de produção de tira de aço laminada a quente por imersão a quente caracterizada pela produção da tira de aço pelo lingotamento por um processo de lingotamento contínuo de placas finas e laminação a quente, a mencionada tira contendo, em % em massa, C: 0,03% ou mais, Si: 0,02% ou mais, Mn: 0,15% ou mais, e Ca: 0,001% ou mais, aquecendo a mesma até uma temperatura máxima de pico da tira de aço de 550°C até menos de 650°C a uma taxa de elevação de temperatura de 25°C/s ou mais por 15 segundos ou mais para oxidação, aquecendo-se a tira até uma temperatura máxima de pico da tira de aço de 700°C a 760°C de forma que o tempo em que a temperatura da tira de aço for 570°C ou mais seja de 25 segundos a 45 segundos para redução, e então imergindo-a a quente.

Note que, no método de produção de tiras de aço laminadas a quente por imersão a quente, a imersão a quente pode ser tornada galvanização por imersão a quente.

Além disso, de acordo com a presente invenção, é fornecido um equipamento para produção de tira de aço laminada a quente por imersão a quente cuja tira de aço imersa a quente produzida pelo lingotamento pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas por laminação a quente, cujo equipamento para produção de tira de aço laminada a quente por imersão a quente é caracterizado por ter um forno usado para oxidação e um forno usado para redução e por uma razão de comprimento entre o forno usado para oxidação e o forno usado para redução ao longo de uma direção de transporte da tira de aço laminada a quente sendo 0,5 a 0,9.

Note que, no equipamento para produção de tira de aço laminada a quente por imersão a quente, a tira de aço pode passar através do forno usado para oxidação em um tempo de 15 segundos a 25 segundos.

De acordo com a presente invenção, é possível evitar defeitos de não-revestimento formados na superfície revestida quando se imerge a quente tiras de aço laminadas a quente produzidas pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas. Além disso, é também possível executar a imersão a quente sem fratura de bobina.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é uma vista da configuração de um equipamento adequado de produção de tira de aço laminada a quente galvanizada por imersão a quente conforme a presente invenção.

A figura 2 é uma vista explicando as mudanças de temperatura em um forno não-oxidante e um forno de recozimento de um equipamento adequado de produção de tira de aço laminada a quente galvanizada por imersão a quente conforme a presente invenção.

A figura 3 apresenta uma vista antes e depois da oxidação da tira de aço laminada a quente produzida pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas: (a) mostra a tira de aço laminada a quente antes da oxidação, (b) mostra a tira de aço laminada a quente após a oxidação pela presente invenção, e (c) mostra a tira de aço laminada a quente após a oxidação pela técnica anterior.

A figura 4 apresenta vistas da tira de aço laminada a quente oxidada em um forno não-oxidante antes e após a redução: (d) mostra a tira de aço laminada a quente antes da redução, (e) mostra a tira de aço laminada a quente reduzida com excesso de carência, (f) mostra a tira de aço laminada a quente que é insuficientemente reduzida, e (g) mostra a tira de aço laminada a quente que é excessivamente reduzida.

A figura 5 é uma vista da configuração de um equipamento de lavagem em frente ao equipamento de imersão a quente.

Melhor Forma de Execução da Invenção

Abaixo, configurações preferidas da presente invenção serão explicadas em relação aos desenhos. Note que nesta descrição e nos desenhos, aos elementos que tenham as mesmas configurações funcionais são atribuídos os mesmos numerais de referência.

Na presente invenção, como tira de aço de imersão a quente produzida pelo método de produção de tiras de aço de galvanização por imersão a quente, as tiras de aço galvanizadas por imersão a quente SGHC, SGH340, SGH400, SGH440, SGH540, etc. definidas pela JIS G 3302 estão cobertas. É usada a tira de aço laminada a quente produzida pelo lingotamento e laminação de um aço contendo, em % em massa, C: 0,03% ou mais, Si: 0,02% ou mais, Mn: 0,15% ou mais, e Ca: 0,001% ou mais pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas.

Se o teor de Ca for menor que 0,001%, algumas vezes não pode ser evitado o entupimento do bocal, então pelo menos aquela quantidade de Ca está contida. O Ca é geralmente adicionado no processo de produção de aço pela adição de CaAl, CaSi, FeCa, ou Ca metálico ao aço fundido após a desoxidação.

A figura 1 é uma vista da configuração de um equipamento adequado para produção de tira de aço laminada a quente galvanizada por imersão a quente conforme a presente invenção. Esse equipamento para produção de tira de aço laminada a quente galvanizada por imersão a quente é compreendido de um carretel de alimentação 10 servindo como ponto de partida da linha de processo de galvanização por imersão a quente, um carretel de bobinamento 11 servindo como ponto final, um forno de preaquecimento (não mostrado) arranjado entre os carretéis 10, 11, um forno não-oxidante 12, um forno de recozimento 15, incluindo uma zona de redução 13 e uma zona de resfriamento 14, um tanque de galvanização por imersão a quente 16, um equipamento de secagem 17, e um forno de resfriamento 18.

O carretel de alimentação 10 é um carretel no qual é bobinada a tira de aço laminada a quente produzida pelo lingotamento do aço contendo, em % em massa, C: 0,03% ou mais, Si: 0,02% ou mais, Mn: 0,15% ou mais, e Ca: 0,001% ou mais pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas, e então laminando a mesma sem diminuir a temperatura.

O forno não-oxidante 12 é conhecido como um forno para oxidação "leve" da tira de aço laminada a quente alimentada pelo carretel de alimentação e tem comprimento na direção do transporte da tira de aço de, por exem-

plo, 15 m a 25 m. No caso dessa configuração, a taxa de processamento é de 120 m/min, de forma que o tempo de oxidação da tira de aço laminada a quente no forno não-oxidante 12 seja de 7 segundos a 12 segundos. A razão combustível-ar no forno não-oxidante 12 é ajustada para 0,9 a 0,98 ou similar. Além disso, o comprimento na direção do transporte no forno não-oxidante 12 mais no forno de preaquecimento é ajustado, por exemplo, para 30 m a 50 m. O tempo total de oxidação (tempo de passagem) no forno não-oxidante 12 e no forno de preaquecimento seja de 15 segundos a 25 segundos.

10 O forno de recozimento 15 arranjado imediatamente após o forno não-oxidante 12 é compreendido da zona de redução 13 para reduzir a tira de aço laminada a quente oxidada e da zona de resfriamento 14 para resfriar a tira de aço laminada a quente e tem um comprimento na direção do transporte de, por exemplo, 70 m a 100 m. No caso dessa configuração, a taxa de processamento é de 120 m/min, de forma que o tempo de redução da tira de aço laminada a quente no forno de recozimento 15 se torna, por exemplo, 25 segundos a 45 segundos na região de 570°C ou mais onde a redução é realmente rápida. Além disso, a atmosfera no forno de recozimento 15 é feita de H_2 e N_2 etc. Note que a zona de redução na qual a redução é principalmente executada é compreendida de um forno de redução e de um 20 forno de encharque ou de apenas um forno de redução. Seu comprimento na direção de transporte é ajustado para, por exemplo, 50 m a 70 m.

O tanque de galvanização por imersão a quente 16 é um tanque para tratamento da tira de aço laminada a quente para deposição por imersão a quente. O equipamento de secagem 17 é um equipamento para secar o fundido em excesso aderido à tira de aço laminada a quente por um gás. O 25 forno de resfriamento 18 é um forno para então resfriar a tira de aço laminada a quente.

A seguir, o método de produção de tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente usando o equipamento de produção de tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente 1 30 será explicado usando-se as Figuras. 2 a 4.

A figura 2 é uma vista mostrando a mudança na temperatura da superfície da tira de aço quando a tira de aço laminada a quente passa através do forno não-oxidante 12, da zona de redução 13, e da zona de resfriamento 14 do equipamento para produção 1 de tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente. Na figura 2, o ponto da temperatura em que a tira de aço laminada a quente entra no forno não-oxidante 12 é O, o ponto da temperatura em que ela sai do forno não-oxidante 12 é P, o ponto de temperatura em que ela entra no forno de redução da zona de redução é Q, o ponto de temperatura em que ela sai do forno de redução da zona de redução 13 e entra no forno de encharque da zona de redução 13 é S, o ponto de temperatura em que ela sai do forno de encharque da zona de redução e entra na zona de resfriamento 14 é T, e o ponto de temperatura em que ela sai da zona de resfriamento 14 é V.

Inicialmente, a tira de aço laminada a quente produzida pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas é alimentada pelo carretel de alimentação 10, prossegue na linha, passa através do forno de preaquecimento, e entra no forno não-oxidante 12.

A tira de aço laminada a quente que entra no forno não-oxidante 12, conforme mostrado na seção 1 da figura 2, é aquecida de forma que a temperatura máxima de pico da tira de aço se torna 550°C a menos de 600°C a uma taxa de elevação de temperatura de 25°C/s ou mais por um período de 15 s a 25 s, enquanto a superfície da tira de aço laminada a quente é oxidada. Aqui, "tempo de oxidação" significa o tempo de passagem através da zona de preaquecimento e do forno não-oxidante.

Os estados da superfície da tira de aço laminada a quente antes e depois dessa oxidação estão mostrados na figura 3. A figura 3(a) mostra a tira de aço laminada a quente antes da oxidação, a figura 3(b) mostra a tira de aço laminada a quente após a oxidação pela presente invenção, e a figura 3(c) mostra a tira de aço laminada a quente após a oxidação pela técnica anterior.

Ajustando-se a taxa de elevação da temperatura na seção I da figura 2 para 25°C/s ou mais, que é maior que a taxa de elevação de temperatura convencional acima mencionada, é obtido o efeito de evitar a formação

de defeitos de não-revestimento. Em oposição a isso, se ajustar a taxa de elevação de temperatura na seção I para menos de 25°C/s, a adição de Ca e a fuligem de F_3C etc. provocam a formação de defeitos de não-revestimento. A razão porque o ajuste da taxa de elevação de temperatura para 25°C/s ou
5 mais evita os defeitos de não-revestimento será explicada abaixo.

Conforme mostrado na Fig, 3(a), a película óxido de Fe na superfície da tira de aço laminada a quente é formada pelos átomos de Fe da camada de Fe que se move para a camada de superfície e reage com o oxigênio. Além disso, quando uma película de óxido de Fe é formada, o Si e o
10 Mn presentes na tira de aço são oxidados da mesma maneira que o Fe, então SiO_2 e MnO e outras películas de óxidos secundários são formadas sob a película de óxido de Fe. Aqui, quando uma película de óxido de Fe é formada, se o CaO, Fe_3C , etc. mostrados na figura 3(a) aderem à superfície da tira de aço, a formação de uma película de óxido de Fe será inibida e as co-
15 vas 19 mostradas na figura 3(c) acabarão sendo formadas. No caso do Fe_3C , este se quebra em C que reage com o oxigênio com o que, conforme mostrado na figura 3(c), a formação de uma película de óxido de Fe é inibida. Da forma acima, se as covas 19 forem formadas, conforme mostrado na figura 3(c), SiO_2 e MnO e outras películas de óxido secundários acabam a-
20 parecendo na superfície. Esses SiO_2 e MnO e outras películas de óxidos secundários degradam a capacidade de umedecimento com a galvanização por imersão a quente, então defeitos de não-revestimento acabam sendo provocados no momento da galvanização por imersão a quente.

Portanto, na presente invenção, a taxa de elevação de temperatura é ajustada para um valor alto de 25°C/s ou mais e a taxa de formação de uma película de óxido de Fe é tornada grande.
25

Se a temperatura de aquecimento torna-se alta, a formação de uma película de óxido será promovida, então quanto maior a taxa de aquecimento, maior a taxa de formação de uma película de óxido. Uma película de óxido é formada principalmente pela movimentação para a superfície do Fe, de modo que se a taxa de formação de uma película de óxido for grande,
30 no final CaO, Fe_3C , etc. serão retirados da superfície da tira de aço. Mesmo

se CaO , Fe_3C etc. resultarem em covas, a película de óxido de Fe também será formada no seu fundo.

5 Acredita-se que a ação ocorra uma vez que a concentração de oxigênio na superfície da tira de aço é alta no momento do aquecimento, então Fe_2O_3 (hematita) é formado na superfície extrema da tira de aço laminada a quente. A formação de Fe_2O_3 prossegue devido à difusão de oxigênio para o interior da tira de aço. Daí pode ser considerado que como resultado CaO , Fe_3C , etc. são retirados da superfície da tira de aço.

10 A concentração de oxigênio dentro da película de óxido de Fe da superfície torna-se menor quanto mais para o interior da superfície, então sob o Fe_2O_3 , é formado Fe_3O_4 (magnetita) a 570°C ou menos, enquanto FeO (wustita) é formada a 570°C ou mais. Esses Fe_3O_4 e FeO crescem devido à difusão para fora dos íons de Fe. Portanto, a 570°C ou mais, o Fe_2O_3 é formado na superfície extrema da tira de aço laminada a quente, Fe_3O_4 é formado abaixo do Fe_2O_3 , e FeO é formado abaixo do Fe_3O_4 . A menos de 570°C , Fe_2O_3 é formado na superfície extrema e Fe_3O_4 é formado abaixo dele.

Abaixo desses FeO e Fe_2O_3 , quando a concentração de Si ou Mn no aço é alta, são formadas películas de óxido secundárias compreendidas de óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si ou Mn.

20 Se CaO , Fe_3C , etc. aderirem à superfície da tira de aço laminada a quente e não são retirados na superfície, o CaO , Fe_3C , etc. bloqueará o fornecimento de oxigênio pela camada de superfície, então películas de óxidos secundárias compreendidas de óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si ou Mn serão formadas diretamente abaixo do CaO , Fe_3C , etc. Nesse caso, no processo de redução seguinte, se o CaO , Fe_3C , etc. da superfície diminuírem, covas de óxidos de Si ou Mn ou de óxidos compostos de Si ou Mn expostos na superfície serão formados e como resultado defeitos de não-revestimento serão detectados após o revestimento.

30 Entretanto, conforme explicado acima, quando se ajusta a taxa de elevação de temperatura até um valor alto de 45°C/s ou maior, os CaO , Fe_3C , etc. aderidos à superfície da tira de aço são expulsos na superfície, a concentração de oxigênio nas covas após eles serem retirados torna-se alta,

e Fe_3O_4 e FeO são formados nessas partes, e então óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si ou Mn nunca serão expostos na superfície.

Devido a isso, mesmo se as covas 19 mostradas na figura 3(b) forem formadas na película de óxido de Fe devido às ações inibitórias de CaO , Fe_3C , etc., uma película de óxido de Fe é formada no fundo dessa furação 19. Portanto, o SiO_2 , o MnO , e outras películas de óxido secundárias são cobertos pela película de óxido de Fe e não aparecerão na superfície da tira de aço.

Isto é, as propriedades da superfície da tira de aço após o final do processo de elevação da temperatura tornou-se como segue: Conforme mostrado na figura 3(b), a partir do interior, a superfície é compreendida de Fe (tira de aço laminada a quente), uma película de óxido secundária compreendida de óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si e Mn, e uma película de óxido compreendida de Fe_3O_4 e FeO ou FeO sobre aquela. CaO , Fe_3C estão presentes na superfície. Há covas sob o CaO , Fe_3C , mas não há camada de FeO .

Em oposição a isso, se a taxa de elevação da temperatura for ajustada em menos de 25°C/s , será difícil retirar CaO , Fe_3C , etc. na superfície, conforme mostrado na figura 3(c), uma película de óxido secundária compreendida de óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si e Mn acabam aparecendo na superfície.

Note que as películas de óxidos secundárias compreendidas de óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si e Mn no Fe (tira de aço laminada a quente) serão descritos simplesmente nas Figuras. 3(b), (c) como " SiO_2 , MnO ".

Além disso, ajustando-se a temperatura máxima de pico da tira de aço no forno não-oxidante até 550°C ou mais, é obtido o efeito de que uma camada de óxido é uniformemente formada e os CaO , Fe_3C , etc. presentes na parte da superfície da película de óxido podem ser facilmente removidos. Esse efeito não é obtido se a temperatura máxima de pico da tira de aço for tornada menor do que 550°C .

Além disso, ajustando-se a temperatura máxima de pico da tira

de aço no forno não-oxidante para menos de 600°C, a formação excessiva de uma película de óxido é evitada. Se a temperatura máxima de pico da tira de aço dentro do forno não-oxidante for tornada 600°C ou mais, a película de óxido será produzida excessivamente e a película de óxido acabará permanecendo na subsequente redução.

Nesse caso, o tempo para manter a taxa de elevação da temperatura em 25°C/s ou mais é tornado 15 segundos ou mais. Se for de menos de 15 segundos, uma espessura suficiente de película de óxido não é possuída, então, como resultado, as películas de óxidos secundárias compreendidas de óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si e Mn acabarão sendo expostas na superfície sem serem cobertas pela película de FeO.

A seguir, conforme mostrado na seção II da figura 2, a tira de aço laminada a quente oxidada prossegue na linha e entra na zona de redução 13 do forno de recozimento 15. No forno de recozimento 15, inicialmente, a tira é aquecida na zona de redução 13 para dar uma temperatura máxima de pico da tira de aço de 700°C a 760°C, e então prossegue para a zona de resfriamento 14 onde é resfriada. A tira de aço laminada a quente é reduzida na zona de redução 13 e a zona de resfriamento 14 no forno de recozimento em um estado de manutenção da temperatura da tira de aço em 570°C ou mais por um período de 25 segundos a 45 segundos. Isto é, na figura 2, o tempo do ponto de temperatura R onde a temperatura da tira de aço é de 570°C até o ponto de temperatura U é ajustado para 25 segundos até 45 segundos.

Aqui, a razão para limitação da temperatura da redução para a região de uma temperatura de 570°C ou mais é como segue: isto é, acima de 570°C, FeO torna-se o principal óxido de Fe e é reduzido. O FeO, comparado com o Fe₃O₄, é fácil de reduzir devido, em parte, à alta temperatura de processamento. Portanto, o método de redução do FeO é mais fácil de controlar que a redução de Fe₃O₄.

As superfícies da tira de aço laminada a quente antes e depois da redução acima estão mostradas na figura 4. A tira de aço laminada a quente antes da redução é (d), a tira de aço laminada a quente reduzida sem excesso de ou falta é (e), a tira de aço laminada a quente que é insuficien-

temente reduzida é (f), e a tira de aço laminada a quente que é excessivamente reduzida é (g). Note que, na figura 4, o CaO e o Fe_3C mostrados na figura 3 não são mostrados, mas esses CaO e Fe_3C são soprados para fora da superfície da tira de aço pelo fluxo ou pela atmosfera de redução H_2 , N_2 , e similar quando passam através do forno de recozimento 13 etc.

Note que as películas de óxidos secundárias compreendidas de óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si e Mn formados no Fe (tira de aço) são descritas simplesmente como " SiO_2 , MnO " também na Fig. 4.

Como resultado, a película de óxido no estado da figura 3(b) é adequadamente reduzida e, conforme mostrado na figura 4(e), a estrutura torna-se, a partir do interior, Fe (tira de aço), uma película de óxido secundária compreendida de óxidos de Si ou Mn ou óxidos compostos de Si e Mn, e uma película de Fe acima daquela. Covas, onde o FeO e o Fe_3C estiveram presentes, permanecem na superfície, mas há uma camada de Fe no fundo.

Reduzindo-se a tira de aço laminada a quente para dar uma temperatura máxima de pico da tira de aço de 700°C a 760°C em um estado de manutenção da temperatura da tira de aço em 570°C ou mais por um período de 25 segundos a 45 segundos, a superfície da tira de aço laminada a quente mostrada na figura 4(d) é reduzida sem excesso ou falta no forno de recozimento 15.

Isto é, conforme mostrado na figura 4(e), a película de óxido de Fe formada pela película de não-óxido é reduzida e torna-se completamente uma camada de Fe. Além disso, esta camada de Fe cobre completamente a película de SiO_2 , de MnO , e outras películas de óxidos secundárias formadas pela oxidação bem como pela redução. o SiO_2 , MnO e outras películas de óxidos secundárias que degradam a capacidade de umedecimento do revestimento com a galvanização por imersão a quente são completamente cobertos, de forma que a capacidade de umedecimento do revestimento se torna extremamente boa, e defeitos de não-revestimento não ocorrem.

Em oposição a isto, quando a temperatura máxima de pico da tira de aço for menor que 700°C ou quando o tempo de manutenção da temperatura da tira de aço em 570°C ou mais for menor que 25 segundos, a re-

dução no forno de recozimento 15 torna-se insuficiente e, conforme mostrado na Fig, 4(f), a película de óxido de Fe acaba permanecendo. Portanto, essa camada de óxido de Fe degrada a capacidade de umedecimento do revestimento para imersão a quente, então defeitos de não revestimento acabam ocorrendo.

Além disso, quando a temperatura máxima de pico da tira de aço excede 760°C ou o tempo de manutenção da temperatura da tira de aço em 570°C ou mais excede 45 segundos, a redução no forno de recozimento 15 torna-se excessiva. Nesse caso, conforme mostrado na figura 4(g), a película de óxido de Fe é suficientemente reduzida e é formada uma camada de Fe. Entretanto, o Si e o Mn têm um poder de oxidação mais forte que o Fe, então mesmo quando a película de óxido de Fe é reduzida pelo forno de recozimento 15, camadas de óxidos secundárias de SiO₂ e de MnO crescem excessivamente e acabam aparecendo na superfície da tira de aço. Conforme explicado acima, o SiO₂ e o MnO degradam a capacidade de umedecimento da tira de aço laminada a quente, então defeitos de não-revestimento acabam sendo formados.

A seguir, a tira de aço laminada a quente reduzida prossegue na linha do forno de recozimento até um tanque de galvanização por imersão a quente 16 aquecido até uma temperatura predeterminada onde ela é imersa e galvanizada por imersão a quente.

A seguir, a tira de aço laminada a quente galvanizada por imersão a quente prossegue na linha e a deposição da galvanização por imersão a quente na tira de aço laminada a quente é ajustada até uma quantidade predeterminada por um equipamento de secagem 17.

A seguir, a tira de aço laminada a quente prossegue na linha e é resfriada no forno de resfriamento 18.

Na configuração acima, a tira de aço laminada a quente que entra no forno não-oxidante 12 é aquecida para dar uma temperatura máxima de pico da tira de aço de 550°C a menos de 600°C a uma taxa de elevação de temperatura de 25°C/s ou mais por um período de 15 segundos a 25 segundos para oxidação. Quando uma película de óxido de Fe for formada,

mesmo se o Fe_3C e outras fuligens e óxidos à base de Ca formarem covas 19, o fundo dos covas 19 são cobertas pela película de óxido de Fe.

Além disso, na configuração acima, a tira de aço laminada a quente oxidada é aquecida para dar uma temperatura máxima de pico da tira de aço de 700°C a 760°C enquanto mantém a temperatura da tira de aço em 570°C ou mais por 25 segundos a 45 segundos para reduzi-la, enquanto a película de óxido de Fe na superfície da tira de aço laminada a quente é reduzida sem excesso ou falta. Além disso, também nenhuma camada de óxido secundária de SiO_2 e MnO aparece na superfície. Portanto, a formação de defeitos de não-revestimento pode ser evitada.

Além disso, na configuração acima, o comprimento na direção de transporte do forno usado para oxidação (forno de preaquecimento e forno não-oxidante 12) foi ajustado para 30 m a 50 m, enquanto o comprimento na direção do transporte do forno usado para redução (zona de redução 13) foi ajustado para 50 m a 70 m. Das experiências, revela-se que se a razão de comprimentos ao longo da direção de transporte do forno usado para oxidação e do forno usado para redução for de 0,5 a 0,9, um bom estado de revestimento pode ser obtido. Na presente configuração, ajustando-se a razão dos comprimentos ao longo da direção de transporte do forno usado para oxidação e do forno usado para redução para ser 0,5 a 0,9, a formação de defeitos de não-revestimento pode ser evitada. Além disso, o forno usado para oxidação e o forno usado para redução são ajustados para comprimentos adequados sem excesso ou falta, então os investimentos em custo de capital são otimizados.

Acima, a configuração preferida da presente invenção foi explicada enquanto se referia aos desenhos anexos, mas a presente invenção não é limitada a esses exemplos. Uma pessoa versada na técnica poderia claramente conceber várias modificações ou mudanças dentro do escopo das idéias técnicas descritas nas reivindicações. Estas devem também naturalmente ser entendidas como caindo dentro do escopo técnico da presente invenção.

Além disso, na configuração acima, a tira de aço laminada a

quente foi alimentada a partir de um carretel de alimentação, mas é também possível conectá-la diretamente a uma linha que executa o lingotamento contínuo de placas finas.

Além disso, na configuração acima, a tira de aço laminada a quente foi alimentada a partir de um carretel de alimentação ao forno não oxidante, mas ela pode também ser tratada por decapagem, lavagem da superfície por esfregação, etc. antes de ser alimentada ao forno não oxidante.

Além disso, na configuração acima, a tira de aço laminada a quente foi alimentada a partir de um carretel de alimentação para o interior do forno não-oxidante, mas é também possível fornecer um equipamento para decapagem, lavagem da superfície por esfregação, e outros processos antes da oxidação.

Além disso, na configuração acima, foi usado um forno de recozimento incluindo uma zona de redução e uma zona de resfriamento, mas é também possível usar fornos separados tais como um forno de redução e um forno de resfriamento.

Além disso, na configuração acima, como imersão a quente foi usada a galvanização por imersão a quente, mas alumínio, chumbo, estanho, etc. podem também ser usados em lugar do zinco.

Além disso, na configuração acima, a presente invenção é particularmente eficaz em tiras de aço laminadas a quente. Acredita-se que a razão é porque a superfície da tira de aço laminada a quente tem limites de grãos mais brutos, maiores áreas de superfície, oxidação e redução mais fáceis, e uma maior taxa de crescimento de camada de óxido.

Aqui, para comparar a quantidade de oxidação e a quantidade de redução sob as condições de galvanização por imersão a quente da chapa de aço laminada a frio, as fórmulas convencionais para se estimar a quantidade de oxidação e a quantidade de redução da chapa de aço laminada a frio são aplicadas à tira de aço laminada a quente tendo um bom estado de revestimento sob as condições de oxidação e redução da presente invenção de modo a calcular a quantidade de oxidação e a quantidade de redução da tira de aço laminada a quente.

A fórmula para estimar a quantidade de oxidação de chapa de aço laminada a frio estima a quantidade de oxidação a partir de duas tabelas do tempo deixado no forno de preaquecimento e no forno não-oxidante e a temperatura de pico da chapa de aço laminada a frio. A fórmula para estimar a quantidade de redução da chapa de aço laminada a frio estima a quantidade de redução a partir das duas variáveis do tempo deixada no forno de redução e a temperatura de pico da chapa de aço laminada a frio. Quando se estima essa quantidade de redução no caso de uma temperatura do forno de redução de 570°C ou mais e a quantidade de redução no caso de menos de 570°C são calculadas separadamente e a soma das duas é estimada como sendo a quantidade de redução. As formas específicas das fórmulas para estimativa da quantidade de oxidação e da quantidade de redução não estão mostradas, mas podem ser derivadas das experiências.

Tiras de aço laminadas a quente obtidas pela laminação a quente de placas lingotadas obtidas por uma máquina de lingotamento de placas finas foram oxidadas e reduzidas sob condições adequadas de oxidação e redução definidas pela presente invenção. Os valores das quantidades de oxidação e das quantidades de redução foram descobertos pelas fórmulas acima para estimativa da quantidade de oxidação e da quantidade de redução. Como resultado, as quantidades de oxidação foram 0,12 a 0,2 mg/m² ou algo assim, e as quantidades de redução foram 0,2 a 0,35 mg/m² ou algo assim. Esses valores são menores se comparados com as quantidades de oxidação de 0,1 a 0,8 mg/m² e quantidades de redução de 0,45 a 1 mg/m² da chapa de aço laminada a frio obtida pelas mesmas fórmulas.

Pelos resultados acima, a taxa de oxidação e a taxa de redução são mais rápidas que no caso de chapa de aço laminada a frio, então pode ser estimado que os valores calculados da quantidade de oxidação e da quantidade de redução adequadas quando se galvaniza por imersão a quente uma chapa de aço laminada a quente são menores que os valores no caso da chapa de aço laminada a frio.

Aplicando-se a presente invenção à galvanização por imersão a quente de tiras de aço laminadas a quente, comparado com o caso de apli-

cação a chapas de aço laminadas a frio, o tempo de oxidação e de redução pode ser encurtado. Além disso, o comprimento do forno para a oxidação e redução pode ser encurtado e portanto o equipamento de galvanização por imersão a quente pode ter seu tamanho reduzido.

5 Entretanto, em frente ao equipamento de imersão a quente da presente invenção, conforme mostrado na figura 5, é arranjado um sistema de lavagem alcalina compreendido de um tanque de pulverização alcalina 20, um tanque de lavagem alcalina 21, um tanque de lavagem com água morna 22, e um secador de ar quente 23 e não usando lavagem eletrolítica e
10 um escovador alcalino usando escovas de náilon 24. A razão porque a lavagem eletrolítica usada em geral não é usada é que quando se usa uma máquina de lingotamento contínuo de placas finas e um laminador de tiras a quente conectado com ele para produzir tiras de aço laminadas a quente, a placa fina é laminada a quente, então a superfície da tira de aço laminada a
15 quente é decapada e revestida com um preventivo de ferrugem. O tempo entre a decapagem e a imersão a quente é de 2 dias ou menos ou algo assim, portanto a quantidade de preventivo de ferrugem revestido pode ser tornada menor pelas circunstâncias reais.

 Entretanto, após a decapagem, a superfície da tira de aço tem
20 uma pequena quantidade de preventivo de ferrugem e preventivo de ferrugem e Fe_3C etc. presente nela, então um sistema de lavagem alcalina que não use lavagem eletrolítica é usado para retirar o preventivo de ferrugem, Fe_3C , etc, que aderiram à superfície, então um escovador alcalino usando escovas de náilon é usado para remover o preventivo de ferrugem, Fe_3C , etc.

25 Essa lavagem remove o preventivo de ferrugem geralmente queimado em um forno de aquecimento. No forno de aquecimento, o oxigênio na atmosfera é usado para estabilizar a oxidação da superfície da tira de aço laminada a quente. Portanto, a quantidade de formação de película de óxido é estável, então essa é uma boa condição para evitar defeitos de não-
30 revestimento.

 Note que, por experiência, foi descoberto que a razão adequada da quantidade de oxidação e a quantidade de redução quando se trata com

tiras de aço laminadas a quente obtidas pela laminação a quente de uma placa lingotada obtida por uma máquina de lingotamento de placas finas é de 0,4 a 0,55 ou algo assim. Em oposição a isso, no caso convencional de chapas de aço laminadas a frio, foi de 0,2 a 1,2 ou algo assim, isto é, os valores flutuaram.

Além disso, se usar um processo de oxidação e um processo de redução como na presente invenção, foi confirmado que mesmo com tiras de aço produzidas laminando-se diretamente uma placa produzida em uma máquina de lingotamento contínuo de placas finas e tendo uma espessura de 2 mm ou mais, nenhuma fratura ocorre mesmo se usar os cilindros comuns de transporte com diâmetro de 1500 mm no processo após o revestimento.

Acredita-se que a razão seja que ajustando-se a taxa de elevação da temperatura no processo de oxidação para 25°C/s e fazendo-se o tempo de redução mais curto que aquele do processo de redução das chapas de aço laminadas a frio convencionais, o limite de elasticidade da tira de aço laminada a quente torna-se maior e o processamento torna-se possível a um estresse menor do que quando ocorre o alongamento, então as fraturas da bobina não mais ocorrem.

Note que a taxa usual de processamento na técnica atual é de 90 mpm a 180 mpm, então é possível aplicar a presente invenção a um equipamento recentemente estabelecido ou modificar o equipamento de imersão a quente tendo esta faixa de taxas. O limite superior da taxa de processamento de um equipamento de imersão a quente é, na técnica atual, 180 mpm ou algo assim. Entretanto, mesmo se um equipamento de imersão a quente com uma taxa de processamento ainda maior for desenvolvido, a presente tecnologia pode ser aplicada. Além disso, o limite inferior da taxa de processamento pode ser qualquer taxa desde que as condições da presente invenção possam ser realizadas.

Alguns equipamentos de galvanização por imersão a quente são limitados em termos de t/h econômica dos fornos. Em tal caso, se a tira tornar-se mais espessa, a taxa de processamento é reduzida, então o tempo para passagem através do forno de oxidação torna-se mais longo e como

resultado a taxa de elevação média da temperatura torna-se menor. Nesse caso, o equipamento pode também ser operado de forma que parte do processo de elevação da temperatura satisfaça a taxa de elevação da temperatura da presente invenção.

5 Exemplo 1

Os ingredientes dos quatro tipos de tiras de aço laminadas a quente A, B, C e D produzidas usando-se o processo de lingotamento contínuo de placas finas estão mostrados na Tabela 1 expressos em % em massa.

Tabela 1

	tipo de aço	C (% em massa)	Si (% em massa)	Mn (% em massa)
A	SGHC	0,054	0,06	0,25
B	SGHC	0,043	0,046	0,24
C	SGH440	0,16	0,05	1,1
D	SGH540	0,11	0,03	1,51

10 Tabela 1 -continuação-

	P (% em massa)	S (% em massa)	Al (% em massa)	N (% em massa)	Ca (% em massa)
A	0,02	0,01	0,029	0,0081	0,0017
B	0,25	0,012	0,05	0,075	0,0023
C	0,02	0,012	0,04	0,07	0,002
D	0,025	0,005	0,05	0,06	0,0025

As várias condições e resultados quando se usa um método de produção de tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente conforme a presente invenção para produzir tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente desses quatro tipos de tiras de

15 aço laminadas a quente estão mostradas na Tabela 2. Para a produção de tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente, os quatro tipos de tiras de aço laminadas a quente foram passadas através de um forno de preaquecimento, um forno não-oxidante, um forno de redução, um forno de encharque, um forno de resfriamento para oxidação, redução e res-

20 friamento, e então foram galvanizadas por imersão a quente.

A quantidade de revestimento da galvanização por imersão a quente estava na faixa de 80 a 120 g/m² (um lado).

Tabela 2

Dado nº	Aço laminado a quente	Velocidade da linha (m/min)	Tempo total de oxidação (seg.)	Taxa de elevação da temperatura (°C/S)	Temperatura máxima de pico (oxidação) da tira de aço, (°C)
1	A	100	20	28	550
2	B	120	19	29	560
3	C	100	20	29	570
4	D	140	16	34	550
5	A	120	17	31	510
6	B	120	19	32	600
7	C	77	26	21	550
8	D	180	13	44	560
9	B	120	19	29	550

Tabela 2 -continuação-

Dado nº	Tempo de redução (seg.)	Temperatura máxima de pico (redução) da tira de aço (°C)	Comprimento do forno de preaquecimento + forno não-oxidante (m)	Comprimento da zona de redução (m)	Condição do revestimento = G: bom, P: pobre
1	39	710	33	52	G
2	36	730	38	62	G
3	39	750	33	52	G
4	36	700	38	62	G
5	39	730	33	52	P
6	36	750	38	52	P
7	50	710	33	52	P
8	21	730	38	62	P
9	36	680	38	52	P

Conforme mostrado na Tabela 2, os Dados n^{os} 1 a 4 são exemplos que satisfazem todas as condições definidas na presente invenção. As superfícies das tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente produzidas foram extremamente boas em termos de condição do revestimento.

- 5 Por outro lado, os dados n^{os} 5 a 9 mostrados na Tabela 2 são exemplos comparativos onde algumas das condições definidas na presente invenção não são satisfeitas. As superfícies das tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente produzidas tinham defeitos de não-revestimento ou escória residual ou outros defeitos de revestimento.

10 Exemplo 2

Os ingredientes dos dois tipos de tiras de aço laminadas a quente A e B produzidas usando-se o processo de lingotamento contínuo de placas finas estão mostrados na Tabela 3, expressos em % em massa.

Tabela 3

	tipo de aço	C (% em massa)	Si (% em massa)	Mn (% em massa)	P (% em massa)
A	SGHC	0,054	0,06	0,25	0,02
B	SGHC	0,043	0,046	0,24	0,25

15 Tabela 3 - continuação-

	S (% em massa)	Al (% em massa)	N (% em massa)	Ca (% em massa)
A	0,01	0,029	0,0081	0,0017
B	0,012	0,05	0,075	0,0023

- As várias condições e resultados quando se usa o método de produção de tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente conforme a presente invenção para produzir tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente desses dois tipos de tiras de aço laminadas a quente estão mostradas na Tabela 4. Para a produção das tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente, os dois tipos de tiras de aço laminadas a quente foram oxidados em um forno de preaquecimento e em um forno não-oxidante, reduzidos em uma zona de redução (forno de redução e forno de encharque), então foram galvanizados por imersão a quente. Note que nesta experiência, o forno de preaquecimento e o forno não-oxidante correspondem ao "forno usado para oxidação", enquanto a zona de redução corresponde ao "forno usado para redução".

Tabela 4

Dado nº	Aço laminado a quente	velocidade da linha (m/min)	tempo total de oxidação (seg.)	taxa de elevação da temperatura (°C/S)	temperatura máxima de pico (oxidação) da tira de aço (°C)	tempo de redução (seg.)
1	A	100	20	28	550	39
2	B	120	19	29	560	36
3	B	120	19	29	560	24
4	B	120	19	29	560	46

Tabela 4 -continuação-

Dado nº	temperatura máxima de pico (redução) da tira de aço (°C)	comprimento de preaquecimento + forno não-oxidante (m)	comprimento da zona de redução (m)	condição do revestimento = G: bom, P: pobre)	Razão do comprimento usado para oxidação/redução
1	710	33	53	G	0,63
2	730	38	62	G	0,61
3	730	38	41	P	0,93
4	730	38	78	P	0,49

Os dados n^{os} 3 e 4 mostrados na Tabela 4 tinham comprimentos do forno de preaquecimento fixados em 17 m e comprimentos do forno não-oxidante fixados em 21 m, tinham diferentes condições de resfriamento, e tinham comprimentos das zonas de redução ajustados para tornarem-se pseudo 41 m e 78 m. O tempo de redução é o valor calculado a partir de uma taxa de processamento de 120 m/min.

Conforme mostrado na Tabela 4, os dados n^{os} 1 e 2 são exemplos onde a razão do comprimento total do forno de preaquecimento e do forno não-oxidante e o comprimento da zona de redução satisfazem a condição de estar na faixa de 0,5 a 0,9 definida na presente invenção. As superfícies das tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente eram extremamente boas em termos de condições de revestimento.

Por outro lado, os dados n^{os} 3 e 4 mostrados a Tabela 4 são exemplos comparativos onde a razão do comprimento total do forno de preaquecimento e do forno não-oxidante e o comprimento da zona de redução está fora da faixa de 0,5 a 0,9 definida na presente invenção. As superfícies das tiras de aço laminadas a quente galvanizadas por imersão a quente produzidas tinham defeitos de não-revestimento e outros defeitos de revestimento.

Note que a presente invenção é trabalhada na faixa da taxa de processamento mostrada nos exemplos. Nesse caso, o limite superior da taxa de processamento é, na tecnologia atual, 180 mpm ou similar. Entretanto, mesmo se um equipamento de imersão a quente com uma maior taxa de processamento for construído, a presente tecnologia pode ser aplicada.

Além disso, o limite inferior da taxa de processamento pode ser qualquer faixa desde que as condições da presente invenção possam ser realizadas. A taxa de processamento comum na tecnologia atual é de 90 mpm a 180 mpm, então alguns equipamentos de galvanização por imersão a quente são limitados em termos de t/h econômica dos fornos. Nesse caso, se a tira de aço laminada a quente se tornar mais espessa, a taxa de processamento é reduzida, então o tempo de passagem através do forno de oxidação torna-se mais longo e como resultado a taxa de elevação da tem-

peratura torna-se menor. Nesse caso, o equipamento pode também ser operado de forma que parte do processo de elevação da temperatura satisfaça a taxa de elevação da temperatura da presente invenção.

Aplicabilidade Industrial

- 5 A presente invenção é eficaz para evitar que defeitos de não-revestimento ocorram em superfícies revestidas quando a tira de aço laminada a quente galvanizada por imersão a quente produzida a partir do processo de lingotamento contínuo de placas finas.

REIVINDICAÇÕES

1. Equipamento para produção de tira de aço laminada a quente revestida por imersão a quente e produzida pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas e por laminação a quente, **caracterizado** por com-
5 preender um primeiro forno (12) usado para oxidação e um segundo forno (15) usado para redução, sendo que relação entre os comprimentos do primeiro forno (12) e o segundo forno (15), no sentido da direção de transporte da mencionada tira de aço, é de 0,5 a 0,9.
2. Equipamento para produção de tira de aço laminada a quente
10 revestida por imersão a quente de acordo com a reivindicação 1, **caracteri-
zado** pelo fato de que a mencionada tira de aço passa através do mencionado primeiro forno (12) usado para oxidação por um tempo de 15 segundos a 25 segundos.

Fig.1

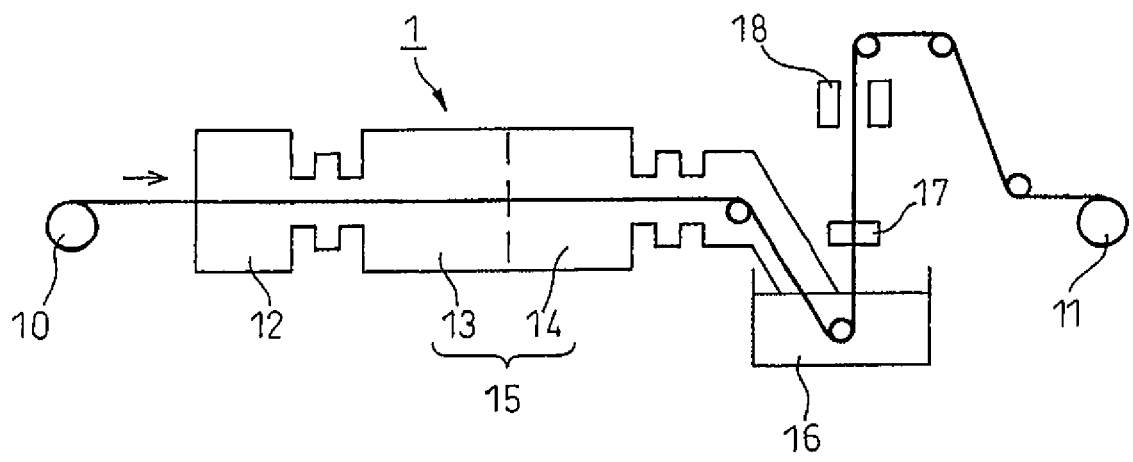


Fig.2

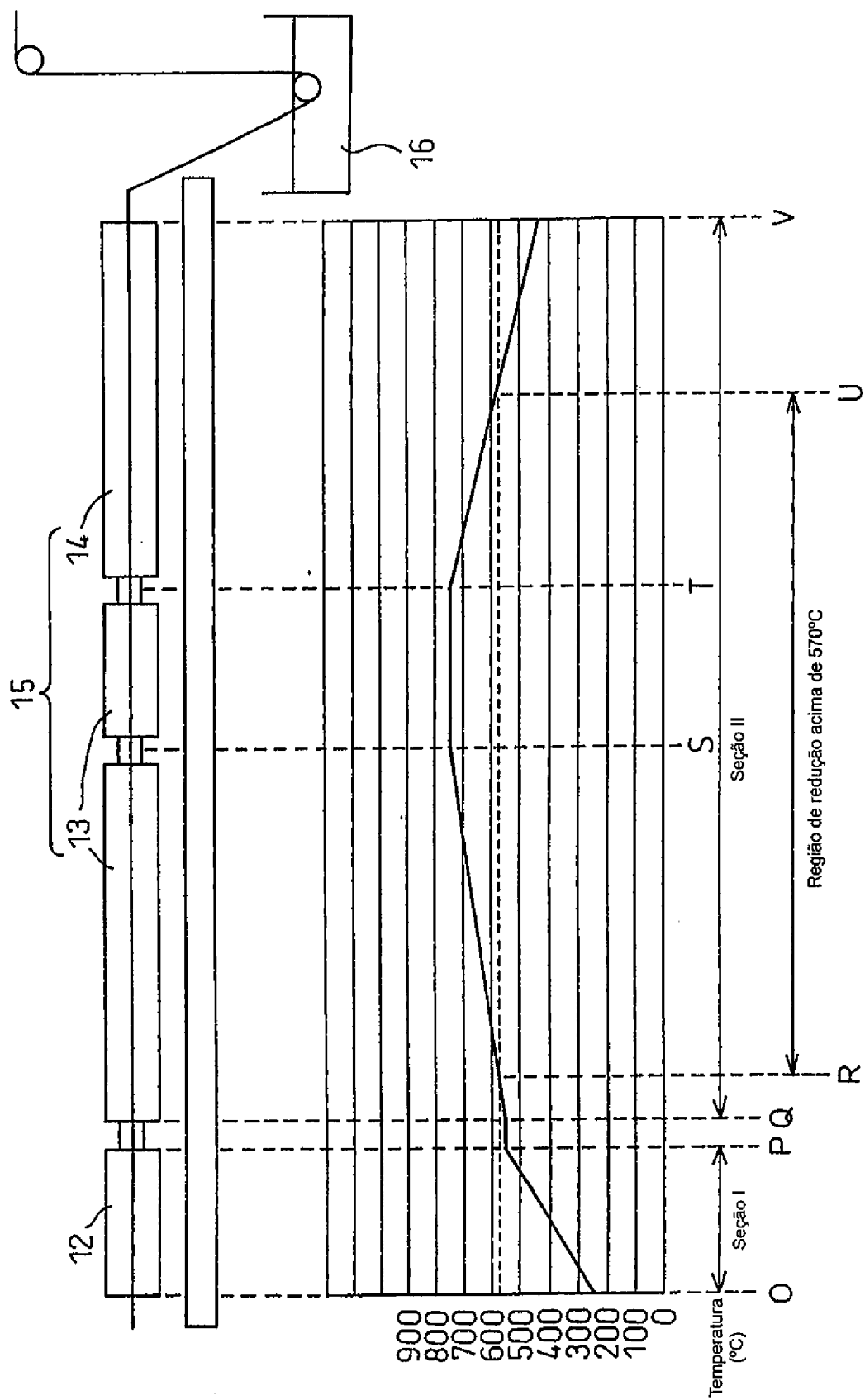


Fig.3

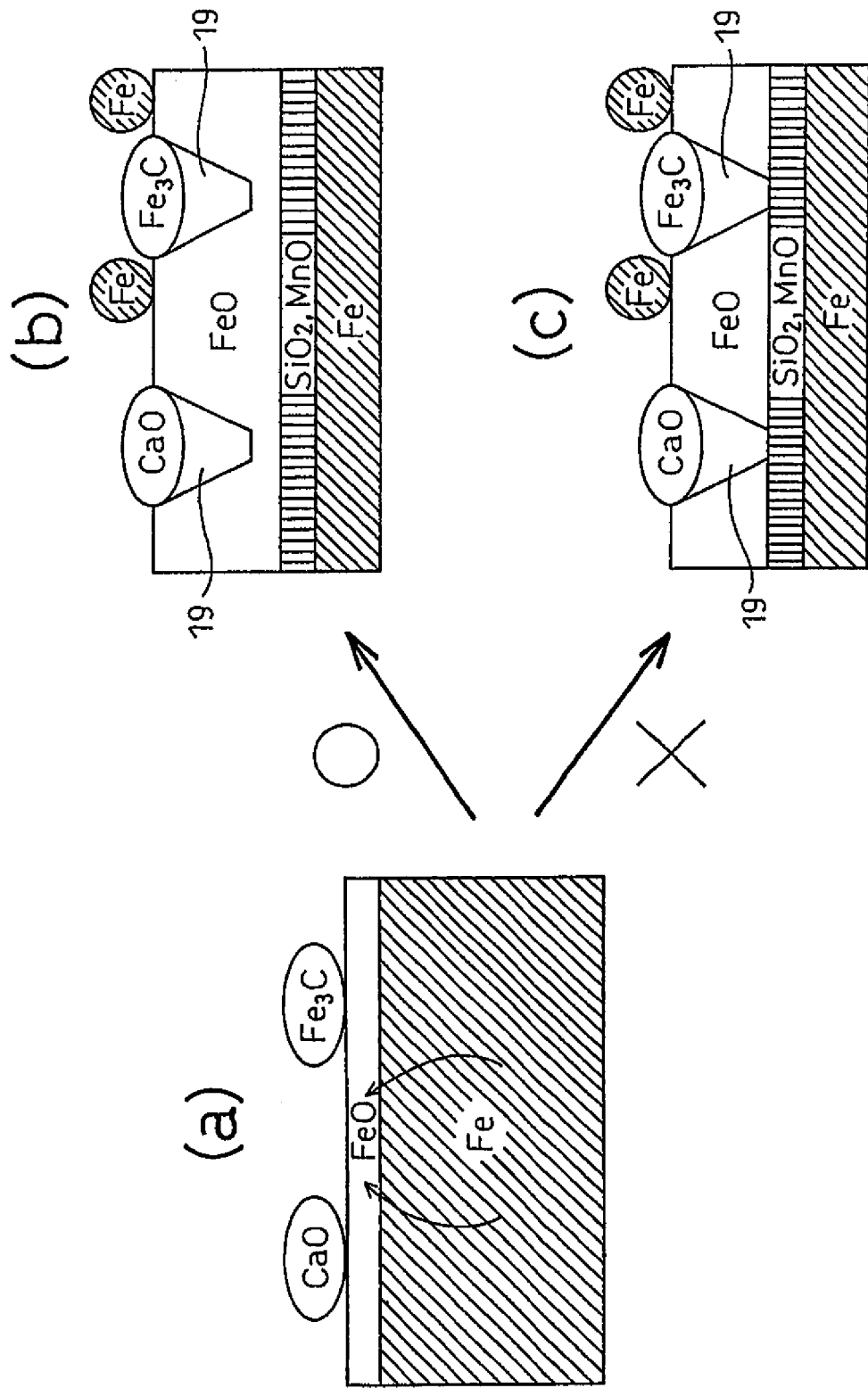


Fig. 4

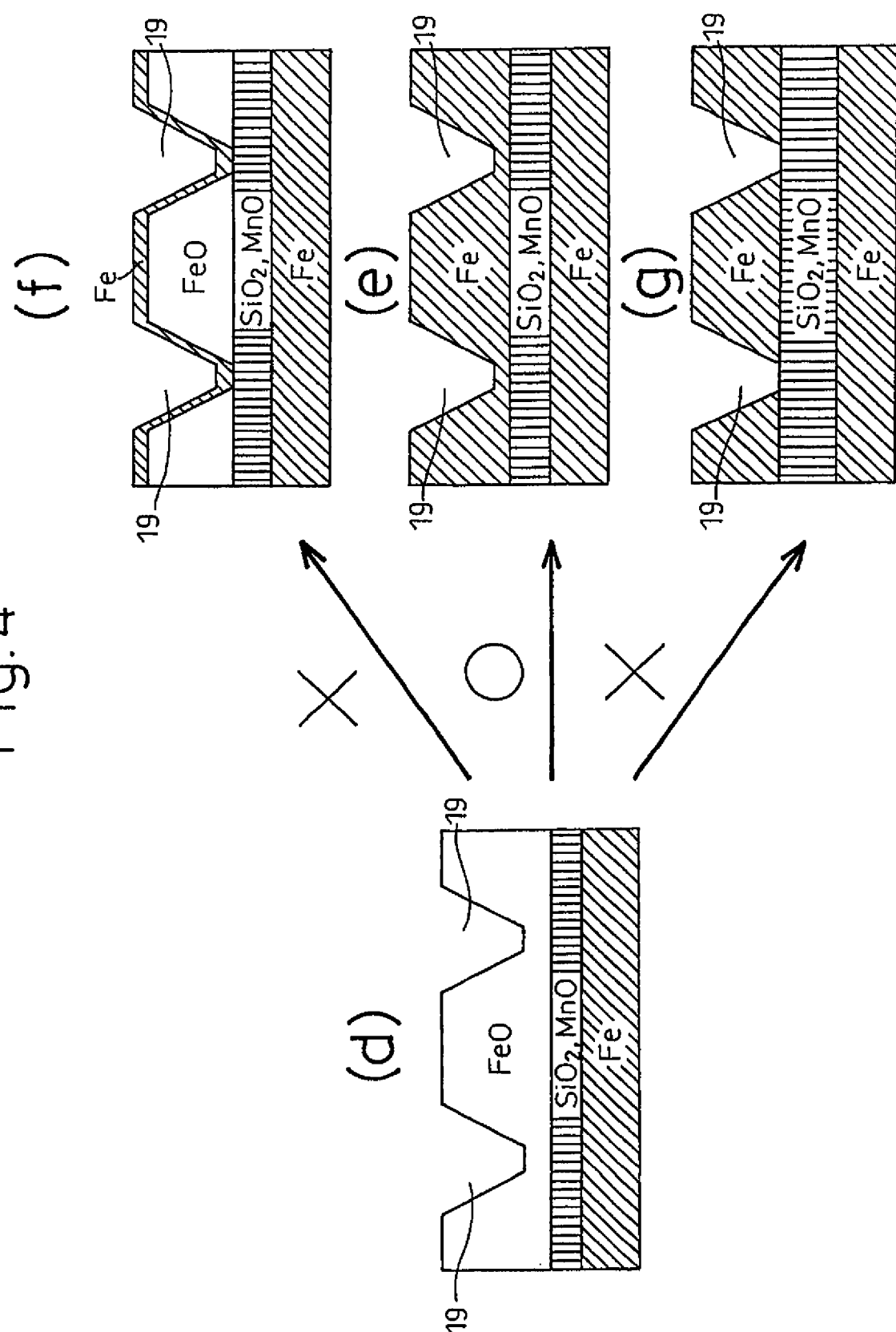
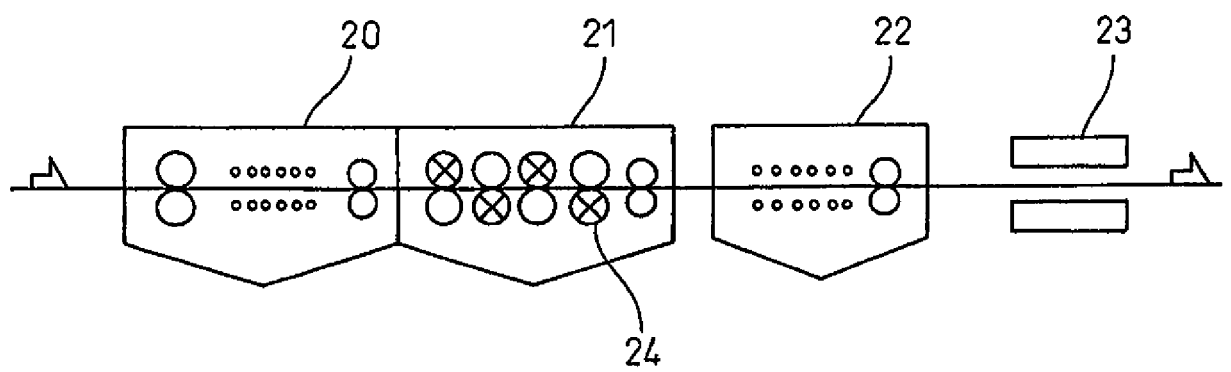


Fig.5



RESUMO

Patente de Invenção: **"EQUIPAMENTO PARA PRODUÇÃO DE TIRA DE AÇO LAMINADA A QUENTE REVESTIDA POR IMERSÃO A QUENTE"**.

A presente invenção refere-se a equipamento para a produção de tira de aço laminada a quente revestida por imersão a quente pelo processo de lingotamento contínuo de placas finas e laminação a quente, a mencionada tira de aço contendo, em % em massa, C: 0,03% ou mais, Si: 0,02% ou mais, Mn: 0,15% ou mais, e Ca: 0,001% ou mais pelo aquecimento da mesma até uma temperatura máxima de pico da tira de aço de 550°C até menos de 650°C por uma taxa de elevação de temperatura de 25°C/s ou mais por 15 segundos ou mais para oxidação, aquecendo-se a mesma até uma temperatura máxima de pico da tira de aço de 700 a 760°C de forma que o tempo em que a temperatura da tira de aço é de 570°C ou mais é de 25 segundos a 45 segundos para redução, e então revestindo-a por imersão a quente. De acordo com a invenção, o equipamento compreende um primeiro forno (12) usado para oxidação e um segundo forno usado (15) para redução, sendo que realção entre os comprimentos do primeiro forno (12) usado para oxidação e o segundo forno (15) usado para redução, no sentido da direção de transporte da mencionada tira de aço, é de 0,5 a 0,9. De preferência, a tira de aço passa através do primeiro forno (12) por um tempo de 15 segundos a 25 segundos.