

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

(21) **PI0711142-8 A2**

(22) Data de Depósito: 26/07/2007
(43) Data da Publicação: 23/08/2011
(RPI 2120)



(51) *Int.Cl.:*
B21B 45/02 2006.01

(54) Título: **DISPOSITIVO DE RESFRIAMENTO E MÉTODO DE RESFRIAMENTO PARA TIRA QUENTE**

(30) Prioridade Unionista: 27/07/2006 JP 2006-204051, 21/08/2006 JP 2006-223977, 21/08/2006 JP 2006-223978, 08/06/2007 JP 2007-152367, 27/07/2006 JP 2006-204051, 21/08/2006 JP 2006-223977, 08/06/2007 JP 2007-152367, 27/07/2006 JP 2006-204051, 21/08/2006 JP 2006-223978, 08/06/2007 JP 2007-152367, 08/06/2007 JP 2007-152367, 27/07/2006 JP 2006-204051, 08/06/2007 JP 2007-152367

(73) Titular(es): JFE Steel Corporation

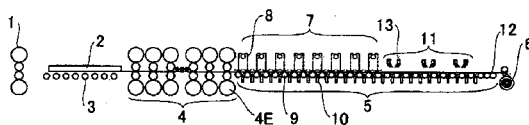
(72) Inventor(es): Akio Fujibayashi, Naoki Nakata, Satoshi Ueoka, Shougo Tomita, Takashi Kuroki

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

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007065119 de 26/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/013318 de 31/01/2008

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO DE RESFRIAMENTO E MÉTODO DE RESFRIAMENTO PARA TIRA QUENTE. A presente invenção refere-se a um dispositivo de resfriamento e um método de resfriamento para uma tira laminada a quente em que a tira pode ser resfriada uniformemente de uma borda dianteira para uma borda traseira com refrigerante através da realização, adequadamente, de uma grande capacidade de resfriamento e uma zona de resfriamento estável. Especificamente, os três métodos a seguir são adotados. (1) Bocais redondos (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados a um lado a jusante na direção de deslocamento da tira (12) e bocais redondos (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados para um lado a montante na direção de deslocamento são dispostos em um lado superior da tira (12), de modo a se oporem um ao outro. (2) Bocais redondos (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados do lado a montante de uma mesa transportadora de roletes (9) exatamente para acima da mesa transportadora de roletes (9) e bocais redondos (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados do lado a jusante da mesa transportadora de roletes (9) para acima da mesa transportadora de roletes (9) são dispostos no lado superior da tira 12 de modo a se oporem um ao outro. (3) Bocais de resfriamento inferiores (19) para ejetar refrigerante de entre mesas transportadoras de roletes para uma superfície inferior de uma tira (12) são proporcionados no lado inferior da tira (12) e bocais de resfriamento (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados do lado a montante de uma posição onde o refrigerante ejetado dos bocais de resfriamento inferiores (19) colide com a tira (12) para acima da posição e bocais de resfriamento (14) para ejetar fluxos similares à haste do lado a jusante da posição para acima da posição são dispostos no lado superior da tira (12) de modo a se oporem um ao outro.





PI0711142-8

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "DISPOSITIVO DE RESFRIAMENTO E MÉTODO DE RESFRIAMENTO PARA TIRA QUENTE".

Campo Técnico

5 A presente invenção se refere a um dispositivo de resfriamento e a um método de resfriamento para resfriar uma tira laminada a quente tendo uma alta temperatura.

Técnica Anterior

10 Em geral, uma tira quente é fabricada por aquecimento de uma placa até uma temperatura predeterminada em um forno de aquecimento, laminação da placa aquecida até uma espessura predeterminada por uma estação de desbaste de modo a formar uma barra bruta, laminação da barra bruta por uma estação contínua de acabamento, incluindo uma pluralidade de estações de laminação, de modo a formar uma tira tendo uma espessura
15 predeterminada. Essa tira quente é resfriada por um dispositivo de resfriamento proporcionado em uma mesa de saída e, então, enrolada por uma bobinadeira disposta em nível mais baixo.

20 Nesse caso, no dispositivo de resfriamento proporcionado na mesa de saída de modo a resfriar continuamente uma tira laminada a quente tendo uma alta temperatura, uma pluralidade de fluxos laminares de refrigerante são derramados linearmente de um bocal de fluxo laminar do tipo redondo nas mesas transportadoras de roletes, transportando tiras, através da largura das mesas transportadoras de roletes com a finalidade de resfriar o lado superior. Por outro lado, bocais de pulverização são proporcionados
25 entre as mesas transportadoras de roletes com a finalidade de resfriar o lado inferior. Dos bocais de pulverização, refrigerante é ejetado. O método descrito acima é adotado normalmente.

30 Nesse dispositivo de resfriamento conhecido, porém, refrigerante derramado no lado superior da tira, então, fica no lado superior da tira após resfriamento e isso resfria excessivamente o lado superior. O estado de resfriamento excessivo não é uniforme na direção longitudinal da tira e, portanto, a temperatura de parada de resfriamento varia nessa direção. Ainda, uma

vez que o refrigerante do bocal de fluxo laminar do tipo redondo usado para resfriar o lado superior é derramado na forma de fluxos de queda livre, ele não alcança facilmente a tira, se houver refrigerante residual no lado superior da tira. Dependendo de se há refrigerante residual no lado superior da tira, a capacidade de resfriamento difere. Além disso, uma vez que o refrigerante que cai na tira se espalha livremente nas direções para frente, para trás, para a direita e para a esquerda, uma zona de resfriamento muda e isso causa instabilidade térmica no resfriamento. Como um resultado dessa mudança na capacidade de resfriamento, o material da tira está apto para ficar irregular.

Em consequência, um método em que o refrigerante (refrigerante residual) na tira é purgado para uma capacidade de resfriamento estável por ejeção obliquamente de fluido através do lado superior da tira de modo a descarregar o refrigerante residual (por exemplo, vide o Documento de Patente 1) e um método em que uma zona de resfriamento é fixada por meio de represamento de refrigerante residual com um rolete de restrição servindo como um rolete de purga para restrição de movimento vertical de uma tira (por exemplo, vide o Documento de Patente 2) têm sido propostos. Ainda, como um método de resfriamento para fixar uma zona de resfriamento através da manutenção de refrigerante em uma tira, um método para ejetar refrigerante de bocais do tipo fenda, inclinados e se opondo um ao outro, conforme mostrado nas figuras 11A e 11B (por exemplo, vide o Documento de Patente 3), tem sido proposto.

Documento de Patente 1: Publicação de Pedido de Patente Japonês Não-Examinado Nº 9-141322;

Documento de Patente 2: Publicação de Pedido de Patente Japonês Não-Examinado Nº 10-166023;

Documento de Patente 3: Publicação de Pedido de Patente Japonês Não-Examinado Nº 59-144513.

30 Descrição da Invenção

Contudo, de acordo com o método discutido no Documento de Patente 1, a quantidade refrigerante que permanece na tira aumenta em di-

reção ao lado a jusante e, portanto, o efeito de purgação diminui em direção ao lado a jusante.

No método discutido no Documento de Patente 2, uma borda dianteira da tira é transportada da estação para a bobinadeira disposta em nível mais baixo sem ser restringida pelo rolete de restrição. Portanto, o efeito de purgação do rolete de restrição (rolete de purgação) não é obtido. Além disso, uma vez que a borda dianteira da tira passa através da mesa de saída enquanto se move para cima e para baixo de maneira ondulada, se refrigerante for fornecido em uma superfície superior da borda dianteira da tira, fácil e seletivamente, ele permanece no fundo da onda. Até que a borda dianteira da tira seja enrolada pela bobinadeira disposta em nível mais baixo e a tira seja tensionada para remover a onda, um fenômeno de flutuação da temperatura de enrolamento ocorre. Esse fenômeno de flutuação da temperatura de enrolamento também causa variações na propriedade mecânica da tira.

No método de resfriamento para manutenção do refrigerante na tira através da ejeção de refrigerante dos bocais do tipo fendas, inclinados e se opondo um ao outro, como no documento de Patente 3, o refrigerante pode ser represado apenas quando os fluxos de refrigerante são fluxos do tipo fenda. A fim de manter fluxos do tipo fenda contínua, é impossível colocar os bocais e a tira afastados uns dos outros. Além disso, nesse método, uma placa de divisão é proporcionada perto das extremidades dianteiras dos bocais de modo a encher de refrigerante. Portanto, a tira, os bocais e a placa de divisão devem ser colocados perto uns dos outros e há uma alta possibilidade de que a tira colidirá com os bocais e a placa de divisão. Em particular, quando a tira tem uma forma de onda indesejável, ela toca, inevitavelmente, os bocais e a placa de divisão e é, assim, raspada. Portanto, é difícil aplicar o método à operação real.

Dessa maneira, de acordo com os métodos discutidos nos Documentos de Patente de 1 a 3, é impossível obter, adequadamente, uma grande capacidade de resfriamento e uma capacidade de resfriamento estável.

Durante a fabricação de uma tira quente, a temperatura da su-

perfície de uma região da mesa de saída, perto da bobinadeira disposta em nível mais baixo, se torna, algumas vezes, por exemplo, 550° ou menos, e isso causa o seguinte problema.

Isto é, nessa região, desvios de resfriamento de um estado de transferência de calor, em que a ebulição de película é dominante e uma
5 película de vapor existe entre a tira e o refrigerante, para uma região onde a chamada ebulição nucleada, causada por um contato direto entre a tira e o refrigerante, é dominante. Esse fenômeno de ebulição em que a transição do estado de ebulição é feita é chamado ebulição de transição e o resfriamento
10 é promovido rapidamente. Como um resultado dessa promoção de resfriamento, apenas uma camada de superfície da tira é resfriada rapidamente e uma estrutura indesejável é formada, algumas vezes. Por exemplo, quando a temperatura de uma porção perto da camada de superfície cai a 400°C ou menos, martensita é formada como uma estrutura. Mesmo se a temperatura
15 da camada de superfície for, então, recuperada e o resfriamento for acabado a 500°C, uma estrutura diferente daquela do interior, tal como martensita temperada, é formada, algumas vezes, na camada de superfície.

Ainda, uma vez que o refrigerante adere à tira da região de ebulição de transição para a região de ebulição nucleada, ele permanece em
20 uma zona de resfriamento a ar fora do dispositivo (zona) de resfriamento e um chamado estado de falha de purgação é facilmente ocasionado. Essa porção é resfriada em excesso e a qualidade da tira é desigual.

Até agora, a velocidade de resfriamento tem sido aumentada do ponto de vista do material simplesmente aumentando a quantidade de refrigerante dos bocais de fluxo laminar do tipo redondo. Contudo, se uma gran-
25 de quantidade de refrigerante for ejetada verticalmente na tira, ele não pode ser represado pelos métodos descritos nos Documento de Patente 1 e 2 e uma grande quantidade de refrigerante residual for proporcionado na tira. Como um resultado, uma séria instabilidade da temperatura ocorre.

30 A presente invenção foi feita em vista das circunstâncias descritas acima e um objetivo da invenção é proporcionar um dispositivo de resfriamento e um método de resfriamento – para uma tira laminada a quente, em

que a tira pode ser resfriada uniformemente de uma borda dianteira para uma borda traseira com refrigerante através da obtenção, adequadamente, de uma grande capacidade de resfriamento e uma zona de resfriamento estável.

5 A fim de resolver os problemas descritos acima, a presente invenção tem as seguintes características:

1. Dispositivo de resfriamento de tira quente para resfriamento de uma tira quente transportada em uma mesa de saída após laminação de acabamento, em que os bocais de resfriamento inclinados para um lado a jusante e um lado a montante em uma direção de deslocamento da tira são
10 dispostos em um lado superior da tira de modo a se opor um ao outro e os bocais de resfriamento ejetam fluxos de refrigerante similares à haste.

2. Dispositivo de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 1, em que uma pluralidade de bocais de resfriamento são dis-
15 postos em uma direção da largura da tira e um ângulo formado pelos fluxos similares à haste ejetados dos bocais de resfriamento e a tira tem 60° ou menos.

3. Dispositivo de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que uma pluralidade de fileiras de bocais de resfri-
20 amento inclinados para o lado a jusante e uma pluralidade de fileiras de bocais de resfriamento inclinados para o lado a montante são dispostos na direção de deslocamento da tira.

4. Dispositivo de resfriamento de tira quente, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, em que o dispositivo de resfria-
25 mento de tira quente é formado por uma unidade de dispositivo de resfriamento e uma pluralidade de unidades de dispositivo de resfriamento e que são dispostas na direção de deslocamento da tira.

5. Dispositivo de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 4, em que meio de purgação para purgar o refrigerante em
30 uma superfície superior da tira é proporcionado a jusante da unidade de dispositivo de resfriamento.

6. Dispositivo de resfriamento de tira quente para resfriamento

de uma tira quente transportada em uma mesa de saída após laminação de acabamento, em que um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a montante de uma mesa transportadora de roletes na direção exatamente acima da mesa transportadora de roletes e um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a jusante de uma mesa transportadora de roletes na direção exatamente acima da mesa transportadora de roletes são dispostos em um lado superior da tira de modo a se oporem um ao outro.

10 7. Dispositivo de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 6, em que os bocais de resfriamento no lado superior e um bocal de resfriamento em um lado inferior da tira são dispostos de modo que uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é igual a uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira.

15 8. Dispositivo de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 7, em que um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste entre as mesas transportadoras de roletes em direção à superfície inferior da tira é proporcionado no lado inferior da tira.

20 9. O dispositivo de resfriamento de tira quente para resfriamento da tira quente transportada na mesa de saída após a laminação de acabamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5,

em que um bocal de resfriamento de lado inferior para ejetar refrigerante entre as mesas transportadoras de roletes em direção a uma superfície inferior da tira é proporcionado em um lado inferior da tira; e

25 em que um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a montante de uma posição onde o refrigerante ejetado do bocal de resfriamento do lado inferior colide com a tira em direção exatamente acima da posição e um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a jusante da posição onde o refrigerante ejetado do bocal de resfriamento do lado inferior colide com a tira em direção exatamente acima da posição são

30

dispostos no lado superior da tira de modo a se oporem um ao outro.

10. Dispositivo de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 9, em que os bocais de resfriamento do lado superior e o bocal de resfriamento do lado inferior são dispostos de modo que uma quantidade
5 de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é igual a uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira e de modo que uma pressão de fluido recebida pela tira do refrigerante no lado superior da tira é igual a uma pressão de fluido recebida pela tira do refrigerante no lado inferior da tira.

10 11. Dispositivo de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 10, em que o bocal de resfriamento de lado inferior é um bocal para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste.

12. Método de resfriamento de tira quente para resfriamento de uma tira quente transportada na mesa de saída após laminação de acaba-
15 mento, em que um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado para um lado a jusante em uma direção de deslocamento da tira e um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado para um lado a montante na direção de deslocamento da tira são ejetados em um lado superior da tira, de modo a se oporem um ao outro.

20 13. Método de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 12, em que um ângulo formado pelos fluxos de refrigerante similares à haste e a tira é de 60° ou menos.

14. Método de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 12 ou 13, em que uma pluralidade de fileiras dos fluxos de refri-
25 gerante inclinados para o lado a jusante e uma pluralidade de fileiras dos fluxos de refrigerante similares à haste inclinados para o lado a montante são ejetados na direção de deslocamento da tira.

15. Método de resfriamento de tira quente, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 12 a 14, em que resfriamento intermitente
30 para repetição de água de resfriamento e resfriamento de ar é realizado através da realização de ejeção de oposição dos fluxos de refrigerante similares à haste inclinados em uma pluralidade de posições espaçadas na dire-

ção de deslocamento da tira.

16. Método de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 15, em que o refrigerante é purgado pelo meio de purgação proporcionado a jusante das posições onde ejeção de oposição dos fluxos de refrigerante similares à haste inclinados de refrigerante é realizada.

17. Método de resfriamento de tira quente para resfriamento da tira quente transportada na mesa de saída após laminação de acabamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 12 a 16, em que um fluxo de refrigerante similar à haste, inclinado de um lado a montante de uma mesa de saída em direção exatamente acima da mesa transportadora de roletes e um fluxo de refrigerante, similar à haste, inclinado de um lado a jusante de uma mesa transportadora de roletes em direção exatamente acima da mesa transportadora de roletes são ejetados no lado superior da tira de modo a se operem um ao outro.

18. Método de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 17, em que o refrigerante é ejetado no lado superior e no lado inferior da tira, de modo que uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é igual a uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira.

19. Método de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 18, em que um fluxo de refrigerante similar à haste é ejetado de entre mesas transportadoras de roletes em direção a uma superfície inferior da tira no lado inferior da tira.

20. Método de resfriamento de tira quente para resfriar a tira quente transportada na mesa de saída após laminação de acabamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 12 a 16, em que refrigerante é ejetado de entre mesas transportadoras de roletes em direção a uma superfície inferior da tira no lado inferior da tira: e

em que um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado, ejetado do lado a montante de uma posição onde o refrigerante no lado inferior colide com a tira em direção exatamente acima da posição e um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado ejetado de um lado a jusante da posi-

ção onde o refrigerante no lado inferior colide com a tira em direção exatamente acima da posição oposta um ao outro no lado superior da tira.

21. Método de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 20, em que o refrigerante é ejetado no lado superior e no lado inferior da tira, de modo que uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é igual a uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira e de modo que uma pressão de fluido recebida pela tira do refrigerante no lado superior da tira é igual a uma pressão de fluido recebida pela tira do refrigerante no lado inferior da tira.

22. Método de resfriamento de tira quente, de acordo com a reivindicação 21, em que o refrigerante no lado inferior da tira inclui um fluxo de refrigerante similar à haste.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é uma vista estrutural esquemática de equipamento de laminação de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção.

A figura 2 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfriamento na primeira modalidade da presente invenção.

A figura 3 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfriamento na primeira modalidade da presente invenção.

A figura 4 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfriamento na primeira modalidade da presente invenção.

A figura 5 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfriamento de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

A figura 6 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfriamento de acordo com uma terceira modalidade da presente invenção.

A figura 7 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfriamento de acordo com outra modalidade da presente invenção.

A figura 8 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfriamento na outra modalidade da presente invenção.

A figura 9 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfriamento de acordo com uma outra modalidade da presente invenção.

A figura 10 é uma vista explanatória de um dispositivo de resfri-

amento de acordo com outra modalidade da presente invenção.

As figuras 11A e 11B são vistas explanatórias da técnica relacionada.

Melhores Modos para Realização da Invenção

5 Modalidades da presente invenção serão descritas abaixo com referência aos desenhos.

A figura 1 mostra equipamento de fabricação para uma tira quente de acordo com uma modalidade da presente invenção. Uma barra bruta 2, laminada por uma estação de desbaste 1, é transportada nas mesas transportadoras de roletes 3, é laminada continuamente em uma tira 12, tendo uma espessura predeterminada, por sete estações de acabamento contínuas 4 e é, então, guiada para uma mesa de saída 5 proporcionada atrás de uma estação de acabamento final 4E de modo a formar um curso de transporte de tira. A mesa de saída 5 tem um comprimento global de cerca de 100 m e é parcial ou substancialmente dotado, inteiramente, de um dispositivo de resfriamento. Após ser resfriado no dispositivo de resfriamento, a tira 12 é enrolada por uma bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 de modo a ser uma bobina laminada a quente.

Nesta modalidade, um tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 e um dispositivo de resfriamento 11 de acordo com a presente invenção são dispostos naquela ordem como exemplos de dispositivos de resfriamento proporcionados na mesa de saída 5 para resfriamento do lado superior.

O tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 inclui uma pluralidade de bocais de fluxo laminar do tipo redondo 8 que são dispostos em um passo predeterminado no lado superior da mesa de saída 5 de modo fornecer refrigerante na forma de fluxos de queda livre na tira.

Como um dispositivo de resfriamento para resfriamento do lado inferior, uma pluralidade de bocais de pulverização 10 são proporcionados entre as mesas de roletes transportadoras de tiras 9 e são dispostos em linha na direção da largura. A pressão de ejeção e a densidade de refrigerante dos bocais de pulverização 10 são ajustáveis.

Um exemplo do dispositivo de resfriamento 11 de acordo com a presente invenção será descrita com referência à figura 2, servindo como uma vista parcial ampliada. Na mesa de saída 5, por exemplo, mesas transportadoras de roletes 9 que giram para transportar tiras são dispostas em um passo de cerca de 400 mm na direção longitudinal. As mesas transportadoras de roletes 9 têm um diâmetro de 330 mm. Uma tira 12 se desloca através das mesas transportadoras de roletes 9.

No dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção, uma pluralidade de unidades de resfriamento de lado superior 17 são dispostas em intervalos regulares no lado superior da tira 12. Cada unidade de resfriamento de lado superior 17 ejeta fluxos de refrigerante similares à haste inclinados em relação aos lados a jusante e a montante na direção de deslocamento da tira 12 e se opondo um ao outro.

Um dispositivo de resfriamento de lado inferior nesta região não é particularmente e, por exemplo, resfriamento por pulverização pode ser realizado, ou fluxos similares à haste adotados para resfriamento de lado superior na presente invenção podem ser adotados.

Nesta modalidade, bocais de pulverização 10, similares àqueles proporcionados na região do dispositivo de resfriamento 7 descrito acima são usados.

Cada unidade de resfriamento de lado superior 17 é dividida em uma seção a montante e uma seção a jusante na direção de deslocamento da tira e cada seção inclui um número predeterminado de fileiras (quatro fileiras nesta modalidade) de cabeças de bocais de resfriamento 13. Tubos de abastecimento 15 são conectados às cabeças de bocais de resfriamento correspondentes 13 e controle liga/ desliga dos tubos de abastecimento 15 pode ser realizado independentemente pelas válvulas 16. Em cada cabeça de bocal de resfriamento 13, bocais redondos 14 são dispostos em linha em um passo predeterminado na direção da largura. Os bocais redondos 14 têm um ângulo de ejeção predeterminado θ (por exemplo, 50°) com relação à direção de deslocamento da tira.

Esses bocais redondos 14 são bocais retos, cada um tendo um

diâmetro interno de 3 a 10 mm e uma superfície interna lisa. Fluxos de refrigerante similares à haste são ejetados dos bocais redondos 14. Os fluxos de refrigerante similares à haste formam o ângulo predeterminado θ com a tira 12 em uma direção predeterminada, isto é, na direção de deslocamento da tira 12. Embora os bocais redondos 14 possam ser paralelos à tira 12 na direção da largura da tira 12, é preferível que bocais redondos 14 sejam inclinados para fora do centro na direção da largura da tira 12 em 1° a 30°, mais preferivelmente, 5° a 15°, de modo que refrigerante ejetado circula rapidamente para baixo de ambas as bordas da tira 12. As saídas dos bocais redondos 14 são proporcionadas em uma altura predeterminada (por exemplo, 1000 mm) do lado superior da tira 12, de modo que a tira 12 não tocará os bocais redondos 14, mesmo quando a tira 12 se move para cima e para baixo.

Um fluxo similar à haste na presente invenção se refere a um fluxo de refrigerante que é ejetado de um orifício de bocal do tipo redondo (incluindo uma forma elíptica ou poligonal) sob alguma pressão, que é ejetado do orifício de bocal em uma velocidade de ejeção de 7 m/s ou mais, que mantém uma seção transversal substancialmente circular até que seja ejetado do orifício de bocal e colida com a tira e que tenha continuidade e linearidade. Em outras palavras, um fluxo similar à haste é diferente de um fluxo de queda livre de um bocal de fluxo laminar do tipo redondo e gotas ejetadas como uma pulverização.

É preferível deslocar as fileiras de bocais redondos 14 uma da outra na direção da largura, de modo que fluxos de refrigerante similares à haste em uma fileira colidem quase com os pontos medianos entre posições onde fluxos similares à haste na fileira precedente colidem. Em consequência, fluxos de refrigerante similares à haste em uma fileira coincidem com porções, onde o resfriamento é enfraquecido, entre fluxos de refrigerante similares à haste adjacente na direção da largura na fileira precedente. Isso complementa o resfriamento e permite resfriamento uniforme na direção da largura.

Das quatro fileiras de bocais redondos 14 no lado a montante e

quatro fileiras de bocais redondos 14 no lado a jusante na direção de deslocamento da tira, fluxos de refrigerante são ejetados em direção quase à mesma posição na tira 12 (por exemplo, em direção à mesma mesa transportadora de roletes 9) de modo a se oporem um ao outro.

5 Dessa maneira, quando fluxos de refrigerante similares à haste são ejetados dos bocais redondos 14 dispostos em uma linha, eles circulam em paralelo e circulam intermitentemente na forma de um plano falso. Ainda, uma vez que os fluxos similares à haste, ejetados de quatro fileiras de bocais redondos 14 no lado a montante e fluxos similares à haste ejetados de
10 quatro fileiras de bocais redondos 14 no lado a jusante na direção de deslocamento da tira se opõem um ao outro, os fluxos de refrigerante colidindo com a tira 12 são represados um pelo outro e caem fora de ambas as bordas da tira 12 nas posições de colisão. Isso impede os fluxos de refrigerante de circularem para os lados a montante e a jusante na tira.

15 Nesse caso, quando o ângulo de ejeção θ excede 60° , o refrigerante pode circular para os lados a montante e a jusante na tira, dependendo da velocidade da tira 12. Portanto, é preferível ajustar o ângulo de ejeção θ em 60° ou menos. Quando o ângulo de ejeção θ é 60° ou menos, o refrigerante não circulará para os lados a montante e a jusante na tira, independentemente da velocidade da tira 12. É mais preferível ajustar o ângulo de ejeção θ em
20 50° ou menos. Contudo, em um caso em que o ângulo de ejeção θ é menor do que 45° , se a altura dos bocais redondos 14 da tira 12 for ajustada em um valor desejado, por exemplo, 1000 mm) a fim de evitar uma colisão entre a tira 12 e os bocais redondos 14, a distância para a qual fluxos de refrigerante
25 similares à haste ejetados dos bocais redondos 14 circulam até a colisão com a tira 12 é demasiado longa. Nesse caso, os fluxos similares à haste podem ser dispersos e isso pode deteriorar a característica de resfriamento. Portanto, é preferível ajustar o ângulo de ejeção θ em 45° a 60° e mais preferível estabelecer o ângulo de ejeção θ em torno de 45° a 50° .

30 Incidentalmente, o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção adota os bocais redondos 14, que formam fluxos de refrigerante similares à haste como os bocais para resfriamento do lado superior da tira

12 pela seguinte razão.

Isto é, a fim de realizar o resfriamento com segurança, é necessário que o refrigerante, seguramente, alcance e colida com a tira 12. Com aquela finalidade, o refrigerante fresco deve alcançar a tira 12 através da penetração de refrigerante residual no lado superior da tira 12 e o refrigerante precisa ser ejetado, não na forma de gotículas tendo uma fraca força de penetração como gotículas pulverizadas de um bocal de pulverização, mas na forma de fluxos de refrigerante similares à haste, que tem continuidade, linearidade e uma forte força de penetração. Ainda, uma vez que fluxos laminares de bocais de fluxo laminar do tipo redondo são fluxos de queda livre, se houver refrigerante residual, os fluxos laminares não alcançam facilmente a tira 12 e a capacidade de resfriamento varia, dependendo de se o refrigerante residual existe. Quando a velocidade da tira muda, a capacidade de resfriamento muda uma vez que os fluxos que caem na tira 12 se dispersam.

Portanto, na presente invenção, os bocais redondos 14 (eles podem ser elípticos ou poligonais) são usados, a velocidade de ejeção de refrigerante dos orifícios de bocais é 7 m/s ou mais e fluxos de refrigerante similares à haste tendo continuidade e linearidade são ejetados dos orifícios de bocais. A seção transversal dos fluxos é mantida substancialmente circular até que os fluxos dos orifícios de bocais colidam com a tira. Quando os fluxos de refrigerante similares à haste são ejetados dos orifícios de bocais em uma velocidade de ejeção de 7 m/s ou mais, eles podem penetrar estavelmente o refrigerante residual no lado superior da tira, mesmo quando sendo ejetados obliquamente.

É concebível usar fluxos laminares contínuos em forma de cortina, em lugar de fluxos de refrigerante similares à haste. Contudo, se bocais do tipo fenda tiverem uma folga que não obstrui os bocais (uma folga de 3 mm ou mais é necessária, na prática), a área seccional transversal dos bocais é consideravelmente maior do que quando os bocais redondos 15 são dispostos em intervalos na direção da largura. Por essa razão, quando refrigerante é ejetado dos orifícios de bocais em uma velocidade de ejeção de 7

m/s ou mais a fim de proporcionar uma força de penetração do refrigerante residual, uma grande quantidade de refrigerante é necessária. Isso torna o custo do equipamento extremamente alto e é difícil realizar a ejeção. Ainda, uma vez que a primeira fileira de fluxos laminares de refrigerante similares à cortina, colidindo com a tira 12, forma uma camada que impede colisões das segundas e subseqüentes fileiras de fluxos, a capacidade de resfriamento declina nas segundas e subseqüentes fileiras ou a capacidade de resfriamento varia na direção da largura. Em contraste, fluxos de refrigerante similares à haste empurram porções da camada de refrigerante residual para o lado e alcançam a tira 12. Uma vez que o refrigerante empurrado circula durante o deslizamento entre os fluxos intermitentes similares à haste, o refrigerante que permanece após o resfriamento raramente atrapalha processos de resfriamento subseqüente.

Uma vez que uma pluralidade de unidades de resfriamento 17 são dispostas em intervalos regulares no dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção, zonas de resfriamento a ar são proporcionadas entre as unidades de resfriamento 17, isto é, o assim chamado resfriamento intermitente é realizado. Portanto, particularmente quando uma camada rija, tal como martensita, é facilmente formada em uma tira através de resfriamento excessivo da sua superfície, mesmo se a temperatura da camada de superfície diminuir, ela é aumentada por calor interno na zona de resfriamento a ar seguinte. Portanto, o resfriamento excessivo da camada de superfície é suprimido e não só variações de temperatura, mas também variações da microestrutura na direção da espessura da tira são reduzidas. Nesta modalidade, uma vez que a capacidade de resfriamento do dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção proporcionado no lado superior é maior do que a dos bocais de pulverização 10 conhecidos, é preferível ajustar a distância entre as unidades de resfriamento de lado superior ou aumentar a pressão e a taxa de fluxo de refrigerante para resfriamento do lado inferior, de modo que o resfriamento do lado superior e o resfriamento do lado inferior são realizados de maneira bem-equilibrada.

No dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção, um bo-

cal de jato de ar 22, proporcionado a jusante de cada unidade de resfriamento 17, realiza purgação de modo que o refrigerante não circula para fora. Em geral, a purgação é realizada por um método de purgação de água de jateamento. Contudo, quando a temperatura da superfície da tira é 550°C ou menos, se a purgação for realizada com água, há uma possibilidade de que o refrigerante venha a aderir a superfície da tira, de que a purgação será imperfeita e que o resfriamento excessivo local ocorrerá. Portanto, nesse caso, é preferível realizar purgação por jateamento de ar. Embora seja preferível que o bocal de jato de ar 22 seja proporcionado no lado a jusante de cada unidade de resfriamento 17, é satisfatório desde que o bocal de jato de ar 22 seja proporcionado a jusante da unidade de resfriamento mais a jusante 17.

Quando o dispositivo de resfriamento 11, tendo a configuração descrita acima, é usado, o resfriamento é controlado como segue.

Primeiro, o comprimento da zona de resfriamento, no lado superior, onde a ejeção é realizada, é obtido da velocidade da tira, da temperatura medida e da quantidade de resfriamento para a temperatura de parada de resfriamento para a espessura-alvo. Então, o número de unidades de resfriamento 17 que cobrem o comprimento da zona de resfriamento encontrado e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13 que realizam ejeção das unidades de resfriamento 17 é determinado e as válvulas de ejeção correspondentes 16 são abertas. Subseqüentemente, o número de unidades de resfriamento 17 e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13 que realizam ejeção são ajustados de modo a mudar o comprimento da zona de resfriamento, enquanto se verifica o registro de um termômetro após o resfriamento e considerando a mudança da velocidade da tira (aceleração, desaceleração). Quando da mudança do número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13, a fim de minimizar o derramamento do refrigerante em zonas de não resfriamento (zonas de resfriamento de ar) na tira, é preferível ajustar o número de fileiras para ejeção do lado a montante para o lado a jusante e as fileiras para ejeção do lado a jusante para o lado a montante, de modo que a pressão de fluido do refrige-

rante é equilibrada entre os lados a montante e a jusante da tira. Por exemplo, é preferível que as cabeças de bocais de resfriamento a montante e a jusante sejam ligadas e desligadas em pares.

5 A modalidade acima descrita pode obter as seguintes vantagens:

(1) A tira pode ser resfriada uniformemente a partir da borda dianteira para a borda traseira e a qualidade da tira é estabilizada. Isso reduz permissão de corte da tira e aumenta o rendimento.

10 (2) Uma vez que o resfriamento intermitente é realizado, particularmente quando a tira é resfriada até uma baixa faixa de temperatura de 500°C ou menos, uma anormalidade de estrutura (por exemplo, formação de martensita) não ocorre na camada de superfície da tira e uma estrutura desejada pode ser obtida através de toda a seção transversal da tira (da camada de superfície para o centro, na direção da espessura).

15 Na figura 2, mostrando a primeira modalidade, as posições de ejeção opostas (posições de colisão) para o resfriamento de lado superior são proporcionadas nas mesas transportadoras de roletes. Isso é porque as posições de ejeção são preferíveis, em termos de estabilidade de rosqueamento.

20 Alternativamente, por exemplo, as posições de ejeção opostas (posições de colisão) para o resfriamento de lado superior podem ser proporcionadas entre as mesas transportadoras de roletes, conforme mostrado na figura 3. Nesse caso, se a tira for comprimida por fluxos de refrigerante similares à haste do dispositivo de resfriamento de lado superior, ela pode
25 ser curvada entre as mesas transportadoras de roletes e o rosqueamento pode se tornar instável. A fim de impedir isso, é preferível ejetar uma quantidade maior de refrigerante em uma pressão maior do que no tipo conhecido de dispositivo de resfriamento, de modo que uma força de compressão para cima no resfriamento de lado inferior é substancialmente igual à força de
30 compressão no resfriamento de lado superior.

Cada unidade de resfriamento de lado superior 17 é dividida na seção a montante e na seção a jusante, na direção de deslocamento da tira,

e cada seção inclui quatro fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13, na figura 2, e oito fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13, na figura 3. O número de fileiras não está limitado e um número apropriado de fileiras pode ser colocado. Contudo, quando o número de fileiras aumenta, o comprimento da faixa onde fluxos de refrigerante similares à haste colidem com a tira aumenta na direção de deslocamento da tira. Portanto, fluxos de refrigerante similares à haste não podem colidir sempre com a tira, apenas acima das mesas transportadoras de roletes. Nesse caso, fluxos de refrigerante similares à haste são levados a colidir com a tira exatamente acima das mesas transportadoras de roletes e entre as mesas transportadoras de roletes. Isto é, por exemplo, quando dezesseis fileiras de cabeças de bocais são proporcionadas em cada um dos lados a montante e a jusante, na direção de deslocamento da tira, conforme mostrado na figura 4, a faixa onde fluxos de refrigerante similares à haste colidem com a tira algumas vezes é maior do que o passo de montagem das mesas transportadoras de roletes. Nesse caso, a faixa pode se estender acima das mesas transportadoras de roletes e entre as mesas transportadoras de roletes.

Embora o tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 e o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção sejam dispostos naquela ordem como os dispositivos de resfriamento proporcionados na mesa de saída 5 para resfriamento de lado superior nessa modalidade, isso é satisfatório desde que o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção faz parte ou a totalidade do dispositivo de resfriamento proporcionado na mesa de saída 5. Embora o resfriamento seja trazido para um estado instável chamado ebulição de transição na região perto da bobinadeira disposta em nível mais baixo, dependendo da temperatura de enrolamento, conforme descrito acima, o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção permite ebulição nucléica através de toda a região e evita a região de ebulição de transição onde o resfriamento é instável. Uma vez que resfriamento estável pode ser realizado, independente da temperatura de enrolamento e a temperatura de enrolamento pode ser controlada precisamente, é preferível que o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção seja proporcionado pelo

menos exatamente antes da bobinadeira disposta em nível mais baixo. Com essa disposição, resfriamento instável é evitado e variações na temperatura são pequenas, mesmo em uma baixa temperatura de enrolamento (500° C ou menos). Como um resultado, a qualidade da tira, tal como resistência e alongamento, é uniforme através do comprimento global da tira.

A figura 5 mostra um equipamento de fabricação de tira quente de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

Embora um processo de fabricação de laminação bruta para resfriamento seja o mesmo que aquele adotado na primeira modalidade, um dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção é proporcionado a montante de um tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 na segunda modalidade. No dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção três unidades de resfriamento de lado superior, cada uma tendo dezesseis fileiras de cabeças de bocais de resfriamento, proporcionadas em cada um dos lados a montante e a jusante, conforme mostrado na figura 4, são dispostas na direção de deslocamento da tira. Similarmente à primeira modalidade, mesas transportadoras de roletes 9 que giram para transportar uma tira são dispostas em uma mesa de saída 5, por exemplo, em um passo de cerca de 400 mm na direção longitudinal. As mesas transportadoras de roletes 9 têm um diâmetro de 330 mm. Uma tira 12 se desloca através das mesas transportadoras de roletes 9. Um dispositivo de resfriamento, proporcionado no lado inferior nesta região, não é particularmente limitado e bocais de pulverização 10, similares àqueles na região do dispositivo de resfriamento do tipo conhecido 7 descrito acima são usados aqui. Contudo, uma vez que fluxos de refrigerante similares à haste colidem entre as mesas transportadoras de roletes no dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção, a tira é facilmente curvada ao ser prensada de cima durante rosqueamento. A fim de corrigir a curvatura, a quantidade e a pressão de refrigerante dos bocais de pulverização 10 adotados no dispositivo de resfriamento de lado inferior são aumentadas de modo a equilibrar a força sobre o lado superior e a força sobre o lado inferior.

Conforme mostrado na figura 4, tubos de abastecimento 15 são

conectados às cabeças de bocais de resfriamento correspondentes 13 e controle liga/ desliga dos tubos de abastecimento 15 pode ser realizado independentemente por meio de válvulas 16. Em cada cabeça de bocal de resfriamento 13, bocais redondos 14 são dispostos em uma linha em um
 5 passo predeterminado na direção da largura. Os bocais redondos 14 têm um ângulo de ejeção θ (por exemplo, 45°) com relação à direção de deslocamento da tira.

Similarmente à primeira modalidade, os bocais redondos 14 são bocais retos, cada um tendo um diâmetro interno de 3 a 10 mm e uma su-
 10 perfcie interna lisa. Os fluxos de refrigerante similares à haste são ejetados dos bocais redondos 14. Os fluxos de refrigerante similares à haste são ejetados dos bocais redondos 14. Os fluxos de refrigerante similares à haste formam um ângulo predeterminado θ com a tira 12 em uma direção predeterminada, isto é, na direção de deslocamento da tira 12. O passo de monta-
 15 gem dos fluxos similares à haste na direção de largura da tira 12 e a estrutura dos fluxos similares à haste podem, basicamente, ser os mesmos que na primeira modalidade.

A fim de impedir o refrigerante de circular para fora, o mesmo método de purgação que aquele adotado na primeira modalidade pode ser
 20 realizado no lado a jusante da unidade de resfriamento 17.

A ordem em que o refrigerante é derramado nas cabeças de bocais de resfriamento pode ser determinada, como na descrição da primeira modalidade.

Essa modalidade pode obter, basicamente, as mesmas vantagens que (1) e (2) da primeira modalidade e também pode obter uma vantagem (3):
 25

(1) A tira pode ser resfriada uniformemente da borda dianteira para a borda traseira e a qualidade da tira é estabilizada. Isso reduz a permissão de corte da tira e aumenta o rendimento.

(2) Uma vez que resfriamento intermitente é realizado, particularmente quando a tira é resfriada até uma baixa faixa de temperatura, uma anormalidade de estrutura (por exemplo, formação de martensita) não ocorre
 30

na camada de superfície da tira e uma estrutura desejada pode ser obtida através de toda a seção transversal da tira (da camada de superfície para o centro, na direção da espessura).

(3) Pelo aumento do número de fileiras de bocais em cada unidade de resfriamento e encurtamento de zonas de resfriamento a ar entre as unidades de resfriamento, uma velocidade de resfriamento relativamente alta pode ser obtida e a velocidade de resfriamento varia raramente na direção da espessura. Portanto, uma camada dura, tal como bainita, pode ser formada na tira toda. Isso permite a fabricação de um material tendo alta resistência.

Como os dispositivos de resfriamento proporcionados na mesa de saída 5 para resfriamento de lado superior, o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção é proporcionado a jusante do tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 na primeira modalidade e o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção é proporcionado a montante do tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 na segunda modalidade. A disposição não está limitada ao acima.

Por exemplo, como uma terceira modalidade, um tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 pode ser proporcionada a jusante de um dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção e outro dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção pode ser proporcionado a jusante do tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7, conforme mostrado na figura 6. Nesse caso, o dispositivo de resfriamento a montante 11 da presente invenção (dispositivo de resfriamento perto de uma estação de acabamento 4) pode incluir cabeças de bocais de resfriamento mostradas na figura 4 e o dispositivo de resfriamento a jusante 11 da presente invenção (dispositivo de resfriamento perto de uma bobinadeira disposta em nível mais baixo 6) pode incluir cabeças de bocais de resfriamento mostradas na figura 2. A estrutura acima pode ser invertida.

Como outra modalidade, apenas um dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção pode ser proporcionado. Nesse caso, cabeças de bocais de resfriamento mostradas nas figuras de 2 a 4 podem ser mistura-

das.

Em outras modalidades, é satisfatório desde que o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção forme uma parte ou a totalidade do dispositivo de resfriamento proporcionado na mesa de saída 5.

5 Incidentalmente, como descrito acima, o resfriamento, algumas vezes, é trazido para um estado instável, o assim chamado ebulição de transição, perto da bobinadeira disposta em nível mais baixo, dependendo da temperatura de enrolamento. De acordo com o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção, ebulição nucléica ocorre através de toda a tira e
10 isso evita a região de ebulição de transição, onde o resfriamento é instável. Quando é necessário ajustar a temperatura de enrolamento em uma baixa temperatura (por exemplo, 500°C ou menos), o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção é proporcionado perto da bobinadeira disposta em nível mais baixo. Ainda, quando um material de alta resistência é fabricado
15 pela formação de uma camada rija, tal como bainita ou martensita, através de toda a espessura, é preferível realizar resfriamento rápido após laminação de acabamento. Portanto, é preferível colocar as unidades de resfriamento de modo a minimizar o comprimento da zona de resfriamento a ar e perto da estação de acabamento. Naturalmente, quando resfriamento em
20 baixa temperatura é realizado e um material de alta resistência é fabricado, os dispositivos de resfriamento 11 da presente invenção podem ser proporcionados, respectivamente, nos lados a montante e a jusante da mesa de saída, como na terceira modalidade mostrada na figura 6.

Embora as posições de ejeção opostas para resfriamento de
25 lado superior (posições onde fluxos de refrigerante similares à haste colidem com a tira) e o método de resfriamento de lado inferior adotado nas modalidades descritas acima não estejam limitados, eles podem ser determinados como na modalidade seguinte.

Um dispositivo de resfriamento de acordo com uma outra modalidade da presente invenção será descrito com referência à figura 7, servindo
30 como uma vista parcial ampliada. Em uma mesa de saída 5, as mesas transportadoras de roletes 9, que giram para transporte de tiras, são dispos-

tas, por exemplo, em um passo de cerca de 400 mm na direção longitudinal. As mesas transportadoras de roletes 9 têm um diâmetro de 330 mm. Uma tira 12 se desloca através de mesas transportadoras de roletes 9. No dispositivo de resfriamento 11 desta modalidade, uma pluralidade de unidades de resfriamento de lado superior 17 são dispostas na direção de deslocamento da tira 12. Cada unidade de resfriamento de lado superior 17 ejeta fluxos de refrigerante similares à haste inclinados e opostos um ao outro dos lados a montante e a jusante da mesma mesa transportadora de roletes 9 em uma direção exatamente acima da mesa transportadora de roletes. A unidade de resfriamento de lado superior 17 é similar àquelas nas primeira a terceira modalidades, exceto que bocais redondos 14 para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste são dispostos de modo a se oporem uns aos outros exatamente acima da mesma mesa transportadora de roletes 9.

Por outro lado, no dispositivo de resfriamento 11 desta modalidade, bocais de resfriamento no lado inferior da tira não são limitados, particularmente. Contudo, nesta modalidade, é preferível usar bocais redondos que podem ser montados, facilmente, em espaços estreitos, por exemplo, entre mesas transportadoras de roletes e que ejetam fluxos de refrigerante similares à haste tendo uma grande capacidade para penetrar uma película de refrigerante, quando uma grande quantidade de refrigerante é ejetada. Em outras palavras, nesta modalidade, cabeças de bocais de resfriamento 18 são proporcionadas entre mesas transportadoras de roletes adjacentes e cada cabeça de bocal de resfriamento 18 inclui um número predeterminado de (duas, nesta modalidade) fileiras de bocais redondos 19, dispostos em um passo predeterminado na direção da largura de modo a ejetar fluxos de refrigerante similares à haste. Os tubos de abastecimento 20 são conectados às cabeças de bocais de resfriamento correspondentes 18 e controle liga/desliga dos tubos de abastecimento 20 pode ser realizado independentemente por válvulas de ejeção 21. Desse modo, pelo uso dos bocais redondos que ejetam fluxos de refrigerante similares à haste tendo alto desempenho de resfriamento à medida que os bocais de resfriamento para o resfriamento de lado inferior, é possível encurtar o comprimento da zona de resfri-

amento e fazer o dispositivo compacto.

Nesse caso, é preferível ajustar a disposição dos bocais de resfriamento nos lados superior e inferior da tira 12 e a densidade e a velocidade de chegada de refrigerante, de modo que a quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira (fluxos de refrigerante similares à haste dos bocais redondos 14) é igual à quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira (fluxos de refrigerante similares à haste dos bocais redondos 19).

No dispositivo de resfriamento 11 dessa modalidade, fluxos de refrigerante similares à haste inclinados são ejetados da unidade de resfriamento de lado superior 17 em direção exatamente acima da mesma mesa transportadora de roletes 9, de modo a se oporem um ao outro. Portanto, a tira 12 se desloca através da mesa de saída 5 enquanto está sendo comprimida contra as mesas transportadoras de roletes 9 pelos fluxos similares à haste e o rosqueamento da tira 12 é estabilizado, mesmo em um estado de nenhuma tensão, até que a borda dianteira da tira 12 seja enrolada por uma bobinadeira disposta em nível mais baixo 6.

No dispositivo de resfriamento 11 desta modalidade, purgação também é realizada por um bocal de jato de ar 22 proporcionado a jusante de cada unidade de resfriamento 17, de modo que o refrigerante no lado superior da tira não circula para fora.

Quando o dispositivo de resfriamento 11 tendo a configuração descrita acima é usado, o resfriamento é controlado como segue. Primeiro, os comprimentos de zonas de resfriamento nos lados superior e inferior onde ejeção é realizada são encontrados a partir da velocidade da tira, da temperatura medida e da quantidade de resfriamento para a temperatura de parada de resfriamento para a espessura-alvo. Então, o número de unidades de resfriamento 17 que cobrem o comprimento de zona de resfriamento encontrado no lado superior e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13, que realizam ejeção nas unidades de resfriamento 17, são determinados e as válvulas de ejeção 16 correspondentes são abertas. Ainda, o número de cabeças de bocais de resfriamento 18 que cobrem o com-

primento de zona de resfriamento encontrado no lado inferior é determinado e as válvulas de ejeção correspondentes 21 são abertas. Nesse caso, é preferível que a quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira seja igual à quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira.

Subseqüentemente, o número de unidades de resfriamento 17 e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13 que realizam ejeção no lado superior e o número de cabeças de bocais de resfriamento 18 que realizam ejeção no lado inferior são ajustados de modo a mudar os comprimentos das zonas de resfriamento, durante verificação do registro do termômetro após resfriamento e considerando a mudança da velocidade da tira (aceleração, desaceleração). Quando da mudança do número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13, a fim de minimizar o derramamento do refrigerante em zonas de não-resfriamento (zonas de resfriamento a ar) na tira, é preferível ajustar o número de fileiras para ejeção do lado a jusante para o lado a montante, de modo que a pressão de fluido de refrigerante é equilibrada entre os lados a montante e a jusante da tira. Por exemplo, é preferível que cabeças de bocais de resfriamento a montante e a jusante sejam ligadas e desligadas em pares.

A modalidade descrita acima pode obter as seguintes vantagens.

(1) A tira pode ser resfriada uniformemente da borda dianteira para a borda traseira e a qualidade da tira é estabilizada. Isso reduz a permissão de corte da tira e aumenta o rendimento.

(2) Uma vez que a tira se desloca através da mesa de saída enquanto está sendo comprimida contra as mesas transportadoras de roletes por fluxos similares à haste, o rosqueamento da tira é estável, mesmo em um estado de nenhuma tensão, até que a borda dianteira da tira seja enrolada. Em consequência, os problemas, tais como um engasgamento da tira e uma paralisação, são reduzidos.

Embora fluxos de refrigerante similares à haste inclinados sejam ejetados dos lados a montante e a jusante da mesma mesa transportadora

de roletes em direção exatamente acima da mesa transportadora de roletes no lado superior da tira, de modo a se oporem um ao outro nesta modalidade, conforme mostrado na figura 7, a presente invenção não está limitada a isso. Por exemplo, conforme mostrado na figura 8, fluxos de refrigerante similares à haste inclinados ejetados do lado a montante de uma mesa transportadora de roletes em direção exatamente acima da mesa transportadora de roletes e fluxos de refrigerante similares à haste inclinados ejetados do lado a jusante de uma mesa transportadora de roletes proporcionados a jusante da mesa transportadora de roletes acima, exatamente para acima da mesa transportadora de roletes podem se opor um ao outro. Contudo, a fim de que o refrigerante ejetado no lado superior da tira circule rapidamente para baixo de ambas as bordas da tira e para estabilizar o rosqueamento, é preferível ejetar fluxos similares à haste opostos exatamente para acima da mesma mesa transportadora de roletes.

Um dispositivo de resfriamento 11 de acordo com uma outra modalidade da presente invenção será descrito com referência à figura 9, servindo como uma vista parcial ampliada. Em uma mesa de saída 5, mesas transportadoras de roletes 9 que giram para transporte de tiras são dispostas, por exemplo, em um passo de cerca de 400 mm na direção longitudinal. As mesas transportadoras de roletes 9 têm um diâmetro de 330 mm. Uma tira 12 se desloca através das mesas transportadoras de roletes 9. No dispositivo de resfriamento 11 desta modalidade, uma pluralidade de unidades de resfriamento 17 são dispostas na direção de deslocamento da tira. Em cada unidade de resfriamento 17, bocais de resfriamento do lado inferior 19 são proporcionados no lado inferior da tira 12 de modo a ejetar fluxos de refrigerante similares à haste de entre as mesas transportadoras de roletes 9 em direção ao lado inferior da tira e bocais de resfriamento 14 se opõem um ao outro no lado superior da tira 12. Exatamente para acima das posições onde fluxos similares à haste ejetados dos bocais de resfriamento inferiores 19 colidem com a tira 12, os bocais de resfriamento 14 ejetam fluxos de refrigerante similares à haste inclinados dos lados a montante e a jusante das posições. As unidades de resfriamento de lado superior nas unidades de

resfriamento 17 são similares àquelas nas primeira a terceira modalidades, exceto que bocais redondos 14 para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste se opõem um ao outro de modo a apontar exatamente para acima das posições onde fluxos similares à haste ejetados dos bocais de resfriamento de lado inferior 19 colidem com a tira 12.

Por outro lado, cabeças de bocais de resfriamento 18 são proporcionadas entre as mesas transportadoras de roletes 9 em cada unidade de resfriamento 17 no lado inferior da tira. Em cada cabeça de bocal de resfriamento 18, um número predeterminado de fileiras (três fileiras aqui) de bocais redondos 19 para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste são dispostas em um passo predeterminado na direção da largura. Os tubos de abastecimento 20 são conectados às cabeças de bocais de resfriamento correspondentes 18 e controle liga/ desliga dos tubos de abastecimento 20 podem ser realizados independentemente pelas válvulas de ejeção 21. Desse modo, pelo uso dos bocais redondos que ejetam fluxos de refrigerante similares à haste tendo alto desempenho de resfriamento como os bocais de resfriamento para resfriamento do lado inferior, o comprimento da zona de resfriamento pode ser encurtado e o dispositivo pode ser feito compacto.

Nesse caso, a disposição dos bocais de resfriamento nos lados superior e inferior da tira 12 e a densidade e a velocidade de chegada do refrigerante são ajustadas de modo que a quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira (fluxos de refrigerante similares à haste dos bocais redondos 14) é igual à quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira (fluxos de refrigerante similares à haste dos bocais redondos 19) e de modo que a pressão de fluido recebida pela tira do refrigerante no lado superior da tira é igual à pressão de fluido recebida pela tira do refrigerante do lado inferior da tira.

Em consequência, no dispositivo de resfriamento 11 dessa modalidade, a tira 12 se desloca através da mesa de saída 5 enquanto está presa de cima e abaixo na mesma pressão de fluido pelo refrigerante no lado superior da tira e pelo refrigerante no lado inferior da tira e o rosqueamento da tira 12 é estabilizado, mesmo em um estado de nenhuma tensão até a

borda dianteira da tira ser enrolada por uma bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. Além disso, uma vez que o resfriamento é realizado na mesma posição no lado superior e no lado inferior da tira 12, uma história de calor, em particular, uma história de calor perto da camada de superfície é substancialmente igual e a qualidade do produto é igual entre os lados superior e inferior.

No dispositivo de resfriamento 11 desta modalidade, a purgação também é realizada por um bocal de jato de ar 22 proporcionado a jusante de cada unidade de resfriamento 17, de modo que o refrigerante no lado superior da tira não circule para fora.

Quando o dispositivo de resfriamento 11 tendo a configuração descrita acima é usado, o resfriamento é controlado como segue.

Primeiro, o comprimento de uma zona de resfriamento onde ejeção é realizada é encontrado a partir da velocidade da tira, da temperatura medida e da quantidade de resfriamento para a temperatura de parada de resfriamento para a espessura-alvo. Então, o número de unidades de resfriamento 17 que cobrem o comprimento da zona de resfriamento encontrado, o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13 que realizam ejeção nas unidades de resfriamento 17 e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 18 são determinados e as válvulas de ejeção correspondentes 16 e 21 são abertas. Nesse caso, a quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é ajustada para ser igual à quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira e a pressão de fluido recebido pela tira do refrigerante no lado superior da tira é ajustada para ser igual à pressão de fluido recebida pela tira do refrigerante do lado inferior da tira. Subseqüentemente, o número de unidades de resfriamento 17 e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13 e 18 que realizam ejeção são ajustados de modo a mudar o comprimento da zona de resfriamento enquanto verificando o registro de um termômetro após resfriamento e considerando a mudança da velocidade da tira (aceleração, desaceleração). Quando da mudança do número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13, a fim de minimizar o derramamento do refrigerante nas

zonas de não-resfriamento (zonas de resfriamento de ar) na tira, é preferível ajustar o número de fileiras para ejeção do lado a montante para o lado a jusante e de fileiras para ejeção do lado a jusante para o lado a montante, de modo que a pressão de fluido do refrigerante é equilibrada entre os lados a jusante e a montante da tira. Por exemplo, é preferível que cabeças de bocais de resfriamento a montante e a jusante sejam ligadas e desligadas em pares.

A modalidade descrita acima pode obter as seguintes vantagens:

10 (1) A tira pode ser resfriada uniformemente da borda dianteira para a borda traseira e a qualidade da tira é estabilizada. Isso reduz a permissão de corte da tira e aumenta o rendimento.

(2) uma vez que a tira se desloca através da mesa de saída enquanto está sendo presa pelos fluxos similares à haste superior e inferior, o rosqueamento da tira é estabilizado, mesmo em um estado de não-tensão até que a borda dianteira da tira seja enrolada. Em consequência, problemas, tais como o engasgamento da tira e uma paralisação, são reduzidos.

15 (3) Uma vez que histórias de resfriamento nos lados superior e inferior da tira são substancialmente iguais, a qualidade da tira é uniforme nos lados superior e inferior.

20 Nesta modalidade, exatamente para acima da mesma posição que a posição onde fluxos de refrigerante similares à haste ejetados dos bocais de resfriamento inferiores colidem com a tira, fluxos de refrigerante similares à haste inclinados são ejetados dos lados a jusante e a montante da posição no lado superior da tira, de modo a se oporem um ao outro, conforme mostrado na figura 9. A presente invenção não está limitada a isso. Por exemplo, conforme mostrado na figura 10 fluxos de refrigerante similares à haste inclinados ejetados exatamente para acima de uma posição, fluxos de refrigerante similares à haste inferiores colidem com a tira, do lado a montante da posição, e fluxos de refrigerante similares à haste inclinados ejetados exatamente para acima de uma posição, onde fluxos de refrigerante similares à haste inferiores, a jusante dos fluxos similares à haste acima coli-

25

30

dem com a tira, do lado a jusante da posição, podem se opor um ao outro. Contudo, é preferível ejetar fluxos similares à haste opostos exatamente para a mesma posição acima, onde fluxos similares à haste ejetados dos bocais de resfriamento inferiores exatamente para uma posição acima, a fim de
5 que o refrigerante ejetado no lado superior da tira circule rapidamente para fora de ambas as bordas da tira e a fim de estabilizar o rosqueamento.

Embora o tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 e o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção sejam dispostos naquela ordem como o dispositivo de resfriamento proporcionado na mesa de saída
10 da 5 para resfriamento do lado superior nas duas modalidades descritas acima que as outras modalidades, é satisfatório desde que o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção forme uma parte ou a totalidade do dispositivo de resfriamento proporcionado na mesa de saída 5. Embora o resfriamento seja trazido para um estado instável chamado ebulição de transição
15 perto da bobinadeira disposta em nível mais baixo, dependendo da temperatura de enrolamento, como descrito acima, o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção proporciona ebulição nucléica através de toda a superfície e evita uma região de ebulição de transição onde o resfriamento é instável. Uma vez que resfriamento estável pode ser obtido, independente da temperatura de enrolamento, e a temperatura de enrolamento
20 pode ser controlada precisamente, é preferível que o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção seja proporcionado pelo menos exatamente antes da bobinadeira disposta em nível mais baixo. Com essa disposição, resfriamento instável é evitado e variações de temperatura são pequenas, mesmo em uma baixa temperatura de enrolamento (500° C ou menos). Como
25 um resultado, a qualidade da tira, tal como resistência e alongamento, é uniforme através de todo o comprimento da tira.

Exemplos

Primeiro Exemplo

30 Como um primeiro exemplo, uma tira tendo uma espessura de acabamento de 2,8 mm foi fabricada com o dispositivo de cabeça de bocal de resfriamento, mostrado na figura 2, na disposição de equipamento mos-

trada na figura 1, com base na primeira modalidade descrita acima. No dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção, seis unidades de resfriamento foram montadas e cada unidade de resfriamento incluía quatro fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a montante e quatro fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a jusante. A velocidade da borda dianteira da tira era 700 mpm no lado de saída da estação de acabamento 4 e a velocidade da tira foi aumentada, seqüencialmente, até um máximo de 1000 mpm após a borda dianteira da tira ter alcançado a bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. A temperatura da tira no lado de saída da estação de acabamento era 850°C. A tira foi resfriada para cerca de 600° C pelo tipo conhecido do dispositivo de resfriamento 10 e foi, então, resfriada para 400° C, que era a temperatura-alvo de resfriamento pelo dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção. Aqui, o ângulo de ejeção θ de refrigerante do dispositivo de resfriamento 11 foi ajustado em 50° C e a velocidade de ejeção de refrigerante foi ajustada em 30 m/s, de modo que a taxa de fluxo do refrigerante na direção longitudinal da tira, quando o refrigerante colidiu com a tira era maior do que ou igual à velocidade máxima da tira. Em consequência, a taxa de fluxo na direção longitudinal da tira é $m/s \times \cos 50^\circ \approx 1152 \text{ mpm}$.

O resfriamento foi controlado como segue. O comprimento de uma zona de resfriamento nos lados superior e inferior onde refrigerante é ejetado é encontrado da velocidade da tira, da temperatura medida e da quantidade de resfriamento até a temperatura de parada de resfriamento para espessura-alvo. Uma condição de resfriamento de lado superior e uma condição de resfriamento de lado inferior que cobrem o comprimento da zona de resfriamento encontrado são encontradas, uma porção para o resfriamento de lado inferior é excluída e o número de unidades de resfriamento 17 e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13, que realizam ejeção na unidade de resfriamento 17 é determinado para o resfriamento de lado superior e as válvulas de ejeção correspondentes 16 são abertas. Subseqüentemente, o número de unidades de resfriamento e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento que realizam a ejeção foram

ajustados de modo a mudar o comprimento da zona de resfriamento enquanto se verifica o registro do termômetro após o resfriamento e considerando a mudança da velocidade da tira (aceleração, desaceleração). Quando da mudança do número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento que realizam ejeção, o número de fileiras para ejeção do lado a montante para o lado a jusante e o número de fileiras para ejeção do lado a jusante para o lado a montante foram ajustados de modo que a pressão de fluido de refrigerante foi equilibrada entre os lados a jusante e a montante da tira e cabeças de bocais de resfriamento a montante e a jusante foram ligadas e desligadas em pares.

Ainda, o comprimento de zona em cada unidade de resfriamento 17 foi ajustado de modo que martensita não seria formada na superfície superior da tira, no lado de saída da unidade de resfriamento 17, o comprimento da zona de resfriamento a ar foi determinado de modo que recuperação de calor suficiente seria completada pela difusão de calor interno na zona de resfriamento a ar seguinte e as condições de uso de unidades de resfriamento 17 subseqüentes foram determinadas.

Incidentalmente, uma vez que a estrutura da martensita é formada no aço usado aqui em uma temperatura de 350°C ou menos. O resfriamento foi controlado de modo que a superfície não diminuirá para 350°C ou menos.

Como um resultado, neste exemplo, a temperatura da tira na bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 estava dentro da faixa de 400°C $\pm$ 10°C através de todo o comprimento e resfriamento consideravelmente uniforme foi obtido. Além disso, uma estrutura de martensita temperada não existe na camada de superfície superior da tira. Em consequência, uma tira que era estável em qualidade poderia ser obtida.

Segundo Exemplo

Como um segundo exemplo, uma tira tendo uma espessura de acabamento de 2,4 mm foi fabricada com o dispositivo de cabeça de bocal de resfriamento, mostrado na figura 3, na disposição de equipamento mostrada na figura 1, com base na primeira modalidade descrita acima. No dis-

positivo de resfriamento 11 da presente invenção, três unidades de resfriamento foram montadas e cada unidade de resfriamento incluía oito fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a montante e oito fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a jusante. A velocidade da borda dianteira da tira era 750 mpm no lado de saída da estação de acabamento 4 e a velocidade da tira foi aumentada, seqüencialmente, para um máximo de 1000 mpm após a borda dianteira da tira ter alcançado a bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. A temperatura da tira no lado de saída da estação de acabamento era 860°C. A tira foi resfriada até cerca de 650°C pelo tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 10 e foi, então, resfriada para 450°C, que era temperatura-alvo de enrolamento, pelo dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção. Aqui, o ângulo de ejeção θ de refrigerante do dispositivo de resfriamento 11 foi estabelecido em 45° e a velocidade de ejeção de refrigerante foi estabelecida em 35 m/s, de modo que a taxa de fluxo do refrigerante na direção longitudinal da tira, quando o refrigerante colidiu com a tira era maior do que ou igual à velocidade máxima da tira. Em consequência, a taxa de fluxo na direção longitudinal da tira é $30 \text{ m/s} \times \cos 45^\circ \approx 1484 \text{ mpm}$.

Similarmente ao primeiro exemplo descrito acima, o resfriamento foi controlado, isto é, o número de unidades de resfriamento e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento que realizam ejeção foram ajustados de modo a mudar o comprimento da zona de resfriamento.

A fim de repetir, alternadamente, o resfriamento de água e o resfriamento de ar (resfriamento intermitente), de modo que martensita não se formasse na superfície superior da tira no lado de saída de cada unidade de resfriamento 17, o comprimento da zona de resfriamento na unidade de resfriamento 17 foi ajustado pela mudança do número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento que realizam ejeção na unidade de resfriamento 17 e a condição de uso da unidade de resfriamento foi determinada. Incidentalmente, uma vez que a estrutura da martensita é formada no aço aqui usado em uma temperatura de 350° C ou menos, o resfriamento foi controlado de modo que a temperatura da superfície não diminuísse para 350°C ou menos.

Como um resultado, no segundo exemplo, a temperatura da tira na bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 estava dentro da faixa de $450^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ através de todo o comprimento e resfriamento consideravelmente uniforme foi realizado. Além disso, uma estrutura de martensita temperada não existia na camada superior da superfície da tira. Em consequência, uma tira que era estável em qualidade poderia ser obtida.

Terceiro Exemplo

Como um terceiro exemplo, uma tira tendo uma espessura de acabamento de 3,6 mm foi fabricada com o dispositivo de cabeça de bocal de resfriamento mostrado na figura 4, na disposição de equipamento mostrada na figura 5, com base na segunda modalidade descrita acima. No dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção, cinco unidades de resfriamento foram montadas e cada unidade de resfriamento incluía dezesseis fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a montante e dezesseis fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a jusante. A velocidade da borda dianteira da tira era 600 mpm no lado de saída da estação de acabamento 4 e a velocidade da tira foi aumentada, seqüencialmente, para um máximo de 800 mpm após a borda dianteira da tira ter alcançado a bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. A temperatura da tira no lado de saída da estação de acabamento era 840°C . A tira foi resfriada até cerca de 650°C pelo dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção e foi, então, resfriada para 500°C , que era temperatura-alvo de enrolamento, pelo tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7. Aqui, o ângulo de ejeção θ de refrigerante do dispositivo de resfriamento 11 foi estabelecido em 55° e a velocidade de ejeção de refrigerante foi estabelecida em 30 m/s, de modo que a taxa de fluxo do refrigerante na direção longitudinal da tira, quando o refrigerante colidiu com a tira era maior do que ou igual à velocidade máxima da tira. Em consequência, a taxa de fluxo na direção longitudinal da tira é $30 \text{ m/s} \times \cos 55^{\circ} \sim 1032 \text{ mpm}$.

30 Similarmente ao primeiro exemplo descrito acima, o resfriamento foi controlado, isto é, o número de unidades de resfriamento e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento que realizam ejeção foram a-

justados de modo a mudar o comprimento da zona de resfriamento.

Incidentalmente, a fim de formar bainita através de toda a espessura do aço usado aqui, uma alta velocidade de resfriamento é necessária durante o resfriamento de 800° C para 600° C. Contudo, uma vez que
5 uma estrutura de martensita é formada em uma temperatura de 350° C ou menos, o resfriamento foi controlado de modo que a temperatura da superfície não diminuiria para 350° C ou menos. Em outras palavras, a velocidade de resfriamento foi aumentada e a distância entre a zona de resfriamento a ar e a zona de resfriamento a água foi ajustada de modo que a temperatura
10 da superfície não diminuísse para 350° C ou menos.

Como um resultado, no terceiro exemplo, a temperatura da tira na bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 estava dentro da faixa de 500°C ± 12°C através de todo o comprimento e resfriamento consideravelmente uniforme foi realizado. Contudo, uma vez que a velocidade de resfriamento era alta e estável, uma estrutura de bainita poderia ser formada na
15 direção de espessura da tira e um material de alta resistência poderia ser fabricado.

Quarto Exemplo

Como um quarto exemplo, uma tira tendo uma espessura de
20 acabamento de 4,0 mm foi fabricada na disposição de equipamento mostrada na figura 6, com base na terceira modalidade descrita acima pelo uso do dispositivo de cabeça de bocal de resfriamento mostrado na figura 4, no lado a montante da mesa de saída e usando o dispositivo de cabeça de bocal de resfriamento mostrado na figura 2 no lado a jusante da mesa de saída. No
25 dispositivo de resfriamento a montante 11 da presente invenção, cinco unidades de resfriamento foram montadas e cada unidade de resfriamento incluía dezesseis fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a montante e dezesseis fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a jusante. No dispositivo de resfriamento a jusante 11 da presente invenção,
30 três unidades de resfriamento foram montadas e cada unidade de resfriamento incluía quatro fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a montante e quatro fileiras de cabeças de bocais de resfriamento no lado a

jusante. A velocidade da borda dianteira da tira era 500 mpm no lado de saída da estação de acabamento 4, e a velocidade da tira foi aumentada, sequencialmente, até um máximo de 550 mpm, após a borda dianteira da tira ter alcançado a bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. A temperatura da tira no lado de saída da estação de acabamento era 850°C. A tira foi resfriada para cerca de 650°C pelo dispositivo de resfriamento a montante 11 da presente invenção e foi, então, resfriada para 400°C, que era a temperatura-alvo de resfriamento, pelo dispositivo de resfriamento a montante 11 da presente invenção, sem usar o tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7. Aqui, o ângulo de ejeção θ de refrigerante dos dispositivos de resfriamento a montante e a jusante foi estabelecido em 45°, e a velocidade de ejeção de refrigerante foi estabelecida em 30 m/s, de modo que a taxa de fluxo do refrigerante na direção longitudinal da tira, quando o refrigerante colidiu com a tira era maior do que ou igual à velocidade máxima da tira. Em consequência, a taxa de fluxo na direção longitudinal da tira é $30 \text{ m/s} \times \cos 45^\circ \approx 1272 \text{ mpm}$.

Similarmente ao primeiro exemplo descrito acima, o resfriamento foi controlado, isto é, o número de unidades de resfriamento e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento que realizam ejeção foram ajustados de modo a mudar o comprimento da zona de resfriamento.

Incidentalmente, a fim de formar bainita através de toda a espessura do aço aqui usado, uma alta velocidade de resfriamento é necessária durante resfriamento de 800°C para 600°C. Contudo, uma vez que uma estrutura de martensita é formada em uma temperatura de 350°C ou menos, o resfriamento foi controlado de modo que a temperatura da superfície não diminuirá para 350°C ou menos. Em outras palavras, a velocidade de resfriamento foi aumentada e a distância entre a zona de resfriamento a ar e a zona de resfriamento à água em cada um dos dispositivos de resfriamento a montante e a jusante 11 foi ajustada de modo que a temperatura da superfície não diminuirá até 350° C ou menos.

Como um resultado, neste exemplo, a temperatura da tira na bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 estava dentro da faixa de 400°C

± 11°C através de todo o comprimento e resfriamento consideravelmente uniforme foi realizado. Além disso, uma vez que a velocidade de resfriamento era alta e estável, uma estrutura de bainita uniforme poderia ser formada na direção da espessura da tira e um material de alta resistência poderia ser fabricado.

Quinto Exemplo

Como um quinto exemplo, uma tira tendo uma espessura de acabamento de 2,8 mm foi fabricada pelo uso do equipamento mostrado nas figuras 1 e 7 com base na modalidade descrita acima. A velocidade da borda dianteira da tira era 700 mpm no lado de saída da estação de acabamento 4 e a velocidade da tira foi aumentada seqüencialmente até um máximo 1000 mpm após a borda dianteira da tira ter alcançado a bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. A temperatura da tira no lado de saída da estação de acabamento era 850°C. A tira foi resfriada para cerca de 650°C pelo tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 10 e foi, então, resfriada para 400°C, que era a temperatura-alvo de enrolamento, pelo dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção. Aqui, o ângulo de ejeção θ de refrigerante do dispositivo de resfriamento foi ajustado em 50° e a velocidade de ejeção de refrigerante foi ajustada em 30 m/s de modo que a taxa de fluxo do refrigerante na direção longitudinal da tira quando o refrigerante colidiu com a tira era maior do que ou igual à velocidade máxima da tira. Em consequência, a taxa de fluxo na direção longitudinal da tira é $30 \text{ m/s} \times \cos 50^\circ \approx 1152 \text{ mpm}$.

O resfriamento foi controlado como segue. Primeiro, os comprimentos das zonas de resfriamento nos lados superior e inferior onde refrigerante era ejetado foram encontrados da velocidade da tira, da temperatura medida e da quantidade de resfriamento para a temperatura de parada de resfriamento para a espessura-alvo. Então, o número de unidades de resfriamento 17 que cobrem o comprimento da zona de resfriamento encontrado no lado superior e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13 que realizam ejeção nas unidades de resfriamento 17 foram determinados e as válvulas de ejeção correspondentes 16 foram abertas. Além disso, o número de cabeças de bocais de resfriamento 18 que cobre o comprimen-

to da zona de resfriamento encontrado no lado inferior foi determinado, e as válvulas de ejeção 21 foram abertos. Nesse caso, a quantidade de resfriamento por refrigerante no lado superior da tira foi ajustada para ser igual à quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira. Subseqüentemente, o número de unidades de resfriamento 17 no lado superior, o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento 13 que realizam ejeção e o número de cabeças de bocais de resfriamento 18 que realizam ejeção no lado inferior foram ajustados de modo a mudar os comprimentos das zonas de resfriamento durante verificação do registro do termômetro após resfriamento e considerando a mudança da velocidade da tira (aceleração, desaceleração). Quando da mudança do número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento que realizam ejeção, o número de fileiras para ejeção do lado a montante para o lado a jusante e o número de fileiras para ejeção do lado a jusante para o lado a montante foram ajustados de modo que a pressão de fluido de refrigerante ficasse equilibrada entre os lados a jusante e a montante da tira e as cabeças de bocais de resfriamento a montante e a jusante fossem ligadas e desligadas em pares.

Ainda, o comprimento de zona em cada unidade de resfriamento 17 foi ajustado de modo que martensita será formada na superfície superior da tira, no lado de saída da unidade de resfriamento 17, o comprimento da zona de resfriamento a ar foi determinado de modo que recuperação de calor suficiente será completada pela difusão de calor interno na zona de resfriamento a ar seguinte e as condições de uso em unidades de resfriamento 17 subseqüentes foram determinadas.

Incidentalmente, uma vez que uma estrutura de martensita é formada no aço usado aqui em uma temperatura de 350° C ou menos, resfriamento foi controlado de modo que a temperatura de superfície não diminuirá para 350°C ou menos.

Como um resultado, neste exemplo, a temperatura da tira na bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 estava dentro da faixa de 400°C $\pm$ 10°C através de todo o comprimento e resfriamento consideravelmente uniforme foi realizado. Além disso, uma estrutura de martensita temperada

não existia na camada de superfície superior da tira. Em consequência, uma tira que era estável em qualidade poderia ser obtida.

Sexto Exemplo

Como um sexto exemplo, uma tira tendo uma espessura de acabamento de 2,8 mm foi fabricada pelo uso do equipamento mostrado nas figuras 1 e 9 com base na modalidade descrita acima. A velocidade da borda dianteira da tira era 700 mpm no lado de saída da estação de acabamento 4 e a velocidade da tira foi aumentada, seqüencialmente, para um máximo de 1000 mpm, após a borda dianteira da tira ter alcançado a bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. A temperatura da tira no lado de saída da estação de acabamento era 850°C. A tira foi resfriada até cerca de 650°C pelo tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 10 e foi, então, resfriada para 400°C, que era uma temperatura-alvo de enrolamento, pelo dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção. Aqui, o ângulo de ejeção θ de refrigerante do dispositivo de resfriamento 11 foi estabelecido em 50° e a velocidade de ejeção de refrigerante foi estabelecida em 30 m/s, de modo que a taxa de fluxo do refrigerante na direção de largura da tira, quando o refrigerante colidiu com a tira era maior do que ou igual à velocidade máxima da tira. Em consequência, a taxa de fluxo na direção longitudinal da tira é $30 \text{ m/s} \times \cos 50^\circ \sim 1152 \text{ mpm}$.

O resfriamento foi controlado como segue. Primeiro, o comprimento de uma zona de resfriamento onde refrigerante foi ejetado foi encontrado a partir da velocidade da tira, da temperatura medida e da quantidade de resfriamento para a temperatura de parada de resfriamento para a espessura-alvo. Uma condição de resfriamento de lado superior e uma condição de resfriamento de lado inferior que cobrem o comprimento da zona de resfriamento encontrado foram encontradas, o número de unidades de resfriamento 17 e o número de fileiras de cabeças de bocais de resfriamento superiores e inferiores 13 e 18 que realizam ejeção nas unidades de resfriamento 17 foram determinados e as válvulas de ejeção correspondentes foram abertas. Nesse caso, a quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira foi ajustada para ser igual à quantidade de resfriamento

pelo refrigerante no lado inferior da tira e a pressão de fluido recebido pelo tira do refrigerante no lado superior da tira foi estabelecida para ser igual à pressão de fluido recebido pela tira do refrigerante no lado inferior da tira. Subseqüentemente, o número de unidades de resfriamento e o número de cabeças de bocais de resfriamento 13 e 18 que realizam ejeção foram ajustados de modo a mudar o comprimento da zona de resfriamento durante verificação do registro do termômetro após resfriamento e considerando a mudança da velocidade da tira (aceleração, desaceleração). Quando da mudança do número de fileiras das cabeças de bocais de resfriamento 13, o número de fileiras para ejeção do lado a montante para o lado a jusante e o número de fileiras para ejeção do lado a jusante para o lado a montante foram ajustados de modo que a pressão de fluido de refrigerante foi equilibrada entre os lados a jusante e a montante da tira e as cabeças de bocais de resfriamento a montante e a jusante foram ligadas e desligadas em pares.

Ainda, o comprimento de zona em cada unidade de resfriamento 17 foi ajustado de modo que martensita não seria formada na superfície superior da tira no lado de saída da unidade de resfriamento 17, o comprimento da zona de resfriamento a ar foi determinado de modo que recuperação de calor suficiente será completada pela difusão de calor interno na zona de resfriamento a ar seguinte e as condições de uso em unidades de resfriamento 17 subseqüentes foram determinadas. Incidentalmente, uma vez que uma estrutura de martensita é formada no aço em uma temperatura de 350° C ou menos, o resfriamento foi controlado de modo que a temperatura da superfície não diminuirá para 350° C ou menos.

Como um resultado, neste exemplo, a temperatura da tira na bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 estava dentro da faixa de 400°C $\pm$ 10°C através de todo o comprimento e resfriamento consideravelmente uniforme foi realizado. Além disso, uma estrutura de martensita temperada não existia na camada de superfície superior da tira. Em consequência, uma tira que era estável em qualidade poderia ser obtida.

Primeiro Exemplo Comparativo

Para comparação com as vantagens da presente invenção pro-

porcionadas no enrolamento em uma baixa temperatura de menos do que 500° nos primeiro, segundo e quarto exemplos, como um primeiro exemplo comparativo, resfriamento até 400° C, que tem uma temperatura-alvo de enrolamento, foi realizado apenas com o tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 (bocais de fluxo laminar do tipo redondo 8 no lado superior e bocais de pulverização 10 no lado inferior), sem usar o dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção no mesmo equipamento que aqueles adotados nos exemplos. Outras estruturas eram similares àquelas nos exemplos.

Como um resultado, no exemplo comparativo, uma vez que fluxos laminares dos bocais de fluxo laminar do tipo redondo 8 eram fluxos de queda livre, eles não alcançavam facilmente a tira 12, quando havia refrigerante residual. Além disso, a capacidade de resfriamento diferia, dependendo da presença ou da ausência do refrigerante residual e flutuação da temperatura foi encontrada na direção de largura da tira. Em particular, o refrigerante permanecia em uma porção côncava na borda dianteira da tira desde quando o enrolamento pela bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 foi iniciado até quando a tira estava tensionada e a temperatura, assim, variava na direção de largura da tira. Portanto, a temperatura na tira variou grandemente dentro da faixa de 250°C a 450°C, em contraste com a temperatura-alvo de 400°C na bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. Por essa razão, a resistência variou grandemente na tira.

Segundo Exemplo Comparativo

Para comparação com as vantagens de resfriamento rápido pelo dispositivo de resfriamento 11 da presente invenção imediatamente após laminação de acabamento nos terceiro e quarto exemplos descritos acima, como um segundo exemplo comparativo, resfriamento até 500°C, que era uma temperatura-alvo de enrolamento, foi realizado apenas com o tipo conhecido de dispositivo de resfriamento 7 (bocais de fluxo laminar do tipo redondo 8, no lado superior e bocais de pulverização 10 no lado inferior), sem usar o dispositivo de resfriamento da presente invenção no mesmo equipamento que aquele adotado no primeiro exemplo. Outras estruturas eram similares àquelas adotadas no terceiro exemplo.

Como um resultado, no segundo exemplo comparativo, uma vez que os fluxos laminares dos bocais de fluxo laminar do tipo redondo 8 eram fluxos de queda livre, eles não alcançariam facilmente a tira 12, quando havia refrigerante residual. Além disso, a capacidade de resfriamento diferia, dependendo da presença ou da ausência do refrigerante residual e flutuação da temperatura foi encontrada na direção longitudinal da tira. Em particular, o refrigerante permaneceu em uma porção côncava na borda dianteira da tira desde quando o enrolamento pela bobinadeira disposta em nível mais baixo 6 foi iniciado até quando a tira estava tensionada e a temperatura, assim, variou na direção longitudinal da tira. Portanto, a temperatura na tira variou grandemente dentro da faixa de 400° C a 500° C em contraste com a temperatura-alvo de 500° C na bobinadeira disposta em nível mais baixo 6. Por essa razão, a resistência variou grandemente na tira. Ainda, uma vez que a velocidade de resfriamento era menor do que nos terceiro e quarto exemplos, uma camada macia, tal como ferrita ou perlita, foi formada localmente e a resistência alvo não poderia ser obtida.

Numerais de referência nos desenhos denotam os seguintes componentes:

Listagem de Referência

- | | |
|----|---|
| | 1: estação de desbaste; |
| | 2: barra bruta; |
| | 3: mesa transportadora de roletes; |
| 5 | 4: estação de acabamento contínuo; |
| | 5: mesa de saída; |
| | 6: bobinadeira disposta em nível mais baixo; |
| | 7: tipo conhecido de dispositivo de resfriamento; |
| | 8: bocal de fluxo laminar do tipo redondo; |
| 10 | 9: mesa transportadora de roletes; |
| | 10: bocal de pulverização; |
| | 11: dispositivo de resfriamento de acordo com a presente inven- |
| | ção; |
| | 12: tira; |
| 15 | 13: cabeça de bocal de resfriamento; |
| | 14: bocal redondo; |
| | 15: tubo de abastecimento; |
| | 16: válvula de ejeção; |
| | 17: unidade de resfriamento; |
| 20 | 18: cabeça de bocal de resfriamento; |
| | 19: bocal redondo; |
| | 20: tubo de abastecimento; |
| | 21: válvula de ejeção; |
| | 22: bocal de jato de ar; |

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de resfriamento de tira quente para resfriar uma tira quente transportada em uma mesa de saída após laminação de acabamento, em que bocais de resfriamento inclinados para um lado a jusante e um lado a montante em uma direção de deslocamento da tira são dispostos no lado superior da tira de modo a se oporem e os bocais de resfriamento ejetam fluxos de refrigerante similares à haste.

2. Dispositivo de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 1, em que uma pluralidade dos bocais de resfriamento são dispostos em uma direção de largura da tira e um ângulo formado pelos fluxos similares à haste ejetados dos bocais de resfriamento é 60° ou menos.

3. Dispositivo de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que uma pluralidade de fileiras dos bocais de resfriamento inclinados para o lado a jusante e uma pluralidade de fileiras dos bocais de resfriamento inclinados para o lado a montante são dispostas na direção de deslocamento da tira.

4. Dispositivo de resfriamento de tira quente de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, em que o dispositivo de resfriamento de tira quente é formado por uma unidade de dispositivo de resfriamento e uma pluralidade das unidades de dispositivos de resfriamento são dispostas na direção de deslocamento da tira.

5. Dispositivo de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 4, em que o meio de purgação para purgar refrigerante sobre uma superfície superior da tira é proporcionado a jusante da unidade de dispositivo de resfriamento.

6. Dispositivo de resfriamento de tira quente para resfriar uma tira quente transportada em uma mesa de saída após laminação de acabamento, em que um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a montante de uma mesa transportadora de roletes para acima da mesa transportadoras de roletes e um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a jusante de uma mesa transportadora de roletes para acima da

mesa transportadora de roletes são dispostos em um lado superior da tira de modo a se oporem um ao outro.

7. Dispositivo de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 6, em que os bocais de resfriamento no lado superior e um bocal de resfriamento em um lado inferior da tira são dispostos de modo que uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é igual a uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira.

8. Dispositivo de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 7, em que um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste de entre as mesas transportadoras de roletes para uma superfície inferior da tira é proporcionado no lado inferior da tira.

9. Dispositivo de resfriamento de tira quente para resfriar uma tira quente transportada em uma mesa de saída após laminação de acabamento de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, em que um bocal de resfriamento de lado inferior para ejetar refrigerante de entre mesas transportadoras de roletes para uma superfície inferior da tira é proporcionado em um lado inferior da tira; e

em que um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a montante de uma posição onde o refrigerante ejetado do bocal de resfriamento de lado inferior colide com a tira exatamente acima da posição e um bocal de resfriamento para ejetar um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a jusante da posição onde o refrigerante ejetado do bocal de resfriamento de lado inferior colide com a tira exatamente acima da posição são dispostos no lado superior da tira de modo a se oporem um ao outro.

10. Dispositivo de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 9, em que os bocais de resfriamento de lado superior e o bocal de resfriamento de lado inferior são dispostos de modo que uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é igual a uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira e de modo que uma pressão de fluido recebida pela tira do refrigerante no lado superior

da tira é igual a uma pressão de fluido recebido pela tira do refrigerante no lado inferior da tira.

11. Dispositivo de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 10, em que o bocal de resfriamento de lado inferior é um bocal para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste.

12. Método de resfriamento de tira quente para resfriar uma tira quente transportada em uma mesa de saída após laminação de acabamento, em que um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado para um lado a jusante em uma direção de deslocamento da tira e um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado para um lado a montante na direção de deslocamento da tira são ejetados em um lado superior da tira de modo a se oporem um ao outro.

13. Método de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 12, em que um ângulo formado pelos fluxos de refrigerante similares à haste e a tira é 60° ou menos.

14. Método de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 12 ou 13, em que uma pluralidade de fileiras dos fluxos de refrigerante similares à haste inclinados para o lado a jusante e uma pluralidade de fileiras dos fluxos de refrigerante similares à haste inclinados para o lado a montante são ejetados na direção de deslocamento da tira.

15. Método de resfriamento de tira quente de acordo com qualquer uma das reivindicações de 12 a 14, em que resfriamento intermitente para repetição de resfriamento à água e resfriamento a ar é obtido pela realização de ejeção oposta dos fluxos de refrigerante similares à haste inclinados em uma pluralidade de posições espaçadas na direção de deslocamento da tira.

16. Método de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 15, em que o refrigerante é purgado por meio de purgação proporcionado a jusante das posições onde ejeção de oposição dos fluxos de refrigerante similares à haste inclinados é realizada.

17. Método de resfriamento de tira quente para resfriar uma tira quente transportada em uma mesa de saída após laminação de acabamento

de acordo com qualquer uma das reivindicações de 12 a 16, em que um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a montante de uma mesa transportadora de roletes exatamente acima das mesas transportadoras de roletes e um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado de um lado a jusante de uma mesa transportadora de roletes exatamente acima da mesa transportadora de roletes são ejetados no lado superior da tira de modo a se oporem um ao outro.

18. Método de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 17, em que o refrigerante é ejetado no lado superior e no lado inferior da tira de modo que uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é igual a uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira.

19. Método de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 18, em que fluxo de refrigerante similar à haste é ejetado de entre mesas transportadoras de roletes para uma superfície inferior da tira no lado inferior da tira.

20. Método de resfriamento de tira quente para resfriar uma tira quente transportada em uma mesa de saída após laminação de acabamento de acordo com qualquer uma das reivindicações de 12 a 16, em que refrigerante é ejetado de entre mesas transportadoras de roletes para uma superfície inferior da tira no lado inferior da tira; e

em que um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado ejetado de um lado a montante de uma posição onde o refrigerante no lado inferior colide com a tira exatamente acima da posição e um fluxo de refrigerante similar à haste inclinado ejetado de um lado a jusante da posição onde o refrigerante no lado inferior colide com a tira exatamente acima da posição se opõem um ao outro no lado superior da tira.

21. Método de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 20, em que o refrigerante é ejetado no lado superior e no lado inferior da tira, de modo que uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado superior da tira é igual a uma quantidade de resfriamento pelo refrigerante no lado inferior da tira e de modo que uma pressão de fluido re-

cebido pela tira do refrigerante no lado superior da tira é igual a uma pressão de fluido recebido pela tira do refrigerante no lado inferior da tira.

22. Método de resfriamento de tira quente de acordo com a reivindicação 21, em que o refrigerante no lado inferior da tira inclui um fluxo de refrigerante similar à haste.

FIG 1

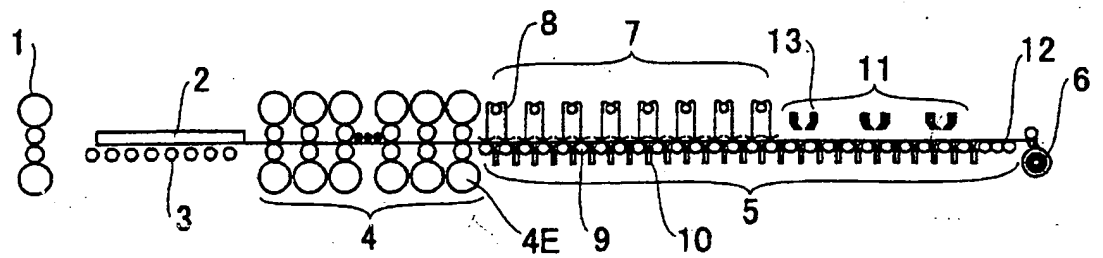


FIG 2

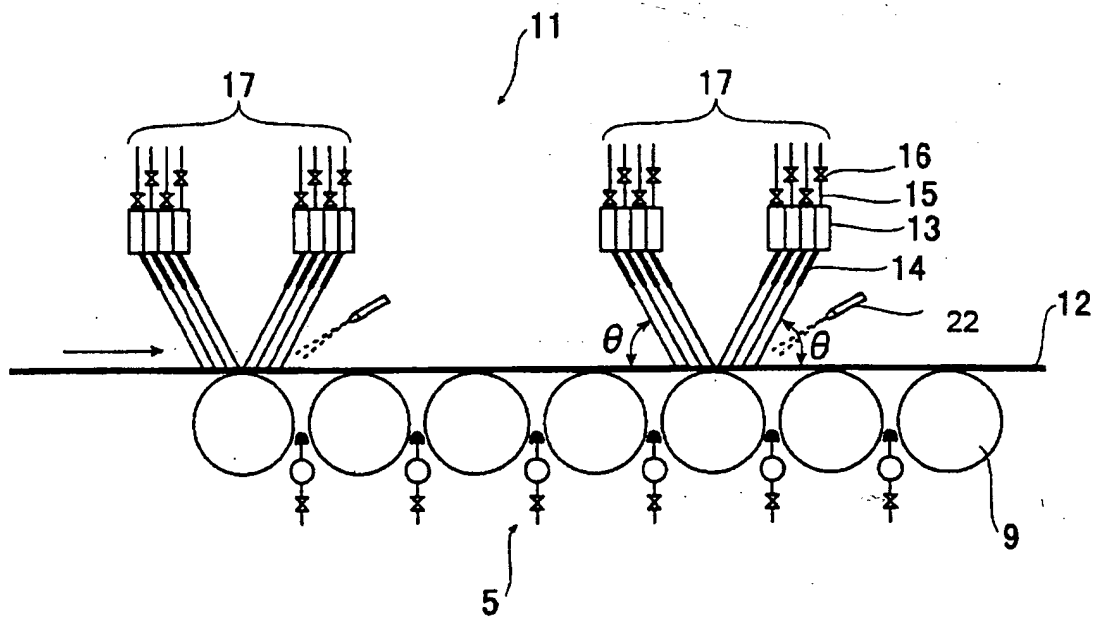


FIG 3

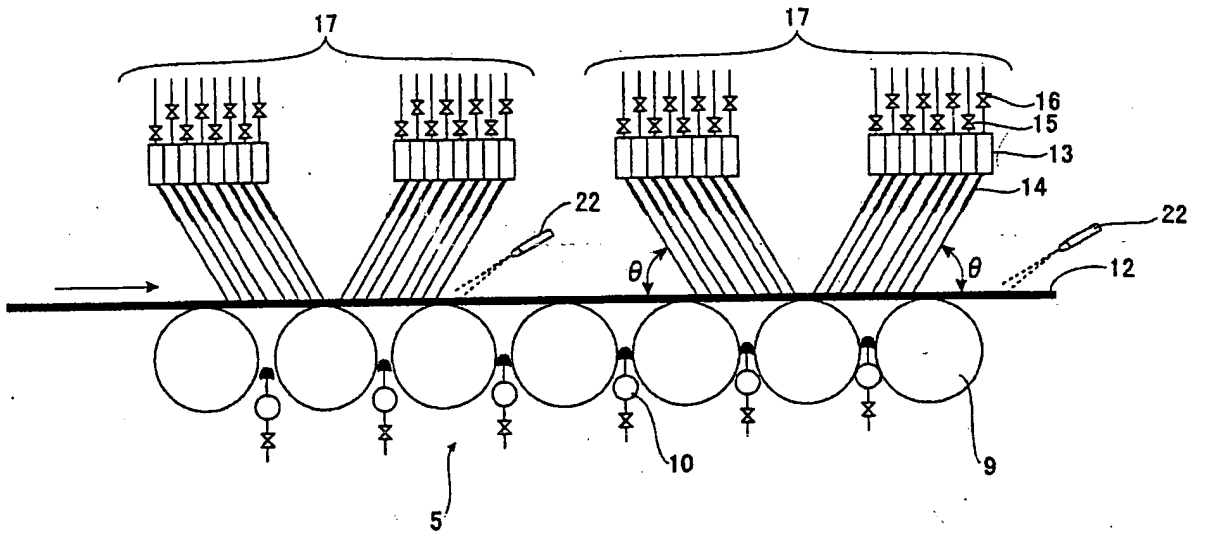


FIG 4

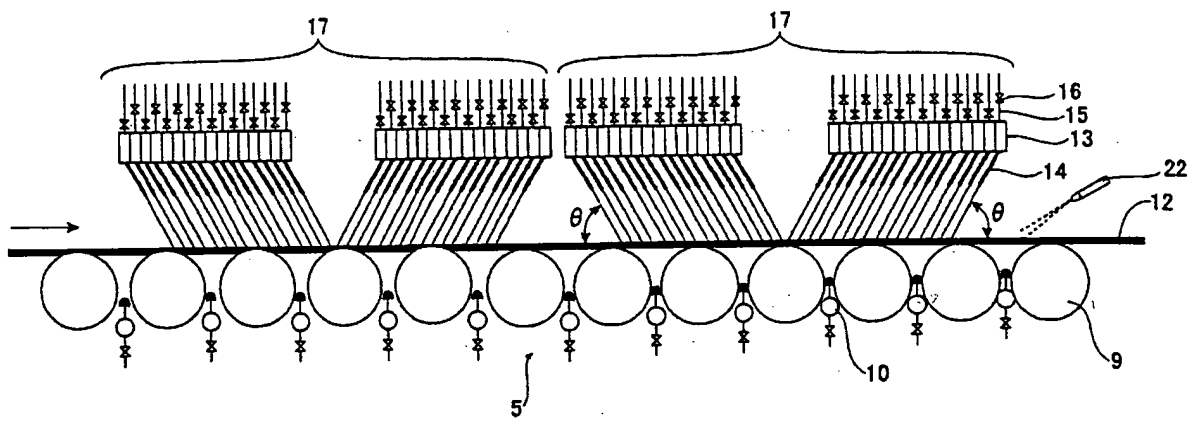


FIG 5

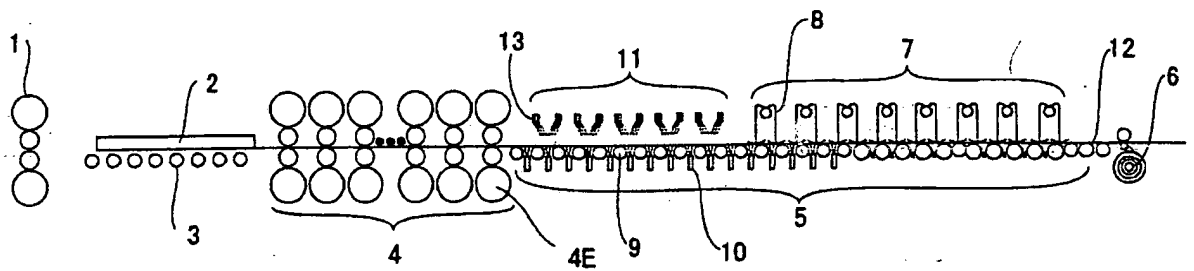


FIG 6

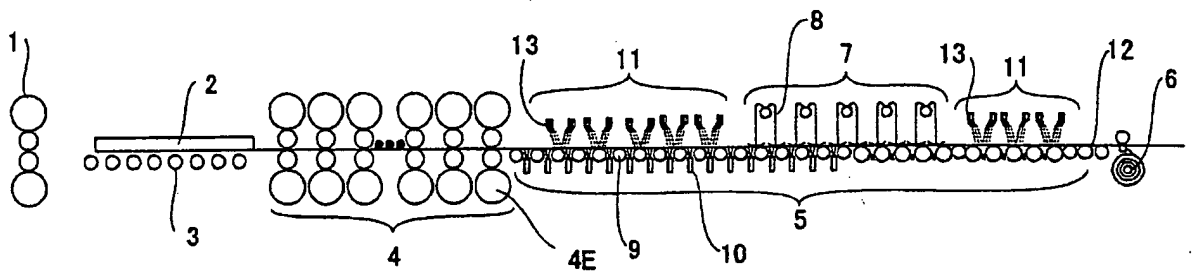


FIG 7

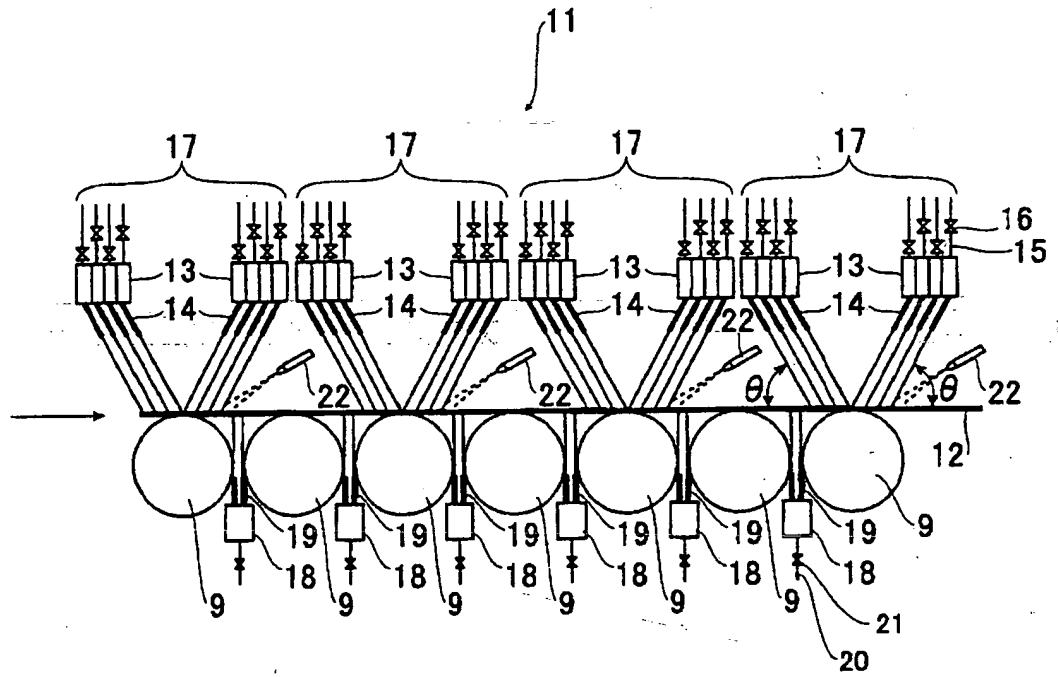


FIG 8

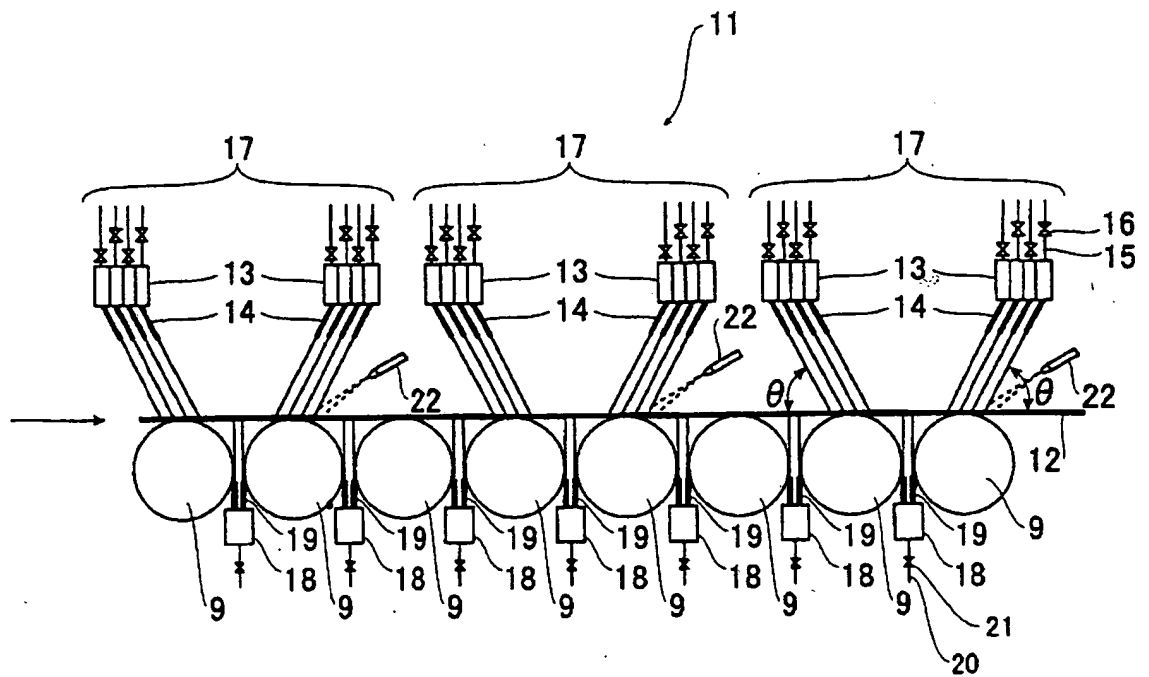


FIG 9

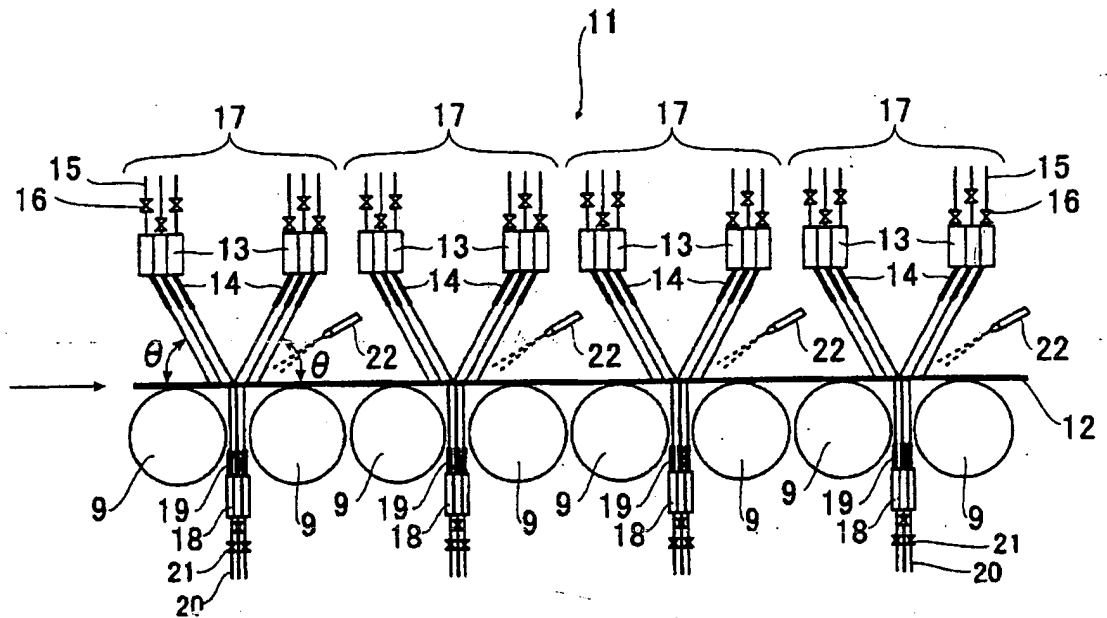


FIG 10

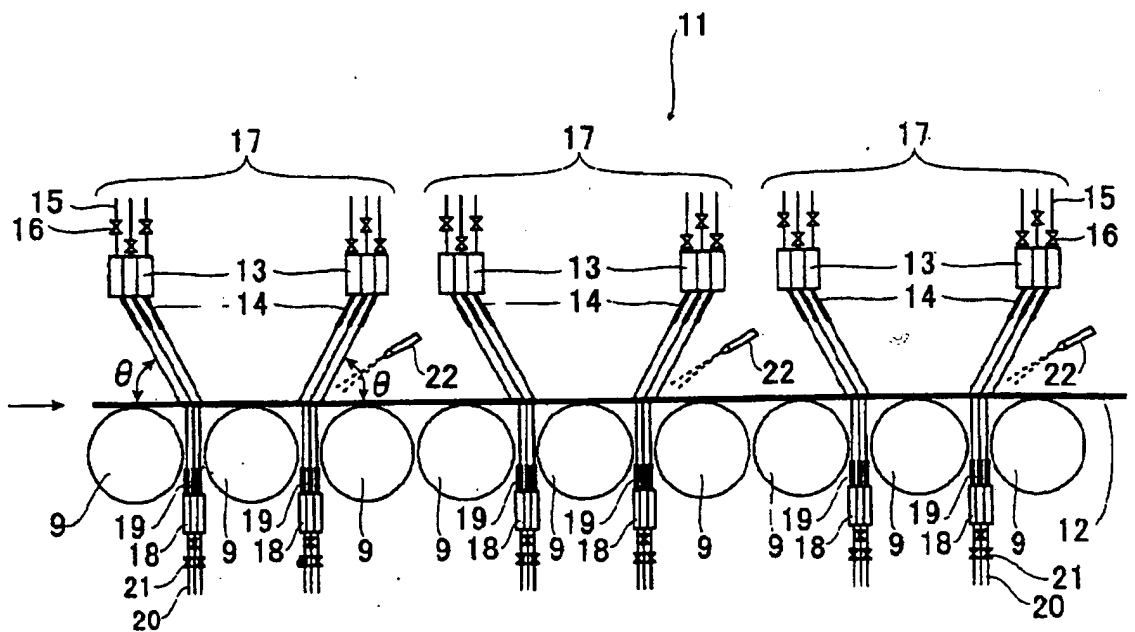


FIG 11A

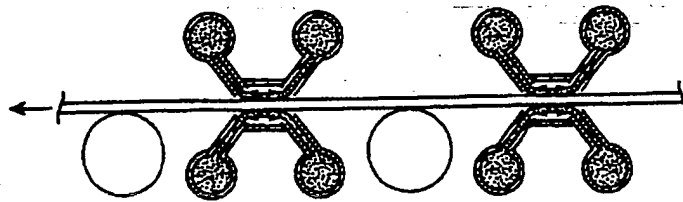
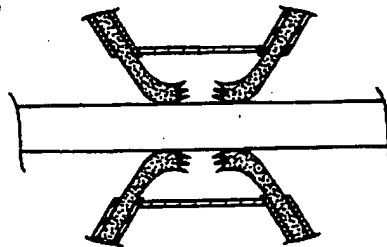


FIG 11B



RESUMO

Patente de Invenção: "DISPOSITIVO DE RESFRIAMENTO E MÉTODO DE RESFRIAMENTO PARA TIRA QUENTE".

A presente invenção refere-se a um dispositivo de resfriamento e um método de resfriamento para uma tira laminada a quente em que a tira pode ser resfriada uniformemente de uma borda dianteira para uma borda traseira com refrigerante através da realização, adequadamente, de uma grande capacidade de resfriamento e uma zona de resfriamento estável. Especificamente, os três métodos a seguir são adotados.

(1) Bocais redondos (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados a um lado a jusante na direção de deslocamento da tira (12) e bocais redondos (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados para um lado a montante na direção de deslocamento são dispostos em um lado superior da tira (12), de modo a se oporem um ao outro.

(2) Bocais redondos (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados do lado a montante de uma mesa transportadora de roletes (9) exatamente para acima da mesa transportadora de roletes (9) e bocais redondos (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados do lado a jusante da mesa transportadora de roletes (9) para acima da mesa transportadora de roletes (9) são dispostos no lado superior da tira 12 de modo a se oporem um ao outro.

(3) Bocais de resfriamento inferiores (19) para ejetar refrigerante de entre mesas transportadoras de roletes para uma superfície inferior de uma tira (12) são proporcionados no lado inferior da tira (12) e bocais de resfriamento (14) para ejetar fluxos de refrigerante similares à haste inclinados do lado a montante de uma posição onde o refrigerante ejetado dos bocais de resfriamento inferiores (19) colide com a tira (12) para acima da posição e bocais de resfriamento (14) para ejetar fluxos similares à haste do lado a jusante da posição para acima da posição são dispostos no lado superior da tira (12) de modo a se oporem um ao outro.