



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

(21) BR 10 2012 025758-0 A2

(22) Data de Depósito: 08/10/2012
(43) Data da Publicação: 13/05/2014
(RPI 2262)



* B R 1 0 2 0 1 2 0 2 5 7 5 8 A 2 *

(51) Int.Cl.:
C22C 38/04
C22C 38/00
C21D 8/02
C21D 9/46
C23C 2/00

(54) Título: CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE E RECOZIDA DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, E MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE E RECOZIDA DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA DE RENDIMENTO.

(30) Prioridade Unionista: 18/05/2012 JP 2012-114521

(73) Titular(es): JFE Steel Corporation

(72) Inventor(es): Hiroshi Hasegawa, Shinjiro Kaneko, Yasunobu Nagataki, Yoshiyasu Kawasaki

(57) Resumo: CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE E RECOZIDA DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, E MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE E RECOZIDA DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA DE RENDIMENTO. A presente invenção refere-se a uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento inclui como composição química, em % em peso, 0,03% a 0,20% de C, 1,0% ou menos de Si, mais de 1,5% a 3,0% de Mn, 0,10% ou menos de P, 0,05% ou menos de S, 0,10% ou menos de Al, 0,010% ou menos de N, 0,5% ou menos de Cr, e 0,01% a 0,50% de Mo, e equilibrando com Fe com impureza inevitável, e também inclui uma estrutura incluindo uma ferrita e uma segunda fase. A ferrita tem uma proporção da área de 50% ou mais, e a segunda fase inclui a martensita cuja proporção da área está na faixa de 7% a menos de 25%. A espessura de uma estrutura tipo banda formada pela segunda fase satisfaz a equação predeterminada.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE E RECOZIDA DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, E MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE E RECOZIDA DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO".

10 CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, um método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, e um método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento.

ANTECEDENTE DA TÉCNICA

No campo da produção automotiva nos últimos anos, do ponto de vista da conservação ambiental global, a redução do peso de um chassi de veículo automotivo é fortemente desejada, por exemplo, já que a melhora no consumo de combustível tem visado a redução da emissão CO₂. Entretanto, do ponto de vista de assegurar a segurança dos ocupantes, o chassi do veículo automotivo tem obviamente que ser mais forte contra o impacto. Por estas razões, chapas de aço finas com resistência mais elevada tendem a ser aplicadas nas chapas de aço de automóveis. Aqui, para fazer uma chapa de aço galvanizada a quente usada como uma chapa de aço automotiva para ser uma chapa de aço fina de elevada resistência tal como acima mencionado, é necessário produzir uma chapa de base de revestimento que tenha excelente propriedade de revestimento e também são necessárias características em resistência e maleabilidade depois de ser galvanizada a quente, ou após receber uma liga depois disso.

Em geral, para fortalecer uma chapa de aço, elementos endurecedores em solução sólida, tais como P, Mn, e Si, ou elementos endurecedores por precipitação, tais como Ti, Nb, e V são adicionados. Aqui, quando a chapa de aço adicionada desses elementos de liga é processada em uma linha de galvanização contínua a quente (CGL), uma grande quantidade dos elementos de liga tem de ser acrescentada com o objetivo de se fortalecer porque uma alta resistência é difícil de ser obtida devido ao recozimento aplicado à chapa de aço em uma temperatura do ponto de transformação de A_{c1} ou mais alto e a lentidão da taxa de resfriamento. Entretanto, a adição da grande quantidade dos elementos de liga deteriora muito a propriedade de revestimento na galvanização. Assim, a inclusão dos elementos de liga fornece efeitos contrários sobre fortificação e melhora no revestimento de propriedade. Conseqüentemente, a adição dos elementos de liga pode atingir a fortificação, mas não pode ser esperado que forneça a boa propriedade de revestimento na linha de galvanização contínua a quente (CGL). A adição dos elementos de liga, adicionalmente, tem a desvantagem de fornecer características pobres em relação à maleabilidade, tais como alongamento, e por isso, tem dificuldade de obter uma chapa de aço fina de elevada resistência que tenha tanto uma alta resistência como uma boa maleabilidade, e que possa atingir uma boa propriedade de revestimento quando estiver sendo galvanizada a quente ou em forma de liga. A adição de grande quantidade dos elementos de liga também causa o problema de um aumento significativo no preço.

Entretanto, como uma chapa de aço fina de elevada resistência que tem boa maleabilidade, é convencionalmente proposto uma chapa de aço de dupla fase que inclui uma fase de transformação de baixa temperatura (incluindo a austenita retida) contendo martensita como uma fase principal em uma base de ferrita. Esta chapa de aço de dupla fase não está envelhecendo na temperatura ambiente e tem uma baixa razão de rendimento ($YR =$ resistência de rendimento [YS] / resistência à tração [TS]), e assim, se sobressai em maleabilidade e em temperabilidade por recozimento depois do processamento. Como um método para a produção da chapa de aço de du-

pla fase, é conhecido um método no qual a chapa de aço é aquecida em uma temperatura intercrítica e depois é extinta por resfriamento a água ou resfriamento a gás. Este método tem uma vantagem de que a quantidade da adição dos elementos de liga pode ser reduzida enquanto a taxa de resfriamento é aumentada. Por exemplo, o documento de patente 1 divulga um método para a produção, como uma chapa de aço de dupla fase tal como descrito acima, de uma chapa de aço galvanizada a quente de elevada resistência que se sobressai em flangeabilidade ao estiramento e propriedade de resistência ao choque. No documento de patente 1, a flangeabilidade ao estiramento e a propriedade de resistência ao choque são melhoradas controlando a composição química do aço e o tamanho máximo de grão e a proporção da área da martensita.

DOCUMENTO DE PATENTES

Documento de patente 1 - Patente Japonesa N°. 3887235

15 DIVULGAÇÃO DA INVENÇÃO

PROBLEMA A SER RESOLVIDO PELA INVENÇÃO

Entretanto, o controle dos teores, condições de fabricação, e outras condições descritas no documento de patente I fornecem dispersão insuficiente da martensita em alguns casos, e não considera uma melhora da ductilidade como um item da maleabilidade, resultando assim em casos nos quais uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento que tem tanto boa maleabilidade como boa propriedade de revestimento não necessariamente é conseguida.

A presente invenção foi feita em vista do problema descrito acima. É um objetivo da presente invenção fornecer uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento e uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, cada uma das quais tendo uma baixa razão de rendimento e uma alta resistência e sobressai em propriedade de revestimento e maleabilidade. É outro objetivo da presente invenção fornecer um método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento e um método para a produção da

chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento.

MEIOS PARA RESOLVER PROBLEMA

5 Para resolver o problema descrito acima, os inventores da presente invenção fizeram repetidamente estudos intensivos, e como resultado, vieram a saber que uma chapa de aço fina de elevada resistência e baixa razão de rendimento que tem tanto boa maleabilidade como boa propriedade de revestimento é obtida dispersando uma estrutura tipo banda formada por uma segunda fase (tal como martensita, perlita, e bainita) por cima de
10 uma faixa predeterminada, e ajustando corretamente, por exemplo, a proporção da área da martensita. Assim, os inventores da presente invenção encontraram o seguinte.

Uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento inclui: como composição química, em % em peso,
15 0,03 % a 0,20 % de C, 1,0 % ou menos de Si, mais de 1,5 % a 3,0 % de Mn, 0,10 % ou menos de P, 0,05 % ou menos de S, 0,10 % ou menos de Al, 0,010 % ou menos de N, 0,5 % ou menos de Cr, e 0,01 % a 0,50 % de Mo, e equilibrar com o Fe como impureza inevitável; e uma estrutura compreende uma ferrita e uma segunda fase como uma microestrutura, em que a ferrita
20 tem uma proporção da área de 50 % ou mais, e a segunda fase compreende a martensita cuja proporção da área está na faixa de 7 % a menos de 25 %, e a espessura de uma estrutura tipo banda formada pela segunda fase satisfaz a seguinte equação (1):

$$T_b/T \leq 0,005 \quad (1)$$

25 (Onde T_b é a espessura média da estrutura tipo banda em uma direção de espessura de lâmina e T é uma espessura de lâmina).

Na chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, a martensita pode ter um tamanho médio do grão do cristal de 1 μm a 8 μm .

30 Na chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, como composição química, em % em peso, pelo menos uma espécie do elemento selecionado entre 0,001 % a 1,0 % de Cu,

0,001 % a 1,0 % de Ni, 0,001 % a 1,0 % de V, e 0,0003 % a 0,0050 % de B podem ser, adicionalmente, incluídos.

Na chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, como composição química, em % em peso, 5 0,005 % a 0,050 % de Ti podem ser, adicionalmente, incluídos.

Na chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, como composição química, em % em peso, 0,001 % a 0,005 % de Ca e/ou 0,001 % a 0,005 % de REM podem ser, adicionalmente, incluídos.

10 Em uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, um revestimento de zinco da acima descrita chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, é um revestimento de zinco em forma de liga.

Um método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento inclui: aqueci- 15 mento de uma placa de aço incluindo a composição química acima descrita; a laminação a quente a placa de aço aquecida em uma temperatura de acabamento na faixa de 850°C a 950°C; resfriar o aço laminado a quente com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menor; em- 20 bobinar o aço resfriado a uma temperatura na faixa de 450°C a 750°C; aquecer a chapa laminada a quente obtida ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio depois do bobinamento a uma temperatura de 800°C ou mais alto; resfriar a chapa aquecida a uma temperatura na faixa de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamen- 25 to de 3°C/s ou mais; e aplicar a galvanização a quente à chapa resfriada.

Um método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento inclui: aqueci- mento de uma placa de aço incluindo a composição química acima descrita; a laminação a quente a placa de aço aquecida em uma temperatura de aca- 30 bamento na faixa de 850°C a 950°C; resfriar o aço laminado a quente com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menor; em- bobinar o aço resfriado a uma temperatura na faixa de 450°C a 750°C; a-

quecer uma vez a chapa laminada a quente obtida ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio depois do bobinamento a 800°C ou mais alto; aquecer novamente a chapa a 750°C ou mais alto depois de passar por resfriamento e decapagem; resfriar a chapa aquecida a uma temperatura na faixa de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais; e aplicar a galvanização a quente à chapa resfriada.

Um método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento inclui: aquecimento de uma placa de aço incluindo a composição química acima descrita; a laminação a quente a placa de aço aquecida em uma temperatura de acabamento na faixa de 850°C a 950°C; resfriar o aço laminado a quente com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menor; embobinar o aço resfriado a uma temperatura na faixa de 450°C a 750°C; aquecer a chapa laminada a quente obtida ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio depois do bobinamento a 800°C ou mais alto; resfriar a chapa aquecida a uma temperatura na faixa de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais; aplicar a galvanização a quente para fornecer um revestimento de zinco na chapa; e aplicar um tratamento de liga ao revestimento de zinco.

Um método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento inclui: aquecimento de uma placa de aço incluindo a composição química acima descrita; a laminação a quente a placa de aço aquecida em uma temperatura de acabamento na faixa de 850°C a 950°C; resfriar o aço laminado a quente com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menor; embobinar o aço resfriado a uma temperatura na faixa de 450°C a 750°C; aquecer uma vez a chapa laminada a quente obtida ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio depois do bobinamento a 800°C ou mais alto; aquecer novamente a chapa a 750°C ou mais alto depois de passar por resfriamento e decapagem; resfriar a chapa aquecida a uma temperatura na faixa de 700°C a 550°C com uma taxa

média de resfriamento de 3°C/s ou mais; aplicar a galvanização a quente para fornecer um revestimento de zinco na chapa; e aplicar um tratamento de liga ao revestimento de zinco.

EFEITO DA INVENÇÃO

5 De acordo com a presente invenção, é possível fornecer uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento e uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, cada uma das quais tendo uma baixa razão de rendimento e uma alta resistência e sobressaindo em maleabilidade e propriedade de revestimento, e é também possível fornecer um
10 método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento e um método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento.

15 MELHOR MODO PARA EXECUTAR A INVENÇÃO

Será feita abaixo a descrição de uma modalidade para produzir uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, um método para a produção da
20 chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, e um método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento de acordo com a presente invenção. Na descrição dada abaixo, a menos que de outra maneira seja especificado, o símbolo "%" que representa um teor de
25 um elemento constituinte de aço se refere a "%, em peso".

Em primeiro lugar, será feita a descrição de resultados experimentais que levaram à descoberta da presente invenção. Neste experimento, as barras da chapa tendo uma espessura de 30 mm foram feitas de uma placa de aço incluindo uma composição química contendo 0,09 % C, 0,01 %
30 Si, Mn de 2,0 %, 0,009 % P, 0,003 % S, 0,041 % Al, 0,0026 % N, 0,15 % de Mo, Cr de 0,02 %, e o equilíbrio sendo substancialmente composto de Fe. Depois, as barras da chapa foram aquecidas a 1200°C, e laminadas a quen-

te em cinco passos para serem transformados em chapas laminadas a quente tendo uma espessura de 2,5 mm. A laminação de acabamento foi executada em uma temperatura de 900°C, e o resfriando foi feito com uma taxa média de resfriamento de 13°C/s. Depois disso, um processo de bobinamento foi executado a 640°C. Depois, as chapas de aço laminadas a quente assim obtidas foram desbastadas e recozidas. No processo de recozimento, algumas chapas de aço foram aquecidas e mantidas durante um minuto em uma temperatura não mais baixa do que 800°C e não mais alta do que 900°C ser preliminarmente recozidas, e depois de serem resfriadas a uma temperatura ambiente com uma taxa média de resfriamento de 10°C/s, desbastadas; depois, as chapas de aço foram aquecidas e mantidas durante um minuto em 780°C para serem totalmente recozidas, e resfriadas de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 10°C/s; depois disso, as chapas de aço foram mantidas durante um segundo a 470°C para simular o tratamento térmico no revestimento, adicionalmente aquecidas a 550°C para simular a liga no revestimento, e depois resfriadas a uma temperatura ambiente. Algumas outras chapas de aço não foram preliminarmente recozidas, mas aquecidas e mantidas durante um minuto em uma temperatura não mais baixa do que 800°C e não mais alta do que 900°C para serem totalmente recozidas, e resfriadas de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 10°C/s; depois disso, as chapas de aço foram mantidas durante um segundo em 470°C para simular o tratamento térmico no revestimento, adicionalmente aquecidas a 550°C para simular a liga no revestimento, e depois resfriadas a uma temperatura ambiente.

Depois, uma resistência à tração TS e uma proporção de rendimento YR de cada uma das chapas de aço obtidas tal como descrito acima foram medidas, e um valor de TSxEL foi determinado. Depois, as relações entre estes valores e a espessura de uma estrutura tipo banda depois do recozimento em uma seção na direção de espessura de lâmina de aço foram examinadas. A espessura da estrutura tipo banda foi determinada como uma proporção T_b/T de uma espessura média T_b da estrutura tipo banda composta de uma segunda fase na direção de espessura de lâmina a uma

espessura de lâmina T da chapa de aço obtida. A espessura média real T_b da estrutura tipo banda foi obtida pela seguinte maneira. A seção na direção de espessura da chapa de aço foi polida e depois gravada com água-forte com uma solução a 3 % de nital. Depois, a vizinhança de uma posição a um
5 quarto da espessura de lâmina foi observada em uma razão de aumento de aproximadamente 1500 utilizando um microscópio de varredura eletrônica (SEM), e, da imagem obtida, a espessura da segunda estrutura de fase em camadas do tipo coluna foi medida em 20 pontos usando um Image-Pro produzido pela Media Cybernetics. A espessura média T_b foi determinada
10 como um valor médio dos 20 pontos.

Aqui, no aço com altos teores de C e Mn, as camadas concentradas de C e Mn que são agregadas principalmente ao longo das fronteiras dos grãos cristalinos no estágio de resfriamento da placa, são estiradas durante a laminação a quente e o resfriando depois da mesma. Assim, um
15 segundo grupo de fase é formado em forma de camadas do tipo coluna na direção da laminação ou na direção da largura da chapa na chapa recozida. A estrutura tipo banda é composta do segundo grupo de fase. A estrutura tipo banda (estrutura da segunda fase tipo banda) composta principalmente de C e Mn será provavelmente tornada espessa quando uma grande quantidade
20 de Mn for acrescentada com o objetivo de assegurar a resistência. Este fenômeno reduz a concentração de Mn e outros elementos na austenita, e assim, é desvantajoso na dispersão uniforme da martensita.

Como resultado desse experimento, os inventores da presente invenção se tornaram conhecedores de que a ductilidade e a proporção de
25 rendimento significativamente se modificam na proximidade do valor de T_b/T de 0,005 na chapa de aço depois do recozimento, e encontraram, além disso, que, quando o valor de T_b/T é 0,005 ou menor, a proporção de rendimento YR é tão baixa quanto 70 % ou menor, e o equilíbrio de TSxEL tem um bom valor de 16000 MPa.% ou mais. Assim, os inventores encontraram
30 que o valor de T_b/T é um guia grosseiro para a obtenção do efeito seguinte. Ou seja, conduzindo o aquecimento (recozimento preliminar) em uma temperatura predeterminada em uma instalação, tal como uma linha de recozi-

mento contínuo antes de conduzir o aquecimento (recozimento principal) na linha de galvanização contínua a quente, a estrutura tipo banda pode ser reduzida em espessura e finamente dispersa pelo aquecimento na linha de recozimento contínuo. Além disso, em consequência deste efeito, mesmo
5 quando a chapa de aço é mantida em uma temperatura predeterminada no processo da galvanização a quente aplicado na linha de galvanização contínua a quente, ou, por exemplo, no processo de tratamento da liga aplicado depois da mesma, a martensita pode ser dispersada de uma maneira desejável em uma base de ferrita depois do resfriamento porque as concentrações de C e Mn na fase de austenita aumenta.
10

Observe que o efeito descrito acima é obtido não só no caso no qual o aquecimento é conduzido duas vezes, uma vez no recozimento preliminar e outra vez no recozimento principal, mas também no caso aquecimento a alta temperatura no qual o aquecimento é conduzido uma vez, por exemplo, na linha de galvanização contínua a quente. No último caso, entretanto, a propriedade de revestimento pode se deteriorar até certo ponto porque o aquecimento em alta temperatura provavelmente aumentará a riqueza de Mn na superfície da chapa de aço. Conseqüentemente, para assegurar uma propriedade de revestimento mais estável, é preferível executar o recozimento preliminar na linha de recozimento contínuo e executar o recozimento principal na linha de galvanização contínua a quente.
15
20

Em seguida, a descrição da chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, da chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, do método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, e do método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, de acordo com a presente invenção serão separadas em uma descrição detalhada da composição química, da microestrutura, e dos métodos de fabricação das chapas de aço.
25
30

Em primeiro lugar, será descrita a composição química.

Teor de C.

O carbono (C) é um dos componentes básicos importantes de aço, e, particularmente na presente invenção, um elemento importante porque o carbono tem uma influência na proporção de volume da fase de austenita quando aquecido a uma temperatura intercrítica, e conseqüentemente, na quantidade da martensita depois da transformação. As propriedades mecânicas, tais como resistência à tração, de uma chapa de aço obtida muito dependem de uma fração de martensita (proporção de área) e a dureza da fase de martensita. Aqui, a fase de martensita apenas é gerada quando o teor de C é menos de 0,03 %. Entretanto, a soldabilidade a ponto se deteriora quando o teor de C excede 0,20 %. Conseqüentemente, o teor de C é ajustado na faixa de 0,03 % a 0,20 %. Para atingir melhores propriedades, o teor de C é preferivelmente ajustado na faixa de 0,03 % a 0,15 %.

Teor de Si.

O silício (Si) é um elemento que melhora a maleabilidade, tal como alongamento, reduzindo a quantidade de carbono soluto na fase alfa. Entretanto, uma inclusão de Si maior do que 1,0 % deteriora a soldabilidade a ponto e a propriedade de revestimento. Conseqüentemente, o teor de Si é ajustado a 1,0 % ou menor, e preferivelmente a 0,7 % ou menor.

Teor de Mn.

Na presente invenção, o manganês (Mn) concentra-se na fase de austenita e tem um efeito de facilitar uma transformação martensítica, sendo assim um elemento importante como um componente básico. Entretanto, o efeito supracitado não é obtido quando o teor de Mn é 1,5 % ou menor. Entretanto, a soldabilidade a ponto e a propriedade de revestimento são deteriora muito das quando o teor de Mn excede 3,0 %. Conseqüentemente, o teor de Mn é ajustado na faixa de mais de 1,5 % a 3,0 %, e preferivelmente na faixa de mais de 1,5 % a 2,2 %.

Teor de P.

O fósforo (P) é um elemento eficaz de atingir a alta resistência com baixo custo. Entretanto, a inclusão de P maior do que 0,10 % deteriora muito a soldabilidade a ponto. Conseqüentemente, o teor de P é ajustado a 0,10 % ou menor, e preferivelmente limitado a 0,050 % ou menor.

Teor de S.

O enxofre (S) pode ser um fator que causa quebra quente durante a laminação a quente, e também induz a quebra em uma pepita na parte soldada a ponto. Desse modo, o S é preferivelmente reduzido tanto quanto possível. Consequentemente, o teor de S é ajustado a 0,05 % ou menor, e preferivelmente limitado a 0,010 % ou menor.

Teor de Al.

O alumínio (Al) é um elemento eficaz como um desoxidante em um processo de fabricação de aço, e para estabilizar a motivação de deterioração de idade como AlN. Entretanto, a adição excessiva de Al a um nível de maior do que 0,10 % incorre um aumento no custo da produção. Consequentemente, o teor de Al é ajustado a 0,10 % ou menor, e preferivelmente limitado a 0,050 % ou menor.

Teor de N.

O nitrogênio (N) causa a deterioração por envelhecimento, e também incorre na elevação do ponto de rendimento (proporção de rendimento) e a ocorrência do alongamento de ponto de rendimento. Consequentemente, o teor de N é ajustado a 0,010 % ou menor, e preferivelmente limitado a 0,0050 % ou menor.

Teor de Cr.

O cromo (Cr) é um elemento eficaz para obter a fase de martensita do mesmo modo que Mn e Mo. Entretanto, a inclusão de Cr em mais de 0,5 % deteriora a propriedade de revestimento. Consequentemente, o teor de Cr é ajustado a 0,5 % ou menor, e preferivelmente a 0,35 % ou menor.

Teor de Mo.

O molibdênio (Mo) é eficaz na obtenção da fase de martensita sem deteriorar a propriedade de revestimento, e é um elemento importante na presente invenção. Este efeito é obtido ajustando o teor de Mo a 0,01 % ou mais. Entretanto, a adição de Mo em mais de 0,50 % apenas fornece um efeito mais elevado, mas causa um aumento no custo da produção. Consequentemente, o teor de Mo é ajustado na faixa de 0,01 % a 0,50 %, e preferivelmente na faixa de 0,02 % a 0,35 %.

Teores de Cu, Ni, V, e B.

Os cobre (Cu), níquel (Ni), vanádio (V), e boro (B) são elementos eficazes para fortalecer o aço pela fortificação de solução sólida ou gerando uma fase de transformação de baixa temperatura, tal como a fase de martensita. Esse efeito é obtido pela inclusão de pelo menos um elemento selecionado desse conjunto de elementos como teor dos mesmos sendo de 0,001 % a 1,0 % para Cu, Ni, e V, e de 0,0003 % a 0,0050 % para B. Entretanto, a adição de alguns desses elementos porm mais do que a faixa descrita acima, satura o efeito dos mesmos e causa desvantagem nos custos. Conseqüentemente, quando pelo menos um elemento diferente de Cu, Ni, V, e B é adicionado, o teor do mesmo é ajustado na faixa de 0,001 % a 1,0 % para Cu, Ni, e V, e de 0,0003 % a 0,0050 % para B.

Teor de Ti.

O titânio (Ti) é um elemento eficaz para estabilização do N causando a deterioração por envelhecimento como TiN. Este efeito é obtido ajustando o teor de Ti a 0,005 % ou mais. Entretanto, a adição de Ti em mais de 0,050 % gera o TiC em excesso, e desse modo, aumenta significativamente a proporção de rendimento YR. Conseqüentemente, o teor de Ti, quando adicionado, é ajustado na faixa de 0,005 % a 0,050 %.

Teores de Ca e REM.

O cálcio (Ca) e o metal de terras raras (REM) são todos os elementos eficazes em melhorar a maleabilidade pelo controle morfológico do sulfeto. Este efeito é obtido pela inclusão de Ca e/ou REM ajustando o teor de cada um dos elementos a 0,001 % ou mais. Entretanto, a adição excessiva de qualquer elemento entre Ca e REM a um nível maior do que 0,005 % pode deteriorar a limpeza do aço. Conseqüentemente, cada teor de Ca e/ou REM, quando adicionado, é ajustado na faixa de 0,001 % a 0,005 %.

O equilíbrio com componentes diferentes cujos teores são descritos acima é composto de Fe e impureza inevitável. A inclusão de componentes diferentes dos acima descritos não é excluída desde que a inclusão não prejudique os efeitos da presente invenção.

Em seguida, será descrita a microestrutura.

Proporção da Área da Martensita.

Reduzir a proporção da área da martensita a menos de 7 % aumenta significativamente a proporção de rendimento YR. Entretanto, aumentando a proporção da área da martensita a 25 % ou o mais reduz a ductilidade local, e desse modo, reduz um alongamento total EL. Consequentemente, a proporção da martensita é ajustada na faixa de 7 % a menos de 25 %.

5 A proporção da área da martensita é preferivelmente ajustada na faixa de 7 % a 22 %, e mais preferivelmente de 7 % a 20 %.

Proporção da área de Ferrita.

10 Reduzir a proporção da área de ferrita a menos de 50 % significativamente reduz o alongamento total EL. Consequentemente, a proporção da área de ferrita é ajustada a 50 % ou mais, e preferivelmente a 60 % ou mais.

Aqui, a proporção da área de ferrita é uma proporção de uma área ocupada por uma fase de ferrita em uma área observada, e a proporção da área da martensita é uma proporção de uma área ocupada pela fase de martensita na área observada. Os valores reais da proporção de área da ferrita e a proporção de área da martensita foram determinados da maneira seguinte. Uma seção na direção de espessura da chapa de aço obtida foi polida e gravada com uma solução de nital a 3%. Depois, a vizinhança de uma posição a um quarto da espessura de lâmina foi observada em uma razão de aumento de aproximadamente 1.500 vezes pela utilização do microscópio de varredura eletrônica (SEM), e a imagem obtida foi analisada usando o Image-Pro supracitado. Assim, a proporção da área de cada uma das fases foi obtida. Na imagem obtida, a ferrita pode ser distinguida como uma estrutura (estrutura base) tendo uma cor cinzenta, e a martensita pode ser distinguida como uma estrutura tendo uma cor branca.

15

20

25

Tamanho médio do grão do cristal de Martensita.

30 Reduzir o tamanho médio do grão do cristal da martensita a menos de 1 μm aumenta significativamente a proporção de rendimento YR. Entretanto, aumentar o tamanho médio do grão do cristal da martensita a mais de 8 μm reduz a ductilidade local, e desse modo, reduz o alongamento total

EL. Conseqüentemente, o tamanho médio do grão do cristal da martensita é preferivelmente ajustado na faixa de 1 μm a 8 μm , e mais preferivelmente na faixa de 2 μm a 7 μm .

O valor real do tamanho médio do grão do cristal da martensita foi determinado da maneira seguinte. A chapa de aço obtida foi observada em uma razão de aumento de aproximadamente 1.500 vezes pela utilização do microscópio de varredura eletrônica (SEM), e um total de áreas da martensita na área observada foi dividido pelo número de áreas de martensita para determinar a área média da martensita. Depois, a área média determinada foi elevada a potência 1/2 para obter o valor do tamanho médio do grão do cristal da martensita.

Estrutura tipo banda.

A espessura da estrutura tipo banda é ajustada para satisfazer a equação (1) dada abaixo. Isso é porque, tal como descrito acima, se a espessura da estrutura tipo banda não satisfizer a equação (1) abaixo e o valor de T_b/T excede 0,005, a martensita não pode ser dispersada em uma maneira desejável em uma base de ferrita, e assim, ocorrem a elevação da proporção de rendimento YR e a redução do valor de TSxEL. Na equação (1) dada abaixo, T_b representa uma espessura média da estrutura tipo banda na direção de espessura de lâmina, e T representa uma espessura de lâmina da chapa de aço obtida.

$$T_b/T \leq 0,005 \quad (1)$$

Em alguns casos, a microestrutura inclui estruturas, tais como bainita, perlita, e austenita retida, outra do que a estrutura acima descrita. Entretanto, o objetivo da presente invenção pode ser atingido se as condições acima descritas da microestrutura forem satisfeitas. Deve-se observar, entretanto, que, do ponto de vista da proporção de rendimento, os teores de perlita e austenita retida são preferivelmente reduzidos, teor de perlita sendo preferivelmente 8 % ou menos e o teor de austenita retida sendo preferivelmente 3 % ou menos.

Na presente invenção, o aço incluindo a composição química acima descrita é controlada para ter a microestrutura descrita acima, e desse

modo, são obtidas a chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, por exemplo, que sobressaem na maleabilidade e propriedade de revestimento. Depois, será feita a descrição de métodos para obter a chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento etc., tal como descrito acima.

Em primeiro lugar, no caso da produção da chapa de aço galvanizada a quente, a placa de aço incluindo a composição química acima descrita obtida, por exemplo, por um processo de arremesso contínuo é aquecida; depois disso, a placa de aço aquecida é laminada a quente em uma faixa de temperatura que corresponde a uma faixa de temperatura de acabamento de 850°C ou mais alto a 950°C ou mais baixo, e resfriado com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menor (processo de laminação a quente); e depois, o aço laminado a quente é enrolado em uma faixa de temperatura de 450°C a 750°C (processo de bobinamento). Depois, a chapa laminada a quente depois ser decapado e depois desincrustado ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio depois de bobinadas e desbastadas são aquecidas a 800°C ou mais alto (processo de recozimento), e depois disso, resfriadas em uma faixa de temperatura de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais, obtendo assim uma chapa base para galvanização. Depois disso, a galvanização a quente é aplicada à chapa base. A chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento com maleabilidade excelente e propriedade de revestimento é obtida por este método de fabricação. No caso da produção da chapa de aço galvanizada a quente e recozida, adicionalmente, um tratamento de liga em um revestimento de zinco é aplicado depois que a galvanização a quente é aplicada. A chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento com maleabilidade excelente e propriedade de revestimento é obtida por este método de fabricação.

No caso da produção da chapa de aço galvanizada a quente conduzindo o aquecimento duas vezes, a placa de aço incluindo a composição química acima descrita é aquecida; depois disso, a placa de aço aque-

cida é laminada a quente em uma faixa de temperatura que corresponde a uma faixa de temperatura de acabamento de 850°C a 950°C, e resfriada com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menor (processo de laminação a quente); e depois, o aço resfriado é enrolado em
5 uma faixa de temperatura de 450°C a 750°C (processo de bobinamento). Depois, a chapa laminada a quente sendo decapada e depois desincrustada ou a chapa laminada a frio obtida por meio do processo de laminação a frio depois enrolada e desbastada são aquecidas uma vez a 800°C ou mais alto (processo de recozimento preliminar), e, depois de passar pelo resfriamento
10 e os processos de decapagem, são aquecidas novamente a 750°C ou mais alto (processo de recozimento principal); e depois, a chapa aquecida é resfriada em uma faixa de temperatura de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais, obtendo assim a chapa base para galvanização. Depois disso, a galvanização a quente é aplicada à chapa base. A
15 chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento com maleabilidade excelente e propriedade de revestimento é obtida por este método de fabricação. No caso da produção da chapa de aço galvanizada a quente e recozida, adicionalmente, o tratamento de liga do revestimento de zinco é aplicado depois que a galvanização a quente é
20 aplicada. A chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento com maleabilidade excelente e propriedade de revestimento é obtida por este método de fabricação.

As faixas de temperatura e os outros nos respectivos processos serão descritos abaixo.

25 Processo de Laminação a Quente.

O processo de laminação a quente inclui processos de laminação bruta e laminação de acabamento. A placa de aço depois de ser aquecida torna-se a chapa laminada a quente por meio da laminação grosseira e a laminação de acabamento. Quando uma temperatura de aquecimento de
30 placa excede 1300°C, a austenita é significativamente engrossada, e assim, as baixas de maleabilidade depois do recozimento. Entretanto, quando a temperatura de aquecimento de placa é mais baixa do que 1150°C, os defei-

tos, tais como bolhas e segregação na camada superficial da placa apenas podem ser escalados de, e fendas, aspereza, e assim por diante no aumento de superfície de chapa de aço no tamanho, desse modo levando a material defeituoso em alguns casos. Por essa razão, a temperatura de aquecimento de placa é preferivelmente 1150°C ou mais alto e 1300°C ou mais baixo. Quando a temperatura de acabamento excede 950°C, os grãos de austenita são excessivamente grossos, e assim, a baixa de maleabilidade depois do recozimento. Entretanto, quando a temperatura de acabamento é mais baixa do que 850°C, a placa é laminada na temperatura intercrítica, e assim, as tensões podem ser desigualmente introduzidas. Por essa razão, a formação da estrutura tipo banda é realçada, e o resto de estrutura tipo banda depois do recozimento causa uma redução da maleabilidade. Consequentemente, a temperatura de acabamento da laminação a quente é ajustada na faixa de temperatura de 850°C a 950°C.

Quando a taxa média de resfriamento depois da laminação de acabamento ao bobinamento excede 60°C/s, a forma de chapa significativamente piora, causando assim uma preocupação durante a laminação a frio ou o recozimento depois do resfriando. Entretanto, quando a taxa média de resfriamento é menor do que 7°C/s, a formação da estrutura tipo banda aumenta significativamente, e o resto de estrutura tipo banda depois do recozimento causa uma redução da maleabilidade. Consequentemente, a taxa média de resfriamento de depois da laminação de acabamento ao bobinamento é ajustada a 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menos, e preferivelmente a 9°C/s ou mais e 50°C/s ou menos.

Processo de Bobinamento.

Quando a temperatura de bobinamento durante o bobinamento da chapa laminada a quente depois da laminação a quente excede 750°C, os aumentos de espessura de escala, e a eficiência de decapagem piora. Além disso, uma situação ocorre na qual a taxa de resfriamento depois de bobinadas varia muito entre a extremidade dianteira, a porção central, e a extremidade traseira na direção longitudinal do rolo, ou a taxa de resfriamento depois de bobinadas varia muito entre as bordas e a porção central na

direção de largura do rolo. Assim, a variação em aumentos de qualidade materiais. Conseqüentemente, a temperatura de bobinamento é ajustada a 750°C ou mais baixo, e preferivelmente a 700°C ou mais baixo. Entretanto, uma temperatura de bobinamento excessivamente baixa causa a piora da laminabilidade a frio. Conseqüentemente, a temperatura de bobinamento é limitada a 450°C ou mais alta.

Decapagem e Processos de Laminação a Frio.

No processo de decapagem subsequente, as escamas pretas geradas na superfície são retiradas. As condições de decapagem não são particularmente limitadas. Conduzindo a laminação a frio depois da decapagem, é suficiente seguir um método convencional, e as condições do mesmo não são particularmente limitadas.

Processo de Recozimento Preliminar e Processo de Recozimento Principal.

No método de fabricação no qual o processo de recozimento preliminar e o processo de recozimento principal são executados, a chapa laminada é aquecida uma vez na faixa de temperatura de 800°C ou mais alto (recozimento preliminar) e resfriada antes de ser galvanizada a quente, e desse modo, tal como descrito acima, C e Mn concentrados na estrutura tipo banda pode ser dispersados. Com este método, a dupla fase de ferrita e martensita é eficientemente formada, e assim, a maleabilidade pode ser melhorada. Mais especificamente, a estrutura tipo banda é desbastada e finalmente dispersa aquecendo-se durante o recozimento preliminar, e desse modo, na microestrutura enfim obtida depois que o processo de recozimento principal é terminado, a espessura da estrutura tipo banda pode ser reduzida a um valor bastante pequeno para satisfazer a equação (1) dada acima, e a estrutura tipo banda pode ser finamente dispersada. Além disso, quando a chapa de aço é mantida no processo da galvanização a quente aplicada na linha de galvanização contínua a quente, ou, por exemplo, no processo de tratamento da liga aplicado depois disso, a concentração de C e Mn nos aumentos de fase de austenita, e assim, a fase de martensita pode ser dispersada em uma maneira desejável em uma base de ferrita. Este aqueci-

mento é preferivelmente conduzido na linha de recozimento contínuo.

Além disso, a maleabilidade pode ser adicionalmente, melhorada aplicando o recozimento preliminar. Mais especificamente, aquecendo uma vez a chapa laminada a 800°C ou mais alto e resfriando-a, a recristalização é facilitada, e a concentração de C e Mn na austenita também é facilitada, permitindo desse modo melhorar, adicionalmente, a maleabilidade. Embora não particularmente especificado, o limite superior da temperatura deve ser aproximadamente 950°C ou mais baixo do ponto de vista de eficiência operacional. Quando a taxa média de resfriamento depois do aquecimento no recozimento preliminar é menor do que 3°C/s, o Mn segrega novamente para formar a estrutura tipo banda em alguns casos. Por essa razão, a taxa média de resfriamento depois do aquecimento no recozimento preliminar é preferivelmente 3°C/s ou maior, e mais preferivelmente 5°C/s ou maior.

Quando o recozimento preliminar é conduzido sob as condições acima descritas, a temperatura de aquecimento no recozimento principal é suficiente ser 750°C ou mais alta porque a estrutura tipo banda é suprimida pelo recozimento preliminar. Entretanto, quando temperatura é menor do que 750°C, a austenita é insuficientemente formada, e uma quantidade desejada da martensita é difícil de ser obtida. Consequentemente, a temperatura de aquecimento no recozimento principal é ajustada a 750°C ou mais alto no caso da condução do recozimento preliminar. Embora não particularmente especificado, o limite superior da temperatura deve ser 850°C ou mais baixo porque exceder a temperatura de 850°C pode permitir elementos, tais como Cr, Mn, e Si de se concentrarem novamente na superfície, e assim, possam deteriorar a propriedade de revestimento. O é mais preferível que o limite superior de temperatura seja 825°C ou mais baixo.

Quando a taxa média de resfriamento de depois do recozimento principal na faixa de temperatura de 700°C a 550°C é menos do que 3°C/s, a ferrita e a perlita são excessivamente geradas durante o resfriando, e assim, a quantidade desejada da martensita não é obtida. Consequentemente, a taxa média de resfriamento de depois do recozimento principal na faixa de temperatura de 700°C a 550°C é ajustada a 3°C/s ou mais. Embora não par-

5 ticularmente especificado, o limite superior da taxa média de resfriamento seja preferivelmente de aproximadamente 100°C/s ou menor porque exceder a taxa média de resfriamento de 100°C/s pode piorar a forma de chapa devido ao encolhimento pelo calor rápido, e assim, pode causar problemas operacionais, tais como sinuosidade.

No caso da condução do recozimento preliminar, chapeando elementos inibem a propriedade, tais como Cr, Si, e Mn excessivamente concentram-se na superfície durante o recozimento principal, e desse modo, deteriorando a propriedade de revestimento. Desse modo, a camada concentrada da superfície tem de ser retirada por, por exemplo, decapagem depois o recozimento preliminar. Entretanto, se desincrustar pela decapagem é executado depois que o bobinamento depois da laminação a quente não tem nenhuma influência no efeito da presente invenção. Para melhorar o desempenho de filamento da linha de galvanização contínua a quente que executa um pós-processo, a laminação de têmpera pode ser executada durante um período depois do recozimento preliminar e antes da decapagem.

O processo de galvanização a quente é preferivelmente executado mergulhando a chapa de aço obtida pelos processos acima descritos em um banho de galvanização em uma temperatura na faixa de 440°C a 500°C, e depois ajuste da massa de revestimento, por exemplo, pela esfregação de gás. Além disso, quando o revestimento de zinco é em forma de liga, o revestimento de zinco é preferivelmente em forma de liga mantida em uma temperatura na faixa de 460°C a 580°C durante um segundo ou mais e 40 segundos ou menos. É preferível usar o banho de galvanização contendo 0,08 % em peso a 0,18 % em peso de Al da galvanização.

A laminação de têmpera pode ser aplicada a chapa de aço depois de ser submetida à galvanização a quente ou depois de ser, adicionalmente, submetida ao tratamento de liga do revestimento de zinco com o objetivo de, por exemplo, moldar o alisamento ou o ajuste da aspereza superficial. Os vários tipos do tratamento de revestimento, tais como revestimento de resina ou óleo, também podem ser aplicados.

Processo de Recozimento.

No método de fabricação no qual o processo de recozimento é executado, a chapa de aço é aquecida a uma alta temperatura de 800°C ou mais alto. Ajustar a temperatura de recozimento em 800°C ou mais alto elimina a segregação de C e elementos substituintes, tais como Mn que se concentram em um estado de tipo banda, e assim, a estrutura tipo banda é suprimida, resultando em uma melhora da maleabilidade. Depois de ser aquecida, a chapa de aço é resfriada na faixa de temperatura de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais. Quando a taxa média de resfriamento depois do aquecimento está na faixa de temperatura de 700°C a 550°C é menos do que 3°C/s, a ferrita e a perlita são excessivamente geradas durante o resfriando, e assim, a quantidade desejada da martensita não é obtida. Consequentemente, a taxa média de resfriamento de depois do aquecimento na faixa de temperatura de 700°C a 550°C é ajustada a 3°C/s ou mais. Embora não seja particularmente especificado, o limite superior da taxa média de resfriamento seja preferivelmente de aproximadamente 100°C/s ou menor porque exceder a taxa média de resfriamento de 100°C/s pode piorar a forma da chapa devido ao encolhimento rápido pelo calor, e assim, pode causar problemas operacionais, tais como sinuosidade. Observe que as condições da galvanização a quente e o tratamento de liga são os mesmos tal como os descritos acima.

Com o processo de recozimento descrito acima, é possível obter o mesmo efeito que no caso da execução do processo de recozimento preliminar e o processo de recozimento principal descrito acima, embora o aquecimento seja conduzido só uma vez.

25 Exemplos

A Tabela 1 mostra composições químicas (em % em peso) de exemplos da presente invenção de aço e exemplos comparativos que servem de amostras. A Tabela 2 mostra condições de fabricação dos exemplos da presente invenção e os exemplos comparativos. Observe que, nos itens abaixo da "Estrutura Restante (Tipo)" da Tabela 2, "B" significa a bainita, "P" para a perlita, "TM" significa martensita temperada, e "y" da austenita retida.

Tabela 1.

Aço	Composição Química (% em peso)													Observações			
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Ti		B	Ca	REM
A	0,085	0,01	1,93	0,011	0,002	0,044	0,0033	0,01	0,15	-	-	-	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
B	0,114	0,03	2,11	0,007	0,002	0,063	0,0038	0,02	0,20	0,02	-	0,02	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
C	0,067	0,02	1,60	0,014	0,004	0,035	0,0025	0,01	0,14	-	-	-	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
D	0,057	0,02	2,39	0,021	0,001	0,034	0,0033	0,01	0,08	-	0,1	-	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
E	0,058	0,04	2,03	0,015	0,007	0,038	0,0034	0,02	0,12	-	-	-	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
F	0,044	0,01	1,88	0,019	0,003	0,041	0,0022	0,03	0,16	-	-	0,1	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
G	0,076	0,02	1,52	0,008	0,002	0,033	0,0029	0,01	0,19	0,03	-	-	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
H	0,036	0,02	1,81	0,012	0,004	0,045	0,0032	0,01	0,19	-	-	-	-	0,003	-	-	Dentro do escopo da invenção

Tabela 1. -continuação-

Aço	Composição Química (% em peso)														Observações		
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Ti	B		Ca	REM
I	0,151	0,05	1,53	0,012	0,001	0,044	0,0032	0,03	0,17	0,02	-	-	0,04	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
J	0,074	0,02	1,51	0,008	0,001	0,031	0,0036	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	Fora do escopo da invenção
K	0,008	0,01	1,57	0,010	0,006	0,029	0,0027	0,03	0,08	-	-	-	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
L	0,069	0,01	0,73	0,014	0,004	0,024	0,0029	0,01	0,21	-	-	-	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
M	0,089	0,03	1,71	0,135	0,001	0,051	0,0035	0,03	0,09	-	-	-	-	-	-	-	Dentro do escopo da invenção
N	0,071	0,33	2,00	0,005	0,005	0,035	0,0036	0,32	0,11	-	-	-	-	-	0,001	-	Dentro do escopo da invenção
O	0,058	0,22	1,64	0,013	0,006	0,060	0,0028	0,49	0,02	-	-	-	-	-	-	0,001	Dentro do escopo da invenção
P	0,061	0,30	1,80	0,025	0,005	0,041	0,0031	0,85	0,02	-	-	-	-	-	-	-	Fora do escopo da invenção
Q	0,059	1,21	1,75	0,029	0,004	0,034	0,0034	0,31	0,01	-	-	-	-	-	-	-	Fora do escopo da invenção

Tabela 2.

Chapa de aço galvanizado Nº	Aço	Temp. de acabamento da laminação (°C)	Taxa média de resfriamento após laminação de acabamento até bobinamento (°C/s)	Temperatura do bobinamento da laminação a quente (°C)	Laminação a frio	Condições preliminares de recozimento	
						Temperatura de aquecimento (°C)	Taxa média de resfriamento (°C/s)
1		900	15	620	Realizado	-	-
2		900	15	620	Realizado	-	-
3		900	5	620	Realizado	800	5
4		900	15	620	Realizado	-	-
5		900	15	620	Realizado	820	1
6		900	15	620	Não Realizado	-	-
7		900	15	620	Não Realizado	820	5
8		1050	15	620	Não Realizado	820	5
9	A	750	15	620	Não Realizado	820	5
10	B	900	18	650	Realizado	850	10
11	C	900	12	650	Realizado	850	10
12		900	12	650	Realizado	850	10
13	D	900	10	650	Realizado	800	10
14		900	10	650	Realizado	740	10

Tabela 2.-continuação-

Chapa de aço galvanizado Nº	Aço	Temp. de acabamento da laminação (°C)	Taxa média de resfriamento após laminação de acabamento até bobinamento (°C/s)	Temperatura do bobinamento da laminação a quente (°C)	Laminação a frio	Condições preliminares de recozimento	
						Temperatura de aquecimento (°C)	Taxa média de resfriamento (°C/s)
15	E	900	15	600	Não Realizado	800	15
16		900	15	600	Não Realizado	-	-
17		900	15	600	Não Realizado	800	15
18	F	900	25	600	Realizado	840	8
19	G	900	22	580	Realizado	840	6
20	H	900	15	580	Realizado	820	4
21	I	900	17	580	Realizado	850	10
22	J	900	15	600	Realizado	880	10
23	K	900	15	600	Não Realizado	850	15
24	L	900	15	650	Realizado	800	10
25	M	900	15	630	Não Realizado	850	13
26	N	900	13	640	Realizado	820	15
27	O	900	13	650	Não Realizado	800	15
28	P	900	15	600	Realizado	820	15
29	Q	900	15	600	Realizado	820	15

Tabela 2.-continuação-

Chapa de aço galvanizado N°	Aço	Condições principais de recozimento	Tratamento da liga	Microestrutura	Observações	Razão diária da ferrita (%)	Razão diária da martensita (%)	Tamanho médio do grão do cristal de martensita (um)	Estrutura restante (Tipo)	
1		800	7	Realizado	84	12	3	B + P	Exemplo	
2		770	3	Realizado	82	9	4	B + P	Exemplo compara tivo	
3		760	8	Realizado	81	11	7	B	Exemplo compara tivo	
4		820	1	Realizado	88	0	-	P	Exemplo compara tivo	
5		780	5	Realizado	84	11	5	B	Exemplo	
6	A	800	7	Realizado	85	12	4	B + P	Exemplo	
7		760	5	Realizado	83	13	3	B	Exemplo	
8		760	5	Realizado	80	14	8	B	Exemplo compara tivo	

Tabela 2.-continuação-

Chapa de aço galvanizado Nº	Aço	Condições principais de recozimento		Tratamento da liga	Microestrutura	Observações	Razão diária da ferrita (%)	Razão diária da martensita (%)	Tamanho médio do grão do cristal de martensita (µm)	Estrutura restante (Tipo)	
		Temperatura de aquecimento (°C)	de resfriamento (°C/s)								
9		760	5		Realizado	78	16	7	B	Exemplo compara tivo	
10	B	800	3		Não Realizado	79	17	4	B	Exemplo	
11	C	800	9		Não Realizado	77	14	3	B	Exemplo	
12		800	1		Não Realizado	85	1	1	P	Exemplo compara tivo	
13	D	800	4		Realizado	79	15	3	B	Exemplo	
14		780	4		Realizado	80	15	3	B	Exemplo compara tivo	
15	E	750	6		Não Realizado	81	14	3	B	Exemplo	
16		800	7		Realizado	84	10	4	B	Exemplo	
17		700	6		Não Realizado	78	0	-	TM + P	Exemplo compara tivo	
18	F	810	7		Não Realizado	80	14	3	B	Exemplo	
19	G	800	10		Não Realizado	83	13	4	B	Exemplo	
20	H	760	8		Realizado	81	13	2	B	Exemplo	
21	I	820	12		Não Realizado	73	18	5	B	Exemplo	

Tabela 2.-continuação-

Chapa de aço galvanizado Nº	Aço	Condições principais de recozimento		Tratamento da liga	Microestrutura	Observações	Razão diária da ferrita (%)	Razão diária da martensita (%)	Tamanho médio do grão do cristal de martensita (µm)	Estrutura restante (Tipo)	
		Temperatura de aquecimento (°C)	de resfriamento (°C/s)								
22	J	800	5	5	Realizado	84	2	2	2	B + P	Exemplo compara tivo
23	K	760	7	7	Não Realizado	91	1	1	1	B + P	Exemplo compara tivo
24	L	800	4	4	Realizado	82	3	3	2	B + P	Exemplo compara tivo
25	M	780	7	7	Realizado	79	15	15	2	B	Exemplo compara tivo
26	N	800	3	3	Não Realizado	80	16	16	4	B	Exemplo
27	O	800	4	4	Não Realizado	79	14	14	2	B	Exemplo
28	P	800	4	4	Realizado	80	15	15	4	B	Exemplo compara tivo
29	Q	800	4	4	Realizado	82	16	16	4	B + Y	Exemplo compara tivo

No exemplo presente, cada uma das placas continuamente mol-
dadas incluindo as composições químicas mostradas na Tabela 1 e uma
espessura de 220 mm foi aquecida a 1200°C sob as condições de fabrica-
ção mostradas na Tabela 2, e, depois de ser grosseiramente laminado em
5 dois passos, foi enrolado como um rolo laminado a quente da espessura de
2,3 mm por uma laminação de acabamento com sete quadros. Então, depois
da decapagem subsequente, uma parte do rolo laminado a quente foi lami-
nada a frio em uma espessura de 1,0 mm. Depois disso, uma parte de cada
um do rolo laminado a quente e o rolo laminado a frio assim obtido foi reco-
10 zida sob as condições de fabricação mostradas na Tabela 2 na linha de re-
cozimento contínuo, e, depois de ser decapado, foi submetido ao recozimen-
to (recozimento principal) e à galvanização, bem como ao tratamento de liga,
na linha de galvanização contínua a quente. Algumas chapas de aço não
foram preliminarmente recozidas, mas submetidas ao recozimento e à gal-
15 vanização, bem como o tratamento de liga, sob as condições de fabricação
mostradas na Tabela 2 na linha de galvanização contínua a quente. Aqui, no
processo de galvanização, as chapas de aço foram mergulhadas no banho
de galvanização em uma temperatura de 460°C e cobertas com revesti-
mento dos dois lados com uma massa de revestimento de 35 g/m² a 45 g/m². No
20 caso da aplicação do tratamento de liga, o revestimento de zinco foi em for-
ma de liga em uma temperatura de 480°C a 540°C, e as chapas de aço fo-
ram resfriadas a uma temperatura ambiente com uma taxa média de resfri-
amento de 10°C/s depois da galvanização ou o tratamento de liga.

Cada uma das chapas de aço obtidas tal como descrito acima foi
25 usada como uma amostra para avaliar as propriedades mecânicas, a propri-
idade de revestimento, a tratabilidade de liga, e a soldabilidade a ponto. A
Tabela 3 mostra os resultados.

Tabela 3.

Chapa de aço galvanizada nº	Tb/T	YS (MPa)	TS (MPa)	EL (%)	YR (%)	TS x EL (MPa %)	Propriedade do revestimento	Tratabilidade da viga	Soldabilidade a ponto	Observações
1	0,003	372	600	32	62	19200	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo
2	0,008	418	588	26	71	15288	Bom	Bom	Excelente	Exemplo comparativo
3	0,007	418	572	27	73	15444	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo comparativo
4	0,003	404	493	28	82	13804	Bom	Bom	Excelente	Exemplo comparativo
5	0,005	389	570	29	68	16530	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo
6	0,003	378	605	30	62	18150	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo
7	0,003	346	591	33	59	19503	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo
8	0,006	425	599	25	71	14975	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo comparativo
9	0,008	459	611	24	75	14664	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo comparativo
10	0,003	370	630	30	59	18900	Excelente	-	Excelente	Exemplo
11	0,002	342	595	31	57	18445	Excelente	-	Excelente	Exemplo
12	0,002	432	541	27	80	14607	Excelente	-	Excelente	Exemplo comparativo
13	0,005	344	590	32	58	18880	Bom	Excelente	Excelente	Exemplo
14	0,007	435	596	25	73	14900	Bom	Excelente	Excelente	Exemplo comparativo

Tabela 3.-continuação-

Chapa de aço galvanizada nº	Tb/T	YS (MPa)	TS (MPa)	EL (%)	YR (%)	TS x EL (MPa %)	Propriedade do revestimento	Tratabilidade da viga	Soldabilidade a ponto	Observações
15	0,004	365	561	31	65	17391	Excelente	-	Excelente	Exemplo
16	0,004	332	544	32	61	17408	Bom	Bom	Excelente	Exemplo
17	0,004	433	513	22	84	11286	Excelente	-	Excelente	Exemplo comparativo
18	0,003	330	594	31	56	18414	Excelente	-	Excelente	Exemplo
19	0,003	335	602	31	56	18662	Excelente	-	Excelente	Exemplo
20	0,002	355	637	29	56	18473	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo
21	0,005	428	662	26	65	17212	Excelente	-	Excelente	Exemplo
22	0,001	424	580	28	73	16240	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo comparativo
23	0,001	366	480	28	76	13440	Excelente	-	Excelente	Exemplo comparativo
24	0,003	349	488	26	72	12688	Excelente	Excelente	Excelente	Exemplo comparativo
25	0,002	441	638	25	69	15950	Bom	Bom	Pobre	Exemplo comparativo
26	0,004	401	652	32	62	20864	Bom	-	Excelente	Exemplo
27	0,002	353	639	30	55	19170	Bom	-	Excelente	Exemplo
28	0,003	368	619	31	59	19189	Pobre	Bom	Excelente	Exemplo comparativo
29	0,002	395	679	32	58	21728	Pobre	Pobre	Excelente	Exemplo comparativo

As propriedades mecânicas determinadas pela prova elástica foram avaliadas de acordo com JIS Z 2241 (2011). Stress de rendimento YS, a resistência à tração TS, e o alongamento total EL foram medidos, e o valor da proporção de rendimento YR e TSxEL (equilíbrio de TSxEL) foi determinado. A estrutura da chapa de aço foi observada com o mesmo método tal como descrito acima, e assim, a proporção da área de ferrita, a proporção da área da martensita, e o tamanho médio do grão do cristal da martensita foi obtido. Além disso, a direção de espessura média da estrutura tipo banda na espessura de lâmina foi medida, e a proporção Tb/T da média de espessura de espessura Tb da estrutura tipo banda à chapa T foi determinado.

A propriedade de revestimento é taxada como "excelente" quando não existe nenhum sem-revestimento, como "bom" quando existe um leve sem-revestimento, mas o nível do mesmo é aceitável, e como "pobre" quando existe muito sem-revestimento, e foi avaliado pela observação visual. A tratabilidade de liga é taxada como "excelente" quando não existe desigualdade de liga, como "bom" quando existe uma liga ligeiramente desigual mas o nível disso é aceitável, e como "pobre" quando existe muita desigualdade da liga, e foi avaliada pela observação visual. A soldabilidade a ponto foi avaliada conduzindo um teste de tensão cisalhante de uma união soldada a ponto de acordo com a JIS Z 3136 (1999). Assumindo uma tensão cisalhante de 6700 N como a resistência limite inferior, a soldabilidade a ponto é taxada como "excelente" quando a resistência à tensão cisalhante é igual a ou maior do que a resistência limite inferior, e como "pobre" quando a resistência à tensão cisalhante é menor do que a resistência limite inferior.

Como mostrado na Tabela 3, o aço dos exemplos da presente invenção foi avaliado como se segue. A proporção de rendimento YR foi baixa; o equilíbrio de TSxEL foi bom; e, a propriedade de revestimento, a tratabilidade de liga, e a soldabilidade a ponto também foram boas.

Tal como descrito acima, de acordo com a presente invenção, os teores de elementos, tais como Mn e as condições de fabricação são controlados, e desse modo, a estrutura tipo banda pode ser desbastada a uma espessura adequada e finamente dispersada. Desse modo, a martensita

pode ser dispersada de uma maneira desejável em uma base de ferrita. Além disso, por exemplo, a proporção da área da martensita pode ser corretamente ajustada. Consequentemente, quando a galvanização a quente é aplicada, ou mesmo quando o tratamento de liga é adicionalmente aplicado, em uma instalação, tal como a linha de galvanização contínua a quente, é possível fornecer de maneira estável a chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento e a chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, cada uma das quais tendo uma alta resistência e uma baixa razão de rendimento e sobressaindo em maleabilidade e propriedade de revestimento, e é também possível fornecer de maneira estável o método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento e o método para a produção da chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento. Mais especificamente, é possível fornecer a chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento etc., que tem a boa propriedade de revestimento satisfazendo, como um indicador que representa a resistência, a proporção de rendimento, e a maleabilidade, as condições nas quais a proporção de rendimento YR é 70% ou menos e o valor de TSxEL é 16.000 Mpa.%, ou mais.

A presente invenção é particularmente conveniente para o uso como chapas de aço automóveis usadas, por exemplo, para painéis interiores e painéis exteriores de um chassi do veículo automotivo. Aplicando a presente invenção às chapas de aço automotivo pode-se levar à redução do peso e à fortificação de membros estruturais automotivos, e pode contribuir para a conservação ambiental global pela melhora no consumo de combustível e assegurando a segurança dos ocupantes.

A modalidade da presente invenção foi descrita acima. Entretanto, a presente invenção não está limitada pela descrição que constitui uma parte da divulgação da presente invenção pela modalidade. Isto é, outras modalidades, exemplos, técnicas operacionais, e assim por diante, que são feitos baseados na presente modalidade pelos versados na técnica estão

todas incluídas no escopo da presente invenção. Por exemplo, nas séries de tratamento térmico no método de fabricação descrito acima, é suficiente satisfazer as condições em relação a, por exemplo, as faixas de variação de temperatura nos respetivos processos, e as instalações para aplicação do

5 tratamento térmico, por exemplo, não são particularmente limitadas.

REIVINDICAÇÕES

1. Chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento compreendendo:

5 - como composição química, em %, em peso, 0,03 % a 0,20 % de C, 1,0 % ou menos de Si, mais de 1,5 % a 3,0 % de Mn, 0,10 % ou menos de P, 0,05 % ou menos de S, 0,10 % ou menos de Al, 0,010 % ou menos de N, 0,5 % ou menos de Cr, e 0,01 % a 0,50 % de Mo, e equilibrado com o Fe como impureza inevitável; e

10 - uma estrutura compreendendo uma ferrita e uma segunda fase como uma microestrutura, em que

- a ferrita tem uma proporção da área de 50 % ou mais, e a segunda fase compreende a martensita cuja proporção da área está na faixa de 7 % a menos de 25 %, e a espessura de uma estrutura tipo banda formada pela segunda fase satisfaz a seguinte equação (1):

15
$$T_b/T \leq 0,005 \quad (1)$$

(em que T_b é a espessura média da estrutura tipo banda em uma direção de espessura de lâmina e T é uma espessura de lâmina).

2. Chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, de acordo com a reivindicação 1, em que a martensita tem um tamanho médio do grão do cristal de 1 μm a 8 μm .

3. Chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, também compreendendo como composição química, em %, em peso, pelo menos um tipo do elemento selecionado entre 0,001 % a 1,0 % de Cu, 0,001 % a 1,0 % de Ni, 0,001 % a 1,0 % de V, e 0,0003 % a 0,0050 % de B.

4. Chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, também compreendendo como composição química, em % em peso, 0,005 % a 0,050 % de Ti.

30 5. Chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, também compreendendo como composição química, em % em pe-

so, 0,001 % a 0,005 % de Ca e/ou 0,001 % a 0,005 % de REM.

6. Chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento em que um revestimento de zinco da chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5 é um revestimento de zinco em forma de liga.

7. Método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, o método compreendendo:

- 10 - aquecer uma placa de aço incluindo a composição química como definida em qualquer uma das reivindicações de 1 a 5;
- laminar a quente a placa de aço aquecida em uma temperatura de acabamento na faixa de 850°C a 950°C;
- resfriar o aço laminado a quente com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menos;
- 15 - embobinar o aço resfriado a uma temperatura na faixa de 450°C a 750°C;
- aquecer a chapa laminada a quente obtida ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio depois do bobinamento a uma temperatura de 800°C ou mais alta;
- 20 - resfriar a chapa aquecida a uma temperatura na faixa de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais; e
- aplicar a galvanização a quente na chapa resfriada.

8. Método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento, o método compreendendo:

- 25 - aquecer uma placa de aço incluindo a composição química como definida em qualquer uma das reivindicações de 1 a 5;
- laminar a quente a placa de aço aquecida em uma temperatura de acabamento na faixa de 850°C para 950°C;
- 30 - resfriar o aço laminado a quente com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menos;

- embobinar o aço resfriado a uma temperatura na faixa de 450°C a 750°C;
 - aquecer uma vez a chapa laminada a quente obtida ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio
 - 5 depois do bobinamento a 800°C ou mais alto;
 - aquecer novamente a chapa a 750°C ou mais alto depois de passar por resfriamento e decaagem;
 - resfriar a chapa aquecida a uma temperatura na faixa de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais; e
 - 10 - aplicar a galvanização a quente à chapa resfriada.
9. Método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, o método compreendendo:
- aquecer uma placa de aço incluindo a composição química
 - 15 como definida em qualquer uma das reivindicações de 1 a 5;
 - laminar a quente a placa de aço aquecida em uma temperatura de acabamento na faixa de 850°C a 950°C;
 - resfriar o aço laminado a quente em uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menos;
 - 20 - embobinar o aço resfriado a uma temperatura na faixa de 450°C a 750°C;
 - aquecer a chapa laminada a quente obtida ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio depois do bobinamento a 800°C ou mais alto;
 - 25 - resfriar a chapa aquecida a uma temperatura na faixa de 700°C a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais;
 - aplicar a galvanização a quente para fornecer um revestimento de zinco na chapa; e
 - aplicar um tratamento de liga ao revestimento de zinco.
 - 30
10. Método para a produção de uma chapa de aço galvanizada a quente e recozida de alta resistência com baixa razão de rendimento, o método compreendendo:

- aquecer uma placa de aço incluindo a composição química como definida em qualquer uma das reivindicações de 1 a 5;
 - laminar a quente a placa de aço aquecida em uma temperatura de acabamento na faixa de 850°C a 950°C;
- 5
- resfriar o aço laminado a quente com uma taxa média de resfriamento de 7°C/s ou mais e 60°C/s ou menos;
 - embobinar o aço resfriado a uma temperatura na faixa de 450°C a 750°C;
- 10
- aquecer uma vez a chapa laminada a quente obtida ou uma chapa laminada a frio obtida por meio de um processo de laminação a frio depois do bobinamento a 800°C ou mais alto;
 - aquecer novamente a chapa a 750°C ou mais alto depois de passar por resfriamento e decapagem;
 - resfriar a chapa aquecida a uma temperatura na faixa de 700°C
- 15
- a 550°C com uma taxa média de resfriamento de 3°C/s ou mais;
 - aplicar a galvanização a quente para fornecer um revestimento de zinco na chapa; e
 - aplicar um tratamento de liga ao revestimento de zinco.

RESUMO

Patente de Invenção: "CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE E RECOZIDA DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO, E MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA A QUENTE E RECOZIDA DE ALTA RESISTÊNCIA COM BAIXA RAZÃO DE RENDIMENTO".

A presente invenção refere-se a uma chapa de aço galvanizada a quente de alta resistência com baixa razão de rendimento inclui como composição química, em % em peso, 0,03 % a 0,20 % de C, 1,0 % ou menos de Si, mais de 1,5 % a 3,0 % de Mn, 0,10 % ou menos de P, 0,05 % ou menos de S, 0,10 % ou menos de Al, 0,010 % ou menos de N, 0,5 % ou menos de Cr, e 0,01 % a 0,50 % de Mo, e equilibrando com o Fe com impureza inevitável, e também inclui uma estrutura incluindo uma ferrita e uma segunda fase. A ferrita tem uma proporção da área de 50 % ou mais, e a segunda fase inclui a martensita cuja proporção da área está na faixa de 7 % a menos de 25 %. A espessura de uma estrutura tipo banda formada pela segunda fase satisfaz a equação predeterminada.