



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

(21) PI 0719104-9 A2



* B R P I 0 7 1 9 1 0 4 A 2 *

(22) Data de Depósito: 21/11/2007

(43) Data da Publicação: 08/07/2014
(RPI 2270)

(51) Int.Cl.:

C22C 38/00

C21D 9/46

C22C 38/06

C23C 2/12

(54) Título: CHAPA DE AÇO TENDO ALTA
INTEGRAÇÃO DO PLANO {222} E MÉTODO PARA
PRODUÇÃO DA MESMA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 21/11/2006 JP 2006-314240

(73) Titular(es): Nippon Steel Corporation

(72) Inventor(es): Hiroaki Sakamoto, Tooru Inaguma, Youji
Mizuhara

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

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007072997 de 21/11/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/062901 de
29/05/2008

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"CHAPA DE AÇO TENDO ALTA INTEGRAÇÃO DO PLANO {222} E MÉTODO PARA PRODUÇÃO DA MESMA"**.

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção refere-se a uma chapa de aço excelente em capacidade de estampagem profunda, capacidade de conformação por pressão, capacidade de perfuração, e outras capacidades de trabalho e a um método para produção da chapa de aço.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

10 Para chapas de aço para automóveis ou para aparelhos eletrodomésticos, em adição às necessidades de maior resistência e menor peso, é necessária uma excelente capacidade de trabalho em conformação por prensagem e outros processos de trabalho sem provocar fraturas ou rugas.

15 A capacidade de trabalho da chapa de aço depende da textura da fase α -Fe ou da fase δ -Fe. Em particular, aumentando-se a integração do plano {222} dos cristais na superfície da chapa de aço, é possível melhorar a capacidade de trabalho. Por essa razão, vários métodos foram propostos para controlar a textura para aumentar a capacidade de trabalho do aço.

20 A Publicação de Patente Japonesa (A) nº 6-2069 descreve uma chapa de aço laminada a frio de alta resistência e uma chapa de aço galvanizada por imersão a quente onde as quantidades de Si, Mn, e P são controladas com base em uma relação fixa com as intensidades de difração de raios X dos planos {222} e dos planos {200} paralelos à superfície da chapa de aço de modo a garantir a capacidade de estampagem profunda.

25 A Publicação de Patente Japonesa (A) nº 8-13081 descreve uma chapa de aço laminada a frio de alta resistência para uso em esmaltagem e um método para produção da mesma onde a quantidade de Nb é definida pela quantidade de C e, além disso, as condições de laminação a quente e de laminação a frio são definidas de modo a controlar a textura (111).

30 A Publicação de Patente Japonesa (A) nº 10-18011 descreve uma chapa de aço galvanizada por imersão a quente e um método para produção da mesma onde quando, entre as intensidades de difração de raios X,

a razão de intensidade do plano {200} e da intensidade do plano {222}, isto é, $I(200)/I(222)$, torna-se menor que 0,17, não há mais uma tendência longa como defeitos na superfície de revestimento e onde quando a temperatura final de laminação a quente é feita $A_{r3}+30^{\circ}\text{C}$ ou mais, a razão de intensidade de difração de raios X $I(200)/I(222)$ torna-se menor que 0,17.

A Publicação de Patente Japonesa (A) nº 11-350072 descreve uma chapa de aço laminada a frio com carbono muito baixo com um teor de C no aço de 0,01% ou menos que, quando o tamanho de partícula da ferrita na parte da camada de superfície responsável por 1/10 da espessura total da superfície da chapa de aço for $\underline{a}$ e o tamanho de partícula da ferrita na camada interna responsável por 1/2 da espessura total centrada no centro da espessura é $\underline{b}$, satisfaz $a-b \leq 0,5$, $a \geq 7,0$, e $b \leq 7,5$ e o qual, se controlar-se a razão $I(222)/I(200)$ de intensidades de difração de raios X do plano {222} e do plano {200} para ser 5,0 ou mais na parte a 1/15 da espessura total da chapa partir da superfície da chapa de aço e ser 12 ou mais na parte central da espessura da chapa de aço, é possível reduzir o estado de descascamento tipo "casca de laranja" da chapa de aço no momento da conformação por pressão.

Dessa forma, no passado, para melhorar a capacidade de trabalho de uma chapa de aço, foi desenvolvida a técnica de aumentar a integração do plano {222} da fase αFe ou da fase γFe . Isto foi usado para otimizar os ingredientes da chapa de aço, as condições de laminação, as condições de temperatura, etc.

Além disso, a Publicação de Patente Japonesa (A) nº 2006-144116 descreve uma chapa de aço de alto teor de Al tendo um teor de Al de 6.5% em massa a 10% em massa onde a integração do plano {222} dos cristais αFe é feita 60% a 95% ou a integração do plano {200} é feita 0,01% a 15% de modo a melhorar a capacidade de trabalho.

Além disso, a publicação acima descreve um método para aumentar a integração dos planos específicos na chapa de aço com alto teor de Al compreendendo o tratamento da superfície da chapa de aço matriz tendo um teor de Al de 3,5% em massa a menos de 6,5% em massa por

revestimento de Al por imersão a quente para depositar liga de Al, laminação a frio, e então executando-se o tratamento térmico de difusão.

Além disso, quando se perfura uma chapa de aço, busca-se um pequeno tamanho das rebarbas formadas na seção transversal como um aspecto da capacidade de trabalho, então no passado vários métodos foram propostos para suprimir a formação de rebarbas.

A Publicação de Patente Japonesa (A) nº 3-277739 descreve uma chapa de aço endurecida em sua superfície de modo a tornar as rebarbas formadas no momento de aparar extremamente pequenas e dar uma distribuição de dureza suave internamente à chapa de aço de modo a evitar a redução da capacidade de conformação por pressão. Especificamente, é descrita a chapa de aço tendo um valor r (valor Rankford) de 1,7 a 2 e tendo uma altura de rebarba no momento da perfuração de 12 a 40 μm .

A Publicação de Patente Japonesa (A) nº 8-188850 descreve uma chapa de aço laminada a frio compreendida de aço de carbono muito baixo ao qual é adicionado S em uma quantidade de 0,003 a 0,03% de modo a satisfazer uma fórmula fixa e aumentar a capacidade de estampagem profunda e a capacidade de perfuração. Especificamente, é descrita uma chapa de aço tendo um valor r de 2,2 a 2,6 e uma altura de rebarba no momento da perfuração de 30 a 80 μm .

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Conforme explicado acima, no passado, foram desenvolvidas técnicas para otimizar os ingredientes da chapa de aço, as condições de laminação, as condições de temperatura, etc. de modo a aumentar a integração do plano {222} da fase αFe ou da fase γFe . Foram alcançadas necessidades de melhoria da capacidade de trabalho da chapa de aço.

Entretanto, atingir necessidades mais sofisticadas é difícil com a técnica anterior. Uma nova perspectiva é necessária.

Isto é, em uma chapa de aço com uma integração do plano {222} de extensão convencional, a capacidade de perfuração torna-se pobre no processo de trabalho. Além disso, a capacidade de fluxo plástico necessária em conformações por pressão complicadas é insuficiente. Não foi

possível atingir as necessidades de trabalho mais sofisticadas ou uma maior eficiência do processo de trabalho.

Especificamente, a chapa de aço acima teve o problema de formação de rebarbas na seção transversal no momento da perfuração e a necessidade de um processo de chanframento para remover as rebarbas formadas.

Além disso, a chapa de aço acima teve o problema de deslizamento da chapa de aço com a superfície do molde no momento da conformação por pressão em um molde complicado e, portanto, a incapacidade para produzir formas mais complicadas que no passado.

A chapa de aço descrita na Publicação de Patente Japonesa (A) nº 2006-144116 tem uma integração do plano {222} para aumentar a capacidade de trabalho maior que no passado e tem capacidade de trabalho suficiente para formar laminas para formar uma estrutura do tipo favo de mel, mas tem um grande teor de Al, então não pode ser usada como usualmente processando o uso da chapa de aço para trabalhos sofisticados ou para uma maior eficiência do processo de trabalho.

Além disso, os métodos descritos nas Publicação de Patente Japonesa (A) nº 6-2069, Publicação de Patente Japonesa (A) nº 8-13081, Publicação de Patente Japonesa (A) nº 10-18011, e Publicação de Patente Japonesa (A) nº 11-350072 permitem a integração dos planos {222} até uma certa razão, mas há limites para a melhoria da integração do plano apenas com o ajuste dos ingredientes e condições no recozimento e outros processos convencionais.

No método descrito na Publicação de Patente Japonesa (A) nº 2006-144116, o processo convencional é aumentado por uma etapa de deposição de uma liga de Al na superfície matriz por imersão a quente de Al de modo a aumentar a integração do plano {222}.

Entretanto, o método acima é um método que melhora a integração do plano {222} apenas quando se usa uma matriz tendo um teor de Al de 3,5% em massa a menos de 6,5% em massa. Se se aplicar apenas esse método a uma chapa de aço com um baixo teor de Al, é difícil aumentar ou

diminuir a integração de planos específicos.

Além disso, os métodos descritos nas Publicação de Patente Japonesa (A) nº 3-277739 e Publicação de Patente Japonesa (A) nº 8-188850 tiveram sucesso na redução da formação das rebarbas que acompanham a perfuração até uma certa extensão, mas não alcançaram o ponto de permitir a eliminação da etapa de chanframento para remover as rebarbas.

Portanto, os inventores estudaram a técnica para revestimento ou tratamento da superfície da chapa de aço para controlar a textura posterior. A presente invenção tem como seu objetivo o fornecimento de uma "chapa de aço com teor de Al de menos de 6,5% em massa" excelente em capacidade de trabalho tendo um nível alto sem precedentes de integração do plano {222} e livre da formação de rebarbas na seca transversal no momento da perfuração.

Além disso, a presente invenção tem como seu objetivo o fornecimento de um método para produção para produzir uma "chapa de aço com teor de Al de menos de 6,5% em massa" tendo um valor alto sem precedentes de integração do plano {222}.

Os inventores descobriram que na chapa de aço com um teor de Al de menos de 6,5% em massa, se (x1) se fizer a integração do plano {222} dos cristais de Fe uma faixa específica alta e/ou (x2) se fizer a integração do plano {200} dos cristais de Fe uma faixa específica baixa, nenhuma rebarba se forma na seção transversal no momento da perfuração e uma excelente capacidade de trabalho sem precedentes é obtida.

Além disso, os inventores descobriram que, como técnicas para efetivamente integrar planos de cristal específicos por uma alta razão na chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa, (y1) depositar uma segunda camada na superfície de uma chapa de aço matriz tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa (a chapa de aço matriz sendo referida como "primeira camada" e a camada fornecida em sua superfície sendo referida como "segunda camada"), e então tratando-se termicamente esta para integrar os planos de cristal específicos a um alto nível, fazendo-se

o teor de Cr na chapa de aço matriz 12% em massa ou menos em também, (y2) depositar uma segunda camada em uma chapa de aço matriz tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa, então laminando a frio, e então remover a segunda camada e executar o tratamento térmico foram eficazes.

5 Abaixo, a essência da presente invenção será descrita.

(1) Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} compreendido de uma chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa, caracterizado por um ou ambos entre:

10 (1) uma integração do plano {222} de um ou ambos entre uma fase αFe e uma fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e,

(2) uma integração do plano {200} de um ou ambos entre uma fase αFe e uma fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

15 (2) Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} compreendendo uma chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa em pelo menos uma superfície da qual uma segunda camada é depositada, caracterizada por um ou ambos entre:

20 (1) uma integração do plano {222} de uma ou ambas entre uma fase αFe e uma fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

(2) uma integração do plano {200} de uma ou ambas entre uma fase αFe e uma fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

25 (3) Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} compreendendo uma chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa em pelo menos uma superfície da qual uma segunda camada é formada e tendo a segunda camada e a chapa de aço parcialmente ligadas, caracterizada por um ou ambos entre:

30 (1) uma integração do plano {222} de uma ou ambas entre a fase αFe e a fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

(2) uma integração do plano {200} de uma ou ambas entre uma fase αFe e uma fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

(4) Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} compreendendo uma chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa em pelo menos uma superfície da qual uma segunda camada é depositada e ligada com a chapa de aço, caracterizada por uma ou ambas entre:

(1) uma integração do plano {222} de uma ou ambas entre uma fase αFe e uma fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

(2) uma integração do plano {200} de uma ou ambas entre uma fase αFe e uma fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

(5) Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (1) a (4) caracterizado pelo fato de que a mencionada integração do plano {222} é 60% a 95%.

(6) Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (2) a (5) caracterizado pelo fato de que a mencionada segunda camada contém pelo menos um elemento entre Fe, Al, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr.

(7) Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (1) a (6) caracterizado pelo fato de que a espessura da chapa de aço é de 5 μm a 5 mm.

(8) Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer uma dos itens (2) a (7) caracterizado pelo fato de que a espessura da segunda camada é 0,01 μm a 500 μm .

(9) Um método para produção de uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} tendo

(a) uma etapa de deposição de uma segunda camada em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos

de 6,5% em massa servindo como matriz,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada,

(c) uma etapa de remover a segunda camada da chapa de
5 aço laminada a frio, e

(d) uma etapa de tratamento térmico da segunda camada da qual a segunda camada foi removida para fazer a chapa de aço recristalizar.

(10) Um método para produção de chapa de aço tendo uma
10 alta integração do plano {222} tendo

(a) uma etapa de depositar uma segunda camada em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa servindo como matriz,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a
15 segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para fazer a chapa de aço recristalizar,

(d) um teor de Al da chapa de aço recristalizada sendo menor que 6,5% em massa.

(11) Um método para produção da chapa de aço tendo uma
20 alta integração do plano {222} tendo:

(a) uma etapa de depositar uma segunda camada em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa servindo como matriz,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a
25 segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para ligar parte da segunda camada e fazer a chapa de aço recristalizar.

(d) um teor de Al da chapa de aço ligada e recristalizada
30 sendo menos de 6,5% em massa.

(12) Um método para produção da chapa de aço tendo uma

alta integração do plano {222} tendo:

(a) uma etapa de depositar uma segunda camada em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa servindo como matriz,

5 (b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para ligar a segunda camada e fazer a chapa de aço recristalizar,

(d) um teor de Al da chapa de aço sendo menor que 6,5%
10 em massa.

(13) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (12), o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado pelo controle para obter
15 um ou ambos entre:

(1) uma integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

(2) uma integração do plano {200} de uma ou de ambas as
20 fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

(14) Um método para produção de uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (12), o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado pelo controle para
25 obter um ou ambos entre:

(1) uma integração do plano {222} de um ou ambos entra uma fase αFe e uma fase γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 95% e

(2) uma integração do plano {200} de uma ou ambas as fa-
30 ses αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

(15) Um método para produção d uma chapa de aço tendo

uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (12), o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado pelo fato de que a segunda camada contém pelo menos um elemento entre Fe, Al, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr.

(16) Um método para produção de uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado por ter

(a) uma etapa de depositar em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa servindo como matriz uma segunda camada de um ou mais elementos entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada,

(c) uma etapa de remover a segunda camada da chapa de aço laminada a frio, e

(d) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço da qual a segunda camada foi removida para fazer a chapa de aço recristalizar.

(17) Um método para produção de uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado por ter

(a) uma etapa de depositar em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa e servindo como matriz de uma segunda camada de um ou mais elementos entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para fazer a chapa de aço recristalizar.

(18) Um método para produção de uma chapa de aço tendo

uma alta integração do plano {222}, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado por ter

(a) uma etapa de depositar em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% e servindo como matriz uma segunda camada de um ou mais elementos entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada,

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para ligar parte da segunda camada e fazer a chapa de aço recristalizar.

(19) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado por ter

(a) uma etapa de depositar em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa servindo como matriz uma segunda camada de um ou mais elementos entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para ligar a segunda camada e fazer a chapa de aço recristalizar.

(20) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (19) caracterizado pelo fato de que a espessura da chapa de aço servindo como matriz é de 10 μm to 10 mm.

(21) Um método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (19) caracterizado pelo fato de que a espessura da segunda camada é 0,05 μm a 1000 μm .

(22) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (19) caracterizado por, antes de depositar a mencionada segunda camada, fazer o tratamento de pré-aquecimento da chapa de aço.

5 (23) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado no item (22) caracterizado pelo fato de que a temperatura do mencionado tratamento de pré-aquecimento é de 700 a 1100°C.

10 (24) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado no item (22) ou (23) caracterizado pelo fato de que a atmosfera do mencionado tratamento de pré-aquecimento é pelo menos uma entre vácuo, uma atmosfera de gás inerte, e uma atmosfera de hidrogênio.

15 (25) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (19) caracterizado pelo fato de que a mencionada etapa de depositar a segunda camada na chapa de aço é por eletro galvanização.

20 (26) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (19) caracterizado pelo fato de que a mencionada etapa de depositar a segunda camada na chapa de aço é por revestimento com cilindro.

25 (27) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (19) caracterizado pelo fato de que a taxa de redução na mencionada etapa de laminação a frio é de 30% a 95%.

30 (28) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos itens (9) a (19) caracterizado pelo fato de que a temperatura do tratamento térmico na mencionada etapa de tratamento térmico é de 600°C a 1000°C e o tempo de tratamento térmico é de 30 segundos ou mais.

(29) Um método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} conforme apresentado em qualquer um dos

itens (9) a (19) caracterizado pelo fato de que a temperatura do tratamento térmico na mencionada etapa de tratamento térmico está acima de 1000°C.

A chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} da presente invenção (a chapa de aço da presente invenção) é uma chapa de
5 aço sem precedentes excelente em capacidade de trabalho que tem um teor de Al de menos de 6,5% em massa e uma alta integração do plano {222} e tem uma baixa integração do plano {200}, não sendo formado com rebarbas na seção transversal no momento da perfuração.

Por esta razão, a chapa de aço da presente invenção pode ser
10 facilmente trabalhada para várias formas inclusive formas convencionais até formas especiais e, por exemplo, são úteis para painéis externos para peças de automóveis, peças de aparelhos eletrodomésticos, etc. que requeiram conformações por prensagem com formas complicadas e outros vários materiais estruturais, materiais funcionais, etc.

15 No método para produção da presente invenção, na chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa, é possível aumentar a integração do plano {222} ou diminuir a integração do plano {200} facilmente e efetivamente. Além disso, o método para produção da presente invenção permite a produção da chapa de aço da presente invenção tendo uma
20 alta integração do plano {222} sem produção de novos equipamentos apenas pela troca de processos dos equipamentos existentes facilmente e a baixo custo.

MELHOR MODO DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

A presente invenção será explicada em detalhes abaixo.

25 Os inventores descobriram que fazendo-se o teor de Al da chapa de aço menor que 6,5% em massa e (x1) aumentando-se a integração do plano {222} da fase Fe do cristal para 60% a 99% e/ou (x2) diminuindo-se a integração do plano {200} para 0,01% a 15%, é possível fornecer uma chapa de aço sem precedentes excelente em capacidade de trabalho livre da ocorrência de rebarbas na seção transversal no momento da perfuração.
30

Os inventores descreveram "chapa de aço com alto teor de Al tendo um teor de Al de 6,5% em massa a 10% em massa" tendo uma inte-

gração do plano {222} de uma fase α -Fe de 60% a 95% e/ou uma integração do plano {200} de uma fase α -Fe de 0,01% a 15% na Publicação de Patente Japonesa (A) nº 2006-144116.

5 O método acima de produção de chapa de aço é caracterizado por depositar uma liga de Al em pelo menos uma superfície da chapa de aço contendo Al em 3,5% em massa a 6,5% em massa, aplicando-se tensão de trabalho por trabalho a frio, e então aplicando-se tratamento térmico para tornar o Al difuso.

10 Os inventores, após isso, cuidaram do desenvolvimento de tecnologia para também aumentar a integração do plano {222} na chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa e executaram várias experiências.

15 Como resultado, em relação ao método para integração de planos de cristal específicos, os inventores descobriram que usando-se uma chapa de aço matriz tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa, fazendo o teor de Cr da chapa de aço matriz 12% em massa ou menos, depositando uma segunda camada compreendida não apenas de Al, mas também outro metal na chapa de aço, e então tratando termicamente a mesma para fazer a chapa de aço recristalizar, é possível para aumentar a integração do plano {222}.

20 Isto é baseado na descoberta descrita na Publicação de Patente Japonesa (A) nº 2006-144116 que no momento da laminação a frio, as estruturas de deslocamentos especiais a serem formadas na chapa de aço são efetivamente conformados e que devido ao tratamento térmico, os núcleos de recristalização são formados eficientemente para fazer as estruturas de deslocamento crescer até uma textura do plano {222}.

25 Isto é, de acordo com a presente invenção, mesmo se os ingredientes da chapa de aço da chapa de aço forem ingredientes da chapa de aço onde o teor de Al após a recristalização se torna menor que 6,5% em massa, a frequência de ocorrência de núcleos de recristalização acima tende a se tornar maior e como resultado uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} pode ser obtida.

Nota-se que, na presente invenção, o teor de Cr na chapa de aço matriz é preferivelmente menor que 10% em massa. Com tal teor de Cr, é possível aumentar mais facilmente a integração do plano {222}.

5 Quando se usa a chapa de aço matriz tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa, é possível depositar uma segunda camada na superfície da chapa de aço, laminar a chapa de aço a frio, e então remover a segunda camada para obter, pelo subsequente tratamento térmico, uma alta integração do plano {222}.

10 Esse fenômeno é basicamente também considerado para aumentar com base no mecanismo de formação dos núcleos de recristalização.

Abaixo serão também descritos detalhes da presente invenção.

A chapa de aço da presente invenção, a uma temperatura comum, é compreendida de uma ou ambas as fases α -Fe e δ -Fe. O teor de Al é
15 de menos de 6,5% em massa.

Se o teor de Al se tornar 6,5% em massa ou mais, não é possível obter facilmente uma alta textura do plano {222}. Não apenas isso, o alongamento de tração na fratura cai. Mesmo tendo uma alta integração do plano {222}, uma capacidade de trabalho suficiente não pode ser obtida.

20 Isto é, na chapa de aço tendo um teor de Al de 6,5% em massa ou mais, não importando como se aumenta a integração do plano {222} e, também, não importando como se diminui a integração do plano {200}, as rebarbas acabam se formando na seção transversal no momento da perfuração. Portanto, na chapa de aço da presente invenção, o teor de Al foi feito
25 menor que 6,5% em massa.

O teor de Al da chapa de aço da presente invenção é preferivelmente 0,001% em massa ou mais. Se o Al for 0,001% em massa ou mais, o rendimento no momento da produção aumentará. Mais preferivelmente, ele é 0,11% em massa ou mais. Se o Al se torna 0,11% em massa ou mais, a
30 integração do plano {222} se torna maior e como resultado pode ser obtida uma maior capacidade de trabalho.

Os inventores descobriram que depositando-se uma segunda

camada em pelo menos um lado de uma chapa de aço matriz tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa e então tratando-se termicamente a mesma para fazer a chapa de aço recristalizar, é possível aumentar muito a integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço.

A chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} da presente invenção (a chapa de aço da presente invenção) é excelente em capacidade de estampagem profunda, capacidade de perfuração e outras capacidades de trabalho.

Uma vez que o teor de Al da chapa de aço matriz é menor que 3,5% em massa, mesmo se a segunda camada contiver Al, no processo de produção, a chapa de aço é resistente ao encolhimento e outras deformações. O teor de Al na chapa de aço matriz é preferivelmente 0,001% em massa ou mais. Se o Al for 0,001% em massa ou mais, o rendimento da produção da chapa matriz é melhorado.

A chapa de aço da presente invenção é compreendida de uma ou ambas as fases αFe e γFe .

A fase αFe é uma fase de cristal Fe de uma estrutura de orientação centrada do corpo, enquanto a fase γFe é uma fase de cristal Fe de uma estrutura de orientação centrada na face. A fase de cristal Fe inclui fases onde outros átomos substituem parte do Fe ou entram entre átomos de Fe.

A chapa de aço da presente invenção tem um teor de Al de menos de 6,5% em massa e é caracterizada pelo fato de que a integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe é 60% a 99% e a integração do plano {200} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe é 0,01% a 15%.

Se a integração do plano acima estiver na faixa da presente invenção, o valor para avaliação da capacidade de estampagem, isto é, o valor médio r (valor de Rankford), torna-se 2,5 ou mais. Além disso, no momento da perfuração, pode ser obtida uma excelente capacidade de trabalho livre da formação de rebarbas da seção transversal.

A integração do plano foi medida por difração de raios X usando-

se raios $\text{MoK}\alpha$. A integração do plano {222} da fase αFe e a integração do plano {200} da fase αFe foram descobertas conforme a seguir.

As intensidades integradas dos planos 11 α de cristal Fe paralelos à superfície da amostra, isto é, {110}, {200}, {211}, {310}, {222}, {321},
5 {411}, {420}, {332}, {521}, e {442}, foram medidas. Os valores da medição foram respectivamente divididos pelas intensidades integradas teóricas de uma amostra de orientação aleatória, então as razões com a intensidade {200} ou com a intensidade {222} foram descobertas por porcentagens.

Por exemplo, a razão com a intensidade {222} é expressa pela
10 fórmula (1) a seguir.

Integração do plano {222}

$$= \left[\frac{i(222)/I(222)}{\sum i(hkl)/I(hkl)} \right] \times 100 \quad \dots (1)$$

Onde os símbolos são como segue:

$i(hkl)$: intensidade integrada medida do plano {hkl} na amostra
15 medida

$I(hkl)$: Intensidade integrada teórica do plano {hkl} na amostra tendo uma orientação aleatória

Σ : soma para planos de cristal 11 α -Fe

Da mesma forma, a integração do plano {222} da fase Fe e a
20 integração do plano {200} da fase γFe foram descobertas como segue:

as intensidades integradas dos planos de cristal 6 γ de Fe paralelos à superfície da amostra, isto é, {111}, {200}, {220}, {311}, {331}, e {420}, foram medidas. Os valores de medição foram divididos respectivamente pelas intensidades integradas teóricas de uma amostra de orientação aleatória,
25 então as razões com a intensidade {200} ou com a intensidade {222} foram descobertas por porcentagens.

Por exemplo, a razão com a intensidade {222} é expressa pela fórmula (2) a seguir.

Plano de integração {222}

30
$$= \left[\frac{i(111)/I(111)}{\sum i(hkl)/I(hkl)} \right] \times 100 \quad \dots (2)$$

Onde os símbolos são como segue:

$i(hkl)$: intensidade integrada medida do plano {hkl} na amostra

medida

$I(hkl)$: intensidade integrada teórica do plano $\{hkl\}$ na amostra tendo orientação aleatória

Σ : soma para planos de cristal γ -Fe

5 Para grãos de cristal α Fe, separadamente, o método EBSP (Padrão de Difração de Retrodifusão Eletrônica) pode também ser usado para encontrar a integração do plano $\{222\}$.

10 A taxa de área dos planos $\{222\}$ em relação à área total dos planos de cristal medidos pelo método EBSP torna-se a integração $\{222\}$. Portanto, mesmo se pelo método EBSP, na chapa de aço da presente invenção, a integração do plano $\{222\}$ torna-se 60% a 99%.

15 Na presente invenção, não é necessário que os valores obtidos por todos os métodos de análise satisfaçam as faixas prescritas pela presente invenção. O efeito da presente invenção é obtido se o valor obtido por um método de análise satisfizer a faixa da presente invenção.

Além disso, no método EPSP, o plano $\{222\}$ se desvia da superfície da chapa de aço. Esse desvio está preferivelmente dentro de 30° .

20 O desvio do plano $\{222\}$ é observado pela seção transversal L. A razão de área dos grãos de cristal com desvio do plano $\{222\}$ de 30° ou menos é preferivelmente de 80 a 99.9%.

Além disso, a razão de área dos grãos de cristal com desvio do plano $\{222\}$ na seção transversal L de 0 a 10° é mais preferivelmente 40 a 98%.

25 O "valor médio de r" significa a razão de tensão plástica média descoberta pela JIS Z 2254 e é um valor calculado pela fórmula a seguir:

$$\text{Valor médio de } r = (r_0 + 2r_{45} + r_{90})/4 \dots (3)$$

Aqui, r_0 , r_{45} , e r_{90} são as razões de tensão plástica medidas quando se tomam amostras de teste nas direções de 0° , 45° , e 90° em relação à direção de laminação da superfície da chapa.

30 Nota-se que a intensidade integrada da amostra tendo uma orientação aleatória pode também ser descoberta por medição usando-se uma amostra preparada antecipadamente.

Na chapa de aço da presente invenção, (i) a integração do plano {222} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço é de 60% a 99% e/ou (ii) a integração do plano {200} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço é 0,01% a 15%.

Se a integração do plano {222} for menor que 60% e a integração do plano {200} for maior que 15%, fraturas e fendas ocorrem facilmente no momento do estiramento, dobramento, e laminação. Além disso, ocorrem rebarbas na seção transversal no momento da perfuração.

Se a integração do plano {222} for maior que 99% e a integração do plano {200} for menor que 0,01%, o efeito da presente invenção torna-se saturado e a produção também se torna difícil.

Portanto, a textura da chapa de aço da presente invenção foi definida conforme acima.

Nota-se que a integração do plano {222} de uma ou ambas entre as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço é preferivelmente 60% a 95%. Se a integração do plano {222} estiver na faixa acima, a produção torna-se mais fácil e o rendimento é melhorado.

A integração do plano {200} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço é preferivelmente 0,01% a 10%. Se a integração do plano {200} estiver na faixa acima, não ocorrerão rebarbas na seção transversal no momento da perfuração.

Um método para produção da chapa de aço da presente invenção é compreendido de uma etapa de depositar uma segunda camada e pelo menos uma superfície de uma chapa de aço matriz tendo um teor de Al de menos de 6,5%, uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada está depositada, uma etapa de remover a segunda camada da chapa de aço laminada a frio, e uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço da qual a segunda camada foi removida para fazer a chapa de aço recristalizar.

Para se obter uma alta integração do plano {222}, é essencial laminar a frio a chapa de aço matriz no estado com a segunda camada de-

positada sobre ela.

Nesse momento, se a segunda camada não estiver depositada em pelo menos uma superfície da chapa de aço matriz, a alta integração do plano {222} não pode ser obtida. Se se fizer a segunda camada depositar
5 em ambas as superfícies da chapa de aço e então lamina-la a frio, o efeito da presente invenção pode ser melhorado ainda mais.

No momento do tratamento térmico para fazer a chapa de aço recristalizar, a segunda camada não necessariamente precisa estar depositada. A segunda camada depositada na chapa de aço pode, portanto, ser
10 removida antes do tratamento térmico.

Por exemplo, quando os elementos que formam a segunda camada se difundirem na chapa de aço no momento do tratamento térmico e tiverem um efeito prejudicial nas propriedades mecânicas, etc., se se remover a segunda camada antes do tratamento térmico será possível obter-se
15 apenas o efeito de melhoria da integração do plano {222}.

Uma chapa de aço em que em pelo menos uma de suas superfícies uma segunda camada é depositada e tendo uma ou ambas entre a integração do plano {222} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço de 60% a 99% e uma integração do plano
20 {200} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço de 0,01% a 15% está incluída na chapa de aço da presente invenção.

Se a integração do plano {222} for menor que 60% e a integração do plano {200} for maior que 15%, fraturas e fendas ocorrerão facilmente
25 no momento da estampagem, dobramento, e laminação e, também, se formarão rebarbas na seção transversal no momento da perfuração.

Se a integração do plano {222} estiver acima de 99% e a integração do plano {200} for menor que 0,01%, o efeito da presente invenção torna-se saturado e a produção também se torna difícil.

30 Aqui, se a segunda camada for depositada na chapa de aço, é possível evitar a oxidação interna, a corrosão, etc. da chapa de aço e possível fazer a chapa de aço mais sofisticada em suas funções.

O método para produção dessa chapa de aço inclui uma etapa de depositar a segunda camada sobre pelo menos uma superfície da chapa de aço matriz tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa, uma etapa de laminar a frio a chapa no estado com a segunda camada depositada, e
5 uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço para fazê-la recrystalizar.

Para obter uma maior integração do plano {222}, é preferível laminar a chapa de aço matriz a frio em um estado com a segunda camada depositada.

Quando se trata termicamente a chapa de aço para fazê-la recrystalizar nas etapas subsequentes, mesmo se a segunda camada for depositada em pelo menos uma superfície, os efeitos da presente invenção podem ser obtidos. Se a segunda camada estiver depositada em ambas as superfícies da chapa de aço matriz, o efeito da presente invenção é melhorado ainda mais.

15 A chapa de aço onde a segunda camada e a chapa de aço são parcialmente ligadas e tendo uma ou ambas as integrações do plano {222} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço de 60% a 99% e uma integração do plano {200} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço 0,01% a 15% está
20 também incluída na presente chapa de aço da invenção.

Se a integração do plano {222} for menor que 60% e a integração do plano {200} estiver acima de 15%, fraturas e fendas ocorrerão facilmente no momento da estampagem, do dobramento e da laminação e, também, se formarão rebarbas na seção transversal no momento da perfuração.

25 Se a integração do plano {222} estiver acima de 99% e a integração do plano {200} for menor que 0,01%, o efeito da presente invenção torna-se saturado e a produção também se torna difícil.

Se a segunda camada for depositada na superfície da chapa de aço e parte da segunda camada é ligada com a chapa de aço, a oxidação interna, a corrosão, etc. podem ser evitadas, o descascamento da segunda camada pode ser evitado e a chapa de aço pode ser tornado mais sofisticada em suas funções.

30

Para se obter uma maior integração do plano {222}, é preferível laminar a frio a chapa de aço matriz em um estado com a segunda camada depositada em pelo menos uma superfície. Se a segunda camada for depositada em ambas as superfícies da chapa de aço matriz, o efeito da presente invenção é também melhorado.

Nas etapas após esta, a chapa de aço tem que ser tratada termicamente para fazê-la recrystalizar. Nesse momento, se parte da segunda camada depositada em uma ou em ambas as superfícies for ligada com a chapa de aço matriz, uma maior integração do plano {222} pode ser obtida.

Aqui, a segunda camada e a chapa de aço parcialmente ligada significam, por exemplo, a segunda camada e a chapa de aço parcialmente ligadas próximo às suas fronteiras por interdifusão.

A chapa de aço onde a segunda camada e a chapa de aço são ligadas e tendo um ou ambos entre uma integração do plano {222} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço de 60% a 99% e uma integração do plano {200} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço de 0,01% a 15% está também incluída na chapa de aço da presente invenção.

Se a integração do plano {222} for menor que 60 e a integração do plano {200} for maior que 15%, fraturas e fendas ocorrerão facilmente no momento da estampagem, do dobramento e da laminação e, portanto, se formarão rebarbas na seca transversal no momento da perfuração.

Se a integração do plano {222} for acima de 99% e a integração do plano {200} for menor que 0,01%, o efeito da presente invenção se torna saturado e a produção também se torna difícil.

Se a segunda camada for depositada na superfície da chapa de aço e a segunda camada se ligar com a chapa de aço, as propriedades mecânicas ou a funcionalidade da chapa de aço serão melhoradas de acordo com os elementos que fazem a segunda camada. Por exemplo, quando o elemento que forma a segunda camada é Al, a resistência à oxidação a alta temperatura e a resistência à corrosão da chapa de aço serão melhoradas.

Para se obter uma maior integração do plano {222}, é preferível

laminar a frio a chapa de aço matriz em um estado com a segunda camada depositada, então tratar termicamente a chapa de aço para fazê-la recristalizar.

No momento da laminação a frio, a segunda camada tem que
 5 ser depositada em pelo menos uma superfície da chapa de aço matriz, preferivelmente em ambas as superfícies. Após isto, após a etapa de tratamento térmico, a segunda camada se liga completamente com a chapa de aço onde uma maior integração do plano {222} pode ser obtida.

Na chapa de aço da presente invenção tendo a segunda cama-
 10 da, a segunda camada é preferivelmente um metal.

Os elementos preferidos que formam a segunda camada são pelo menos um elemento entre Fe, Al, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr.

Os elementos acima têm a característica comum de serem ele-
 15 mentos de ligação com o Fe. Particularmente preferivelmente, os elementos são pelo menos um elemento entre Al, Cr, Ga, Mo, Nb, P, Sb, Si, Sn, Ti, V, W, e Zn que se tornam sólido soluto na fase α Fe e tendem a estabilizar a fase α .

Além disso, mais preferivelmente, os elementos são pelo menos
 20 um elemento entre Al, Cr, Mo, Si, Sn, Ti, V, W, e Zn que se tornam sólido soluto na fase α Fe e tendem a estabilizar mais a fase α .

Por exemplo, como segunda camada, é possível selecionar uma liga de Al, uma liga de Zn, uma liga de Sn, etc.

Além disso, no método para produção da chapa de aço da pre-
 25 sente invenção, a segunda camada aplicada à superfície da chapa de aço matriz é, da mesma forma que acima, preferivelmente um metal.

Os elementos preferíveis que formam a segunda camada são pelo menos um elemento entre Fe, Al, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr.

Os elementos acima têm a característica comum de serem ele-
 30 mentos de ligação com o Fe. Particularmente preferivelmente, os elementos são pelo menos um elemento entre Al, Cr, Ga, Mo, Nb, P, Sb, Si, Sn, Ti, V,

W, e Zn que se tornam sólido soluto na fase α Fe e tendem a estabilizar a fase α .

Além disso, mais preferivelmente, os elementos são pelo menos um elemento entre Al, Cr, Mo, Si, Sn, Ti, V, W, e Zn que se tornam sólido soluto na fase α Fe e tendem a estabilizar mais a fase α .

Por exemplo, como segunda fase, é possível selecionar uma liga da Al, uma liga de Zn, etc.

Aqui, quando a segunda camada inclui Al, o teor preferível de Al da chapa de aço matriz é de menos de 3,5% em massa. Se a concentração de Al a chapa de aço matriz for 3,5% em massa ou mais, se se tratar termicamente a chapa com a liga de Al depositada como segunda camada, o encolhimento ocorrerá durante o tratamento térmico e a precisão dimensional cairá notavelmente.

Portanto, na chapa de aço da presente invenção, quando a segunda camada contém Al, o teor de Al da chapa de aço matriz é feito menos de 3,5% em massa.

Quando a segunda camada não contém Al, o teor de Al da chapa de aço matriz é feito menos de 6,5% em massa.

Quando o processo de produção inclui uma etapa de depositar sobre pelo menos uma superfície uma segunda camada de pelo menos um elemento entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr, se o teor de Al da chapa de aço matriz for 6,5% em massa ou mais, a tensão de alongamento na fratura da chapa de aço obtida cai e mesmo se tiver uma alta integração do plano {222}, uma capacidade de trabalho suficiente não mais será obtida e se formarão rebarbas na seção transversal no momento da perfuração.

Portanto, o teor de Al da chapa de aço quando a segunda camada não contém Al é tornado menos de 6,5% em massa.

Nota-se que mesmo se a segunda camada contiver Al, se se remover a segunda camada antes do tratamento térmico, não ocorrerá nenhum encolhimento. Portanto, quando se remove a segunda camada antes do tratamento térmico, o teor de Al da chapa de aço matriz é preferivelmente

menos de 6,5% em massa. Nesse método para produção, o método de omitir a etapa de remoção da segunda camada para aumentar a eficiência do trabalho está também incluído na presente invenção.

Além disso, o método de tratar termicamente a chapa para ligar parte ou a totalidade da segunda camada e produzir uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} está também incluído na presente invenção.

Na presente invenção, a região ligada da chapa de aço e da segunda camada é definida como a seguir.

Quando o elemento de maior teor na segunda camada é "A", a região onde o teor de Fe é 0,5% em massa maior que o teor de Fe da segunda camada antes da ligação e o teor de A é 0,1% em massa maior que o teor de A da chapa matriz antes da ligação é definida como uma "região ligada".

Além disso, a razão de ligação é a razão da região ligada na região total. Na chapa de aço da presente invenção, formando-se a região ligada de acordo com a definição acima, uma capacidade de trabalho superior pode ser obtida.

Além disso, se o teor de Fe e/ou o teor de A tornar-se grande e compostos intermetálicos, etc. forem formados, um efeito maior da presente invenção pode ser obtido.

Nota-se que a razão de ligação, por exemplo, pode ser descoberta usando-se EPMA, etc., analisando-se a distribuição dos teores de Fe e do elemento A na seção transversal L, identificando-se a região ligada, descobrindo aquela área, e descobrindo a razão da área da região identificada para a área total.

A espessura da chapa de aço da presente invenção é preferivelmente 5 μm a 5 mm. Essa é a espessura incluindo a segunda camada. Se a espessura da chapa de aço for menor que 5 μm , o rendimento de produção cai, então isto não é adequado para aplicação prática.

Se a espessura da chapa de aço exceder 5 mm, a integração do plano {222} algumas vezes não cairá na faixa da presente invenção. Portan-

to, a espessura da chapa de aço é preferivelmente 5 μm a 5 mm.

A espessura da chapa de aço é mais preferivelmente 100 μm a 3 mm. Se a espessura da chapa de aço for 3 mm ou menos, o efeito de supressão da formação de rebarbas na seção transversal no momento da perfuração torna-se mais notável. Se a espessura da chapa de aço for 100 μm ou mais, a integração do plano {222} torna-se maior e mais facilmente controlada. Similarmente, o efeito de supressão da formação de rebarbas torna-se mais notável.

Na espessura da chapa de aço da presente invenção, a espessura da segunda camada é preferivelmente 0,01 μm a 500 μm . Quando a chapa de aço e a segunda camada são parcialmente ligadas, a espessura da parte ligada está incluída na espessura da segunda camada. Quando a segunda camada é depositada em ambas as superfícies, essa é a espessura das duas superfícies no total.

A segunda camada tem a função de melhorar a integração do plano {222} no momento da produção e pode ser deixada após a produção e usada como um revestimento preventivo contra a ferrugem e revestimento protetor da chapa de aço.

Se a espessura da segunda camada for maior que 500 μm , a possibilidade de descascamento aumenta, então 500 μm ou menos é preferível. Se a espessura da segunda camada for menor que 0,01 μm , o revestimento se romperá facilmente e o efeito de prevenção contra ferrugem e o efeito protetor serão reduzidos.

Portanto, a espessura da segunda camada é preferivelmente 0,01 μm ou mais. O caso onde a espessura total da chapa de aço é ligada é também preferível. Nesse caso, a segunda camada pode ser considerada como tendo desaparecido.

No método para produção da chapa de aço da presente invenção, a espessura da chapa matriz é de 10 μm a 10 mm. Se a espessura da chapa de aço matriz for menor que 10 μm , o rendimento da produção cairá nas etapas a partir da laminação a quente em diante, então ela não é adequada para aplicação prática em alguns casos.

Se a espessura da chapa de aço matriz for maior que 10 mm, a integração do plano {222} pode não cair na faixa da presente invenção.

Portanto, a espessura da chapa de aço matriz é preferivelmente 10 μm a 10 mm.

5 Uma espessura de chapa de aço matriz de mais de 130 μm a 7 mm é mais preferível. Nessa faixa de espessuras, um aumento eficiente e suficiente na integração do plano {222} pode ser esperada e a produção da chapa de aço capaz de suprimir a formação de rebarbas no momento da perfuração torna-se fácil.

10 A espessura da segunda camada depositada na chapa de aço matriz antes da laminação a frio é preferivelmente 0,05 μm a 1000 μm . Quando a chapa de aço e a segunda camada são ligadas, a espessura da parte ligada é incluída na espessura da segunda camada. Quando a segunda camada é depositada em ambas as superfícies, esta se torna a espessura das duas superfícies no total.

15 Se a espessura da segunda camada for menor que 0,05 μm , a integração do plano {222} torna-se menor e pode não cair na faixa da presente invenção, então 0,05 μm ou mais é preferível.

20 Mesmo quando a espessura da segunda camada excede 1000 μm , a integração do plano {222} torna-se menor e pode não cair na faixa da presente invenção, então 1000 μm ou menos é preferível.

Para exprimir efeitos superiores da presente invenção, à chapa de aço matriz antes da deposição da segunda camada é preferivelmente dado um pré-tratamento térmico.

25 Esse pré-tratamento térmico provoca o rearranjo das deslocções acumuladas no processo de produção da chapa de aço matriz. Portanto, a provocação da recristalização é preferível, mas não há, necessariamente, uma necessidade de se provocar a recristalização.

30 A temperatura do pré-tratamento térmico é preferivelmente 700°C a 1100°C. Se a temperatura do pré-tratamento térmico for menor que 700°C, mudanças na estrutura de deslocções para obter efeitos superiores da presente invenção são difíceis de ocorrer, então a temperatura do pré-

tratamento térmico é feita 700°C ou mais.

Se a temperatura do pré-tratamento térmico exceder 1100°C, a superfície da chapa de aço é formada com uma indesejável película de óxido. Isto tem efeito prejudicial na posterior deposição da segunda camada e na laminação a frio, então a temperatura do pré-tratamento térmico é feita 1100°C o menos.

A atmosfera do pré-tratamento térmico pode ser um vácuo, uma atmosfera de gás inerte, uma atmosfera de hidrogênio, uma atmosfera ácida fraca. Em qualquer atmosfera, o efeito da presente invenção pode ser obtido, mas é procurada uma atmosfera de condições que não formem uma película óxida na superfície da chapa de aço que tenha um efeito prejudicial na deposição da segunda camada após o pré-tratamento térmico ou na laminação a frio.

O tempo de pré-tratamento térmico não precisa ser particularmente limitado, mas se se considerar a produção da chapa de aço, etc. vários segundos as várias horas são adequados.

A segunda camada pode ser depositada na chapa de aço pelo processo de imersão a quente, por eletrodeposição, processo seco, revestimento, etc. Não importa o método aplicado, o efeito da presente invenção pode ser obtido. Além disso, é também possível adicionar os elementos de ligação desejados à segunda camada depositada e simultaneamente liga-la.

A laminação a frio é executada com a segunda camada depositada na chapa de aço. A taxa de redução é de 30% a 95%.

Se a taxa de redução for menor que 30%, a integração do plano {222} da chapa de aço obtida após o tratamento térmico é baixa e algumas vezes não atingirá a faixa da presente invenção. Se a taxa de redução for maior que 95%, o aumento na integração do plano torna-se saturado e o custo de produção aumenta. Portanto, a taxa de redução é feita 30% a 95%.

Quando se remove a segunda camada antes do tratamento térmico, pode ser aplicado como método de remoção a remoção mecânica por polimento, etc., ou remoção química por dissolução por um ácido forte ou uma solução alcalina aquosa forte.

Por exemplo, no caso de uma chapa de aço revestida de Al, a chapa de aço é imersa em uma solução aquosa de soda cáustica para remover o ingrediente de revestimento. Como resultado, no processo de tratamento térmico, o efeito do ingrediente Al pode ser eliminado.

5 O tratamento térmico para fazer a chapa de aço recristalizar pode ser executado em uma atmosfera de vácuo, atmosfera de Ar, atmosfera de H_2 , ou outra atmosfera não-oxidante. Nesse momento, preferivelmente a temperatura do tratamento térmico é de $600^{\circ}C$ a $1000^{\circ}C$ e o tempo de tratamento térmico é de 30 segundos ou mais.

10 Se a temperatura de tratamento térmico for $600^{\circ}C$ ou mais, a integração do plano {222} torna-se maior e atinge mais facilmente a faixa da presente invenção. A uma temperatura de tratamento térmico de $1000^{\circ}C$ ou menos e a um tempo de tratamento térmico de menos de 30 segundos, da mesma forma, a integração do plano {222} torna-se alta e mais facilmente
15 atinge a faixa da presente invenção.

Portanto, preferivelmente a temperatura do tratamento térmico é $600^{\circ}C$ a $1000^{\circ}C$ e o tempo de tratamento térmico é de 30 segundos ou mais.

Se a temperatura do tratamento térmico for maior que $1000^{\circ}C$,
20 uma alta integração do plano {222} pode ser obtida sem restrição pelo tempo de tratamento térmico. Em particular, se acima de $1000^{\circ}C$, mesmo com menos de 30 segundos de tempo de tratamento térmico, a integração do plano {222} pode ser facilmente aumentada.

Nota-se que a temperatura de tratamento térmico é mais preferi-
25 velmente $1300^{\circ}C$ ou menos. Se a temperatura de tratamento térmico for $1300^{\circ}C$ ou menos, a planicidade da chapa de aço e outras propriedades da chapa se tornam superiores. A taxa de aumento da temperatura no momento do tratamento térmico é preferivelmente $1^{\circ}C/min$ a $1000^{\circ}C/min$. Se a taxa de aumento de temperatura for $1000^{\circ}C/min$ ou menos, uma maior integração do
30 plano {222} pode ser facilmente obtida. Se a taxa de aumento da temperatura for $1^{\circ}C/min$ ou mais, a produtividade é notavelmente melhorada.

Portanto, a taxa de aumento da temperatura $1^{\circ}C/min$ a

1000°C/min é preferível.

O tratamento térmico executado no estado com a segunda camada depositada é projetado para fazer a chapa de aço recristalizar e também para fazer os elementos incluídos na segunda camada se difundirem no
5 aço.

Se os elementos contidos na segunda camada se difundirem no aço, a integração do plano {222} é melhorada ainda mais e a resistência à oxidação à alta temperatura e as propriedades mecânicas são melhoradas, então no método para produção da chapa de aço da presente invenção a
10 difusão de elementos incluídos na segunda camada é utilizada positivamente.

A chapa de aço matriz tem preferivelmente um teor de Cr de 12% em massa ou menos sob o teor de Al acima. Um teor de Cr de menos de 10% é mais preferível.

15 Além disso, a chapa de aço matriz é uma chapa de aço com um teor de C de 2,0% em massa ou menos e inclui como impureza leves quantidades de Mn, P, S, etc. Por exemplo, um aço carbono é incluído na chapa de aço matriz da presente invenção. Além disso, um aço ligado contendo elementos de ligação tais como Ni e Cr em adição ao C é também incluído
20 na chapa de aço matriz da presente invenção.

Os elementos de ligação que a chapa de aço matriz pode conter são Si, Al, Mo, W, V, Ti, Nb, B, Cu, Co, Zr, Y, Hf, La, Ce, N, O, etc.

EXEMPLOS

Abaixo serão usados exemplos para explicar a presente invenção em maiores detalhes.
25

(Exemplo 1)

O teor de Al da chapa de aço matriz foi trocado para investigar a capacidade de produção e a integração do plano {222}.

Chapas de aço matriz de ingredientes de cinco diferentes tipos de teor de Al foram produzidas. Os teores de Al foram , em % em massa, 3,0% (ingrediente A), 3,4% (ingrediente E), 4,0% (ingrediente B), 6,0% (ingrediente C), e 7,5% (ingrediente D). Em adição, os ingredientes incluíram
30

C: 0,008%, Si: 0,2%, Mn: 0,4%, Cr: 20,0%, Zr: 0,08%, La: 0,08%, e um saldo de ferro e as inevitáveis impurezas.

Para cada um desses ingredientes, foram produzidos lingotes por fusão a vácuo e laminados a quente para tentar reduzi-los a uma espessura de 3,0 mm.

No caso dos ingredientes A, B, C, e E, os lingotes puderam ser facilmente laminados a quente em chapas de aço com espessura de 3,0 mm, mas no caso do ingrediente D, a chapa de aço frequentemente se fraturou durante a laminação a quente, então a laminação a quente não pode ser continuada.

Dessa forma, se o teor de Al da chapa de aço matriz estiver acima da faixa da presente invenção em 6,5% ou mais, a produção torna-se difícil. Portanto, abriu-se mão da produção da chapa de aço do ingrediente D e as chapas de aço dos ingredientes A, B, C, e E foram laminadas a frio até uma espessura de 0,4 mm.

As fases principais das chapas de aço dos ingredientes A, B, C, e E a temperaturas comuns foram fases α Fe. Difração de raios X foi usada para medir a textura da fase α Fe de cada chapa de aço matriz e, da mesma forma que acima, a integração do plano foi calculada.

Foi confirmado que a integração do plano {222} foi, no ingrediente A, 32%, ingrediente B, 31%, ingrediente C, 31%, e ingrediente E, 30%, enquanto a integração do plano {200} foi, no ingrediente A, 16%, ingrediente B, 15%, ingrediente C, 16%, e ingrediente E, 16%.

Cada chapa de aço foi tratada termicamente a $800^{\circ}\text{C} \times 10\text{s}$ em uma atmosfera de hidrogênio antes de formar a segunda camada. Após isto, o método de imersão a quente foi usado para depositar a liga de Al na superfície da chapa de aço matriz.

A composição do banho de revestimento foi, em % em massa, 90%Al-10%Si. A liga de Al foi depositada em ambas as superfícies de cada chapa de aço.

A quantidade de deposição, para cada chapa de aço como um todo, foi controlada para dar um teor de Al em % em massa de 3,5% (ingre-

diente A), 4,5% (ingrediente B), 6,4% (ingrediente C), e 6,4% (ingrediente E).

Com a liga de Al depositada como segunda camada, cada chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 70%. A seguir, ela foi tratada termicamente no vácuo sob condições de 1000°C×120 min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Nesse momento, as chapas de aço dos ingredientes B e C encolheram durante o tratamento térmico e sua precisa dimensional caiu notavelmente.

Quando a segunda camada não inclui Al, se o teor de Al na chapa de aço matriz estiver for a da faixa da presente invenção em 3,5% ou mais, foi confirmado que o encolhimento ocorre durante o tratamento térmico e o uso para aplicações práticas é difícil.

Por outro lado, se o teor de Al na chapa de aço matriz estiver na faixa da presente invenção em menos de 3,5%, nenhum encolhimento ocorre e é possível o uso para aplicações práticas.

Uma segunda camada não contendo Al foi depositada em uma chapa de aço matriz tendo um teor de alumínio de 3,5% ou mais e um tratamento térmico similar foi executado. Nesse caso, não ocorreu nenhum encolhimento durante o tratamento térmico.

Quando se usam chapas de aço dos ingredientes A e E como chapas de aço matrizes, as integrações do plano {222} das chapas de aço obtidas foram respectivamente 82% e 83% e as integrações do plano {200} foram respectivamente 0,5% e 0,8%. Ambas as integrações estavam na faixa da presente invenção.

Além disso, essas chapas de aço foram medidas para o valor médio de r . Foi confirmado que o valor médio de r estava em um alto nível de 2,5 ou mais. Essas chapas de aço tiveram excelentes capacidades de estampagem.

Dessa forma, foi confirmado que chapas de aço produzidas pelo método para produção da presente invenção estavam na faixa da presente invenção comum a integração do plano {222} da fase α Fe paralelo à superfície da chapa de aço de 60% ou mais ou com uma integração do plano {200}

paralelo à superfície da chapa de aço de 15% ou menos.

(Exemplo 2)

Os resultados da produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} usando uma liga de Al como segunda camada são mostrados.

Os ingredientes da chapa de aço matriz foram, em % em massa, Al: 1,5%, C: 0,008%, Si: 0,1%, Mn: 0,2%, Cr: 18%, Ti: 0,1%, e um saldo de ferro e as inevitáveis impurezas.

A chapa de aço matriz foi uma chapa de aço obtida pela produção de um lingote pelo método de fusão a vácuo, laminação a quente do lingote para obter uma chapa de aço de 0,8 mm de espessura.

A fase principal da chapa de aço matriz a uma temperatura comum foi a fase α Fe. A difração de raios X foi usada para medir a textura da fase α Fe da chapa de aço matriz e portanto foi confirmado que a integração do plano {222} foi 36% e a integração do plano {200} foi 20%.

Parte da chapa de aço matriz foi tratada termicamente a $800^{\circ}\text{C} \times 10\text{s}$ em uma atmosfera de hidrogênio antes do revestimento. A liga de Al foi depositada na superfície da chapa de aço matriz usando-se o método de imersão a quente.

A composição do banho de revestimento foi, em % em massa, 90%Al-10%Si. A liga de Al foi depositada em ambas as superfícies da chapa de aço. A espessura da liga de Al depositada foi controlada para ser uniforme na superfície da chapa de aço.

A chapa de aço com a liga de Al depositada foi laminada a frio. Após isto, ela foi tratada termicamente em uma atmosfera não-oxidante. Antes do tratamento térmico, se necessário, a liga de Al depositada na superfície foi removida.

A liga de Al foi removida por imersão da chapa de aço em uma solução aquosa a 10% soda cáustica aquecida para dissolver a liga de Al na solução.

Como exemplos comparativos, casos onde a liga de Al foi depositada, e então as chapas não foram laminadas a frio foram também estudados.

Tabela 1

Nº	2ª camada		Lami- nação	Remo- ção da	Tratamento térmico		Produto						Aval.	Notas
	Temperatu- ra do trata- mento de pré- aquecimen- to °C	Mat. da 2ª ca- mada			Temp. °C	Tempo min	Razão de ligação %	Fase αFe Integ. do plano{222}	Plano {222} 0-30° taxa de desvio de área	Plano {222} 0-10° taxa de desvio de área	FaseαFe integ. do plano {222}	Concent. da massa de Al %		
1	800°C	Al-Si	0	Sim	950	10	0	38	57	8	16	1,5	65	Ex. Comp. 1
2	800°C	Ne- nhum	50	nenhum	950	10	0	37	56	7	15	1,5	58	Ex. Comp. 2
3	800°C	Al-Si	50	Sim	950	0,1	0	41	59	9	14	1,5	9	Ex. Inv.
4	800°C	Al-Si	50	Sim	950	1	0	61	81	42	8,1	1,5	5	Ex. Inv.1
5	800°C	Al-Si	50	Sim	950	10	0	65	83	50	6,1	1,5	7	Ex. Inv. 2
6	Nenhum	Al-Si	50	Sim	950	10	0	61	82	41	8,5	1,5	6	Ex. Inv. Ex. 3
7	800°C	Al-Si	50	Ne- nhum	1000	120	100	74	89	60	5,2	3,2	5	Ex. Inv. Ex. 4
8	800°C	Al-Si	50	Ne- nhum	1000	120	100	75	90	63	4,3	6,0	6	Ex. Inv. 5

9	800°C	Al-Si	50	Ne- nhum	1000	120	100	58	78	38	16	7,5	23	Ex. Comp. 4
10	800°C	Al-Si	0	Ne- nhum	1050	0,17	20	36	53	7	17	3,2	57	Ex. Comp. 5
11	800°C	Al-Si	50	Ne- nhum	1050	0,17	20	62	82	43	4,7	3,2	6	Ex. Inv. 6
12	800°C	Al-Si	75	Ne- nhum	1050	0,17	50	76	93	68	1,6	3,2	4	Ex. Inv. 7

A tabela 1 mostra a razão de ligação, a integração do plano {222} da fase αFe , a integração do plano {200} da fase αFe , e o teor de Al para as chapas de aço produzidas sob várias condições. A integração do plano foi obtida por medição usando-se difração de raios X e cálculo pelo método de processamento de cálculo mencionado acima.

A razão de ligação da chapa de aço foi descoberta como segue: Na seção transversal L, em um campo da direção L 1 mm×toda a espessura, foi usado o método EPMA (Microanálise de provas eletrônicas) para medir a distribuição plana do teor de Fe e a distribuição plana do teor de Al.

Além disso, uma região de $\text{Fe} \geq 0,5\%$ em massa e $\text{Al} \geq 1,6\%$ em massa foi considerada uma região ligada e sua área foi descoberta como a área ligada. A razão de ligação foi calculada dividindo-se a área ligada pela área da direção L 1 mm×espessura total.

No nº 1 do exemplo comparativo 1, a quantidade de deposição da liga de Al foi controlada ajustando-se a espessura do revestimento de modo que o teor de Al da chapa de aço como um todo se tornou 3,2%. A liga de Al foi removida sem laminar a frio após o revestimento. Além disso, a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $950^\circ\text{C} \times 10 \text{ min}$ para fazer a chapa de aço recristalizar.

Como resultado, a integração do plano {200} estava fora da faixa da presente invenção. O teor de Al da chapa de aço obtida foi o mesmo da chapa de aço matriz, isto é, 1,5%, uma vez que a liga de Al foi removida.

No nº 2 do exemplo comparativo 2, a etapa de depositar uma liga de Al como segunda camada foi omitida. A chapa de aço matriz foi laminada a frio por uma taxa de redução de 50%, e então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $950^\circ\text{C} \times 10 \text{ min}$ para fazer a chapa de aço recristalizar.

Também nesse caso, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam fora da faixa da presente invenção.

No nº 3 de um exemplo da invenção, a quantidade de deposição da liga de Al foi controlada ajustando-se a espessura do revestimento para se tornar 3,2% da espessura da chapa como um todo. Após o revestimento,

a chapa de aço foi laminada a frio por uma taxa de redução de 50%, então a liga de Al foi removida e a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $950^{\circ}\text{C} \times 0,1$ min para fazer a chapa de aço recrystalizar.

5 Como resultado, a integração do plano {222} estava fora da faixa da presente invenção, mas a integração do plano {200} estava na faixa da presente invenção. O teor de AL na chapa de aço obtida foi o mesmo da chapa matriz, isto é, 1,5%, uma vez que a liga de Al foi removida.

10 Nos n^{os} 4 e 5 dos Exemplos da Invenção 1 e 2, cada chapa de aço foi ratada termicamente a 800°C , e então a liga de Al foi depositada na superfície da chapa de aço de forma que o teor de Al se tornou 3,2% na chapa de aço como um todo. Após isto, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 50% para torná-la mais fina.

15 Após a liga de Al ter sido removida, no n^o 4, a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $950^{\circ}\text{C} \times 1$ min, enquanto no n^o 5 a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $950^{\circ}\text{C} \times 10$ min, para fazer as chapas de aço recrystalizarem.

20 Como resultado, em ambos os n^{os} 4 e 5 dos Exemplos da Invenção 1 e 2, foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} foram controlados dentro da faixa da presente invenção e o teor de Al estava também na faixa da presente invenção. O teor de Al na chapa de aço obtida foi o mesmo da chapa matriz, isto é, 1,5%, uma vez que a liga de Al foi removida.

25 No n^o 6 do exemplo da invenção 3, o tratamento térmico antes da deposição da liga de Al foi omitido no n^o 5 do exemplo da invenção, mas foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} foram ambas controladas para dentro da faixa da presente invenção e que o teor de Al estava também dentro da faixa da presente invenção.

O teor de Al na chapa de aço obtida foi o mesmo da matriz, isto é, 1,5%, uma vez que a liga de Al foi removida.

30 Nos n^{os} 7 e 8 dos Exemplos da Invenção 4 e 5, antes da deposição da liga de Al, a chapa de aço foi tratada termicamente a 800°C e então a liga de Al foi depositada.

A quantidade de deposição da liga de Al no nº 7 foi controlada para dar um teor de Al de 3,2% na chapa de aço como um todo. A quantidade de deposição da liga de Al no nº 8 foi similarmente controlada para dar um teor de Al de 6,0% na chapa de aço como um todo. Após isto, as duas chapas de aço foram laminadas a frio a uma taxa de redução de 50% para torná-las mais finas.

A remoção da liga de Al foi omitida, o óleo de laminação foi removido da superfície da chapa de aço, e então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de 1000°C×120 min para fazer a chapa de aço recristalizar. Devido a esse tratamento térmico, a liga de Al depositada na superfície da chapa de aço foi completamente ligada com a chapa de aço.

Foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} obtidas foram ambas controladas para dentro da faixa da presente invenção e que o teor de Al estava também na faixa de presente invenção.

No nº 9 do Exemplo comparativo 4, comparado com os nºs 7 e 8 dos exemplos da invenção, a quantidade de deposição da segunda camada foi aumentada. A quantidade de deposição da liga de Al foi controlada para dar um teor de Al de 7,5% na chapa de aço como um todo.

As outras etapas foram as mesmas que nos nºs 7 e 8 dos exemplos da invenção. Devido ao tratamento térmico, a liga de Al depositada na superfície da chapa de aço foi completamente ligada com a chapa de aço.

Como resultado, o teor de Al na chapa de aço tornou-se 7,5% ou acabou excedendo a faixa da presente invenção. A integração do plano {222} dessa chapa de aço foi consideravelmente melhorada, mas falhou em atingir a faixa da presente invenção.

Foram executados testes de tração. Como resultado, foi definido que o alongamento na fratura foi 10% ou menos e a tenacidade foi baixa. Daí, foi definido que a chapa de aço nº 9 não era adequada para aplicação prática.

No nº 10 do exemplo comparativo 5, a liga de Al foi depositada na superfície da chapa de aço de forma que o teor de Al tornou-se 3,2% na

chapa de aço como um todo. A laminação a frio após a deposição da liga de Al foi omitida. A deposição da liga de Al, a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $1050^{\circ}\text{C} \times 0,17$ min para fazer a chapa de aço recristalizar.

5 Como resultado, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas fora da faixa da presente invenção.

Nos nºs 11 e 12 dos Exemplos da Invenção 6 e 7, antes de depositar a liga de Al, a chapa de aço foi tratada termicamente a 800°C e a liga de Al foi depositada na superfície da chapa de aço de forma que o teor de Al
10 tornou-se 3,2% na chapa de aço como um todo.

Após isto, no nº 11 do exemplo da invenção 6, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 50% para torná-la mais fina. No nº 12 do exemplo da invenção 7, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 75% para torná-la mais fina.

15 A remoção da liga de Al foi omitida e a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $1050^{\circ}\text{C} \times 0,17$ min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Como resultado, em cada chapa de aço, foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} foram ambas contro-
20 ladas para dentro da faixa da presente invenção e o teor de Al estava também na faixa da presente invenção.

Cada uma das chapas de aço acima foi testada quanto à resistência às rebarbas. Um furo de $10,0 \text{ mm}\phi$ e um molde de $10,3 \text{ mm}\phi$ foram usados para perfurar e a altura da rebarba em torno do furo perfurado foi
25 medido por um micrômetro.

Como resultado, foi confirmado que a altura da rebarba foi um alto nível de 23 a $65 \mu\text{m}$ nos exemplos comparativos, mas foi um nível extremamente baixo de 4 a $9 \mu\text{m}$ nos exemplos da invenção.

As chapas de aço dos exemplos acima foram medidas quanto
30 ao valor médio r , e portanto foi confirmado que nas chapas de aço dos exemplos da invenção, o valor médio de r estava a um alto nível de 2,5 ou mais, mas nas chapas de aço dos exemplos comparativos, o valor médio de

r foi menor que 2,5 ou a medição não seria possível.

Portanto, as chapas de aço dos exemplos da invenção têm excelente capacidade de estampagem. Além disso, as chapas de aço dos exemplos da invenção foram submetidos a testes de Erichsen e as superfícies extrudadas foram observadas e portanto uma excelente capacidade de trabalho de prensagem foi também confirmada.

A chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção dessa forma foi confirmada ter uma integração do plano {222} da fase α Fe paralela à superfície da chapa de aço de 60% ou mais e uma integração do plano {200} da fase α Fe paralela à superfície da chapa de aço de 15% ou menos ou ambas na faixa da presente invenção.

Como resultado, foi confirmado que a chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção alcançaram tanto excelente resistência às rebarbas quanto capacidade de estampagem.

Exemplo 3

São mostrados os resultados de usar uma liga de Zn como o depósito (segunda camada) para produzir chapas de aço tendo uma alta integração do plano {222}.

A chapa de aço matriz foi uma chapa de aço obtida usando-se o método de fusão a vácuo para obter um lingote de ingredientes, em % em massa, de um teor de Al de 0,01% e também C: 0,005%, Si: 0,2%, Mn: 0,5%, Ti: 0,05%, e um saldo de ferro e as inevitáveis impurezas, laminar a quente até uma espessura de 3,2 mm, e então laminar a frio até uma espessura de 1,8 mm.

A fase principal da chapa de aço matriz a uma temperatura comum foi uma fase α Fe. A difração de raios X foi usada para medir a textura da fase α Fe da chapa de aço matriz e portanto foi confirmado que a integração do plano {222} foi 28% e a integração do plano {200} foi 19%.

Parte da chapa de aço matriz foi tratada termicamente por 770°C×5s em uma atmosfera de hidrogênio antes do revestimento.

Na superfície da chapa de aço matriz, o método de eletrodeposição foi usado para depositar uma liga de Zn. Para o banho de revestimento,

foi usada uma solução ácido tipo ácido sulfúrico. O revestimento depositado foi, em % em massa, uma liga 94%Zn-6%Ni. A espessura da liga de Zn depositada foi controlada para se tornar uniforme na superfície da chapa de aço.

- 5 A chapa de aço na qual a liga de Zn foi depositada foi laminada a frio, e então tratada termicamente em uma atmosfera não-oxidante. Antes do tratamento térmico, se necessário, a liga de Zn depositada na superfície da chapa de aço foi removida. A liga de Zn foi removida por imersão da chapa de aço em uma solução aquosa a 10% de ácido clorídrico aquecido para
- 10 fazer a liga de Zn dissolver na solução.

 Como exemplos comparativos, o caso de deposição de uma liga de Al, e então não executando a laminação a frio foi também estudado.

Tabela 2

Nº.	2ª camada		Lamina- ção	Remo- ção da 2ª cama- da	Tratamento tér- mico		Produtos						Aval.	Notas
	Tempe- ratura do trat. de pré- aquec °C	Material	Taxa de redução %		Tem- peratu- ra °C	Tempo min	Razão de ligação%	Fase α Fe int.do plano {222}	plano {222} 0-30° taxa de desvio	{222} 0-10° taxa de desvio de plano	Fa- se α Fe int.do plano {200}	conc. de Al % em massa	Altura da re- barba μ m	
13	770	Zn-Ni	0	Sim	1050	0,1	0	31	45	0,5	17	0,01	98	Ex. Comp. 6
14	770	nenhum	70	nenhum	1050	0,1	0	29	38	0,4	18	0,01	82	Ex. Comp. 7
15	770	Zn-Ni	70	Sim	1050	0,1	0	68	86	56	3,5	0,01	9	Ex. Inv. 8
16	nenhum	Zn-Ni	70	Sim	1050	0,1	0	63	83	42	4,7	0,01	9	Ex. Inv. 9
17	770	Zn-Ni	70	nenhum	1050	0,1	30	64	86	51	4,2	0,01	8	Ex. Inv. 10
18	770	Zn-Ni	70	nenhum	1050	0,1	60	65	87	53	3,8	0,01	8	Ex. Inv. 11
19	770	Zn-Ni	0	nenhum	750	10	100	34	48	1,3	18	0,01	95	Ex. Comp. 8
20	770	Zn-Ni	30	nenhum	750	10	100	64	85	48	5,7	0,01	9	Ex. Inv. 12
21	770	Zn-Ni	87	nenhum	750	10	100	75	92	67	0,8	0,01	7	Ex. Inv. 13

A tabela 2 mostra a razão de ligação, a integração do plano {222} da fase αFe , a integração do plano {200} da fase αFe , e o teor de Al da chapa de aço produzida sob várias condições. Nota-se que a integração do plano foi descoberta por medições usando difração de raios X e cálculo
5 pelo método de processamento do cálculo acima mencionado.

A razão de ligação da chapa de aço foi descoberta como segue: na seção transversal L, em um campo da direção L de 1 mm×espessura total, o método EPMA foi usado para medir a distribuição plana do teor de Fe e a distribuição plana do teor de Zn.

10 Além disso, uma região de $\text{Fe} \geq 0,5\%$ em massa e $\text{Zn} \geq 0,1\%$ em massa foi considerada uma região ligada e sua área foi descoberta como a área ligada. A razão de ligação foi calculada dividindo-se a área ligada pela área na direção L de 1 mm□espessura total.

Nota-se que são descritas as razões de área obtidas usando-se
15 o método EBSD para observar separadamente pela seção transversal os grãos de cristal com um desvio do plano {222} em relação à superfície da chapa de aço de 0 a 30° e os grãos de cristal com um desvio do plano {222} em relação à superfície da chapa de aço de 0 a 10°.

Além disso, a chapa de aço acima foi testada quanto à resistên-
20 cia às rebarbas. Uma perfuração de 30.0 mmφ e um molde de 30.6 mmφ foram usados para perfurar e a altura das rebarbas em torno do furo foi medida por um micrômetro.

No nº 13 do Exemplo comparativo 6, uma liga de Zn com uma espessura de 0,8 μm foi depositada na superfície da chapa de aço. A lami-
25 nação a frio foi omitida e a liga de Zn foi removida, então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de 1050°C×0,1 min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Como resultado, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} dessa chapa de aço estavam ambos for a da faixa da presente
30 invenção.

No nº 14 do Exemplo comparativo 7, a deposição da liga de Zn foi omitida e a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de

70%. Após isto a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $1050^{\circ}\text{C} \times 0,1$ min para fazer a chapa de aço recristalizar. Também nesse caso a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas fora da faixa da presente invenção.

5 No nº 15 do exemplo da invenção 8, após o tratamento térmico a 770°C , a liga de Zn de uma espessura de $0,8\text{ }\mu\text{m}$ foi depositada na superfície da chapa de aço. Após isto, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 70% para torná-la mais fina. Além disso, a liga de Zn foi removida, e então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições
10 de $1050^{\circ}\text{C} \times 0,1$ min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Como resultado, foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam na faixa da presente invenção.

No nº 16 do exemplo da invenção 9, o tratamento térmico antes da deposição da liga de Zn foi omitido a partir do nº 15 dos exemplos da
15 invenção, mas foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} foram ambas controladas para estarem dentro da faixa da presente invenção e o teor de Al estava também na faixa da presente invenção.

Nos nºs 17 e 18 dos Exemplos da Invenção 10 e 11, antes da
20 deposição da liga de Zn, a chapa de aço foi tratada termicamente a 770°C e então a liga de Zn foi depositada.

No nº 17, a liga de Zn com uma espessura de $0,8\text{ }\mu\text{m}$ foi depositada na superfície da chapa de aço. No nº 18, a liga de Zn com uma espessura de $0,4\text{ }\mu\text{m}$ foi depositada na superfície da chapa de aço. Após isto,
25 as duas chapas de aço foram laminadas a frio a uma taxa de redução de 70% para torná-las mais finas.

A remoção da liga de Zn foi omitida, o óleo de laminação na superfície da chapa de aço foi removida, então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $1050^{\circ}\text{C} \times 0,1$ min para fazer a chapa de aço
30 recristalizar. Devido a esse tratamento térmico, parte da liga de Zn depositada na superfície da chapa de aço se ligou com chapa de aço.

A razão de ligação foi de 30% no nº 17 e 60 no nº 18. Foi con-

firmado que a integração do plano {222} obtida e a integração do plano {200} foram ambas controladas para estarem dentro da faixa da presente invenção. E o teor de Al estava também na faixa da presente invenção.

5 No nº 19 do Exemplo comparativo 8, uma liga de Zn com uma espessura de 0,8 μm foi depositada na superfície da chapa de aço. A laminação a frio após a deposição da liga de Zn foi omitida. Após a deposição da liga de Zn, a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de 750°C×10 min para fazer a chapa de aço recristalizar.

10 Como resultado, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas fora da faixa da presente invenção.

Nos nºs 20 e 21 dos Exemplos da Invenção 12 e 13, antes da deposição da liga de Zn, a chapa de aço foi tratada termicamente a 770°C, e então uma liga de Zn com uma espessura de 0,8 μm foi depositada na superfície da chapa de aço.

15 Após isto, no nº 20, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 30% para torná-la mais fina. No nº 21, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 87% para torná-la mais fina.

20 A remoção da liga de Al foi omitida e a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de 750°C×10 min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Como resultado, em cada chapa de aço, foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estacam ambas na faixa da presente invenção e que o teor de Al estava também dentro da faixa da presente invenção.

25 Foi confirmado que nas chapas de aço dos exemplos comparativos, a altura das rebarbas teve um alto nível de 82 a 92 μm , mas nas chapas de aço dos exemplos da invenção, era um nível extremamente baixo de 7 a 9 μm .

30 As chapas de aço dos exemplos acima foram medidas quanto ao valor médio de r. Foi confirmado que nas chapas de aço dos exemplos da invenção, o valor médio de r foi um alto nível de 2,5 ou mais, mas nas chapas de aço dos exemplos comparativos, ele foi menor que 2,5.

Desses resultados, foi confirmado que nas chapas de aço produzidas pelo método para produção da presente invenção, tanto uma excelente resistência às rebarbas quanto capacidade de estampagem foram obtidas.

5 Portanto, as chapas de aço produzidas pelo método para produção da presente invenção foram examinadas em suas superfícies extrudadas em testes Erichsen e confirmaram serem excelentes também em capacidade de trabalho de prensagem.

10 Dessa forma foi confirmado que a chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção teve uma integração do plano {222} da fase α Fe paralela em relação à superfície da chapa de aço de 60% ou mais e uma integração do plano {200} da fase α Fe paralela à superfície da chapa de aço de 15% ou menos ou na faixa da presente invenção.

Exemplo 4

15 São mostrados os resultados do uso de Cu como depósito (segunda camada) para produzir chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}.

20 Os ingredientes da chapa de aço matriz foram, em % em massa, ingredientes incluindo Al: 0,015%, C: 0,15%, Si: 0,1%, Mn: 1,5%, Mo: 0,5%, e um saldo de ferro e as inevitáveis impurezas.

 Como chapa de aço matriz, foram usadas chapas de aço obtidas pelo uso do método de fusão a vácuo para produzir um lingote e laminado-se o lingote a quente até espessuras de 15 mm, 10 mm, e 3,8 mm.

25 Além disso, chapas laminadas a frio obtidas pela laminação a frio de chapas de aço com espessura de 3,8 mm até espessuras de 2,0 mm, 1,0 mm, 0,1 mm, 0,01 mm, e 0,005 mm foram usadas como chapa de aço matriz.

30 A fase principal da chapa de aço matriz a uma temperatura comum foi a fase α Fe. A difração de raios X foi usada para medir a da fase α Fe da chapa de aço matriz e, portanto, foi confirmado que a integração do plano {222} foi 36 a 40% e a integração do plano {200} foi 17 to 22%.

 Antes da deposição de Cu, a chapa matriz foi tratada termica-

mente a $850^{\circ}\text{C} \times 10\text{s}$ em uma atmosfera de hidrogênio. Após isto, diferentes espessuras de Cu foram depositadas nas duas superfícies das chapas de aço matriz. O Cu foi depositado pelo método de revestimento, pelo método de eletrodeposição, ou pelo método de pulverização catódica.

- 5 A espessura do Cu foi mudada, no método de revestimento, pela mudança das espessuras do revestimento de Cu na chapa, no método de revestimento, pela mudança da corrente condutora e do tempo de imersão, e, também, no método de pulverização catódica, pela mudança do tempo de pulverização. Para o banho de revestimento, foi usada uma solução de ácido
- 10 sulfúrico.

 A chapa de aço na qual o Cu foi depositado foi laminada a frio, e então a chapa de aço foi tratada termicamente em uma atmosfera não-oxidante.

Tabela 3

Nº.	Deposição da segunda camada			Espessura após laminação a frio		Tratamento térmico		Após tratamento térmico		Notas
	Método de deposição	Espessura da 2ª camada de Cu µm	Espessura da matriz de Fe mm	Espessura da 2ª camada de Cu. µm	Espessurada chapa de aço. mm	Temperatura °C	Tempo min	integr. do plano {222} da fase αFe	integr. do plano {200} da fase αFe	
22	Revestil-mento	1500	2,0	600	0,86	1020	0,3	61	18	Ex. Inv. 14
23	Revest.	1000	2,0	400	0,84	1020	0,3	70	3,5	Ex. Inv. 15
24	Revest.	100	2,0	40	0,80	1020	0,3	73	2,1	Ex. Inv. 16
25	Plaqueamento	10	2,0	4	0,80	1020	0,3	78	1,1	Ex. Inv. 17
26	Plaqueam.	0,1	2,0	0,04	0,80	1020	0,3	72	1,8	Ex. Inv. 18
27	Pulver. catódica	0,02	2,0	0,008	0,80	1020	0,3	61	17	Ex. Inv. 19
28	Plaqueam.	2	15	1	7,5	900	60	60	18	Ex. Inv. 20
29	Plaqueam.	2	10	1	5,0	900	60	78	1,5	Ex. Inv. 21
30	Plaqueam.	2	1,0	1	0,50	900	60	81	0,2	Ex. Inv. 22
31	Plaqueam.	2	0,1	1	0,051	900	60	71	2,7	Ex. Inv. 23
32	Plaqueam.	2	0,01	1	0,006	900	60	70	3,1	Ex. Inv. 24
33	Plaqueam.	2	0,005	1	0,0035	900	60	61	19	Ex. Inv. 25

A tabela 3 mostra a integração do plano {222} da fase αFe e a integração do plano {200} da fase αFe das chapas de aço produzidas sob várias condições. Nota-se que a integração do plano pela medição por difração de raios X e cálculo pelo método de processamento de cálculo acima mencionado.

Nos nºs 22 a 27 dos exemplos da invenção 14 a 19, o Cu foi depositado na chapa de aço matriz tendo uma espessura de 2,0 mm pelo método de plaqueamento, método de eletrodeposição, ou método de pulverização catódica até uma espessura na faixa da presente invenção como mostrado na tabela 3.

Com o Cu como depositado, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 60%. A seguir a remoção da segunda camada foi omitida e a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $1020^{\circ}\text{C} \times 0,3$ min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Em cada chapa de aço, a integração do plano {222} estava na faixa da presente invenção. No nº 22 onde a espessura da segunda camada quando se deposita a segunda camada estava acima de $1000\ \mu\text{m}$ e no nº 27 onde a espessura da segunda camada era menor que $0,05\ \mu\text{m}$, a integração do plano {222} caiu um pouco e a integração do plano {222} estava acima de 15%.

No nº 22 do exemplo da invenção 14, a espessura da segunda camada após a produção estava acima de $500\ \mu\text{m}$ e o descascamento ocorreu um tanto facilmente. No nº 27 do exemplo da invenção 19, a espessura da segunda camada após a produção foi menor que $0,01\ \mu\text{m}$, o revestimento se rasgou facilmente, e houve alguns problemas com relação à prevenção de ferrugem.

Nos nºs 28 a 33 dos Exemplos da Invenção 20 a 25, $2\ \mu\text{m}$ de Cu foram depositados na chapa de aço matriz de uma espessura de 0,005 a 15 mm pelo método de eletrodeposição. A seguir, com o Cu conforme depositado, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 50%. A remoção da segunda camada foi omitida e a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $900^{\circ}\text{C} \times 60$ min para fazer a chapa de aço recris-

talizar.

Em cada chapa de aço, a integração do plano {222} estava na faixa da presente invenção, mas no nº 28 onde a espessura da chapa de aço matriz no momento da deposição estava acima de 10 mm e no nº 33 onde a espessura da chapa de aço matriz foi menor que 10 μm , a integração do plano {222} caiu um pouco e, além disso, a integração do plano {222} excedeu 15%.

Os exemplos das chapas de aço da invenção acima foram medidas quanto ao valor médio de r . Foi confirmado que nas chapas de aço dos exemplos da invenção, o valor médio de r era um alto nível de 2,5 ou mais. Portanto, as chapas de aço dos exemplos da invenção tiveram excelente capacidade de estampagem.

Dessa forma foi confirmado que a chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção teve uma integração do plano {222} da fase αFe paralela em relação à superfície da chapa de aço de 60% ou mais e a integração do plano {200} da fase αFe paralela à superfície da chapa de aço de 15% ou menos ou na faixa da presente invenção.

Exemplo 5

São mostrados os resultados do uso de Cr como depósito (segunda camada) para produzir chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}.

Os ingredientes da chapa de aço matriz foram, em % em massa, ingredientes incluindo Al: 0,02%, C: 0,06%, Si: 0,2%, Mn: 0,4%, Cr:13,1%, Ni:11,2%, e um saldo de ferro e as inevitáveis impurezas.

Como chapa de aço matriz, foi usada a chapa de aço obtida usando-se o método de fusão a vácuo para produzir um lingote e laminar a quente o lingote até uma espessura de 3,0 mm e, também, laminar a frio até uma espessura de 0,8 mm.

A fase principal da chapa de ao matriz a uma temperatura comum foi a fase γFe . A difração de raios X foi usada para nadir a textura da fase γFe da chapa de aço matriz e a integração do plano foi calculada da mesma forma que acima. Foi confirmado que a integração do plano {222} foi

24% e que a integração do plano {200} foi 21%.

Parte da chapa de aço matriz foi tratada termicamente a $950^{\circ}\text{C} \times 10\text{s}$ em uma atmosfera de hidrogênio antes do revestimento de Cr.

5 O Cr foi depositado na superfície da chapa de aço matriz usando o método de eletrodeposição. Para o banho de revestimento, foi usada uma solução de sulfato de cromo. A espessura do Cr depositado foi $0,6\text{ }\mu\text{m}$. Isto foi controlado para se tornar uniforme na superfície da chapa de aço.

10 A chapa de aço na qual o Cr foi depositado foi laminada a frio, então a chapa de aço foi tratada termicamente em uma atmosfera não-oxidante. Antes do tratamento térmico, se necessário, o Cr depositado na superfície da chapa de aço foi removido. O Cr foi removido por polimento mecânico.

Tabela 4

Nº	Segunda camada		Laminação	Remoção de depósitos anteriores do tratamento térmico	Tratamento térmico		Produto				Notas
	Temperatura do pré tratamento térmico °C	Material	Taxa de redução %		Temperatura °C	Tempo min	Razão de ligação%	Integração do plano {222} da fase γ Fe	Integração do plano {200} da fase γ Fe	conc. Al % em massa	
34	950	Cr	0	Sim	1050	0,2	10	36	17	0,01	Ex. Comp. 9
35	950	Nenhum	75	Nenhum	1050	0,2	0	35	18	0,01	Ex. Comp. 10
36	950	Cr	75	Sim	1050	0,2	0	70	3,1	0,01	Ex. Inv. 26
37	Nenhum	Cr	75	Sim	1050	0,2	0	68	3,9	0,01	Ex. Inv. 27
38	950	Cr	75	Nenhum	400	0,2	0	38	16	0,01	Ex. Comp. 11
39	950	Cr	75	Nenhum	1050	0,2	10	69	4,2	0,01	Ex. Inv. 28
40	950	Cr	75	Nenhum	1100	0,2	30	72	2,3	0,01	Ex. Inv. 29
41	950	Cr	75	Nenhum	1150	0,2	60	75	1,8	0,01	Ex. Inv. 30

A tabela 4 mostra a razão de ligação, a integração do plano {222} da fase γFe , a integração do plano {200} da fase γFe , e o teor de Al da chapa de aço produzida sob várias condições. Nota-se que a integração do plano foi descoberta por medição usando-se difração de raios X e cálculo pelo método de processamento de cálculo acima mencionado.

A razão de ligação da chapa de aço foi descoberta como segue: na seção transversal L, em um campo da direção L 1 mm×toda a espessura, o método EPMA foi usado para medir a distribuição plana do teor de Fe e a distribuição plana do teor de Cr.

Além disso uma região de $\text{Fe} \geq 0,5\%$ em massa e $\text{Cr} \geq 13,2\%$ em massa foi considerada uma região ligada e sua área foi descoberta como a área ligada. A razão de ligação foi calculada dividindo-se a área ligada pela área da direção L 1 mm×espessura total.

No nº 34 do Exemplo comparativo 9, Cr com uma espessura de 0,6 μm foi depositado na superfície da chapa de aço. A laminação a frio foi omitida e o Cr foi removido, então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $1050^\circ\text{C} \times 0,2$ min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Como resultado, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} dessa chapa de aço estavam ambas fora da faixa da presente invenção.

No nº 35 do Exemplo comparativo 10, a deposição de Cr foi omitida e a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 75% sem qualquer depósito. Após isto, a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $1050^\circ\text{C} \times 0,2$ min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Também nesse caso, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas fora da faixa da presente invenção.

No nº 36 do exemplo da invenção 26, a chapa foi tratada termicamente a 950°C , e então o Cr com uma espessura de 0,6 μm foi depositado na superfície da chapa de aço. Após isto, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 75% para torná-la mais fina.

Além disso, o Cr foi removido, e então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de $1050^\circ\text{C} \times 0,2$ min para fazer a chapa de aço

recristalizar.

Como resultado, foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} foram ambas controladas para dentro da faixa da presente invenção e que o teor de Al estava também na faixa da presente invenção.

Além disso, usando um teste de tração, foi confirmado que a chapa de aço do exemplo da invenção 26 tem uma alta tenacidade.

No nº 37 do exemplo da invenção 27, o tratamento térmico antes da deposição de Cr foi omitido no nº 36 do exemplo da invenção, mas foi confirmado que a integração do plano {222} e a integração do plano {200} foram ambas controladas para ficar dentro da faixa da presente invenção e o teor de Al estava também dentro da faixa da presente invenção.

No nº 38 do Exemplo comparativo 11, antes da deposição de Cr, a chapa de aço foi tratada termicamente a 950°C, então o Cr foi depositado e a chapa foi laminada a frio a uma taxa de redução de 75% para torná-la mais fina.

A remoção de Cr foi omitida e o óleo de laminação na superfície da chapa de aço foi removida, então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de 400°C×0,2 min. Nesse momento, a chapa de aço não foi feita recristalizar..

Como resultado, nem a integração do plano {222} obtida nem a integração do plano {200} estavam na faixa da presente invenção.

Nos nºs 39 a 41 dos Exemplos da Invenção 28 a 30, antes da deposição de Cr, a chapa de aço foi tratada termicamente a 950°C, então o Cr foi depositado. Em cada caso, a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 75% para torná-la mais fina.

A remoção do Cr foi omitida, então o óleo de laminação na superfície da chapa de aço foi removido, então, no nº 39, a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de 1050°C×0,2 min, no nº 40, ela foi tratada termicamente sob condições de 1100°C×0,2 min, e, além disso, no nº 41, ela foi tratada termicamente sob condições de 1150°C×0,2 min para fazer a chapa de aço recristalizar.

Parte do Cr depositado se ligou com a chapa de aço. A razão de ligação foi, no nº 39, 10%, no nº 40, 30%, e no nº 41, 60%.

Foi confirmado que a integração do plano {222} obtida e a integração do plano {200} foram ambas controladas para estarem dentro da faixa da presente invenção e que o teor de Al estava também na faixa da presente invenção.

As chapas de aço dos exemplos acima foram medidas quanto ao valor médio de r . Foi confirmado que nas chapas de aço dos exemplos da invenção, o valor médio de r foi um alto nível de 2,5 ou mais, mas nas chapas de aço dos exemplos comparativos, ele foi menor que 2,5.

Desses resultados, foi definido que as chapas de aço produzidas pelo método para produção da presente invenção tiveram excelente capacidade de estampagem.

Dessa forma foi confirmado que a chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção teve uma integração do plano {222} da fase α Fe paralela em relação à superfície da chapa de aço de 60% ou mais e uma integração do plano {200} da fase α Fe paralela à superfície da chapa de aço de 15% ou menos ou na faixa da presente invenção.

Exemplo 6

São mostrados os resultados de usar liga de Al como segunda camada e mudar a espessura da segunda camada para produzir uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}.

Os ingredientes da chapa de aço matriz foram, em % em massa, ingredientes incluindo Al: 0,039%, C: 0,0019%, Si: 0,011%, Mn: 0,13%, N: 0,002%, Ti: 0,061%, Cr: 0,002% ou menos e um saldo de ferro e as inevitáveis impurezas.

A chapa de aço matriz era uma chapa de aço obtida usando-se o método de fusão a vácuo para produzir um lingote e laminar o lingote a quente para obter uma espessura de 3,0 mm. Nota-se que foi usada a decapagem para remover a carepa da superfície da chapa de aço.

A fase principal da chapa de aço matriz a uma temperatura comum foi a fase α Fe. A difração de raios X foi usada para medir a textura da

fase α Fe da chapa de aço matriz e a integração do plano foi calculada da mesma forma que acima. Foi confirmado que a integração do plano {222} foi 19% e que a integração do plano {200} foi 17%.

5 Essa chapa de aço matriz foi tratada termicamente a $780^{\circ}\text{C} \times 10\text{s}$ em uma atmosfera de hidrogênio antes do revestimento. Na superfície da chapa de aço matriz, a liga de Al foi depositada pelo método de imersão a quente. A composição do banho de revestimento foi, em % em massa, 90%Al-10%Si. A liga foi depositada nas duas superfícies da chapa de aço.

10 A quantidade de deposição de revestimento foi controlada, antes do revestimento solidificar, usando-se um gás de secagem para soprar nitrogênio sobre a superfície da chapa de aço para eliminar o revestimento desnecessário.

15 A chapa de aço na qual a liga de Al foi depositada foi laminada a frio para reduzi-la a uma espessura de 0,8 mm. Após isto, essa chapa de aço foi tratada termicamente em uma atmosfera não-oxidante para fazer a chapa de aço recristalizar e promover a difusão do Al.

Tabela 5

Nº.	Produção						Produto					Aval	Observações		
	Deposição da segunda camada		Taxa de redução	Tratamento térmico			Razão de ligação %	Fase α Fe {222}			Fase α Fe {200}			conc.Al mass%	
				Tempo	Temperatura	Taxa de aumento da temperatura									
															Tempo de manutenção
Temp do pré trat. Term. °C	Material	Esp. total μm	%	°C/min	°C	sec	Integ. do plano	Taxa de desvio de área 0-30°	Taxa de desvio de área 0-10°	Integ. do plano	Altura da rebarba μm				
42	780	Ne-nhum	0	73	100	700	20	-	42	57	13	18	0,039	51	Ex. Comp. 12
43	780	Ne-nhum	0	73	100	950	20	-	32	45	2	21	0,039	53	Ex. Comp. 13
44	780	Ne-nhum	0	73	100	1010	20	-	24	30	0.5	22	0,039	57	Ex. Comp. 14
45	780	Al-Si	5	73	100	700	20	100	61	81	41	9,7	0,063	12	Ex. Inv. 31
46	780	Al-Si	5	73	100	950	20	100	63	82	45	8,5	0,063	13	Ex. Inv. 32

47	780	Al-Si	5	73	100	1010	20	100	67	84	52	2,5	0,063	14	Ex. Inv. 33
48	780	Al-Si	10	73	100	700	20	100	70	87	58	1,2	0,114	5	Ex. Inv. 34
49	780	Al-Si	10	73	100	950	20	100	76	92	66	0,8	0,114	6	Ex. Inv. 35
50	780	Al-Si	10	73	100	1010	20	100	81	95	72	0,5	0,114	7	Ex. Inv. 36
51	780	Al-Si	40	73	100	700	20	100	76	92	67	0,9	0,510	7	Ex. Inv. 37
52	780	Al-Si	40	73	100	950	20	100	83	96	72	0,7	0,510	8	Ex. Inv. 38
53	780	Al-Si	40	73	100	1010	20	100	89	97	81	0,3	0,510	6	Ex. Inv. 39
54	780	Al-Si	40	73	1	1010	20	100	95	99	91	0,05	0,510	6	Ex. Inv. 37
55	780	Al-Si	40	73	10	1010	20	100	99	99,8	98	0,01	0,510	7	Ex. Inv. 38
56	780	Al-Si	40	73	1000	1010	20	100	78	93	70	0,9	0,510	5	Ex. Inv. 39
57	780	Al-Si	40	73	2000	1010	20	100	72	90	61	1,1	0,510	6	Ex. Inv. 40
58	650	Al-Si	40	73	100	1010	20	100	63	82	50	12	0,510	14	Ex. Inv. 41
59	1150	Al-Si	40	73	100	1010	20	100	60	80	41	14	0,510	14	Ex. Inv. 42

A tabela 5 mostra a razão de ligação da chapa de aço produzida, a integração do plano {222} da fase αFe , a integração do plano {200} da fase αFe , e o teor de Al da chapa de aço produzida sob várias condições.. Nota-se que a integração do plano foi descoberta por medição usando-se difração de raios X e cálculo pelo método de processamento de cálculo mencionado acima.

A razão de ligação da chapa de aço foi descoberta como segue: na seção transversal L, em um campo da direção L 1 mm×espessura total, o método EPMA foi usado para medir a distribuição do plano e a distribuição do plano do teor de Al.

Além disso, uma região de $\text{Fe} \geq 0,5\%$ em massa e $\text{Al} \geq 0,139\%$ em massa foi considerada uma região ligada e sua área foi descoberta como a área ligada. A razão de ligação foi calculada dividindo-se a área ligada pela área da direção L 1 mm×espessura total.

Nota-se que, são descritas as razões de área obtidas usando-se o método EBSD para observar separadamente pela seção transversal L os grãos de cristal com um desvio do plano {222} em relação à superfície da chapa de aço de 0 a 30° e os grãos de cristal com um desvio do plano {222} em relação à superfície da chapa de aço de 0 a 10°. Além disso, a chapa de aço acima foi testada quanto à resistência às rebarbas. Uma broca de 10,0 mmφ um molde de 10,3 mmφ foram usados para perfurar e a altura das rebarbas em torno do furo perfurado foi medido por um micrômetro.

Nos n^{os} 42 a 44 dos Exemplos Comparativos 12 a 14, a etapa de deposição da liga de Al foi omitida e a chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 73% sem quaisquer depósitos. Após isto, a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de 700 a 1010°C para fazer a chapa de aço recristalizar.

Nesse caso, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas fora da faixa da presente invenção. A altura das rebarbas era um valor grande de 51 a 57 μm .

Nos n^{os} 45 a 47 dos Exemplos da Invenção 31 a 33, a liga de Al de 5 μm de espessura no total das duas superfícies foi depositada. Além

disso, a chapa de aço foi laminada a frio até uma espessura de 0,8mm, então a chapa de aço foi tratada termicamente sob condições de 700 a 1010°C para fazer a chapa de aço recristalizar.

5 Nesse caso, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura da rebarba foi 12 a 14 μm ou notavelmente menor que os exemplos comparativos.

 Nos nºs 48 a 57 dos Exemplos da Invenção 34 a 40, a liga de Al de 10 a 40 μm de espessura no total de ambas as superfícies foi depositada. Além disso, a chapa de aço foi laminada a frio até uma espessura de 0,8mm, então a chapa de aço foi tratada termicamente sob as condições de 700 a 1010°C para fazer a chapa de aço recristalizar. Nesse momento, a taxa de aumento da temperatura foi mudada.

 Em cada caso, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura da rebarba foi de 5 a 8 μm ou um valor notavelmente menor.

 As chapas de aço dos exemplos acima foram medidas quanto ao valor médio de r . Foi confirmado que nas chapas de aço dos exemplos da invenção o valor médio de r foi um alto nível de 2,5 ou mais, mas nas chapas de aço dos exemplos comparativos, ela foi menor que 2,5.

20 Desses resultados, foi definido que as chapas de aço dos exemplos da invenção têm excelente capacidade de estampagem.

 Além disso, foi executado um teste Erichsen e as superfícies extrudadas foram examinadas e assim foi confirmado que as chapas de aço dos exemplos da invenção são também excelentes em capacidade de conformação por prensagem.

25 Dessa forma, foi confirmado que a chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção teve uma integração do plano {222} da fase αFe paralela em relação à superfície da chapa de aço de 60% ou mais e a integração do plano {200} da fase αFe paralela à superfície da chapa de aço de 15% ou menos ou na faixa da presente invenção e que tanto uma excelente resistência às rebarbas quanto capacidade de estampagem foram alcançadas.

Exemplo 7

São mostrados os resultados da mudança do teor de Cr da chapa de aço matriz para examinar a capacidade de produção e a integração do plano {222}.

5 A chapa de aço matriz foi produzida por quatro tipos de ingredientes com diferentes teores de Cr. O teor de Cr foi, em % em massa, 13,0% (ingrediente F), 11,9% (ingrediente G), 6,0% (ingrediente H), e 0,002% ou menos (limite de detecção de menos) (ingrediente I). Em adição, C: 0,083%, Si: 0,11%, Mn: 0,23%, Al: 0,002%, N: 0,003, e um saldo de ferro e as inevi-
10 táveis impurezas foi incluído nos ingredientes.

Para cada um desses ingredientes, foi usada a fusão a vácuo para produzir um lingote e o lingote foi laminado a quente para reduzi-lo a uma espessura de 3,5 mm. A seguir, os quatro tipos de chapas de aço foram laminados a frio até uma espessura de 1,3 mm.

15 As fases principais das chapas de aço dos ingredientes F, G, H, e I a temperaturas comuns foram as fases α Fe. Foi usada a difração de raios X para medir a textura da fase α Fe da chapa de aço matriz e a integração do plano foi calculada da mesma forma que acima.

Foi confirmado que a integração do plano {222} foi, com os ingredientes F, 8%, os ingredientes G, 9%, os ingredientes H, 9%, e os ingredientes I, 8%, enquanto a integração do plano {200} foi, com os ingredientes F, 28%, os ingredientes G, 30%, os ingredientes H, 31%, e os ingredientes I, 29%.

O método de eletrodeposição foi usado para depositar Sn na
25 superfície da chapa de aço matriz como uma segunda camada. O banho de revestimento foi uma solução ácida de ácido sulfúrico. O processo foi controlado para dar um peso base por lado de 1 g/m². Ambas as superfícies foram revestidas. Antes da eletrodeposição, nenhum pré tratamento térmico foi aplicado.

30 Com o Sn depositado como segunda camada dessa forma, cada chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 40% para obter uma chapa de aço com uma espessura de 0,78 mm. Para comparação, as

chapas de aço dos ingredientes F, G, H, e I sem Sn depositado foram também laminadas a frio com uma taxa de redução de 40%.

A seguir, cada chapa de aço foi tratada termicamente no vácuo a uma taxa de aumento da temperatura de $100^{\circ}\text{C}/\text{min}$ sob condições de
5 $1100^{\circ}\text{C}/60$ min para fazer a chapa de aço recristalizar. Nesse momento, em cada chapa de aço, o Sn da superfície da chapa de aço se difundiu no aço e foi completamente ligado.

Por comparação, a chapa de aço sem Sn depositado foi similarmente tratada termicamente.

10 Os oito tipos de chapas de aço obtidos foram medidos quanto à integração do plano {222} e à integração do plano {200}. A integração da área {222} das chapas de aço nas quais o Sn foi depositado foi, para os ingredientes F, 65%, os ingredientes G, 75%, os ingredientes H, 79%, e os ingredientes I, 85%, enquanto a integração do plano {200} foi, para os ingre-
15 dientes F, 12%, os ingredientes G, 4%, os ingredientes H, 2,5%, e os ingredientes I, 1,4.

Em cada caso, a integração do plano estava dentro da faixa da presente invenção, mas foi definido que se o Cr contido for, em % em massa, menos de 12,0%, uma integração do plano {222} particularmente alta
20 pode ser obtida.

Por outro lado, a integração do plano das chapas de aço nas quais o Sn não foi depositado foi, para os ingredientes F, 21%, os ingredientes G, 12%, os ingredientes H, 11%, e os ingredientes I, 12 e a integração do plano {200} foi, para os ingredientes F, 16%, os ingredientes G, 17%, os in-
25 gredientes H, 16%, e os ingredientes I, 16%.

A resistência às rebarbas foi avaliada usando-se uma broca de 10.0 mm $\square$ e um molde de 10.3 mm ϕ para perfurar e medir a altura da rebarba em torno do furo perfurado por um micrômetro.

A altura da rebarba das chapas de aço nas quais o Sn foi depo-
30 sitado foi, para os ingredientes F, 9 μm , os ingredientes G, 7 μm , os ingredientes H, 6 μm , e os ingredientes I, 5 μm . Foi confirmado que cada chapa de aço tinha excelentes propriedades.

A altura da rebarba das chapas de aço nas quais o Sn não foi depositado foi, para os ingredientes F, 46 μm , os ingredientes G, 52 μm , os ingredientes H, 63 μm , e os ingredientes I, 68 μm . Foi confirmado que cada chapa de aço sofreu com grandes rebarbas.

5 Além disso, cada chapa de aço foi medida quanto ao valor médio de r , e assim foi confirmado que o valor médio de r de uma chapa de aço na qual o Sn foi depositado era um alto nível de 2,5 ou mais. O valor médio de r para uma chapa de aço na qual o Sn não foi depositado foi de cerca de 1,1.

10 A partir disso, foi definido que a chapa de aço na qual o Sn foi depositado tem excelente capacidade de estampagem. Além disso, um teste Erichsen foi executado e a face extrudada foi examinada. Como resultado, foi confirmado que a chapa de aço na qual o Sn foi depositado também é excelente em capacidade de conformação por prensagem.

15 Dessa forma, foi confirmado que a chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção teve uma integração do plano {222} da fase αFe paralela em relação à superfície da chapa de aço de 60% ou mais e uma integração do plano {200} da fase αFe paralela à superfície da chapa de aço de 15% ou menos ou na faixa da presente invenção.

20 Exemplo 8

São mostrados os resultados da mudança do teor de Al da chapa de aço matriz para examinar a capacidade de produção e a integração do plano {222}.

25 A chapa de aço matriz foi produzida por quatro tipos de ingredientes com diferentes teores de Al. O teor de Al foi, em % em massa, 7,5% (ingredientes J), 6,4% (ingredientes K), 3,4% (ingredientes L), e 0,002% ou menos (limite de detecção ICP ou menos) (ingredientes M). Em adição, C: 0,083%, Si: 0,11%, Mn: 0,23%, Cr: 0,002% ou menos (limite de análise de detecção ICP ou menos), N: 0,003, e um saldo de ferro e as inevitáveis impurezas foram incluídos nos ingredientes.

30 Para cada um desses ingredientes, foi usada a fundição a vácuo para produzir um lingote e o lingote foi laminado a quente para reduzi-lo a

uma espessura de 2,8 mm.

Os lingotes dos ingredientes K, L, e M puderam ser facilmente laminados a quente em chapas de aço, mas o lingote dos ingredientes J frequentemente se fraturavam durante a laminação a quente então a laminação a quente não pode ser continuada.

Dessa forma, se o teor de Al da chapa de aço matriz for maior que a faixa da presente invenção a 6,5% ou mais, a produção é difícil, então abriu-se mão da produção da chapa de aço dos ingredientes J. A seguir as chapas de aço dos ingredientes K, L, e M foram laminados a frio até uma espessura de 1,6 mm.

As fases principais das chapas de aço dos ingredientes K, L, e M a temperaturas comuns foram as fases αFe . A difração de raios X foi usada para medir a textura da fase αFe da matriz e a integração do plano foi calculada da mesma forma que acima. Foi confirmado que a integração do plano {222} foi, para os ingredientes K, 11%, os ingredientes L, 12%, e os ingredientes M, 12%, enquanto a integração do plano {200} foi, para os ingredientes K, 8%, os ingredientes L, 7%, e os ingredientes M, 8%.

Cada chapa de aço matriz, antes da formação da segunda camada, foi tratada termicamente a $750^{\circ}\text{C} \times 10\text{s}$ em uma atmosfera de hidrogênio. Após isto, o método de imersão a quente foi usado para depositar Zn na superfície da chapa de aço matriz.

A composição do banho de revestimento foi 95%Zn-5%Fe. A liga de Zn foi depositada em ambas as superfícies da chapa de aço. A quantidade de deposição, no total das duas superfícies, foi feito 80 g/m^2 . A quantidade de deposição nas duas superfícies foi feita tão uniforme quanto possível.

Com a liga de Zn depositada como segunda camada, cada chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 50% para obter uma chapa de aço com uma espessura de 0,80 mm.

Por comparação, chapas de aço dos ingredientes K, L, e M sem liga de Zn depositada foram também laminadas a frio a uma taxa de redução de 50% até uma espessura de 0,80 mm.

A seguir, cada chapa de aço foi tratada termicamente no vácuo a

uma taxa de aumento de temperatura de 10°C/min sob condições de 1100°C×60 min para fazer a chapa de aço recristalizar. Nesse momento, em cada chapa de aço, a liga de Zn da superfície da chapa de aço se difundiu no aço e foi completamente ligada.

5 Para comparação, a chapa de aço sem a liga de Zn depositada foi similarmemente tratada termicamente.

Os oito tipos de chapas de aço obtidas foram medidas quanto à integração do plano {222} e à integração do plano {200}. A área de integração {222} das chapas de aço na qual a liga de Zn foi depositada foi, para os
10 ingredientes K, 78%, os ingredientes L, 85%, os ingredientes M, 90%, e os ingredientes I, 85%, enquanto a integração do plano {200} foi, para os ingredientes K, 1,4%, os ingredientes L, 0,6%, e os ingredientes M, 0,4%.

Em cada caso, a integração do plano estava dentro da faixa da presente invenção, mas foi definido que se o Al contido for, em % em massa,
15 menos de 3,5%, uma integração do plano {222} particularmente alta pode ser obtida.

Por outro lado, a integração dos planos da chapa de aço nas quais a liga de Zn não foi depositada foi, para os ingredientes K, 36%, os ingredientes L, 32%, e os ingredientes M, 25%, e a integração do plano
20 {200} foi, para os ingredientes K, 17%, os ingredientes L, 19%, e os ingredientes M, 16%.

A resistência às rebarbas foi avaliada usando-se uma broca de 10,0 mmφ e um molde de 10,3 mmφ para perfurar e medir a altura da rebarba em torno do furo perfurado por um micrômetro.

25 A altura da rebarba das chapas de aço nas quais o Zn foi depositado foi, para os ingredientes K, 7 μm, os ingredientes L, 5 μm, e os ingredientes M, 5 μm. Foi confirmado que cada chapa de aço teve excelentes propriedades.

A altura da rebarba das chapas de aço nas quais a liga de Zn
30 não foi depositada foi, para os ingredientes K, 52 μm, os ingredientes L, 57 μm, e os ingredientes M, 65 μm. Foi confirmado que cada chapa de aço sofreu com grandes rebarbas.

Além disso, cada chapa de aço foi medida quanto ao valor médio de r , e assim foi confirmado que o valor médio de r de uma chapa de aço na qual a liga de Zn foi depositada foi um nível alto de 2,5 ou mais. O valor médio de r para uma chapa de aço na qual a liga de Zn na foi depositada foi de cerca de 1,1.

Daí foi definido que uma chapa de aço na qual a liga de Zn foi depositada tem excelente capacidade de estampagem.

Além disso, um teste Erichsen foi executado em cada chapa de aço e a superfície extrudada foi examinada. Como resultado, foi confirmado que a chapa de aço na qual a liga de Zn foi depositada é também excelente em capacidade de conformação por prensagem.

Dessa forma foi confirmado que a chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção teve uma integração do plano {222} da fase α Fe paralela em relação à superfície da chapa de aço de 60% ou mais e a integração do plano {200} da fase α Fe paralela à superfície da chapa de aço de 15% ou menos ou na faixa da presente invenção.

Exemplo 9

São mostrados os resultados do uso dos metais Mo, Cr, Ge, Si, Ti, W, e V como depósitos da segunda camada para produzir uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}.

As chapas laminadas a quente com espessuras de 2,8 mm dos ingredientes K, L, e M usadas no exemplo 8 foram usadas como chapas de aço matriz. As chapas de aço dos ingredientes K, L, e M foram laminadas a frio até uma espessura de 0,4 mm.

As fases principais das chapas de aço dos ingredientes K, L, e M a temperaturas ordinárias foram as fases α Fe. A difração de raios X foi usada para medir a textura da fase α Fe de cada chapa de aço matriz e a integração do plano foi calculada da mesma forma que acima.

Foi confirmado que a integração do plano {222} foi, para os ingredientes K, 15%, os ingredientes L, 17%, e os ingredientes M, 16%, enquanto a integração do plano {200} foi, para os ingredientes K, 7%, os ingredientes L, 6%, e os ingredientes M, 8%.

Antes de pulverizar para depositar a segunda camada, cada chapa de aço matriz foi tratada termicamente a $620^{\circ}\text{C}\times 60\text{s}$ em uma atmosfera de Ar. O método de pulverização catódica foi utilizado para depositar na superfície da chapa de aço matriz uma segunda camada de metal Mo, Cr, Ge, Si, Ti, W, e V.

Materiais metálicos-alvo de purezas de 99.9% ou mais foram preparados e as espessuras por lado foram controladas para 1 μm para formar revestimentos em ambas as faces.

Com a segunda camada compreendida de cada metal conforme depositado, cada chapa de aço foi laminada a frio a uma taxa de redução de 62,5% para obter uma chapa de aço com uma espessura de 0,15 mm.

Por comparação, chapas de aço dos ingredientes K, L, e M nas quais nenhuma segunda camada compreendida de um metal é depositado foram também, laminadas a frio a uma taxa de redução de 62,5% até uma espessura de 0,15 mm.

A seguir, cada chapa de aço foi tratada termicamente no vácuo a uma taxa de aumento de temperatura de $500^{\circ}\text{C}/\text{min}$ sob condições de $1150^{\circ}\text{C}\times 15\text{s}$ para fazer a chapa recristalizar.

Nesse momento, em cada chapa de aço, a segunda camada metálica na superfície da chapa de aço se difundiu no aço e foi completamente ligada. Por comparação, chapas de aço nas quais nenhuma camada de aço foi depositada foram similarmente tratadas termicamente.

Tabela 6

Nº.	Produção					Produto						Aval.	Notas			
	Matriz	Deposição da 2ª		Taxa de redução	Tratamento térmico			Razão de ligação	Fase αFe {222}					Fase αFe {200}	conc Al. mass%	Altura da rebarba μm
		camada	Espes total μm		Taxa de aumento da temp °C/min	Tem-peratura °C	Tempo de manu-tenção (s)		integ Plano %	Taxa de desvio de área 0-30°	Taxa de desvio de área 0-10°					
60	K	nenhum	0	60	500	1150	15	-	38	55	8	16	6,4	42	Ex. Comp. 15	
61	L	nenhum	0	60	500	1150	15	-	24	30	0,4	18	3,4	53	Ex. Comp. 16	
62	M	nenhum	0	60	500	1150	15	-	18	18	0,1	19	<0,002	63	Ex. Comp. 17	
63	K	Mo	2	60	500	1150	15	100	63	82	47	7,6	6,4	9	Ex. Inv. 43	
64	L	Mo	2	60	500	1150	15	100	68	87	57	3,8	3,4	8	Ex. Inv. 44	
65	M	Mo	2	60	500	1150	15	100	74	92	63	1,8	<0,002	8	Ex. Inv. 45	
66	K	Cr	2	60	500	1150	15	100	61	81	46	8,5	6,4	8	Ex. Inv. 46	
67	L	Cr	2	60	500	1150	15	100	66	85	53	5,4	3,4	7	Ex. Inv. 47	
68	M	Cr	2	60	500	1150	15	100	73	91	62	2,3	<0,002	7	Ex. Inv. 48	
69	K	Si	2	60	500	1150	15	100	66	86	55	4,7	6,4	8	Ex. Inv. 49	

70	L	Si	2	60	500	1150	15	100	69	89	60	3,0	3,4	7	Ex. Inv. 50
71	M	Si	2	60	500	1150	15	100	78	93	73	1,2	<0,002	8	Ex. Inv. 51
72	K	Ge	2	60	500	1150	15	100	63	82	47	6,7	6,4	9	Ex. Inv. 52
73	L	Ge	2	60	500	1150	15	100	67	88	56	4,1	3,4	8	Ex. Inv. 53
74	M	Ge	2	60	500	1150	15	100	75	92	69	2,1	<0,002	8	Ex. Inv. 54
75	K	Ti	2	60	500	1150	15	100	67	86	57	5,2	6,4	8	Ex. Inv. 55
76	L	Ti	2	60	500	1150	15	100	69	89	59	3,4	3,4	7	Ex. Inv. 56
77	M	Ti	2	60	500	1150	15	100	77	92	70	1,3	<0,002	7	Ex. Inv. 57
78	K	W	2	60	500	1150	15	100	62	81	47	10,2	6,4	9	Ex. Inv. 58
79	L	W	2	60	500	1150	15	100	65	83	50	8,5	3,4	7	Ex. Inv. 59
80	M	W	2	60	500	1150	15	100	73	91	63	2,3	<0,002	8	Ex. Inv. 60
81	K	V	2	60	500	1150	15	100	64	83	51	6,4	6,4	8	Ex. Inv. 61
82	L	V	2	60	500	1150	15	100	67	88	57	5,8	3,4	6	Ex. Inv. 62
83	M	V	2	60	500	1150	15	100	75	92	68	1,7	<0,002	8	Ex. Inv. 63

A tabela 6 mostra a razão de ligação, a integração do plano {222} da fase αFe , a integração do plano {200} da fase αFe , e o teor de Al da chapa de aço produzida sob várias condições. A integração do plano foi descoberta por medição usando-se difração de raios X e cálculo pelo método de processamento de cálculo acima mencionado.

A razão de ligação da chapa de aço foi descoberta como segue: na seção transversal L, em um campo da direção L 1 mm×toa a espessura, o método EPMA foi usado para medir a distribuição do plano do teor de Fe e a distribuição do plano do teor dos elementos metálicos depositados entre Mo, Cr, Ge, Si, Ti, W, e V.

Além disso, a região de $\text{Fe} \geq 0.5\%$ em massa e um teor do elemento metálico depositado entre Mo, Cr, Ge, Si, Ti, W, e V $\geq 0,1\%$ em massa foi considerada uma região ligada e sua área foi descoberta como a área ligada. A razão de ligação foi calculada dividindo-se a área ligada pela área da direção L 1 mm×espessura total.

Nota-se que, são descritas as razões de área obtidas pelo uso do método EBSD para observar separadamente pela seção transversal L os grãos de cristal com um desvio do plano {222} em relação à superfície da chapa de aço de $\pm 10^\circ$.

Além disso, a chapa de aço acima foi testada quanto à resistência às rebarbas. Uma broca de 10,0 mm ϕ e um molde com 10.3 mm ϕ foram usados para perfurar e a altura da rebarba em torno do furo perfurado foi medida por um micrômetro.

Nos n^{os} 60 a 62 dos Exemplos Comparativos 15 a 17, a deposição do metal da segunda camada foi omitida. Nesse caso, a integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas fora da faixa da presente invenção. A altura da rebarba foi um valor grande de 42 a 63 μm .

Nos n^{os} 63 a 65 dos Exemplos da Invenção 43 a 45, Mo foi depositado como segunda camada. A integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura da rebarba foi de 8 a 9 μm ou muito menor que os exemplos comparativos.

Nos n^{os} 66 a 68 dos Exemplos da Invenção 46 a 48, o Cr metáli-

co foi depositado como segunda camada. A integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura da rebarba foi de 7 a 8 μm ou muito menor que os exemplos comparativos.

5 Nos n^{os} 69 a 71 dos Exemplos da Invenção 49 a 51, Si metálico foi depositado como segunda camada. A integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura das rebarbas foi de 7 a 8 μm ou muito menor que os exemplos comparativos.

10 Nos n^{os} 72 a 74 dos Exemplos da Invenção 52 to 54, Ge metálico foi depositado como segunda camada. A integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura das rebarbas foi de 8 a 9 μm ou muito menor que os exemplos comparativos.

15 Nos n^{os} 75 a 77 dos Exemplos da Invenção 55 a 57, Ti metálico foi depositado como a segunda camada. A integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura da rebarba foi de 7 a 8 μm ou muito menor que os exemplos comparativos.

20 Nos n^{os} 78 a 80 dos Exemplos da Invenção 58 a 60, W metálico foi depositado como segunda camada. A integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura da rebarba foi 7 a 9 μm ou muito menor que os exemplos comparativos.

25 Nos n^{os} 81 a 83 dos Exemplos da Invenção 60 a 63, V metálico foi depositado como segunda camada. A integração do plano {222} e a integração do plano {200} estavam ambas na faixa da presente invenção. A altura das rebarbas foi 6 a 8 μm ou muito menor que os exemplos comparativos.

30 As chapas de aço dos exemplos acima foram medidas quanto ao valor médio de r . Foi confirmado que nas chapas de aço dos exemplos da invenção, o valor médio de r foi um alto nível de 2,5 ou mais, mas nas chapas de aço dos exemplos comparativos, ele foi menor que 2,5.

Portanto, foi definido que as chapas de aço dos exemplos da

invenção têm excelente capacidade de estampagem.

Dessa forma foi confirmado que a chapa de aço produzida pelo método para produção da presente invenção teve uma integração do plano {222} da fase α Fe paralela em relação à superfície da chapa de aço de 60% ou mais e uma integração do plano {200} da fase α Fe paralela à superfície da chapa de aço de 15% ou menos ou na faixa da presente invenção e que uma excelente resistência à rebarba e capacidade de estampagem foram ambas alcançadas.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

Conforme explicado acima, a chapa de aço da presente invenção tem uma capacidade de trabalho superior sem precedentes de ausência de formação de rebarbas na seção transversal no momento da perfuração, então pode ser facilmente trabalhada em várias formas incluindo tudo de formas convencionais a formas especiais.

Portanto, a chapa de aço da presente invenção é, por exemplo útil para painéis externos de peças de automóveis, aparelhos eletrodomésticos, etc. que requeiram conformação por prensagem em formas complicadas e outros vários materiais estruturais e materiais funcionais.

Além disso, o método para produção da presente invenção permite que a integração do plano {222} seja aumentada e/ou que a integração do plano {200} seja reduzida facilmente e efetivamente mesmo na chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa.

Portanto, de acordo com o método para produção da presente invenção, é possível produzir chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} (a chapa de aço da presente invenção) sem produção de novos equipamentos apenas trocando-se os processos dos equipamentos existentes facilmente e a baixo custo.

Portanto, a presente invenção tem alta aplicabilidade industrial nas indústrias de produção que utilizam vários materiais estruturais e materiais funcionais.

REIVINDICAÇÕES

1. Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} compreendida de uma chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa, caracterizado por um ou ambos entre:

5 (1) a integração do plano {222} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

(2) a integração do plano {200} de uma ou ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

2. Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} compreendendo uma chapa de aço tendo um teor de alumínio de menos de 6,5% em massa em pelo menos uma superfície na qual uma segunda camada é depositada, caracterizada por um ou ambos entre:

(1) a integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

15 (2) a integração do plano {200} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

3. Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} compreendendo uma chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa em pelo menos uma superfície da qual é formada uma segunda camada e tendo a segunda camada e a chapa de aço parcialmente ligadas, caracterizada por um ou ambos entre:

(1) a integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

25 (2) a integração do plano {200} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

4. Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} compreendendo uma chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa m pelo menos uma na qual uma segunda camada é depositada e ligada com a chapa de aço, caracterizada por um ou ambos entre:

30 (1) a integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

(2) a integração do plano {200} de uma ou de ambas as fa-

ses αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

5. Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4 caracterizada pelo fato de que a mencionada integração do plano {222} é 60% a 95%.

5 6. Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 5 caracterizada pelo fato de que a mencionada segunda camada contém pelo menos um elemento entre Fe, Al, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr.

10 7. Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6 caracterizada pelo fato de que a espessura da chapa de aço é de 5 μm a 5 mm.

8. Chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 7 caracterizada pelo fato de que a espessura da segunda camada é 0,01 μm a 500 μm .

9. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} tendo

(a) uma etapa de depositar uma segunda camada em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa servindo como uma matriz,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada,

(c) uma etapa de remover a segunda camada da chapa de aço laminada a frio, e

25 (d) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço da qual a segunda camada foi removida para fazer a chapa de aço recristalizar.

10. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} tendo

(a) uma etapa de depositar uma segunda camada em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa servindo como matriz,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a

segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para fazer a chapa de aço recristalizar,

(d) um teor de Al da chapa de aço recristalizada sendo menor que 6,5% em massa.

11. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} tendo:

(a) uma etapa de depositar uma segunda camada em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa servindo como matriz,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para ligar parte da segunda camada e fazer a chapa de aço recristalizar,

(d) um teor de Al da chapa de aço ligada e recristalizada sendo menor que 6,5% em massa.

12. Método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} tendo:

(a) uma etapa de depositar uma segunda camada em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 3,5% em massa servindo como matriz,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para ligar a segunda camada e fazer a chapa de aço recristalizar,

(d) um teor de Al da chapa de aço sendo menor que 6,5% em massa.

13. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definida em qualquer uma das reivindicações 9 a 12, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizada pelo controle para obter um ou am-

bos entre:

(1) a integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e

(2) a integração do plano {200} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

14. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definida em qualquer uma das reivindicações 9 a 12, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizada pelo controle para obter um ou ambos entre;

(1) a integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 95% e

(2) a integração do plano {200} de uma ou de ambas as fases αFe e γFe em relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.

15. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definida em qualquer uma das reivindicações 9 a 12, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizada pelo fato de que a segunda camada contém pelo menos um elemento entre Fe, Al, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr.

16. Método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} o mencionado método para produção de uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado por ter

(a) uma etapa de depositar em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa servindo como matriz uma segunda camada de um ou mais elementos entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada,

(c) uma etapa de remover a segunda camada da chapa de aço laminada a frio, e

(d) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço da qual a segunda camada foi removida para fazer a chapa de aço recristalizar.

17. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}, o mencionado método para produção de uma chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado por ter

(a) uma etapa de depositar em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa servindo como matriz uma segunda camada de um ou mais elementos entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para fazer a chapa de aço recristalizar.

18. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado por ter

(a) uma etapa de depositar em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa servindo como matriz uma segunda camada de um ou mais elementos entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr,

(b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para ligar parte da segunda camada e fazer a chapa de aço recristalizar.

19. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222}, o mencionado método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} caracterizado por ter

(a) uma etapa de depositar em pelo menos uma superfície da chapa de aço tendo um teor de Al de menos de 6,5% em massa servindo

como matriz uma segunda camada de um ou mais elementos entre Fe, Co, Cu, Cr, Ga, Hf, Hg, In, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pt, Sb, Si, Sn, Ta, Ti, V, W, Zn, e Zr,

5 (b) uma etapa de laminar a frio a chapa de aço na qual a segunda camada foi depositada, e

(c) uma etapa de tratar termicamente a chapa de aço laminada a frio para ligar a segunda camada e fazer a chapa de aço recrystalizar.

20. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definido em qualquer uma das reivindicações 9 a 19 caracterizada pelo fato de que a espessura da chapa de aço que serve como a mencionada matriz é 10 μm a 10 mm.

21. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definida em qualquer uma das reivindicações 9 a 19 caracterizada pelo fato de que a espessura da segunda camada é 0,05 μm a 1000 μm .

22. Método para produção da chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definida em qualquer uma das reivindicações 9 a 19 caracterizada por, antes de depositar a segunda camada, pré-tratar termicamente a chapa de aço.

20 23. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definido na reivindicação 22 caracterizada pelo fato de que a temperatura do mencionado pré tratamento térmico é de 700 a 1100°C.

24. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definido na reivindicação 22 ou 23 caracterizada pelo fato de que a atmosfera do mencionado pré tratamento térmico é pelo menos uma entre vácuo, atmosfera de gás inerte, e atmosfera de hidrogênio.

25 26. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definido em qualquer uma das reivindicações 9 a 19 caracterizada pelo fato de que a mencionada etapa de depositar a segunda camada na chapa de aço é por revestimento.

26. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta inte-

gração do plano {222} como definido em qualquer uma das reivindicações 9 a 19 caracterizada pelo fato de que a mencionada etapa de depositar a segunda camada na chapa de aço é por revestimento com cilindros.

5 27. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definido em qualquer uma das reivindicações 9 to 19 caracterizada pelo fato de que a taxa de redução na mencionada etapa de laminação a frio é de 30% a 95%.

10 28. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definido em qualquer uma das reivindicações 9 to 19 caracterizada pelo fato de que a temperatura do tratamento térmico na mencionada etapa de tratamento térmico é de 600°C a 1000°C e o tempo de tratamento térmico é de 30 segundos ou mais.

15 29. Método para produção de chapa de aço tendo uma alta integração do plano {222} como definido em qualquer uma das reivindicações 9 to 19 caracterizada pelo fato de que a temperatura do tratamento térmico na mencionada etapa de tratamento térmico é de mais de 1000°C.

RESUMO

Patente de Invenção: **"CHAPA DE AÇO TENDO ALTA INTEGRAÇÃO DO PLANO {222} E MÉTODO PARA PRODUÇÃO DA MESMA"**.

A presente invenção refere-se a uma chapa de aço tendo uma
5 alta integração do plano {222} compreendendo uma chapa de aço tendo um
teor de Al de menos de 6,5% em massa caracterizada por um ou ambos
entre (1) a integração do plano {222} de uma ou de ambas as fases α Fe e
 γ Fe phase em relação à superfície da chapa de aço sendo 60% a 99% e (2)
a integração do plano {200} de uma ou de ambas as fases α Fe e γ Fe em
10 relação à superfície da chapa de aço sendo 0,01% a 15%.