



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

**(11) PI 0913196-5 B1**



**(22) Data do Depósito: 28/05/2009**

**(45) Data de Concessão: 16/04/2019**

**(54) Título:** MÉTODO DE DECAPAGEM DE CHAPA DE AÇO

**(51) Int.Cl.:** C23G 1/08; C23G 3/00; C23G 3/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 30/05/2008 JP 2008-143582.

**(73) Titular(es):** NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION.

**(72) Inventor(es):** KENICHI UEMURA; DAISUKE SAWADA.

**(86) Pedido PCT:** PCT JP2009060205 de 28/05/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/145353 de 03/12/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 29/11/2010

**(57) Resumo:** MÉTODO DE DECAPAGEM DE CHAPA DE AÇO A presente invenção refere-se a um método de decapagem de chapa de aço e um sistema de decapagem de chapa de aço aptos a de forma eficiente removerem crosta de óxido a partir da chapa de aço. Ou seja, ela proporciona um método de decapagem contínua de chapa de aço possuindo uma etapa A de decapagem da chapa de aço em um tanque de decapagem, uma etapa B de soprar gás em direção a pelo menos parte das superfícies da chapa de aço no ar após a etapa A, e uma etapa C de decapagem da chapa de aço em um tanque de decapagem após a etapa B, onde na etapa B, a chapa de aço é temporariamente removida da solução de decapagem e gás é soprado para pelo menos parte das superfícies da chapa de aço no ar de modo a evaporar a solução ácida depositada na superfície da chapa de aço e localmente aumentar a concentração de ácido para desse modo de forma eficiência remover igualmente os óxidos de Si persistentes incluídos na crosta de óxido.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO DE DECAPAGEM DE CHAPA DE AÇO**".

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção se relaciona com um método de decapagem e com um sistema de decapagem de chapa de aço para remover crosta de óxido da superfície da chapa de aço.

TÉCNICA DE FUNDAMENTO

[002] No processo de produção de chapa de aço, a superfície da chapa de aço é limpa para vários propósitos. Por exemplo, a limpeza da chapa de aço antes da metalização ou do revestimento, decapagem para remover crosta de óxido da chapa de aço laminada a quente, etc., pode, ser mencionados. Normalmente, no processo da chapa de aço ser tratada com calor e laminada, a crosta de óxido é formada na superfície da chapa de aço. Esta crosta de óxido é capturada nos cilindros de laminação na hora da próxima etapa de laminação a frio e frequentemente se torna uma causa de dano para a superfície da chapa de aço, de modo que a remoção da crosta de óxido está se tornando uma etapa essencial.

[003] Na remoção convencional de crosta de óxido, a chapa de aço é imersa em várias soluções ácidas e continuamente passa através das mesmas para decapar a mesma. Por exemplo, como descrito no documento que não é de patente 1, existe o método para remover a crosta de óxido por proporcionar um dique em um tanque de decapagem em formato de caixa, colocando um bocal de pulverização no mesmo, e pulverizando ácido sobre a chapa de aço.

[004] Como métodos para mecanicamente remover a crosta de óxido, existem o método de laminação, o método de polimento, o método de jateamento com granalha, o método de curvatura repetida, etc., como descritos no Documento que Não é de Patente 2. Na prática, estes são frequentemente combinados para uso. Estas técnicas

mecanicamente removem a crosta de óxido e também mecanicamente formam fissuras na crosta de óxido e imergem as chapas em uma solução de decapagem para de forma eficiente dissolver a crosta de óxido.

[005] Também existe o método de utilizar uma solução de decapagem para a qual foi adicionado ácido clorídrico ou cloreto de ferro e de aplicar tensão elétrica para a solução junto à chapa de aço para passar uma corrente através da mesma e desse modo melhorar a velocidade de dissolução da crosta de óxido (Documentos de Patente 1, 2, e 3).

[006] Também existe o método de juntamente utilizar um sistema de aquecimento por indução para aplicar calor de modo que fissuras na crosta de óxido progridam para baixo até a superfície do metal de base e conjuntamente utilizar um sistema para soprar uma solução de decapagem dentro das mesmas (Documento de Patente 4).

[007] Também existe o método de proporcionar bocais para o lado de entrada e para o lado de saída do tanque de decapagem para soprarem uma solução ácida e proporcionar bocais laterais para soprarem uma solução ácida a partir das partes laterais de modo a manter a solução de decapagem durante o processo de decapagem, converter o fluxo de solução de decapagem contribuindo para a reação a partir de um estado laminar para um estado turbulento, e destruir a camada limítrofe para aumentar a eficiência de decapagem (Documento de Patente 5).

[008] Também existe o método de utilizar eletrólise para remover a crosta de óxido, então curvando a tira de aço por cilindros e soprando água em alta pressão para as superfícies curvas se projetando para promover a remoção da crosta de óxido (Documento de Patente 6).

[009] Como um sistema para pré-tratamento de decapagem de tira de aço inoxidável, a técnica de passar a tira de aço inoxidável

através do tanque de banho de sal, então resfriando as superfícies frontal e traseira da tira de aço por ar a partir de um tubo de comunicação de ar, então passado a tira de aço resfriada através de um tanque de enxágue para enxaguar o mesmo, é revelado no Documento de Patente 7.

[0010] Na produção de chapas de aço elétricas com grão orientado, como um método para mecanicamente remover depósitos fundidos após utilizar um feixe de laser para formar sulcos, o método de utilização de ar comprimido em adição às escovas, abrasivos, panos e água em alta pressão, foi ilustrado (Documento de Patente 8).

[0011] Adicionalmente, com respeito a um método e sistema para decapagem contínua de tira de aço, um método e sistema para remover (destruir e reduzir) a camada de solução ácida (camada de filme limítrofe) se movendo junto com a tira de aço por soprar ar a partir de cima do tanque de decapagem e levar a camada para contato com a tira de partição, foram revelados. Por utilizar o método acima para remover a camada de filme limítrofe, é possível não somente impedir a solução ácida do tanque precedente de ser levada para o tanque seguinte, mas também impedir a camada de filme limítrofe de bloquear o contato da nova solução ácida com a chapa de aço em um tanque seguinte (Documento de Patente 9).

#### DOCUMENTOS DA TÉCNICA ANTERIOR

##### Documento de Patente:

[0012] Documento de Patente 1: Publicação de Patente Japonesa (A) No 10-8298

[0013] Documento de Patente 2: Publicação de Patente Japonesa (A) No 55-48431

[0014] Documento de Patente 3: Publicação de Patente Japonesa (A) No 58-64400

[0015] Documento de Patente 4: Publicação de Patente Japonesa

(A) No 9-78273

[0016] Documento de Patente 5: Publicação de Patente Japonesa  
(A) No 2001-20086

[0017] Documento de Patente 6: Publicação de Patente Japonesa  
(A) No 2001-191108

[0018] Documento de Patente 7: Publicação de Patente Japonesa  
(A) No 9-87871

[0019] Documento de Patente 8: Publicação de Patente Japonesa  
(A) No 10-183251

[0020] Documento de Patente 9: Publicação de Patente Japonesa  
(A) No 62-243788

Documentos que Não São de Patente:

[0021] Documento que Não é de Patente 1: Nobuhiro Shibatomi et al., *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review*, Vol. 129, No. 1, 24-29 (1992)

[0022] Documento que Não é de Patente 2: Kazunori Hata et al., *Hitachi Hyoron*, Vol. 6 No. 4, 41-46 (1985)

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

PROBLEMA A SER RESOLVIDO PELA INVENÇÃO

[0023] O caso de chapa de aço contendo Si – um tipo importante de aço de alta resistência - é de conhecimento através da experiência, que se utilizando o método de decapagem normal para tratamento, a velocidade de dissolução irá se tornar mais lenta. No caso de chapa de aço contendo Si, o Si no aço algumas vezes irá se concentrar como óxidos no lado do ferro da base da camada de crosta de óxido, tornando necessário dissolver a camada de crosta de óxido de Si formada entre a camada de crosta de óxido e o ferro da base para remover a crosta de óxido como um todo.

[0024] Adicionalmente, os óxidos de Si uma vez dissolvidos simultaneamente com a crosta de óxido possuem uma pequena solubilida-

de na solução de decapagem, de modo que enquanto os íons de Fe a partir da crosta de óxido podem estar presentes na solução, algumas vezes os óxidos de Si são novamente depositados. Também, algumas vezes, a concentração dos íons de Si na solução de decapagem causa uma alteração para um estado de gel na solução. A deposição deste gel na superfície da chapa de aço também tem sido observada.

[0025] Até agora, a crosta tem sido dissolvida pelos métodos convencionais de decapagem e a decapagem eficiente não tem sido necessariamente executada.

[0026] Adicionalmente, na chapa de aço não contendo Si, nenhuma medida está sendo tomada para lidar com o novo depósito da crosta de óxido e ingredientes específicos parciais da crosta de óxido, de modo que o problema de obter a remoção eficiente da crosta de óxido não tem sido completamente resolvido.

[0027] A presente invenção foi elaborada de modo a resolver o problema acima e tem como seu objetivo a provisão de um método de decapagem contínua de chapa de aço e um sistema de decapagem contínua de chapa de aço permitindo a remoção eficiente de crosta de óxido da chapa de aço. Em particular, a invenção tem como seu objetivo a provisão de um método de decapagem de chapa de aço e um sistema de decapagem de chapa de aço aptos a de forma efetiva remover os óxidos de Si contidos na crosta de óxido para chapa de aço contendo Si e melhorar muito a velocidade de dissolução da crosta de óxido.

#### MEIOS PARA RESOLVER OS PROBLEMAS

[0028] Os inventores se empenharam em estudos intensivos em relação ao dispositivo para resolver os problemas acima e como resultado, descobriram que no processo de dissolução de crosta de óxido de chapa de aço por decapagem, por temporariamente remover a chapa de aço da solução de decapagem e soprar gás para pelo menos

parte das superfícies da chapa de aço no ar, parte da solução ácida depositada na superfície da chapa de aço foi levada a evaporar e a concentração de ácido fica localmente aumentada. Eles confirmaram que devido a isto, mesmo óxidos de Si persistente contidos na crosta de óxido podem ser removidos de forma eficiente. Adicionalmente, eles descobriram que por posteriormente repetir a decapagem, a velocidade de dissolução da crosta de óxido é notadamente melhorada.

[0029] Adicionalmente, os inventores descobriram que por soprar o gás em uma direção voltada para a direção de movimento da chapa de aço, o efeito se torna mais notável. Adicionalmente, eles descobriram que por soprar o gás a partir de uma direção voltada para a direção de movimento da chapa de aço e em uma inclinação a partir da superfície da chapa de aço, o efeito se torna igualmente mais notável. A presente invenção foi elaborada baseada nestas descobertas e tem como sua ideia central o seguinte:

(1) Um método de decapagem de chapa de aço compreendendo um método de decapagem para remover crosta de óxido de chapa de aço caracterizado por possuir uma etapa A de decapar a chapa de aço, uma etapa B de soprar gás em direção a pelo menos parte das superfícies da chapa de aço no ar após a etapa A, e uma etapa C de decapar a chapa de aço após a etapa B.

(2) Um método de decapagem contínua de chapa de aço como exposto em (1), caracterizado por soprar o gás contra uma direção de movimento da chapa de aço.

(3) Um método de decapagem de chapa de aço, como exposto em (2), caracterizado pelo fato de que um ângulo  $\theta$  ( $^{\circ}$ ) formado entre uma direção de sopro do gás e pelo menos parte das superfícies da chapa de aço é  $1^{\circ} \leq \theta \leq 75^{\circ}$ .

(4) Um método de decapagem de chapa de aço, como exposto em qualquer um dentre (1) até (3), caracterizado pelo fato de

que uma pressão de sopro do gás é 0,5 até 1.0 MPa.

(5) Um método de decapagem de chapa de aço, como exposto em qualquer um dentre (1) até (4), caracterizado pelo fato de que a decapagem da etapa A é executada em um primeiro tanque de decapagem e a decapagem da etapa C é executada em um segundo tanque de decapagem.

(6) Um Sistema de decapagem de chapa de aço, caracterizado por possuir pelo menos um tanque de decapagem e o dispositivo para soprar gás em direção a pelo menos parte das superfícies da chapa de aço no ar.

(7) Um sistema de decapagem contínua de chapa de aço, como exposto em (6), caracterizado pelo fato de que o dispositivo para soprar gás é um dispositivo para soprar o mesmo voltado para a direção de movimento da chapa de aço.

(8) Um sistema de decapagem de chapa de aço, como exposto em (6) ou (7), caracterizado pelo fato de quem um ângulo  $\theta$  ( $^{\circ}$ ) formado entre uma direção de sopro do gás e pelo menos parte das superfícies da chapa de aço é  $1^{\circ} \leq \theta \leq 75^{\circ}$ .

(9) Um sistema de decapagem de chapa de aço, como exposto em qualquer um dentre (6) até (8), caracterizado pelo fato de que o dispositivo para soprar gás é um bocal.

(10) Um sistema de decapagem de chapa de aço, como exposto em (9), caracterizado pelo fato de que o bocal possui um dispositivo de alteração de ângulo.

(11) Um sistema de decapagem, como exposto em (9) ou (10), caracterizado pelo fato de que uma pressão em uma porta de sopro do bocal é 0,5 até 1,0 MPa.

(12) Um sistema de decapagem de chapa de aço, como exposto em qualquer um dentre (9) até (11), caracterizado pelo fato de que dois ou mais dos bocais são dispostos na direção de movimento

da chapa de aço.

(13) Um sistema de decapagem de chapa de aço, como exposto em (6), caracterizado pelo fato de que o tanque de decapagem é dois ou mais tanques de decapagem.

#### EFEITOS DA INVENÇÃO

[0030] De acordo com a presente invenção, é possível remover de forma eficiente crosta de óxido de chapa de aço. Em particular, é possível de forma notável aumentar a velocidade de remoção de crosta de óxido da chapa de aço contendo Si. Adicionalmente, a chapa de aço após o processo de decapagem obtido pela presente invenção possui uma superfície limpa, livre de marcas de decapagem.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0031] A figura 1 é um exemplo de soprar gás para a superfície da chapa de aço em um único tanque de decapagem durante a decapagem e executar a decapagem subsequente no mesmo tanque de decapagem que o acima.

[0032] A figura 2 é um exemplo de decapagem, então de soprar gás para a superfície da chapa de aço em um primeiro tanque de decapagem e executar a decapagem subsequente em um segundo tanque de decapagem.

[0033] A figura 3 são vistas esquemáticas de soprar gás a partir de um bocal da presente invenção para a superfície da chapa de aço.

[0034] A figura 4 é um exemplo de uma instalação de decapagem proporcionada com um sistema de decapagem da presente invenção.

[0035] A figura 5 é um exemplo do caso de proporcionar vários estágios de bocais.

[0036] A figura 6 são vistas de disposições de bocais de acordo com a presente invenção apresentando o caso de um bocal com uma fenda na direção da largura da chapa de aço e o caso de girar um bocal.

### CONCRETIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[0037] Abaixo, a presente invenção será explicada em detalhes.

[0038] Os inventores descobriram que, quando removendo crosta de óxido formada na superfície de chapa de aço, se temporariamente soprar gás para pelo menos parte das superfícies da chapa de aço no ar no processo de dissolver a crosta de óxido por uma solução de decapagem, a eficiência da decapagem (eficiência de remoção de crosta de óxido) é melhorada.

[0039] Ou seja, se uma vez removendo a chapa de aço do tanque de decapagem e soprando gás para pelo menos parte das superfícies da chapa de aço, a solução de decapagem depositada na superfície da chapa de aço na parte soprada parcialmente evapora e fica concentrada, de modo que a concentração de ácido se torna maior (o pH se torna mais baixo). Na parte rebaixada na interface entre a camada de crosta de óxido recentemente descascada e a superfície da chapa de aço, a solução de decapagem depositada se torna localmente mais elevada em concentração de ácido, de modo que a parte aderida da camada de crosta de ácido na chapa de aço é seletivamente dissolvida. Quando novamente imersa na solução de decapagem, a crosta de óxido é facilmente removida. Com respeito ao sopro do gás, se soprando o gás em uma inclinação com respeito à superfície da chapa de aço, o efeito é obtido de forma mais notável.

[0040] O Documento de Patente 9 também revela um método para soprar ar sobre uma tira de aço. Entretanto, de forma inerente, este método visa a remoção da camada de solução de ácido (camada de filme limítrofe) depositada na tira de aço. Portanto, isto requer utilizar ar para soprar para longe a solução ácida e colocar uma extremidade de uma chapa de partição possuindo elasticidade em contato com a tira de aço para limpar enxugando o restante da solução ácida. Permitir que a solução de decapagem depositada permaneça na superfície

da chapa de aço para ficar concentrada como explicado acima não é descrito nem sugerido. Portanto, mesmo se utilizando o método ou o sistema do Documento de Patente 9, a solução de decapagem depositada acaba sendo removida, de modo que não é possível concentrar a solução de decapagem depositada para aumentar a concentração de ácido como explicado acima e um feito como o da presente invenção não pode ser obtido. Ao invés disso, a solução de decapagem acaba sendo removida, de modo que novos padrões do tipo mancha (padrões formados na superfície da chapa de aço devido à solução desigual de ácido) estão sujeitos a se formar.

[0041] Aqui, "pelo menos parte das superfícies da chapa de aço" (abaixo, chamadas de "a superfície da chapa de aço") pode significar uma superfície da chapa de aço, ambas (frontal e traseira) superfícies, as superfícies laterais, ou todas as superfícies. As superfícies não estão particularmente limitadas, desde que superfícies na chapa de aço.

[0042] Adicionalmente, efeitos mais notáveis são obtidos na chapa de aço contendo Si. Se investigando em detalhes o processo pelo qual a crosta de óxido na chapa de aço contendo Si se dissolve em uma solução de decapagem, é aprendido que a crosta de óxido na superfície da chapa de aço gradualmente se dissolve e no estágio final, quando alcançando próximo da interface da crosta de óxido com a chapa de aço, existe uma camada onde os óxidos de Si se concentram. É aprendido que nesta parte de camada concentrada, a crosta de óxido restante é difícil de separar da superfície da chapa de aço. Esta camada concentrada de óxidos de Si algumas vezes é dissolvida pela solução de decapagem, e então, forma um gel. Foi observado que os óxidos de Si do tipo gel são liberados da superfície da chapa de aço no processo de dissolução da crosta de óxido, mas não podem ser separados (removidos) da interface entre a crosta de óxido e o ferro da base e, portanto, permanecem lá.

[0043] Na presente invenção, os óxidos de Si do tipo gel dissolvidos e liberados e a crosta de óxido possuindo a camada onde os óxidos de Si se concentram, podem ser removidos por soprar um gás. Para remoção de óxidos de Si e de crosta de óxido, enquanto a ação dinâmica do sopro do gás também é efetiva na remoção, acima e, além disso, como explicado acima, é acreditado que estes são eficientemente removidos pelo efeito químico superposto devido à concentração de solução de recapagem depositada na superfície. Adicionalmente, a solução de decapagem concentrada se concentra na interface da chapa de aço com a crosta de óxido devido à tensão de superfície seletivamente dissolver a mesma quanto mais a solução evapora. Isto é acreditado ser devido a existir uma camada concentrada de óxidos de Si na interface da chapa de aço com a crosta de óxido, de modo que a remoção dos óxidos de Si é promovida e, por consequência, a eficiência da remoção da crosta de óxido é crescentemente melhorada.

[0044] Ou seja, os óxidos de Si do tipo gel e a interface da crosta de óxido com a superfície da chapa de aço são seletivamente dissolvidos, por meio do que a remoção dos óxidos de Si é promovida. Os óxidos de Si interferindo com a remoção da crosta de óxido são eficientemente removidos como explicado acima, de modo que se a chapa de aço for novamente imersa na solução de decapagem, a crosta de óxido também é eficientemente removida. Ou seja, a velocidade de dissolução da crosta de óxido é melhorada. Isto possui um grande efeito quando os óxidos de Si são do tipo gel.

[0045] O efeito do melhoramento da eficiência da decapagem é mais notável na chapa de aço com um conteúdo de Si de 0,1 até 3,5% da massa. Se o conteúdo de Si contido na chapa de aço se tornar 0,1% da massa ou mais, uma camada onde os óxidos de Si se concentram é facilmente formada, de modo que um efeito notável de me-

lhoramento da eficiência de decapagem é obtido. Se o conteúdo de Si aumentar, o efeito de melhorar a eficiência da decapagem se torna maior, mas se o conteúdo de Si contido na chapa de aço exceder a 3,5% da massa, não é mais visto nenhum melhoramento adicional na eficiência de decapagem e a eficiência permanece constante.

[0046] Quando soprando gás para a superfície da chapa de aço, é mais eficaz se soprar o mesmo a partir de uma direção inclinada com respeito à superfície da chapa de aço. Quando soprando gás a partir de uma inclinação, como apresentado na figura 1 ou na figura 2, é mais preferível soprar o mesmo voltado para a direção de movimento da chapa de aço. Mais preferível é o caso onde o ângulo  $\theta$  ( $^{\circ}$ ) formado entre a direção de sopro e a superfície da chapa de aço seja  $1^{\circ} \leq \theta \leq 75^{\circ}$  em faixa. A figura 3 esquematicamente apresenta uma vista aumentada de soprar gás para a superfície da chapa de aço (somente uma superfície apresentada). A figura 3 esquematicamente apresenta o caso onde a superfície da chapa de aço possui uma camada de crosta de óxido 6 e onde, entre a camada de crosta de óxido 6 e a chapa de aço 2, existe uma camada 7 onde óxidos de Si estão concentrados.

[0047] Os óxidos de Si passam uma vez através do tanque de decapagem, de modo que estão dissolvendo. Nesta hora, como apresentado na figura 3, soprar o gás inclinado com respeito à superfície da chapa de aço faz o mesmo colidir diretamente com a interface entre a camada de crosta de óxido e a chapa de aço, de modo que um efeito suficiente é obtido. Se o ângulo  $\theta$  for menor do que  $1^{\circ}$ , mesmo se aumentando a pressão de sopro do gás, o gás colidindo com a superfície da chapa de aço se dispersa, de modo que o gás não irá colidir com a superfície da chapa de aço com uma pressão suficientemente alta em alguns casos. Se o ângulo  $\theta$  exceder  $75^{\circ}$ , o gás soprado crescentemente não irá mais diretamente colidir com a interface da camada de

crosta de óxido com a chapa de aço e o efeito acima não será mais suficientemente obtido em alguns casos.

[0048] O dispositivo para soprar o gás pode utilizar qualquer método, mas, por exemplo, o método de utilizar um soprador, bocal, etc., pode ser mencionado. Em particular, é preferível utilizar um bocal para soprar o gás.

[0049] Se considerando o tamanho do bocal, a distância através da qual o gás é soprado a partir do bocal até a superfície da chapa de aço, etc., o ângulo  $\theta$  é de preferência  $10^{\circ}$  até  $60^{\circ}$ . Mais de preferência, para fazer o gás soprado se concentrar na interface entre a camada de crosta de óxido e a chapa de aço, o ângulo  $\theta$  de preferência é de  $15^{\circ}$  até  $45^{\circ}$ .

[0050] A largura da porta do bocal de sopro apresentada na figura 3 de preferência é pelo menos a largura da superfície da chapa de aço. A porta do bocal pode ser uma fenda na direção da largura ou portas de bocal independentes podem ser alinhadas na direção da largura. Adicionalmente, como apresentado na figura 6, também é possível fazer a porta do bocal girar em um plano paralelo à superfície da chapa de aço.

[0051] A figura 1 e a figura 2 apresentam um bocal de sopro de gás 1 disposto em cada uma das duas superfícies da chapa de aço, mas não existe necessidade de limitar os bocais de sopro de gás para uma dentre cada superfície da chapa de aço. Como apresentado na figura 5, também é possível dispor dois ou mais bocais de sopro de gás na direção de movimento da chapa de aço e soprar o gás em vários estágios. Por utilizar os bocais de sopro de gás com múltiplos estágios, é possível remover crosta de óxido de forma mais eficiente.

[0052] Um bocal de sopro de gás de preferência é proporcionado em cada uma das duas superfícies da chapa de aço, mas também podem ser proporcionados somente em uma superfície. Obviamente, não

existe necessidade de simultaneamente soprar gás nas duas superfícies. Também é possível soprar o gás alternadamente em uma superfície por vez.

[0053] O ângulo  $\theta$  formado pela direção de sopro de gás do bocal e pela superfície da chapa de aço é de preferência variável. Por exemplo, quando a velocidade do movimento da chapa de aço é grande, mesmo se tornando o ângulo  $\theta$  grande, um efeito de sopro de gás suficiente é obtido, mas quando a velocidade de movimento da chapa de aço é pequena, o ângulo  $\theta$  pode ser reduzido para obter um efeito suficiente de sopro de gás. Portanto, é possível estabelecer o ângulo variável de acordo com a velocidade de movimento da chapa de aço.

[0054] Como explicado acima, no meio da crosta de óxido sendo dissolvida pela decapagem, o gás é soprado na superfície da chapa de aço, e assim, por exemplo, como apresentado na figura 1, pode ser considerado o uso de um único tanque de decapagem para decapar a chapa de aço, removendo a chapa de aço decapada uma vez a partir do tanque de decapagem e soprar gás na mesma, e adicionalmente utilizar o mesmo tanque de decapagem para repetir a decapagem. Alternativamente, vários tanques de decapagem podem ser dispostos em uma linha para formar uma instalação de decapagem (a figura 2 apresenta um exemplo de dois tanques de decapagem) e uma chapa de aço decapada entre um tanque e outro pode ser removida do tanque de decapagem uma vez e o gás soprado na mesma. A figura 4 esquematicamente apresenta uma instalação de decapagem de acordo com a presente invenção.

[0055] O gás utilizado na presente invenção não está particularmente limitado, mas, por exemplo, ar, nitrogênio, argônio, ou outro gás pode ser utilizado. Adicionalmente, gases misturados dentre estes também podem ser utilizados. A pressão do gás soprado na porta de sopro pode ser estabelecida 0,5 até 1,0 MPa ou mais para obter o feito

da presente invenção. Se menos do que 0,5 MPa, a velocidade de decapagem algumas vezes não pode ser melhorada. Adicionalmente, a razão pela qual o limite superior é definido como 1,0 MPa é que se soprando gás acima de 1,0 MPa, as instalações se relacionando com o sistema de pressurização se tornam maiores em tamanho e o efeito econômico não pode ser obtido em alguns casos.

[0056] Adicionalmente, o bocal de sopro de gás de preferência está a uma distância de 2 cm até 80 cm da superfície da chapa de aço. Portanto, quando inclinando a porta do bocal de sopro de gás, a distância se torna a distância em linha reta mais curta entre a porta do bocal de sopro de gás e a superfície da chapa de aço multiplicada por  $1/\sin\theta$ . Se menos do que 2 cm, a vibração da chapa de aço passando causa contato com a porta do bocal de sopro de ar. Se acima de 80 cm, o gás soprado em direção à superfície da chapa de aço algumas vezes não irá alcançar de forma suficiente a superfície da chapa de aço. Enquanto dependendo do estado das instalações periféricas, etc., com uma distância de 5 cm até 30 cm, um efeito máximo pode ser obtido.

[0057] A solução de decapagem do tanque de decapagem de acordo com a presente invenção é uma solução de decapagem para remover crosta de óxido comum. Por exemplo, uma solução aquosa de ácido clorídrico, solução aquosa de ácido sulfúrico, (ácido fluorídrico), ou soluções aquosas destas soluções adicionalmente contendo ácido nítrico, ácido acético, ácido fórmico, etc., podem ser utilizadas. A concentração do ácido da solução de decapagem não está particularmente limitada, mas está na faixa de 2% da massa até 20% da massa. Se menor do que 2% da massa, uma velocidade de dissolução suficiente da crosta de óxido algumas vezes não pode ser obtida. Se acima de 20% da massa, o tanque de decapagem se torna notavelmente corroído em alguns casos ou o tanque de enxágue tem que ser feito mais

largo em alguns casos.

[0058] Adicionalmente, a solução de decapagem pode possuir íons de  $\text{Fe}^{2+}$  adicionados para a mesma. A concentração de íons de  $\text{Fe}^{2+}$  é mais de preferência de 30 até 150 g/L. Se menor do que 30 g/L, a decapagem estável não é possível em alguns casos. Se acima de 150 g/L, a velocidade de decapagem se torna mais lenta em alguns casos. Adicionalmente, a solução de decapagem pode também possuir íons de  $\text{Fe}^{3+}$  adicionados para a mesma.

[0059] A temperatura da solução de decapagem não é particularmente limitada, mas para a eficiência da decapagem, controle de temperatura, ou por outras razões, a temperatura normal até  $97^{\circ}\text{C}$  é preferível.

[0060] A velocidade de movimento da chapa de aço na parte de sopro de gás da presente invenção não é particularmente limitada, mas, de preferência, é 50 m/min até 400 m/min. Se menor do que 50 m/min a produtividade (eficiência da decapagem) se torna inferior em alguns casos. Se acima de 400 m/min, o efeito de melhoramento da eficiência de decapagem pelo sopro de um gás algumas vezes não pode mais ser obtida. A velocidade de passagem da chapa de aço é particularmente de preferência de 100 m/min até 200 m/min.

#### Exemplo 1

[0061] Abaixo, a presente invenção será explicada mais especificamente utilizando exemplos, mas a presente invenção não está limitada a estes exemplos de qualquer forma.

[0062] Materiais de aço foram utilizados para executar testes em relação à remoção de crosta de óxido. Como materiais de aço, chapas de aço laminadas a quente ajustadas para C: 0,002% da massa, Mn: 0,53% da massa, S: 0,01% da massa, Nb: 0,006% da massa, Si no % da massa apresentado na Tabela 1, e um equilíbrio de Fe e de impurezas inevitáveis, foram utilizados. As chapas de aço foram formatadas

como tiras de aço de teste com uma espessura de 4 mm e com uma largura de 100 mm. Os inventores utilizaram um tanque de decapagem combinando sopro de gás apresentado na figura 1 para passar cada tira em uma velocidade de 10 até 100 m/min e investigaram o efeito de decapagem enquanto alterando a pressão do gás soprado e o ângulo de alimentação  $\theta$  nas faixas da Tabela 1. A pressão do gás na porta de assopro foi medida por um aparelho manômetro na parede lateral de um bocal de sopro de gás.

[0063] Os inventores utilizaram uma solução aquosa de HCl como a solução de decapagem e ajustaram e controlaram a mesma durante a operação para fornecer ácido clorídrico dentro da faixa de 6 até 9% da massa. Adicionalmente, eles adicionaram  $\text{FeCl}_2$  de modo que o  $\text{Fe}^{2+}$  na solução se tornou 80 g/L. Adicionalmente, igualmente para  $\text{Fe}^{3+}$ , do mesmo modo, os inventores adicionaram  $\text{FeCl}_3$  de modo que o  $\text{Fe}^{3+}$  na solução se tornou 1 g/L. Eles aqueceram a solução de decapagem até uma temperatura de  $70^\circ\text{C}$  ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ).

[0064] Como um método de avaliação, os inventores alteraram a velocidade de passagem (velocidade de movimento) da chapa de aço e mediram o tempo de decapagem para a proporção de área de remoção de crosta de óxido para alcançar 90%. Aqui, eles investigaram a proporção da área das partes sem crosta de óxido em uma superfície da chapa de aço de 50 mm x 50 mm. Eles calcularam a média dos valores para as superfícies frontal e traseira da chapa de aço e utilizaram o resultado como a proporção de área de remoção de crosta de óxido. Um caso onde o tempo de decapagem para a proporção de área de remoção de crosta de óxido alcançar 90% ou mais excedeu 35 segundos foi avaliado como "ruim", um caso de 30 até 35 segundos como "satisfatório", um caso de 25 até 30 segundos como "bom", e um caso dentro de 25 segundos como "muito bom".

[0065] A Tabela 1 apresenta os resultados da avaliação. Compa-

rado com o caso sem soprar gás, soprar gás para a superfície da chapa de aço durante o processo de decapagem permitiu que o tempo de decapagem fosse encurtado. Para o ângulo de sopro do gás, uma faixa de 1° até 75° foi mais superior em relação ao melhoramento da eficiência de decapagem. Adicionalmente, com uma pressão do gás na porta de assoprar na faixa de 0,5 até 1,0 MPa, a eficiência de decapagem foi mais elevada. O efeito do sopro de gás apareceu de forma notável na chapa de aço contendo 0,1 até 3,6 % da massa de Si.

**Tabela 1**

	Conteúdo de Si da chapa de aço (% da massa)	Tipo de gás	Pressão de gás na porta de assoprar (MPa)	Ângulo de Assopro $\theta$ (°)	Avaliação do tempo de Decapagem
Inv. Ex. 1	0,3	Argônio	0,5	60	Muito bom
Inv. Ex. 2	0,3	Nitrogênio	0,5	60	Muito bom
Inv. Ex. 3	0,3	Ar	0,5	60	Muito bom
Inv. Ex. 4	0,3	Ar	1,0	60	Muito bom
Inv. Ex. 5	0,1	Ar	0,5	60	Muito bom
Inv. Ex. 6	0,5	Ar	0,5	60	Muito bom
Inv. Ex. 7	0,5	Ar	0,5	1	Muito bom
Inv. Ex. 8	0,5	Ar	0,5	5	Muito bom
Inv. Ex. 9	0,5	Ar	0,5	10	Muito bom
Inv. Ex. 10	0,5	Ar	0,8	10	Muito bom
Inv. Ex. 11	0,5	Ar	0,5	30	Muito bom
Inv. Ex. 12	0,5	Ar	0,8	30	Muito bom
Inv. Ex. 13	0,5	Ar	1,0	60	Muito bom
Inv. Ex. 14	0,5	Ar	0,5	75	Muito bom
Inv. Ex. 15	0,5	Ar	0,8	75	Muito bom
Inv. Ex. 16	0,3	Ar	0,8	45	Muito bom
Inv. Ex. 17	0,3	Ar	0,8	67	Muito bom
Inv. Ex. 18	0,3	Nitrogênio	0,8	1	Muito bom
Inv. Ex. 19	0,3	Nitrogênio	0,8	13	Muito bom
Inv. Ex. 20	3,6	Ar	1,0	60	Bom

	Conteúdo de Si da chapa de aço (% da massa)	Tipo de gás	Pressão de gás na porta de assoprar (MPa)	Ângulo de Assopro $\theta$ (°)	Avaliação do tempo de Decapagem
Inv. Ex. 21	0,3	Ar	0,2	60	Bom
Inv. Ex. 22	0,006	Ar	0,1	60	Bom
Inv. Ex. 23	0,3	Ar	0,4	60	Bom
Inv. Ex. 24	0,3	Ar	1,1	60	Bom
Inv. Ex. 25	3,6	Ar	0,5	60	Bom
Inv. Ex. 26	0,05	Ar	0,8	60	Bom
Inv. Ex. 27	0,3	Ar	0,8	0.5	Satisfatório
Inv. Ex. 28	0,3	Ar	0,8	80	Satisfatório
Inv. Ex. 29	0,3	Ar	0,8	90	Satisfatório
Inv. Ex. 30	0,3	Ar	0,8	95	Satisfatório
Comp. Ex. 1	0,3	Nenhum gás assoprado			Ruim

### Exemplo 2

[0066] Do mesmo modo que o Exemplo 1, os inventores utilizaram chapas de aço contendo C, Mn, S e Nb e contendo Si apresentado na Tabela 2 e sopraram um gás entre os dois tanques de decapagem apresentados na figura 2 para decapagem. As soluções de decapagem dos dois tanques são as mesmas que no Exemplo 1. A temperatura da solução de decapagem foi estabelecida  $75^{\circ} \text{C}$  ( $\pm 5^{\circ} \text{C}$ ) por aquecimento.

[0067] O método de avaliação é o mesmo que no Exemplo 1. A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação. Comparado com quando não soprando gás, assoprar gás para a superfície da chapa de aço durante o processo de decapagem permitiu que o tempo de decapagem fosse encurtado. Com respeito ao ângulo de sopro do gás, uma faixa de  $1^{\circ}$  até  $75^{\circ}$  foi melhor para o melhoramento da eficiência da decapagem. Adicionalmente, com uma pressão do gás na porta de assoprar na faixa de 0,5 até 1,0 MPa, a eficiência da decapagem foi mais elevada.

Tabela 2

	Conteúdo de Si da chapa de aço (% da massa)	Tipo de gás	Pressão de gás na porta de assoprar (MPa)	Ângulo de Assopro $\theta$ ( $^{\circ}$ )	Avaliação do tempo de Decapagem
Inv. Ex. 31	0,5	Ar	0,5	1	Muito bom
Inv. Ex. 32	0,5	Ar	0,5	5	Muito bom
Inv. Ex. 33	0,5	Ar	0,5	10	Muito bom
Inv. Ex. 34	0,5	Ar	0,5	30	Muito bom
Inv. Ex. 35	0,5	Ar	1,0	30	Muito bom
Inv. Ex. 36	0,5	Ar	0,5	60	Muito bom
Inv. Ex. 37	0,5	Ar	0,5	75	Muito bom
Inv. Ex. 38	0,5	Ar	1,0	75	Muito bom
Inv. Ex. 39	0,3	Ar	1,0	45	Muito bom
Inv. Ex. 40	0,3	Ar	1,0	67	Muito bom
Inv. Ex. 41	0,3	Nitrogênio	1,0	1	Muito bom
Inv. Ex. 42	0,3	Nitrogênio	1,0	13	Muito bom
Inv. Ex. 43	0,3	Ar	0,4	60	Bom
Inv. Ex. 44	0,3	Ar	1,1	60	Bom
Inv. Ex. 45	0,3	Ar	0,4	90	Razoável
Inv. Ex. 46	0,3	Ar	0,4	0,8	Razoável
Inv. Ex. 47	0,3	Ar	0,4	90	Razoável
Comp. Ex. 2	0,3	Nenhum gás assoprado			Ruim

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

[0068] A presente invenção pode ser utilizada na indústria de ferro e aço. De acordo com a presente invenção, se torna possível eficientemente remover crosta de óxido da chapa de aço. Em particular, é possível de forma notável melhorar a velocidade de remoção de crosta de óxido (velocidade de decapagem) a partir de chapa de Si-aço 0 - um tipo principal de aço de alta resistência. Adicionalmente, a chapa de aço após o processo de decapagem obtida pela presente invenção

possui uma superfície limpa livre de marcas de decapagem. Devido a isto, é possível visivelmente melhorar a produtividade de chapa de aço laminada a quente, em particular chapa de aço automotiva e outras chapas de aço de alta resistência. Os inventores estão confiantes de que isto pode contribuir para fornecer chapa de aço de boa qualidade e baixo custo.

#### EXPLICAÇÃO DAS REFERÊNCIAS

- 1, 1' bocal de sopro de gás
- 2 chapa de aço passando
- 3 tanque de decapagem
- 4 primeiro tanque de decapagem
- 5 segundo tanque de decapagem
- 6 camada de crosta de óxido
- 7 camada de óxido de Si
- 8 porta do bocal de assopro de gás
- 9 unidade de decapagem
- 9' unidade de assopro de gás
- 10 tanque de enxágüe
- 11 desbobinador
- 12 máquina de soldagem
- 13 laçador do lado de entrada
- 12 nivelador de tensão
- 15 laçador do lado de saída
- 16 aplicador de óleo
- 17 bobinador

## REIVINDICAÇÕES

1. Método de decapagem de chapa de aço que compreende um método de decapagem para remover crosta de óxido de uma chapa de aço (2) com um conteúdo de Si de 0,1 a 3,5% em massa, caracterizado pelo fato de que possui uma etapa A de decapagem da chapa de aço (2) com uma solução de decapagem em um tanque de decapagem (3, 4), uma etapa B que consiste em remover a chapa de aço (2) do tanque de decapagem (3, 4) e após soprar gás em direção a pelo menos parte das superfícies da chapa de aço (2) no ar após a dita etapa A de tal forma que a solução de decapagem depositada na superfície da chapa de aço (2) na parte soprada, evapora parcialmente e a sua concentração de ácido torna-se mais elevada permitindo que a solução de decapagem depositada permaneça na superfície da chapa de aço a ser concentrada, e uma etapa C de decapagem da dita chapa de aço (2) subsequentemente após a dita etapa B, em que o ângulo  $\theta$  ( $^{\circ}$ ) formado entre a direção do sopro do dito gás e pelo menos parte da superfície da chapa de aço (2) é  $1^{\circ} \leq \theta \leq 75^{\circ}$ .

2. Método de decapagem de chapa de aço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por soprar o dito gás contra uma direção de movimento da chapa de aço (2).

3. Método de decapagem de chapa de aço, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que uma pressão de sopro do dito gás é 0,5 até 1,0 MPa.

4. Método de decapagem de chapa de aço, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a decapagem da dita etapa A é executada em um primeiro tanque de decapagem (4) e a decapagem da dita etapa C é executada em um segundo tanque de decapagem (5).

Fig.1

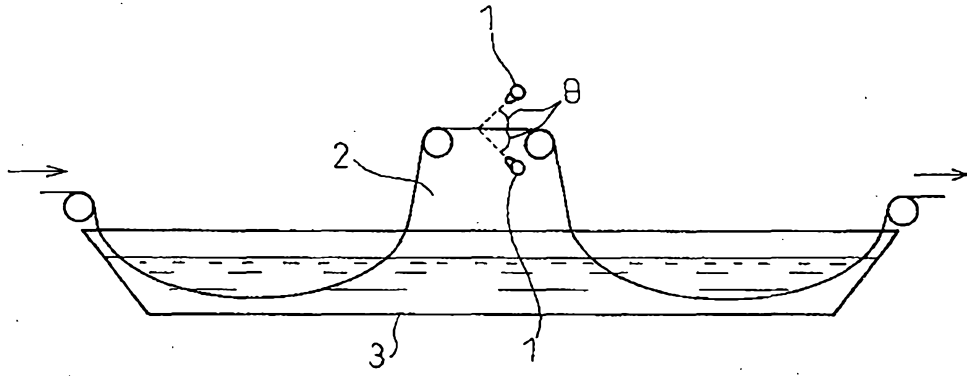


Fig.2

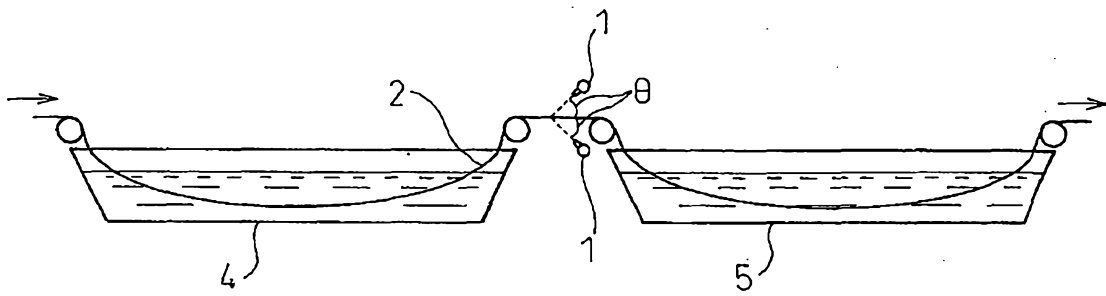
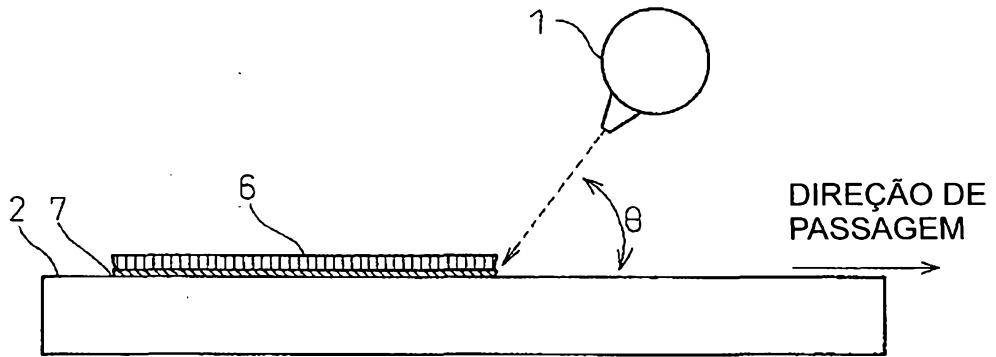
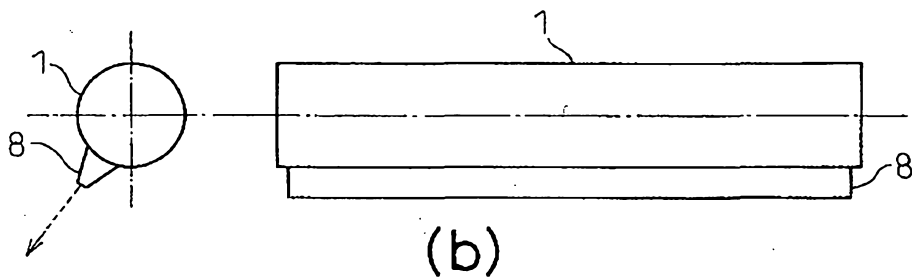


Fig.3



(a)



(b)

Fig.4

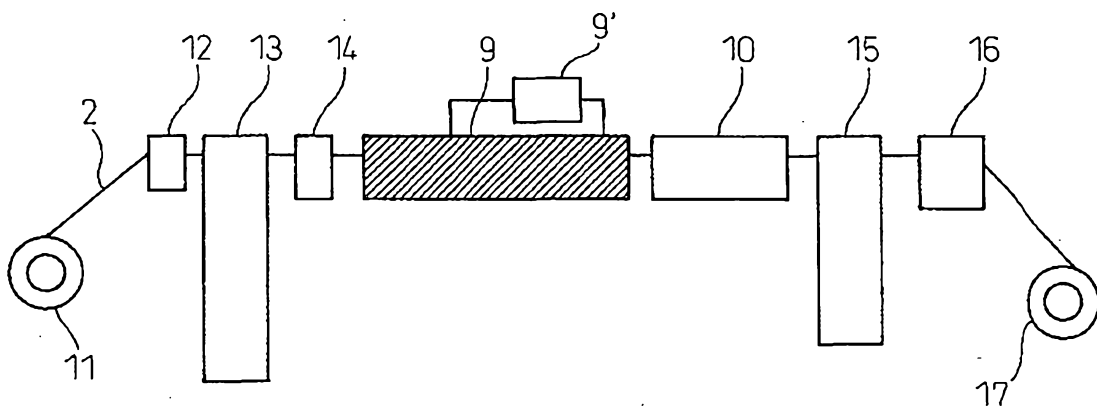


Fig.5

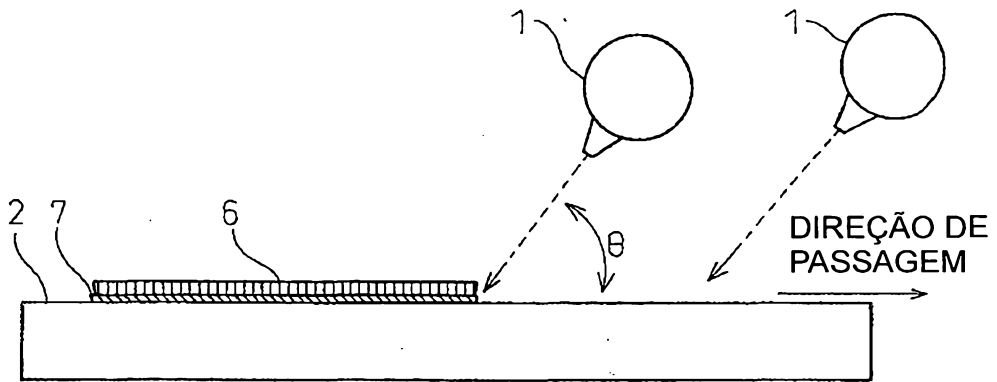


Fig.6

