



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

**(11) BR 112019014818-3 B1**



**(22) Data do Depósito:** 17/01/2018

**(45) Data de Concessão:** 19/10/2021

**(54) Título:** MÉTODO E DISPOSITIVO PARA FABRICAÇÃO DE CHAPAS DE AÇO REVESTIDAS EM PRETO

**(51) Int.Cl.:** C23C 8/16; C23C 2/06; C23C 2/26; C23C 28/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 18/01/2017 JP 2017-006606.

**(73) Titular(es):** NIPPON STEEL NISSHIN CO., LTD..

**(72) Inventor(es):** MASAKI YAMAMOTO; TADASHI NAKANO; ICHIRO TAKAHASHI; HIROYUKI NAKAMIZO; TOSHIAKI SATO; YOSHINOBU KURISU; YUUKI SAKURABA; YOSHITAKA YUKURA; TSUTOMU OHTA; SHINICHI KAJIMOTO; NOBORU SUZUKI; MASAHICO TSUCHIYAMA; YUUSUKE MURAI.

**(86) Pedido PCT:** PCT JP2018001153 de 17/01/2018

**(87) Publicação PCT:** WO 2018/135518 de 26/07/2018

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 18/07/2019

**(57) Resumo:** A presente invenção se refere a um método para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto, por colocação da chapa de aço revestida com Zn contendo Al- e Mg- fundidos em contato com vapor de água em um recipiente vedável e provendo um método para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto, pelo qual uma camada de revestimento é uniformemente escurecida e aparência melhorada é obtida. Um método para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto, por colocação de uma chapa de aço revestida com Zn contendo Al- e Mg- fundidos 1 em contato com o vapor de água em um recipiente vedável 10, o recipiente vedável 10 sendo configurado, de modo que a vazão de vapor de água introduzida no recipiente vedável 10 ou a vazão de vapor de água descarregada do recipiente vedável 10 é controlada de modo variável, segundo a qual a pressão no recipiente vedável 10 é mantida a um valor predeterminado e o vapor de água introduzido no recipiente vedável 10 e a chapa de aço revestida com Zn contendo Al- e Mg- fundidos 1 sendo colocados em contato um com o outro, no recipiente vedável 10, no qual a sua pressão pode ser mantida no valor predeterminado.(...).

**MÉTODO E DISPOSITIVO PARA FABRICAÇÃO DE CHAPAS DE AÇO**  
**REVESTIDAS EM PRETO**

**ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

**Campo da Invenção**

[0001] A presente invenção se refere a um método e dispositivo para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto.

**DESCRIÇÃO DA TÉCNICA ANTERIOR**

[0002] A necessidade de chapas de aço de aparência preta vem crescendo, com uma consciência de projeto, no campo de telhas e materiais para uso externo em edifícios, eletrodomésticos, automóveis e similares. Como um método de escurecimento da superfície para chapas de aço, adotou-se um método de aplicação de tinta preta a uma superfície para formar uma película de tinta preta, e foi proposto um método de escurecimento, sem formação de filme de tinta preta, camada de revestimento (camada de revestimento) propriamente por oxidação, de modo a proteger o brilho metálico e o tom branco-prateado de uma porção de substrato de chapas de aço revestidas (chapas de aço revestidas). O documento de Patente 1, por exemplo, descreve um método pelo qual o vapor foi colocado em contato com chapas de aço revestidas com liga de zinco-alumínio-magnésio (Zn-Al-Mg) por imersão a quente em uma câmara vedada, formando assim uma película de óxido escurecido na camada de revestimento de liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente.

[0003] O Documento de Patente 2 descreve outro método, pelo qual o vapor é contatado com as chapas de aço revestidas (chapas de aço revestidas) enquanto espaçadores

são interpostos entre as chapas de aço revestidas, permitindo assim que o vapor tenha contato com as chapas de aço revestidas da mesma maneira entre as porções centrais e porções periféricas, o que resulta em um escurecimento mais uniforme de uma superfície da camada de revestimento (camada de revestimento).

[0004] Doravante, no presente relatório descritivo, as chapas de aço revestidas com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente serão ocasionalmente referidas como "chapas de aço revestidas" por brevidade. Além disso, uma camada de revestimento de liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente das chapas de aço revestidas com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente será ocasionalmente referida como "camada de revestimento" por brevidade. Além disso, um tratamento de contato pelo qual o vapor é colocado em contato com chapas de aço revestidas com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente em uma câmara vedada para escurecer a camada de revestimento de liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente será ocasionalmente referido como "tratamento com vapor" por brevidade.

#### **(DOCUMENTOS DO ESTADO DA TÉCNICA)**

[0005] Documentos de Patente

Documento de Patente 1: Patente Japonesa Número 5335159

Documento de Patente 2: Publicação do Pedido de Patente Japonesa Número 2013-241676.

#### **(PROBLEMA A SER RESOLVIDO)**

[0006] Tal como descrito acima, para obter um escurecimento mais uniforme da camada de revestimento, é absolutamente essencial que o vapor seja distribuído

suficientemente em torno de uma área total das chapas de aço revestidas a serem escurecidas, de modo a ter um contato uniforme com uma superfície da camada de revestimento.

[0007] No entanto, quando se fabricam as chapas de aço revestidas em preto através do tratamento a vapor no método convencional descrito acima, surge um problema que das chapas de aço pretas fabricadas não apresentam uniformidade na aparência. Uma causa provável de tal problema de não uniformidade é considerada como o resultado de vários exames, nos quais uma quantidade necessária de vapor para o tratamento com vapor não é distribuída em torno das chapas de aço revestidas para serem escurecidas na câmara vedável.

#### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

[0008] Tendo em vista dos problemas descritos acima, é proporcionada a presente invenção, cujo objetivo é proporcionar um método para a fabricação de uma chapa de aço revestida em preto com aparência melhorada como um resultado do escurecimento uniforme de uma camada de revestimento.

#### **(MEIOS PARA RESOLVER OS PROBLEMAS)**

[1] A presente invenção fornece um método para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto colocando o vapor em contato com uma chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg em uma atmosfera fechada o método compreendendo uma etapa de, em uma câmara vedável configurada de tal modo que a pressão seja mantida em um valor predeterminado através do controle variável de uma quantidade de vapor fluindo para dentro da câmara vedável e / ou uma quantidade

de vapor fluindo para fora da câmara vedável, permitindo que o contato ocorra entre: a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente; e o vapor introduzido na câmara vedável cuja pressão interna poderia ser mantida no valor predeterminado.

[2] No método para fabricação da chapa de aço revestida em preto de [1] acima, o valor predeterminado é superior ou igual a 80%, bem como inferior ou igual a 120% de um valor predeterminado para pressão na câmara vedável.

[3] A presente invenção fornece um dispositivo para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto colocando o vapor em contato com uma chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg em uma atmosfera fechada, o dispositivo compreendendo: uma câmara vedável configurada para permitir que a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente seja disposta na mesma; e uma unidade de controle de pressão configurada para controlar de modo variável uma quantidade de vapor que flui para dentro da câmara vedável e / ou uma quantidade de vapor que flui para fora da câmara vedável, de modo a manter a pressão na câmara vedável a um valor predeterminado, em que câmara vedável cuja pressão interna pode ser mantida no valor predeterminado, pela unidade de controle de pressão, a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente e o vapor introduzido na câmara vedável são deixados em contato uns com os outros.

[4] No dispositivo para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto de [3] acima, o valor predeterminado é superior ou igual a 80%, bem como inferior ou igual a 120% de um valor predeterminado para pressão na câmara

vedável.

[0009] De acordo com o [1] ou [3] configurado acima,

quando o vapor é colocado em contato com a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente na câmara vedável para escurecimento,

fazendo com que o vapor escoe para dentro da câmara vedável através de uma entrada, e fazendo com que o vapor escoe para fora da câmara vedável através de uma saída,

o gás hidrogênio gerado como resultado de uma reação de escurecimento com vapor poderia ser descarregado apropriadamente da câmara vedável, enquanto uma quantidade necessária de vapor poderia ser presa na câmara vedável.

[0010] A câmara vedável é configurada de tal modo que uma pressão interna pode ser mantida a um valor predeterminado através do controle variável de uma quantidade de vapor que flui para dentro da câmara vedável e / ou uma quantidade de vapor que flui para fora da câmara vedável.

[0011] De acordo com o [2] ou [4] configurado acima,

dependendo das circunstâncias do tratamento com vapor para a chapa de aço revestida na câmara vedável,

a pressão interna é apropriadamente controlada dentro de uma faixa de 80% a 120% com relação a um valor predeterminado para pressão na câmara vedável durante o tratamento com vapor, permitindo assim a fabricação de uma chapa de aço revestida em preto de alta qualidade.

#### **(EFEITOS VANTAJOSOS DA INVENÇÃO)**

[0012] De acordo com a presente invenção, poderia

ser proporcionado um método de fabricação de uma chapa de aço revestida em preto de alta qualidade de aspecto melhorado.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[0013] Para um entendimento mais completo da presente invenção e as suas vantagens, as seguintes descrições devem ser lidas em conjunto com os desenhos anexos, nos quais:

A figura 1 ilustra um fluxograma de um método para fabricar chapas de aço revestidas em preto de acordo com a presente invenção;

A figura 2 representa uma vista esquemática de um dispositivo para fabricar chapas de aço revestidas em preto de acordo com a presente invenção; e

A figura 3 representa um diagrama de blocos que indica um sistema de controle de um dispositivo para fabricar chapas de aço revestidas em preto de acordo com a presente invenção.

#### **DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES DA INVENÇÃO**

##### Método para Fabricação de Chapas de Aço Revestidas em Preto

[0014] O método para fabricar chapas de aço revestidas em preto de acordo com a presente invenção inclui um método de contato de vapor com chapas de aço revestidas com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente em uma câmara vedável, de modo a fabricar chapas de aço revestidas em preto.

[0015] Como mostrado no fluxograma da figura 1, o método de acordo com a presente invenção é realizado na seguinte ordem de cinco etapas:

primeira etapa (S110) de aquecimento de chapas de aço revestidas com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente dispostas em uma câmara vedável;

segunda etapa (S120) de descarga de gás atmosférico da câmara vedável, de modo a reduzir a pressão do gás na câmara vedável para 70 kPa ou inferior;

terceira etapa (S130) de introdução de vapor na câmara vedável e escurecimento de uma camada de revestimento das chapas de aço revestidas a uma pressão predeterminada;

quarta etapa (S140), depois da terceira etapa (S130), retorno da pressão interna da câmara vedável a um valor da pressão de ar exterior, e após isso, reduzir uma pressão de gás na câmara vedável até 70 kPa ou inferior; e

quinta etapa (S150) de resfriamento das chapas de aço revestidas na câmara vedável.

[0016] Deve ser observado que "gás atmosférico" significa gases presentes na câmara vedável e, mais especificamente, tal gás atmosférico é um termo genérico indicativo do ar exterior, vapor, vapor contendo hidrogênio, nitrogênio e assim por diante.

[0017] A seguir será fornecida uma explicação detalhada de cada etapa.

(Primeira etapa)

[0018] Na primeira etapa (S110), as chapas de aço revestidas dispostas são aquecidas na câmara vedável.

[0019] A câmara vedável (10) inclui uma porção de disposição (12) para redistribuir nela as chapas de aço revestidas (1), e possui resistência suficiente pelo menos para suportar a redução da pressão provocada pela descarga

de gás atmosférico da mesma, a introdução de vapor em seu interior, a aplicação de calor, o resfriamento da mesma e semelhantes. A câmara vedável (10) é configurada de tal modo que é capaz de estar em um estado fechado para impedir substancialmente que o gás escoe de fora para dentro ou em um estado aberto para permitir que chapas de aço revestidas sejam trazidas do lado de fora. A câmara vedável (10) possui aberturas para conexão com tubulações como um tubo de descarga de gás (31), tubo de fornecimento de vapor (41), tubo de introdução de gás (51), tubo de drenagem (35), que serão descritos posteriormente, formados em paredes ou superfície inferiores da mesma e a câmara vedável (10) é ainda configurada, de tal modo, que é colocada em um estado fechado por válvulas de fechamento fornecidas nos tubos. Além disso, a câmara vedável (10) pode ser proporcionada, em uma superfície de parede exterior da mesma, com mecanismos de regulação de temperatura (20, 21) para a aplicação de calor ou para o seu resfriamento, de modo a regular a temperatura.

[0020] Cada uma das chapas de aço revestidas (1) tem uma chapa de aço do substrato, e uma camada de revestimento de liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente formada sobre uma superfície da chapa de aço do substrato.

[0021] A chapa de aço de substrato não é particularmente restrita no seu tipo, e, por exemplo, aço de baixo carbono, aço de médio carbono, aço de alto carbono, ou ligas de aço podem ser adotadas para tal chapa de aço de substrato. Se for necessária uma boa conformabilidade de prensa, é preferível que uma chapa de aço de estampagem profunda, tal como chapas de aço de baixo

teor de carbono contendo Ti ou Nb, seja adotada para a chapa de aço de substrato. Além disso, uma chapa de aço de alta resistência contendo P, Si, Mn, ou similar, também pode ser adotada.

[0022] A camada de revestimento com uma liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente é assim configurada, pelo menos na composição de forma a provocar o escurecimento por contato do vapor com esta camada de revestimento. Um mecanismo de escurecimento para a camada de revestimento em contato com o vapor não foi esclarecido. Especula-se, como uma hipótese, que óxidos (como  $\text{ZnO}_{1-x}$ ) e hidróxidos de Zn, Al e Mg com uma estrutura defeituosa do tipo deficiente em oxigênio seriam gerados em uma superfície e em um volume da camada de revestimento, ao estarem em contato com o vapor. Quando os óxidos e hidróxidos do tipo deficiente em oxigênio são gerados de tal maneira, a luz fica retida nos defeitos dos níveis de energia, provocados por esses óxidos e hidróxidos, e como resultado, tais óxidos e hidróxidos exibem uma aparência preta. A camada de revestimento de liga de Zn-Al-Mg, por exemplo, gerada em uma razão de: 0,1 a 60% em peso de Al; 0,01 a 10% em peso de Mg; e o resto de Zn poderia ser preferivelmente escurecida, colocando o vapor em contato com esta camada de revestimento.

[0023] As chapas de aço revestidas com liga de Zn-Al-Mg por imersão mais distribuídas no mercado são aquelas que possuem camadas de revestimento contendo cerca de 6% em peso de Al e cerca de 3% em peso de Mg. A textura de metal de tal camada de revestimento é uma liga Al-Zn<sub>2</sub>Mg de textura eutética ternária apresentando: fase Al primária; ou fase Al primária e monofásica de Zn misturadas, em uma

base desta textura eutética ternária, e a camada de revestimento pode ser preferivelmente escurecida através do tratamento com vapor. As fases (fase Al, fase Zn e fase  $\text{Zn}_2\text{Mg}$ ) têm tamanhos e formas individualmente irregulares, e são misturadas mutuamente. A fase primária Al e a fase Al na textura eutética ternária Al-Zn- $\text{Zn}_2\text{Mg}$  originam-se da fase Al" em alta temperatura no diagrama de equilíbrio ternário Al-Zn-Mg (fase Al" que é uma fase de solução sólida de Al apresentando Zn dissolvido e contendo uma pequena quantidade de Mg). Em temperaturas normais, a fase de Al" emergindo em alta temperatura geralmente surge como fases separadas de fase Al fina e fase Zn fina. A fase Zn na textura eutética ternária uma fase de solução sólida apresentando uma pequena quantidade de Al dissolvida e, possivelmente, ainda com dissolução de Mg na mesma. A fase de  $\text{Zn}_2\text{Mg}$  na textura eutética ternária é a fase de composto intermetálico presente nas vizinhanças de um ponto em relação a aproximadamente 84% em peso de Zn no diagrama de equilíbrio binário de Zn-Mg.

[0024] A camada de revestimento capaz de ser escurecida preferivelmente por colocação de vapor em contato com esta camada de revestimento não se limita apenas a uma camada de revestimento de metal, cuja textura é a textura eutética ternária Al-Zn- $\text{Zn}_2\text{Mg}$  apresentando: fase Al primária; ou fase Al primária e fase monofásica de Zn misturadas, em uma base desta textura eutética ternária. A camada de revestimento também pode ser uma camada de revestimento cuja textura metálica tem a fase Zn ou a fase do composto intermetálico como fase primária, em que um composto intermetálico se origina de outros elementos, tais

como Si, contidos nesta camada de revestimento. Além disso, a textura eutética de Al-Zn-Zn<sub>2</sub>Mg pode ser substituída por compostos intermetálicos, tais como Zn<sub>2</sub>Mg e Zn<sub>11</sub>Mg<sub>2</sub>. Ao estarem em contato com o vapor, esses compostos intermetálicos também geram óxidos e hidróxidos de Zn, Al e Mg, possuindo uma estrutura defeituosa do tipo deficiente em oxigênio em uma superfície e em um volume da camada de revestimento, e seus defeitos provocados de níveis de energia aprisionam luz, e como resultado, tais óxidos e hidróxidos exibem aparência preta.

[0025] Não existem restrições específicas à espessura da camada de revestimento. A espessura é de preferência de 3 a 100 µm. Se a espessura da camada de revestimento for de 3 µm ou superior, o manuseio das chapas de aço revestidas (1) é menos provável que se permita que arranhões atinjam a chapa de aço do substrato. Como resultado, as chapas de aço revestidas (1) apresentam melhor retenção de aparência preta, bem como na resistência à corrosão. Ao mesmo tempo, se a espessura da camada de revestimento for de 100 µm ou inferior, a camada de revestimento e a chapa de aço substrato serão menos propensas à separação umas das outras, em uma unidade de processo, onde tal separação ocorre devido às diferenças na ductilidade entre a camada de revestimento e a chapa de aço do substrato, ao serem comprimidas.

[0026] Não existem restrições particulares quanto à forma das chapas de aço revestidas (1), na medida em que a camada de revestimento de uma área a ser escurecida possa ter contato com o vapor. As chapas de aço revestidas (1) podem ser revestidas, por exemplo, com uma camada de

revestimento plana (tal como a forma de placa) ou uma camada de revestimento curva (tal como a forma de bobina). A "forma de bobina" significa que as chapas de aço revestidas (1) são deformadas recuperavelmente, de tal modo que são laminadas com intervalos em uma direção radial. As chapas de aço revestidas (1) estão de preferência em forma de bobina, do ponto de vista da facilidade com que tais chapas de aço podem ser dispostas dentro da câmara vedável (10) e podem ser transportadas antes e depois do processo. Se as chapas de aço revestidas (1) estiverem na forma de bobina, cada intervalo na direção radial, a menor distância entre as superfícies adjacentes em particular, será de preferência 0,05 mm ou mais para facilitar a infiltração de vapor.

[0027] Além disso, os espaçadores podem ser interpostos entre as superfícies das chapas de aço revestidas (1) enrolados em forma de bobina para manter os intervalos descritos acima. Os espaçadores têm uma forma pelo menos tal que, o vapor pode ser distribuído suficientemente em torno de uma superfície das camadas de revestimento das chapas de aço revestidas (1) em forma de bobina e, a este respeito, os espaçadores podem estar em forma linear ou plana. Espaçadores lineares são dispostos, em parte, sobre uma superfície das chapas de aço revestidas (1), e os espaçadores planos são dispostos, pelo menos em parte, na superfície das chapas de aço revestidas (1). A área de contato entre os espaçadores e a superfície das chapas de aço revestidas (1) é de preferência pequena, e mais especificamente, tão pequena quanto 15 mm<sup>2</sup> ou menor, em cada ponto de contato. Não existem restrições

particulares ao material dos espaçadores, a menos que esse material se deteriore e entre em ignição significativamente, ou se funda com as chapas de aço revestidas ou se dissolva nas chapas de aço revestidas durante o tratamento com vapor. O material dos espaçadores é de preferência de metal ou resina, e mais preferencialmente permeável ao vapor.

[0028] Adicionalmente, se uma parte da superfície das chapas de aço revestidas (1) não for escurecida em razão do projeto, tal parte não escurecida pode ser criada por mascaramento com fita de alumínio ou fita de resina.

[0029] Adicionalmente, ao arranjar as chapas de aço revestidas (1) na câmara vedável (10), tal disposição pode ser feita sob a forma de uma única camada ou de uma pilha de uma pluralidade de camadas. Na forma de camada única, cada uma das chapas de aço revestidas descritas acima (1) na forma de bobina, por exemplo, pode ser disposta em uma posição voltada para cima. Na forma de pilha de uma pluralidade de camadas, se duas ou mais das chapas de aço revestidas descritas acima (1) em forma de bobina, por exemplo, forem escurecidas ao mesmo tempo, elas podem ser dispostas de modo a serem empilhadas em uma posição voltada para cima na câmara vedável (10). Quando da disposição das chapas de aço revestidas (1) na câmara vedável (10), as camadas adjacentes de chapas de aço revestidas têm de preferência o intervalo descrito acima de 0,05 mm ou mais, por exemplo, interpondo um espaçador entre elas para facilitar a infiltração de vapor. Além disso, as chapas de aço revestidas (1) a serem escurecidas na câmara vedável (10) podem ter qualquer forma obtida arbitrariamente. As

chapas de aço revestidas (1), em tal forma arbitrariamente obtidas, podem ser colocadas ou suspensas a partir de uma prateleira instalada na câmara vedável (10).

[0030] Adicionalmente, na primeira etapa (S110), as chapas de aço revestidas (1) são aquecidas na presença de gás (gás de baixo vapor) cujo ponto de orvalho é mais baixo do que a temperatura das chapas de aço revestidas (1) em todos os momentos. Em outras palavras, o gás atmosférico presente na câmara vedável (10) deve ser gás de baixo vapor. Para o gás de baixo vapor, o ar externo pode ser adotado do ponto de vista da instalação com a qual as chapas de aço revestidas (1) podem ser aquecidas. O ar externo pode ser substituído, no entanto, pelo gás inerte, como nitrogênio, na medida em que as chapas de aço revestidas (1) podem ser escurecidas, ou o ar externo pode ser substituído por uma atmosfera inferior ao ponto de orvalho. O gás de baixo vapor pode ser introduzido na câmara vedável (10) através de uma unidade de introdução de gás (50) conectada à câmara vedável (10). No presente relatório descritivo, o gás cujo ponto de orvalho é mais baixo do que a temperatura das chapas de aço revestidas (1) será referido como "gás de baixo vapor".

[0031] Geralmente, a temperatura das chapas de aço revestidas (1) está a um nível normal antes do aquecimento, e as chapas de aço revestidas (1) têm uma grande capacidade calorífica. Em tais circunstâncias, se as chapas de aço revestidas (1) são aquecidas na presença de gás atmosférico enriquecido com vapor, cujo ponto de orvalho pode ser superior à temperatura das chapas de aço revestidas (1), existe probabilidade de que o gás atmosférico seja

resfriado nas proximidades da superfície das chapas de aço revestidas (1). Como resultado, as chapas de aço revestidas (1) são submetidas à condensação de orvalho do gás atmosférico em sua superfície. Além disso, uma parte, na qual ocorre a condensação de orvalho, das chapas de aço revestidas (1) é proibida do contatar o vapor e de escurecer e, por essa razão, há probabilidade de que a camada de revestimento seja impedida de ser uniformemente escurecida. Além disso, há probabilidade de que o orvalho condensado possa erodir a superfície das chapas de aço revestidas (1), seguido pela formação de ferrugem branca prejudicando sua aparência.

[0032] Contrário a isso, na primeira etapa (S110) como uma modalidade de acordo com a presente invenção, as chapas de aço revestidas (1) são aquecidas na presença do gás de baixo vapor. Isto restringe a formação de orvalho e, portanto, permite um escurecimento mais uniforme da camada de revestimento e uma aparência ainda melhorada das chapas de aço revestidas (1). É ainda preferido, portanto, que o ponto de orvalho do gás atmosférico na primeira etapa (S110) seja inferior ou igual a uma temperatura normal. Para o gás atmosférico nesta etapa, o ar externo, por exemplo, pode ser adotado. Como a temperatura das chapas de aço revestidas (1) aumenta com o aumento do aquecimento, o ponto de condensação do gás atmosférico é sempre inferior à temperatura das chapas de aço revestidas (1), presumindo-se que esse ponto de orvalho seria inferior à temperatura das chapas de aço revestidas (1) no início do aquecimento, evitando assim a formação de orvalho nas chapas de aço revestidas (1).

[0033] Na primeira etapa (S110), as chapas de aço revestidas (1) são aquecidas, até a temperatura da superfície da camada de revestimento atingir um nível, no qual a camada de revestimento é escurecida como resultado de estar em contato com vapor (o que, doravante, será ocasionalmente referido como "temperatura de escurecimento"). As chapas de aço revestidas (1) dispostas na câmara vedável (10) podem ser aquecidas acima da temperatura de escurecimento, enquanto a temperatura da superfície é medida, por exemplo, através de um sensor de temperatura.

[0034] Deve ser notado que, devido a uma grande capacidade calorífica das chapas de aço revestidas (1), existem algumas probabilidades da temperatura não aumentar uniformemente sobre a superfície das chapas de aço revestidas (1) e, portanto, a temperatura da superfície teria alguma uniformidade. Por esta razão, é preferível que, enquanto as medições de temperatura são realizadas em uma pluralidade de pontos ou em uma pluralidade de áreas na superfície das chapas de aço revestidas (1) ou sobre toda a sua superfície, o aquecimento seja executado até ao mais baixo nível de medições atingir a temperatura de escurecimento. Deve ser observado que, com base nos dados acumulados que foram obtidos por medições, também é possível definir as condições de aquecimento até a conclusão do aquecimento sem quaisquer medições de temperatura reais.

[0035] A temperatura de escurecimento pode ser ajustada arbitrariamente dependendo da composição (por exemplo, quantidades de Al e de Mg na camada de

revestimento) ou espessura da camada de revestimento, a leveza necessária, e assim por diante. A temperatura de escurecimento encontra-se preferencialmente na gama de 50 a 350°C, mais preferivelmente na gama de 105 a 200°C. A uma temperatura acima de 105°C, o tempo de escurecimento pode ser encurtado. A uma temperatura inferior a 350°C, o dispositivo de escurecimento pode ser reduzido, e o consumo de energia necessário para aquecimento do vapor e chapas de aço revestidas (1) ao escurecimento pode ser reduzido, assim como o grau de escurecimento da camada de revestimento pode ser facilmente controlado.

[0036] Não existem restrições particulares no método de aquecimento para as chapas de aço revestidas (1), na medida em que a superfície da camada de revestimento pode ser aquecida até um nível resultante atingir a temperatura de escurecimento. As chapas de aço revestidas (1) podem ser aquecidas de tal maneira que, por exemplo, um dispositivo de aquecimento (24) tal como um aquecedor de bainha instalado em um interior da câmara vedável (10) é configurado para aquecer o gás atmosférico no interior da câmara vedável (10) para, por convecção de tal gás aquecido, aquecer as chapas de aço revestidas (1). Alternativamente, as chapas de aço revestidas (1) podem ser aquecidas de tal maneira que, por exemplo, mecanismos de regulação de temperatura (20, 21) instalados em uma superfície de parede externa da câmara vedável (10) são configurados para regular a temperatura no interior da câmara vedável (10), de modo a aquecer as chapas revestidas (1). Evidentemente, o aquecimento através do uso único ou o

uso combinado de diferentes meios: um dispositivo de aquecimento (24), tal como um aquecedor de revestimento; e mecanismos de regulação de temperatura (20, 21), podem ser adotados.

[0037] Deve ser observado que um dispositivo de agitação (70), tal como um ventilador de circulação (71) pode ser instalado no interior da câmara vedável (10) para agitar o gás atmosférico aquecido na câmara vedável (10), o que resulta em aquecimento rápido, eficaz e uniforme das chapas de aço revestidas (1).

(Segunda etapa)

[0038] Na segunda etapa (S120), o gás atmosférico é descarregado da câmara vedável (10) através do tubo de descarga de gás (31) para reduzir a pressão de gás na câmara vedável (10) para 70 kPa ou menos. Uma bomba de descarga de gás, por exemplo, (não mostrada) instalada do lado de fora da câmara vedável (10) é configurada para evacuar a câmara vedável (10), de modo a reduzir uma pressão interna do gás atmosférico dentro da faixa descrita acima. A descarga do gás atmosférico na segunda etapa (S120) pode ser executada em uma base de uma só vez ou mais de uma vez. No último caso, a descarga do gás atmosférico através do tubo de descarga de gás (31) da câmara vedável (10) e a introdução do gás de baixo vapor através do tubo de introdução de gás (51) na câmara vedável (10) podem ser realizadas de uma maneira repetida, a fim de reduzir ainda mais a quantidade de componentes de gás que não o vapor remanescente na câmara vedável (10).

[0039] Em uma modalidade de acordo com a presente invenção, a segunda etapa (S120) pela qual o gás

atmosférico é descarregado a partir da câmara vedável (10), de modo a reduzir a pressão do gás para que o vapor, a ser introduzido na terceira etapa (S130) como descrito mais adiante, possa ser distribuído suficientemente em torno de uma área de intervalo entre as chapas de aço revestidas (1), permitindo assim o tratamento com vapor mais uniforme sobre toda a camada de revestimento a ser escurecida e permitindo a redução do escurecimento não uniforme. Além disso, como resultado da evacuação na segunda etapa (S120), uma concentração de oxigênio na câmara vedável (10) após a introdução de vapor na terceira etapa (S130) pode ser limitada a 13% ou menos. A partir destes pontos de vista, na segunda etapa (S120), a pressão do gás na câmara vedável (10) é preferencialmente de 70 kPa ou inferior, e mais preferivelmente de 50 kPa ou inferior.

(Terceira etapa)

[0040] Na terceira etapa (S130), vapor é introduzido na câmara vedável (10) de modo a que a camada de revestimento das chapas de aço revestidas (1) seja escurecida. Em outras palavras, na terceira etapa (S130), o tratamento com vapor é realizado para as chapas de aço revestidas (1).

[0041] A fim de escurecer uniformemente as chapas revestidas de aço (1), na terceira etapa (S130), tal escurecimento é preferencialmente realizado após terem sido medidas as temperaturas em uma pluralidade de pontos ou em uma pluralidade de áreas na superfície da camada de revestimento, ou sobre uma superfície inteira da camada de revestimento, de modo a confirmar que uma diferença entre os valores medidos maior e menor é inferior ou igual a

30°C, preferivelmente inferior ou igual a 20°C, mais preferencialmente inferior ou igual a 10°C. Em outras palavras, é preferido que o escurecimento na terceira etapa (S130) seja realizado depois de toda a superfície das chapas de aço revestidas (1) apresentar uma temperatura uniforme. De modo a tornar as chapas de aço revestidas (1) como apresentando, por exemplo, diferenças de temperatura na sua superfície dentro do intervalo descrito acima, uma etapa intermediária como uma etapa de uniformização de temperatura superficial pode ser inserida entre a primeira etapa (S110) e a segunda etapa (S120), ou entre a segunda etapa (S120) e a terceira etapa (S130), em que as chapas de aço revestidas (1) são deixadas em repouso para permitir que a camada de revestimento seja uniformizada à temperatura da superfície.

[0042] Na terceira etapa (S130), uma temperatura atmosférica na câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor é de preferência de 105°C ou superior, e uma umidade relativa na câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor está dentro um intervalo de 80% a 100%. Ajustando a temperatura da atmosfera para acima de 105°C, bem como ajustando a umidade relativa acima de 80%, o escurecimento poderia ser realizado dentro de um curto período de tempo. Além disso, em temperatura atmosférica acima de 105°C, a camada de revestimento pode ser escurecida suficientemente, mais especificamente, a luminosidade  $L$  da camada de revestimento no espaço de cor  $L^*a^*b^*$ , por exemplo, pode diminuir abaixo de 60, preferivelmente abaixo 40, mais preferivelmente abaixo de 35. Deve ser observado que a luminosidade (valor de  $L^*$ ) da superfície da camada de

revestimento é obtida como uma refletância espectral detectada por um colorímetro espectral. Além disso, em temperatura atmosférica acima de 105°C, a condensação de água não é permitida prontamente e, portanto, a ocorrência de formação de orvalho na câmara vedável (10) e na superfície da camada de revestimento é suprimida. A temperatura atmosférica está preferivelmente dentro de uma faixa de 105°C a 350°C, mais preferivelmente dentro de uma faixa de 105°C a 200°C. A umidade relativa é preferencialmente de 100%. A concentração de oxigênio na câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor é de preferência de 13% ou inferior. A concentração de oxigênio dentro dessa faixa poderia suprimir o escurecimento não uniforme. No presente relatório descritivo, a temperatura do gás atmosférico na câmara vedável (10) será referida como "temperatura atmosférica". A temperatura atmosférica pode ser medida com uma unidade de medição de temperatura de gás (62) instalada na câmara vedável (10).

[0043] Além disso, durante o tratamento com vapor na terceira etapa (S130), o interior da câmara vedável (10) pode ser aquecido para manter a temperatura da atmosfera descrita acima. Não existem restrições particulares ao método de aquecimento, na medida em que a temperatura atmosférica e a umidade relativa na câmara vedável (10) podem ser reguladas dentro dos limites descritos acima, respectivamente. Para aquecimento, por exemplo, mecanismos de regulação de temperatura (20, 21), ou um dispositivo de aquecimento (24), tal como um aquecedor de revestimento instalado na câmara vedável (10) podem ser usados. O interior da câmara vedável (10) também pode ser aquecido

através do vapor aquecido introduzido no interior.

[0044] Mesmo com o auxílio das presentes tecnologias, uma medição direta da umidade relativa, do ponto de orvalho ou da própria pressão parcial de vapor em uma atmosfera, cuja temperatura é superior a 100°C, dificilmente poderia ser realizada. Na terceira etapa (S130), a atmosfera na câmara vedável (10), imediatamente após o início da introdução do vapor, consiste completamente em vapor. Por esta razão, a umidade relativa na câmara vedável (10) é obtida dividindo-se o valor de pressão adquirido como resultado das medidas de um medidor de pressão (61) na câmara vedável (10) pela pressão de vapor de água saturada adquirida como um valor conhecido na temperatura. Uma vez iniciado o escurecimento da camada de revestimento, o metal da camada de revestimento reage com o vapor para produzir óxidos e hidróxidos, bem como hidrogênio gasoso considerado como sendo um subproduto. Como resultado, o valor de uma pressão total adquirida através do uso do manômetro (61; unidade de medição de pressão) é a soma das pressões parciais de vapor e hidrogênio. Em outras palavras, mesmo que seja introduzido vapor para manter uma pressão total predeterminada, ocorre um problema de que um valor da umidade relativa real possa ser inferior ao valor final da gama preferida descrita acima, devido ao fenômeno em que o hidrogênio gasoso gerado está presente no gás atmosférico na câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor.

[0045] Em outras palavras, zinco (Zn) reage com vapor para a produção de óxidos ou hidróxidos de Zn e de hidrogênio gasoso gerado ao mesmo tempo. A reação geral

presumivelmente seria expressa pelas fórmulas [1], [2] mostradas abaixo. Ocorre um problema de que o hidrogênio gasoso gerado se acumula na câmara vedável (10), e a quantidade de umidade relativa diminui na presença de tal hidrogênio gasoso junto com o vapor. É a crença atual dos inventores que, na câmara vedável (10) cujo espaço limitado apresenta a ocorrência de tais fenômenos, a camada de revestimento não poderia ter qualquer oportunidade de contatar suficientemente com o vapor, o que resulta na aparência não uniforme das chapas de aço revestidas em preto (1).

Fórmula [1]:  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2$

Fórmula [2]:  $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$

[0046] De modo a resolver o problema descrito acima e manter uma umidade relativa apropriada, na terceira etapa (S130) como uma modalidade de acordo com a presente invenção, o vapor é introduzido na câmara vedável (10), e depois disso, uma determinada quantidade de gás atmosférico é descarregada da câmara (10), bem como, o vapor é ainda introduzido na câmara vedável (10). Em outras palavras, como resultado da descarga de uma determinada quantidade de gás atmosférico acompanhada por introdução adicional de vapor, o gás atmosférico contendo o gás hidrogênio gerado na câmara vedável (10) pode ser descarregado da câmara vedável (10) na terceira etapa (S130). Como o gás hidrogênio configurado acima é removido da câmara vedável (10) e, portanto, uma pressão total na câmara vedável (10) não inclui qualquer pressão parcial do hidrogênio gerado, mas consiste apenas em uma pressão de vapor de água saturado. Portanto, um valor da umidade relativa apropriada

pode ser obtido como resultado da divisão de um valor de pressão total na câmara vedável (10) pela pressão de vapor de água saturada na temperatura.

[0047] Além disso, se o gás atmosférico for descarregado de modo que nenhum gás hidrogênio permaneça na câmara vedável (10), existe um sistema de componente único de água (vapor de água) na câmara vedável (10), e a pressão total e a temperatura na câmara vedável (10) não estão em relação a variáveis independentes entre si, mas em uma relação de uma variável a ser determinada unicamente pela outra variável; em outras palavras, a pressão de vapor saturado é determinada unicamente pela temperatura do vapor saturado e, alternativamente, a temperatura do vapor saturado é determinada unicamente pela pressão de vapor saturado. A vantagem de tal relação está na facilidade de controle; mais especificamente, deve-se selecionar apenas a partir da pressão total e da temperatura na câmara vedável (10) como resultado da comparação na capacidade de controle entre os dois. Portanto, o gás hidrogênio gerado pode ser descarregado de maneira eficiente sem qualquer gerenciamento complicado do tratamento com vapor no processo de fabricação, enquanto o vapor pode ser distribuído suficientemente em torno de uma área inteira das chapas de aço revestidas, desse modo sendo capaz de escurecer uniformemente a camada de revestimento, de modo a fabricar as chapas de aço revestidas em preto de aparência melhorada.

[0048] Deve ser observado que, se a reação da fórmula [1] descrita acima ocorrer no escurecimento, 1 mol de vapor é consumido na reação para produzir 1 mol de gás

de hidrogênio, sem qualquer mudança no volume do gás. Em outras palavras, controlando a introdução de vapor e a descarga de gás atmosférico de tal maneira que a pressão total seja mantida em um determinado valor na câmara vedável (10), o gás hidrogênio gerado é descarregado quase completamente, com base na relação da fórmula [3] mostrada abaixo.

Fórmula [3]: "Quantidade de vapor introduzido na câmara vedável" = "Quantidade líquida de vapor descarregado" + "Quantidade de hidrogênio gasoso gerado"

[0049] Além disso, se a reação da fórmula [2] descrita acima ocorrer, uma quantidade de 2 mol de vapor será consumida na reação para produzir 1 mol de gás hidrogênio, resultando em alguma diminuição no volume de gás e alguma redução na pressão interna da câmara vedável (10), mas ainda assegurando a quantidade necessária de vapor para escurecer a camada de revestimento. Em outras palavras, mesmo que a pressão de abertura seja reduzida para 80% na câmara vedável (10), essa pressão negativa permite ainda descarregar o hidrogênio gasoso gerado e fornecer a quantidade necessária de vapor para escurecer a camada de revestimento.

[0050] Adicionalmente, a reação da fórmula [1] descrita acima é exotérmica. Existem probabilidades, portanto, de que a temperatura interna da câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor exceda a temperatura de escurecimento definida. Quanto maior a temperatura, maior a pressão de vapor de água saturado. Com base em tal princípio, dependendo da temperatura interna da câmara vedável (10), a pressão pode ser aumentada até um grau de

120% da pressão de ajuste, de modo a fornecer uma quantidade suficiente de vapor para escurecer a camada de revestimento.

[0051] Portanto, a pressão interna da câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor é preferencialmente regulada dentro de uma faixa de 80% a 120% do valor predeterminado da pressão de ajuste.

[0052] Além disso, a descarga de gás atmosférico e a introdução de vapor podem ser realizadas continuamente ao longo da terceira etapa (S130), mais especificamente, desde o início até a conclusão da etapa. Alternativamente, as mesmas podem ser executadas em uma base única na etapa ou mais de uma vez em determinados intervalos na etapa.

[0053] Adicionalmente, o gás atmosférico na câmara vedável (10) pode ser agitado por um agitador (70) durante o escurecimento após ter introduzido ou durante a introdução de vapor no interior da câmara vedável (10), para evitar o escurecimento não uniforme das chapas de aço revestidas (1).

[0054] Adicionalmente, um tempo de tratamento com vapor pode ser ajustado arbitrariamente, dependendo da composição (por exemplo, quantidades de Al e de Mg na camada de revestimento) ou espessura da camada de revestimento, a leveza necessária, e assim por diante. No entanto, o tempo de tratamento com vapor é de preferência de 24 horas ou mais.

[0055] Em uma modalidade de acordo com a presente invenção, a quantidade de vapor a ser introduzida na câmara vedável (10) e a quantidade de gás atmosférico a ser descarregada da câmara vedável (10) são ajustáveis. Como

mostrado na figura 2, a quantidade de vapor na câmara vedável (10) para escurecer a camada de revestimento é regulada por um mecanismo de regulação de introdução de vapor (40), configurado para ajustar a quantidade de vapor a ser introduzida na câmara vedável (10) e um mecanismo de regulação de descarga de gás (30) configurado para ajustar a quantidade de gás atmosférico a ser descarregado da câmara vedável (10), de modo a manter uma pressão predeterminada. Mais especificamente, estes mecanismos de regulação (30, 40) são providos de tubos com diferentes diâmetros nominais (20A, 25A, 80A), e estes tubos são providos de válvulas de descarga de gás (322, 324, 326) (todas elas sendo, doravante, coletivamente referidas como "válvulas de descarga de gás (32)") e válvulas de fornecimento de vapor (422, 424, 426) (todas elas sendo, coletivamente denominadas "válvulas de fornecimento de vapor (42)"), onde estas válvulas (32, 34) são controladas de modo a serem abertas e fechadas por uma unidade de controle (90), que será descrita posteriormente, para ajustar a quantidade de vapor a ser introduzida e a quantidade de gás atmosférico a ser descarregada, desse modo mantendo a pressão interna a um valor apropriado na câmara vedável (10).

[0056] Em uma modalidade de acordo com a presente invenção, a quantidade de vapor na câmara vedável (10) é ajustada como se segue. A quantidade necessária de vapor para o escurecimento é determinada por uma área superficial das chapas de aço revestidas (1) dispostas na câmara vedável (10). De modo a assegurar a quantidade requerida de vapor na câmara vedável (10), as válvulas de descarga de

gás (32) do mecanismo de regulação de descarga de gás (30) estão nas posições dos seus graus de abertura predeterminados, enquanto as válvulas de fornecimento de vapor (42) do mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) estão nas posições dos seus graus de abertura variável controláveis. Deve ser notado que tal ajuste no grau de abertura não é limitado ao único ajuste possível, e que as válvulas de fornecimento de vapor (42) do mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) podem estar nas posições de seus graus predeterminados de abertura, enquanto que as válvulas de descarga de gás (32) do mecanismo de regulação de descarga de gás (30) podem estar nas posições dos seus graus de abertura variável controláveis. Além disso, as válvulas de descarga de gás (32) do mecanismo de regulação de descarga de gás (30) e as válvulas de fornecimento de vapor (42) do mecanismo de regulação da introdução de vapor (40), podem ser controladas nas suas posições de abertura em momentos apropriados.

[0057] Além disso, devido à reação exotérmica da fórmula [1] descrita acima, considera-se que a temperatura das chapas de aço revestidas (1) aumenta com o processo de escurecimento. Se a pressão interna da câmara vedável (10) continuar a permanecer em um valor predeterminado, as chapas de aço revestidas (1) são submetidas à umidade relativa reduzida, o que é desfavorável para um rápido escurecimento. Contra tal matéria, as válvulas de descarga de gás (32) do mecanismo de regulação de descarga de gás (30) e/ou as válvulas de fornecimento de vapor (42) do mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) estão

nas posições dos respectivos graus de abertura assim ajustados, de modo a introduzir uma quantidade maior de vapor na câmara vedável (10), enquanto a pressão interna da câmara vedável (10) é mantida a um valor predeterminado, aumentando assim a umidade relativa para as chapas de aço revestidas (1) de modo a permitir que o escurecimento continue.

(Quarta etapa)

[0058] Na quarta etapa (S140), a pressão interna da câmara vedável (10) é devolvida a um valor da pressão do ar exterior, e depois disso, o gás atmosférico é descarregado a partir da câmara vedável (10), de modo a reduzir a pressão do gás para 70 kPa ou inferior. De modo a devolver a pressão interna da câmara vedável (10) a um valor da pressão de ar exterior, por exemplo, uma válvula de admissão de ar exterior (não mostrada) proporcionada à câmara vedável (10) é aberta. Além disso, a fim de reduzir a pressão do gás na câmara vedável (10) para 70 kPa ou menos, o gás atmosférico é descarregado da câmara vedável (10), através do tubo de descarga de gás (31), por uma bomba de descarga de gás (não mostrada) instalada fora da câmara vedável (10) configurada para evacuar a câmara vedável (10).

[0059] Na quinta etapa (S150), que será descrito mais adiante, se as chapas de aço revestidas (1) são aquecidas na presença de vapor remanescente na câmara vedável (10), existem probabilidades de que o vapor remanescente em algumas lacunas entre as chapas de aço revestidas (1) ou em qualquer outro lugar seriam condensadas, e a superfície das chapas de aço revestidas

(1) ou do interior da câmara vedável (10) seria submetida à condensação do orvalho. As chapas de aço revestidas (1) tendo uma superfície na qual tal condensação de orvalho ocorre são aderidas com água na superfície, e há probabilidades de que as chapas de aço revestidas (1) tenham um escurecimento não uniforme em sua superfície. Contra tal assunto, na quarta etapa (S140), a pressão interna da câmara vedável (10) é retornada a um valor da pressão do ar externo e, a partir daí o gás atmosférico é descarregado da câmara vedável (10), para reduzir a quantidade de vapor na câmara vedável (10). Isto evita que o problema descrito acima ocorra quando as chapas de aço revestidas (1) são resfriadas na quinta etapa (S150). Do ponto de vista de tais circunstâncias, na quarta etapa (S140), a pressão do gás na câmara vedável (10) é preferencialmente reduzida para 70 kPa ou inferior, mais preferivelmente para 30 kPa ou inferior.

(Quinta etapa)

[0060] Na quinta etapa (S150), as chapas de aço revestidas (1) são resfriadas, na presença de gás, cujo ponto de orvalho é mais baixo do que a temperatura das chapas de aço revestidas em todos os momentos (gás de vapor baixo), introduzido através do tubo de introdução de gás (51) na câmara vedável (10). O gás a ser introduzido, na quinta etapa (S150), é de preferência não aquecido e pode ser aquecido, se necessário, a tal extensão, que a sua temperatura seja inferior à temperatura atmosférica dentro da câmara vedável (10).

[0061] O gás de baixo vapor a ser introduzido na câmara vedável (10), na quinta etapa (S150), pode ser, por

exemplo, ar externo, gás nitrogênio ou gás inerte. Em vista da trabalhabilidade, a câmara vedável (10) é preferencialmente configurada para admitir o ar externo.

[0062] Além disso, a temperatura do gás atmosférico na câmara vedável (10) pode ser diminuída, se necessário, através do emprego dos mecanismos de regulação de temperatura (20, 21), de modo a resfriar as chapas de aço revestidas (1).

[0063] Deve ser observado que, através do emprego do dispositivo de agitação (70), tal como um ventilador de circulação (71) instalado no interior da câmara vedável (10) para resfriar o gás atmosférico na câmara, as chapas de aço revestidas (1) poderiam ser resfriadas de maneira rápida, eficaz e uniforme.

#### Dispositivo para Fabricação de Chapas de Aço Revestidas em preto

(Estrutura do Dispositivo)

[0064] O dispositivo para fabricar chapas de aço revestidas em preto de acordo com a presente invenção (doravante, ocasionalmente referido como o "dispositivo de acordo com a presente invenção"), cuja vista em corte transversal esquemática do exemplo é mostrada na figura 2, inclui: uma câmara vedável (10) incluindo uma porção de disposição (12) para dispor as chapas de aço revestidas (1) de uma maneira removível; um mecanismo de regulação da temperatura do teto (21), um mecanismo de regulação da temperatura da parede vertical (20) e um dispositivo de aquecimento (24), tal como um aquecedor de revestimento para aquecer (ou resfriar) um interior da câmara vedável (10); um mecanismo de regulação de descarga de gás (30)

configurado para descarregar o gás atmosférico a partir da câmara vedável (10); e um mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) configurado para introduzir vapor na câmara vedável (10).

[0065] Além disso, o dispositivo de acordo com a presente invenção pode incluir: uma unidade de introdução de gás (50) para introduzir na câmara vedável (10) gás que contém ar exterior; e uma válvula de admissão de ar externo (não mostrada) para retornar a pressão interna da câmara vedável (10) a um valor da pressão de ar externa.

[0066] Além disso, o dispositivo de acordo com a presente invenção pode incluir: uma unidade de medição de temperatura (60) configurada para medir a temperatura das chapas de aço revestidas (1); uma unidade de medição de pressão (61) configurada para medir a pressão interna da câmara vedável (10); uma unidade de medição da temperatura do gás (62) configurada para medir a temperatura do gás atmosférico; e uma unidade de agitação (70) tendo um ventilador de circulação (71) e semelhantes configurados para agitar o gás atmosférico na câmara vedável (10).

[0067] Como mostrado na figura 3, o dispositivo de acordo com a presente invenção pode incluir: uma unidade de controle (90) configurada para controlar os mecanismos de regulação de temperatura (20, 21), o dispositivo de aquecimento (24) tal como o aquecedor de revestimento, o mecanismo de regulação de descarga de gás (30), o mecanismo de regulação de introdução de vapor (40), a unidade de introdução de gás (50) e a unidade de agitação (70) e, além deles, a unidade de controle (90) configurada para controlar a abertura e fechamento de cada válvula na

fabricação de chapas de aço revestidas em preto (1).

[0068] Se o dispositivo de acordo com a presente invenção incluir ainda um tubo de drenagem (35) e uma válvula de drenagem (36), a unidade de controle (90) pode controlar a válvula de drenagem (36) para drenar a água do dispositivo.

[0069] Doravante, será descrito um exemplo do dispositivo de acordo com a presente invenção, com referência aos desenhos, figura 2.

[0070] A câmara vedável (10) tem uma estrutura inferior (8) e uma tampa superior (9). A estrutura inferior (8) tem a porção de disposição (12) para dispor as chapas de aço revestidas (1) dentro da câmara vedável. A tampa superior (9) tem uma porção de teto de cobertura superior (13) formada em forma de domo para uma superfície de teto e uma porção de parede vertical de cobertura superior (14) em uma forma cilíndrica para uma superfície lateral. Esta tampa superior (9) é configurada de tal forma que um lado inferior é aberto.

[0071] Além disso, a câmara vedável (10) tem os mecanismos de regulação de temperatura (21, 20) fornecidos independentemente em uma superfície de parede exterior, o mecanismo de regulação da temperatura do teto (21) e o mecanismo de regulação vertical da temperatura da parede (20), capazes de aquecer e resfriar, através de um fluxo de fluido, um interior da câmara vedável (10). No caso em que o interior da câmara vedável (10) é resfriado através do resfriamento da porção do teto da cobertura superior (13) pelo mecanismo de regulação da temperatura do teto (21), existe probabilidade de que uma superfície interna do teto

da cobertura superior da porção (13) seja submetida a formação de orvalho, e como resultado, a condensação de água cairia sobre as chapas de aço revestidas (1) para deteriorar sua aparência. Por esta razão, o interior da câmara vedável (10) não é resfriado pelo mecanismo de regulação da temperatura do teto (21), porém resfriado pelo mecanismo de regulação vertical da temperatura da parede (20).

[0072] Além disso, a câmara vedável (10) é definida por vedação estanque ao gás entre a estrutura inferior (8) e a tampa superior (9), e é de força suficiente para suportar a diminuição da pressão interna causada pela descarga do gás atmosférico, o aumento de pressão causado pela introdução de vapor, aquecimento e resfriamento e semelhantes.

[0073] A estrutura inferior (8) está conectada com: o tubo de fornecimento de vapor (41) para introdução de vapor a partir de uma fonte de fornecimento de vapor; o tubo de descarga de gás (31) para descarregar gás atmosférico e vapor da câmara vedável (10); o tubo de introdução de gás (51); o tubo de drenagem (35). Quando do fechamento das válvulas fornecidas nestes tubos, o interior da câmara vedável (10) pode estar em um estado fechado.

[0074] A porção de disposição (12), que é instalada na estrutura inferior (8), é configurada para permitir que as chapas de aço revestidas (1) estejam dispostas nela. As chapas de aço revestidas (1) podem ser empilhadas com espaçadores (2) interpostos entre elas. Como mostrado na figura 2, a porção de disposição (12) tem furos de passagem (12A) formados para permitir que o gás atmosférico passe do

lado superior para o lado inferior das chapas de aço revestidas (1) para expelir o gás atmosférico em direção ao ventilador de circulação (71). Em razão de tal configuração, o gás na câmara vedável (10) passa através dos espaços entre as bandas metálicas das chapas de aço revestidas (1) para circulação. Como resultado, as chapas de aço revestidas (1) podem permitir que o gás atmosférico tenha um contato mais uniforme com as mesmas.

[0075] O mecanismo de regulação de descarga de gás (30) inclui o tubo de descarga de gás (31), válvulas de descarga de gás (32) e bomba de descarga de gás (não mostrada). O tubo de descarga de gás (31) é um tubo formado em um lado externo da estrutura inferior (8) para passar através da estrutura inferior (8) entre seus lados externo e interno para que o interior e o exterior da câmara vedável (10) possam se comunicar um com o outro. Por exemplo, o gás atmosférico (gás de baixo vapor, etc.) na câmara vedável (10), ou o gás atmosférico (vapor, gás hidrogênio gerado, etc.) na câmara vedável (10) após o tratamento com vapor é descarregado para o exterior através do tubo de descarga de gás (31) com a ajuda da bomba de descarga de gás (não mostrada). Em uma modalidade de acordo com a presente invenção, como mostrado na figura 2, o tubo de descarga de gás (31) está ligado aos tubos (332, 334, 336) tendo diferentes diâmetros nominais um do outro, de modo a ajustar a quantidade de vapor na câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor. Estes tubos têm suas respectivas válvulas de descarga de gás (32) providas nos mesmos. Por exemplo, as válvulas (32) de três tubos (332, 334, 336) com diâmetros nominais de 20A, 25A, 80A,

respectivamente, poderiam ser abertas e fechadas pela unidade de controle (90), que será descrita posteriormente, para regulação precisa da descarga de gás, em resposta à quantidade necessária de vapor na câmara vedável (10). Isto não está limitado à única modalidade possível, e o número e os diâmetros nominais dos tubos (332, 334, 336) podem ser alterados para quaisquer necessidades específicas. Nas segunda e quarta etapas descritas acima, o mecanismo de regulação de descarga de gás (30) é configurado para descarregar o gás atmosférico, ajustando assim a pressão do gás na câmara vedável (10) a 70 kPa ou inferior.

[0076] O tubo de drenagem (35) é um tubo formado em um lado externo da estrutura inferior (8) para passar através da estrutura inferior (8) entre seus lados externo e interno para que o interior e exterior da câmara vedável (10) possam se comunicar um com o outro. O fluido (orvalho, etc.) na câmara vedável (10) pode ser drenado para o exterior através deste tubo de drenagem (35).

[0077] O mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) inclui o tubo de fornecimento de vapor (41) e as válvulas de fornecimento de vapor (42), para ajustar a quantidade de vapor a ser fornecido para a câmara vedável (10). Quando o mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) está em um modo de não fornecer vapor, as válvulas de fornecimento de vapor (42) são fechadas para evitar que o vapor seja fornecido à câmara vedável (10) através do tubo de fornecimento de vapor (41). No dispositivo para fabricar chapas de aço revestidas em preto em uma modalidade de acordo com a presente invenção, como mostrado na figura 2, o tubo de fornecimento de vapor (41)

está ligado a tubos (432, 434, 436) tendo diferentes diâmetros nominais um do outro. Os tubos têm as respectivas válvulas de fornecimento de vapor (42) providas no mesmo. Por exemplo, as válvulas (42) de três tubos (432, 434, 436) com diâmetros nominais de 20A, 25A, 80A, respectivamente, poderiam ser abertas e fechadas por controle para uma regulação precisa e precisa da introdução de vapor em resposta à quantidade necessária de vapor na câmara vedável (10). Isto não está limitado à única modalidade possível, e o número e os diâmetros nominais dos tubos (432, 434, 436) podem ser alterados para quaisquer necessidades específicas.

[0078] A unidade de introdução de gás (50) tem o tubo de introdução de gás (51) e uma válvula de introdução de gás (52). O tubo de introdução de gás (51) é um tubo formado em um lado externo da estrutura inferior (8), para passar através da estrutura inferior (8) entre seus lados externo e interno, de modo que o interior e o exterior da câmara vedável (10) possam se comunicar um com o outro, ou o interior da câmara vedável (10) e uma fonte de fornecimento de gás (não mostrada) possam se comunicar um com o outro. Por exemplo, na primeira e quinta etapas descritas acima (S110, S150), a unidade de introdução de gás (50) poderia ser utilizada para introduzir gás de baixo vapor na câmara vedável (10).

[0079] A unidade de medição de temperatura (60) inclui uma pluralidade de sensores de temperatura colocados em contato com diferentes áreas na superfície das chapas de aço revestidas (1), configurados para detectar as temperaturas das chapas de aço revestidas (1), por exemplo,

servindo como termopares. Quando as chapas de aço revestidas (1) estão em forma de bobina, os termopares podem ser inseridos entre as chapas em forma de bobina.

[0080] A unidade de medição de pressão (61) é configurada para medir a pressão interna da câmara vedável (10). Esta unidade inclui um manômetro configurado para detectar uma pressão manométrica na primeira, terceira, e quinta etapas (S110, S130, S150) e um manômetro a vácuo configurado para detectar uma pressão inferior em valor do que a pressão de ar externa na segunda, e quarta etapas (S120, S140). Esses medidores podem ser usados, de maneira selecionável, entre os mesmos.

[0081] A unidade de medição da temperatura do gás (62) inclui um sensor de temperatura configurado para detectar a temperatura do gás atmosférico na câmara vedável (10). Por exemplo, um termopar pode ser usado para o sensor de temperatura. No lugar de um sensor colocado em um ponto do interior da câmara vedável (10), uma pluralidade de sensores colocados em uma pluralidade de pontos do interior pode ser usada, de uma maneira apropriadamente comutável, entre eles.

[0082] A unidade de agitação (70) inclui o ventilador de circulação (71), disposto com respeito ao quadro inferior (8), e um motor de acionamento (72) configurado para girar o ventilador de circulação (71).

[0083] Quando o motor de acionamento (72) gira o ventilador de circulação (71), o gás atmosférico na câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor, como mostrado pelas setas na figura 2, permite: fluir de uma lateral da porção de disposição (12) para um espaço entre a lateral e

uma superfície de parede interior da câmara vedável (10); passar ao longo de uma superfície periférica exterior das chapas de aço revestidas (1); e depois fluir para espaços entre as bandas metálicas do lado superior das chapas de aço revestidas (1); e depois disso, fluir a partir de um lado inferior das chapas de aço revestidas (1) para um interior da porção de disposição (12); e fluir novamente a partir da lateral da porção de disposição (12) para o intervalo entre a lateral e a superfície da parede interior da câmara vedável (10), para circulação na câmara vedável (10).

[0084] Desta maneira, o gás atmosférico na câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor é agitado. A unidade de agitação (70) pode ser usada não apenas durante o tratamento com vapor, mas também no aquecimento e resfriamento das chapas de aço revestidas (1).

#### Sistema para Fabricação de Chapas de Aço Revestidas em Preto

[0085] A seguir serão descritos uma operação exemplificativa do dispositivo para a fabricação de chapas de aço revestidas em preto de acordo com a presente invenção e o seu sistema de controle, com referência aos desenhos da figura 3.

[0086] Após as chapas de aço revestidas (1) serem dispostas na porção de disposição (12) e a câmara vedável (10) ser fechada, a unidade de controle (90) exerce os controles, os quais serão descritos abaixo, das operações dos mecanismos de regulação de temperatura (20, 21), do dispositivo de aquecimento (24), tal como um aquecedor de revestimento, do mecanismo de regulação de descarga de gás

(30), do mecanismo de regulação de introdução de vapor (40), da unidade de introdução de gás (50) e da unidade de agitação (70).

[0087] Na primeira etapa de aquecimento das chapas de aço revestidas (1), a unidade de controle (90) faz com que os mecanismos de regulação de temperatura (20, 21) e/ou o dispositivo de aquecimento (24), como um aquecedor de bainha, aqueçam o interior da câmara vedável (10) e, como resultado, aqueçam as chapas de aço revestidas (1) na presença do gás de baixo vapor. No aquecimento, a unidade de controle (90) faz com que cada um dos meios de aquecimento acima referidos funcione até que a temperatura da camada de revestimento medida pela unidade de medição de temperatura (60) atinja um nível da temperatura de escurecimento. Deve ser observado que, em uma modalidade de acordo com a presente invenção, uma temperatura alvo de escurecimento é ajustada para ser de 105°C. O controle do aquecimento pode ser exercido, se necessário, enquanto o ventilador de circulação (71) é girado, de modo a circular o gás atmosférico na câmara vedável (10).

[0088] Na segunda etapa subsequente à conclusão da primeira etapa, a unidade de controle (90) faz com que o mecanismo de regulagem de descarga de gás (30) abra as válvulas de descarga de gás (32) e energize a bomba de descarga de gás (não mostrada) para operar, de modo a descarregar o gás atmosférico da câmara vedável (10) através do tubo de descarga de gás (31), até que a pressão do gás na câmara vedável (10) diminua para 70 kPa ou menos. Quando o valor medido da pressão de gás na câmara vedável (10) é igual ou inferior a 70 kPa, a unidade de controle

(90) fecha as válvulas de descarga de gás (32). Deve ser notado que, antes de abrir as válvulas de descarga de gás (32) e energizar a bomba de descarga de gás do mecanismo de regulação de descarga de gás (30), uma válvula de admissão de ar externo (não mostrada) pode ser aberta para retornar a pressão interna da câmara vedável (10), para um valor da pressão de ar exterior.

[0089] Na terceira etapa subsequente, no momento em que a pressão interna de gás atinge o valor de pressão descrito acima, a unidade de controle (90) faz com que o mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) abra as válvulas de suprimento de vapor (42) para fornecer vapor à câmara vedável (10) a partir de uma fonte de fornecimento de vapor. Como resultado, o vapor é introduzido na câmara vedável (10) através do tubo de fornecimento de vapor (41). As válvulas de fornecimento de vapor (42) podem ser abertas pelo mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) com base em um resultado de determinação, pela unidade de controle (90), de que uma diferença entre o máximo e mínimo de uma pluralidade de temperaturas medida pela pluralidade de sensores de temperatura da unidade de medição de temperatura (60) se encontra no intervalo predeterminado descrito acima. Se necessário, o vapor a ser introduzido pode ser aquecido com um aquecedor de vapor (não mostrado).

[0090] Além disso, se necessário, a unidade de controle (90) pode fazer com que a unidade de agitação (70) energize o motor de acionamento (72) para girar o ventilador de circulação (71), de modo a agitar e circular o vapor de gás atmosférico na câmara vedável (10).

[0091] Deve ser observado que, em uma modalidade de

acordo com a presente invenção, a unidade de controle (90) é configurada para fazer com que o mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) ajuste a quantidade de vapor a ser introduzido na câmara vedável (10), e o mecanismo de regulação de descarga de gás (30) para ajustar a quantidade de gás atmosférico a ser descarregado da câmara vedável (10), ajustando assim a quantidade necessária de vapor na câmara vedável (10) para escurecer a camada de revestimento, remover apropriadamente o gás hidrogênio gerado na câmara vedável (10), e manter uma umidade relativa apropriada (um valor alvo é de 100%). Mais especificamente, a unidade de controle (90) faz com que os mecanismos de regulagem (30, 40) descritos acima abram/fechem cada uma das válvulas de descarga de gás (32) e as válvulas de fornecimento de vapor (42) fornecidas nos tubos com seus respectivos diâmetros diferentes uns dos outros, ajustando assim a quantidade de vapor a ser introduzida e a quantidade de gás atmosférico a ser descarregada.

[0092] A quantidade de vapor necessária para escurecimento é em princípio determinada por uma zona de superfície de chapas de aço revestidas (1). Quando se ajusta a quantidade de vapor na câmara vedável (10), a unidade de controle (90) coloca as válvulas de descarga de gás (32) do mecanismo de regulação da descarga de gás (30) nas posições dos seus graus de abertura predeterminados e ajusta as válvulas de fornecimento de vapor (42) do mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) para estarem nas posições dos seus graus variáveis de abertura, de modo que a quantidade requerida de vapor possa ser

segura na câmara vedável (10). Deve ser observado que as válvulas de fornecimento de vapor (42) do mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) podem estar nas posições dos seus graus de abertura predeterminados, enquanto as válvulas de descarga de gás (32) do mecanismo de regulação de descarga de gás (30) podem estar nas posições dos seus graus de abertura variáveis e controláveis, ou que as válvulas de descarga de gás (32) do mecanismo de regulação de descarga de gás (30) e as válvulas de fornecimento de vapor (42) do mecanismo de regulação de introdução de vapor (40), ambas possam ser controladas em suas posições de abertura em momentos apropriados.

[0093] Ao ajustar a introdução de vapor na câmara vedável (10) e a descarga de gás atmosférico (vapor, hidrogênio gasoso gerado na reação, etc.) da câmara vedável (10), a unidade de controle (90) lê, em todos os momentos, os dados adquiridos como resultado das medições pela unidade de medição de pressão (61), a fim de manter uma pressão requerida na câmara vedável (10), de modo que a quantidade necessária de vapor para o tratamento com vapor possa ser assegurada na câmara vedável (10). Deve ser observado que, em uma modalidade de acordo com a presente invenção, a pressão interna da câmara vedável (10) durante o tratamento com vapor é ajustada para ser de 121 kPa, através da unidade de controle (90), como a pressão do vapor de água saturado correspondente a uma temperatura, 105°C, na câmara vedável (10). Além disso, de modo a ajustar a pressão interna da câmara vedável (10), quando é determinado pela unidade de controle (90) que o valor

medido da pressão interna é igual ou superior a um valor limite predeterminado, ajustado entre o máximo e mínimo de uma pluralidade de partes de dados adquiridos pela unidade de medição de pressão (61), a quantidade de vapor a ser introduzida e a quantidade de vapor a ser descarregada podem ser ajustadas. Caso contrário, a quantidade de vapor a ser introduzida e a quantidade de vapor a ser descarregada podem ser ajustadas, no tempo apropriado, de tal maneira que, em todo momento, o valor medido da pressão interna seja mantido em um determinado valor.

[0094] Quando um período de tempo para o escurecimento após a introdução de vapor é decorrido, a unidade de controle (90) faz com que o mecanismo de regulação de introdução de vapor (40) feche as válvulas de fornecimento de vapor (42), de modo a cortar um fluxo de gás através o tubo de fornecimento de vapor (41) entre o interior e o exterior da câmara vedável (10), e depois disso, faz com que o mecanismo de regulação de descarga de gás (30) abra as válvulas de descarga de gás (32) e energize a bomba de descarga de gás (não mostrado) para operar, de modo a descarregar o gás atmosférico da câmara vedável (10), reduzindo assim a pressão do gás na câmara vedável (10) para 70 kPa ou menos. Quando o valor medido da pressão de gás na câmara vedável (10) é igual ou inferior a 70 kPa, a unidade de controle (90) faz com que o mecanismo de regulação de descarga de gás (30) abra as válvulas de descarga de gás (32), de modo a cortar um fluxo de gás através do tubo de descarga de gás (31) entre o interior e o exterior da câmara vedável (10).

[0095] Na quinta etapa subsequente para que uma

temporização da pressão de gás interna atinja o valor de pressão descrito acima, a unidade de controle (90) faz com que a unidade de introdução de gás (50) abra a válvula de introdução de gás (52), de modo a introduzir gás, cujo ponto de condensação é sempre inferior à temperatura das chapas de aço revestidas (1), na câmara vedável (10), através do tubo de introdução de gás (51). Em uma modalidade de acordo com a presente invenção, o ar exterior é introduzido até que a pressão de gás na câmara vedável (10) atinja 101 kPa (substancialmente igual a um valor da pressão de ar exterior). Através do gás introduzido (ar externo nesta modalidade), as chapas de aço revestidas (1) são resfriadas.

[0096] A qualquer momento, incluindo o momento em que as chapas de aço revestidas (1) são resfriadas, a unidade de controle (90) pode abrir a válvula de drenagem (36) para drenar o orvalho e similares da câmara vedável (10). O controle da válvula de drenagem (36) pode ser realizado em uma base de uma só vez ou mais de uma vez durante o funcionamento do dispositivo de acordo com a presente invenção, ou a válvula de drenagem (36) pode permanecer fechada durante toda a operação do dispositivo, na medida em que a camada de revestimento é escurecida até o ponto satisfatório.

#### **(EFEITOS)**

[0097] De acordo com o método de modalidades da presente invenção, o gás hidrogênio gerado durante o tratamento com vapor pode ser descarregado de forma eficiente, sem qualquer controle complicado de tal tratamento com vapor no processo de fabricação, enquanto o

vapor pode ser distribuído, suficientemente, em torno de uma área total das chapas de aço revestidas, desse modo sendo capaz de escurecer uniformemente a camada de revestimento e, como resultado, as chapas de aço revestidas em preto poderiam ser providas com uma aparência melhorada.

**(APLICABILIDADE INDUSTRIAL)**

[0098] Pelo método de acordo com a presente invenção, o gás hidrogênio gerado durante o tratamento a vapor das chapas de aço revestidas é descarregado apropriadamente, e a quantidade apropriadamente ajustada de vapor para o tratamento com vapor é fornecida, de modo a fabricar chapas de aço revestidas mais uniformemente escurecidas, de aparência aprimorada, e que se espera contribuir para aumentar ainda mais a popularidade das chapas de aço revestidas em preto.

**(NÚMEROS DE REFERÊNCIA)**

1 Chapas de aço revestidas

10 Câmara vedável

### REIVINDICAÇÕES

1. Método para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto, por contato do vapor com uma chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente em uma atmosfera fechada, o método caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de:

em uma câmara vedável configurada de tal modo que uma quantidade de vapor que flui para dentro da câmara vedável e uma quantidade de gás atmosférico que flui para fora da câmara vedável são variavelmente controláveis,

manter uma pressão interna na câmara vedável, enquanto faz com que vapor flua para dentro da câmara vedável e gás atmosférico flua para fora da câmara vedável, através do uso de uma pluralidade de tubos, de modo a proibir gás hidrogênio gerado na câmara vedável de permanecer nela, de modo a

permitir que ocorra o contato entre: a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente; e o vapor introduzido dentro da câmara vedável.

2. Método para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto, por contato do vapor com uma chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente em uma atmosfera fechada, o método caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de:

em uma câmara vedável configurada de tal modo que uma quantidade de vapor que flui para dentro da câmara vedável e/ou uma quantidade de gás atmosférico que flui para fora da câmara vedável são variavelmente controláveis,

manter uma pressão interna na câmara vedável superior ou igual a 80%, assim como inferior ou igual a

120% de um valor predeterminado, enquanto faz com que vapor flua para dentro da câmara vedável e gás atmosférico flua para fora da câmara vedável, através do controle variável de uma quantidade do vapor que flui para dentro da câmara vedável e/ou uma quantidade do gás atmosférico que flui para fora da câmara vedável, através do uso de uma pluralidade de tubos, de modo a proibir gás hidrogênio gerado na câmara vedável de permanecer nela, de modo a

permitir que ocorra o contato entre: a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente; e o vapor introduzido dentro da câmara vedável.

3. Dispositivo para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto (1) por realização de tratamento de contato do vapor com uma chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente em uma atmosfera fechada, o dispositivo caracterizado pelo fato de que compreende:

uma câmara vedável (10) configurada para permitir que a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente seja disposta na mesma;

uma pluralidade de tubos (41, 432, 434, 436) para o vapor fluir para dentro da câmara vedável (10);

uma pluralidade de tubos (31, 332, 334, 336) para o gás atmosférico fluir para fora da câmara vedável (10); e

uma unidade de controle (90) de pressão configurada para controlar variavelmente uma quantidade de vapor que flui para dentro da câmara vedável (10) através da pluralidade de tubos (41, 432, 434, 436) para o vapor fluir para dentro da câmara vedável (10) e uma quantidade de gás atmosférico que flui para fora da câmara vedável (10) através da pluralidade de tubos (31, 332, 334, 336) para o

gás atmosférico fluir para fora da câmara vedável (10), de modo a manter uma pressão interna na câmara vedável (10) a um valor predeterminado, em que,

a unidade de controle (90) de pressão é ainda configurada para,

durante tratamento de contato do vapor com a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente,

manter a pressão interna na câmara vedável (10), enquanto

faz com que o vapor flua para dentro da câmara vedável (10) e o gás atmosférico flua para fora da câmara vedável (10) de modo a proibir gás hidrogênio gerado na câmara vedável (10) de permanecer nela.

4. Dispositivo para fabricação de uma chapa de aço revestida em preto (1) por realização de tratamento de contato do vapor com uma chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente em uma atmosfera fechada, o dispositivo caracterizado pelo fato de que compreende:

uma câmara vedável (10) configurada para permitir que a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente seja disposta na mesma;

uma pluralidade de tubos (41, 432, 434, 436) para o vapor fluir para dentro da câmara vedável (10);

uma pluralidade de tubos (31, 332, 334, 336) para o gás atmosférico fluir para fora da câmara vedável (10); e

uma unidade de controle (90) de pressão configurada para controlar variavelmente uma quantidade de vapor que flui para dentro da câmara vedável (10) através da pluralidade de tubos (41, 432, 434, 436) para o vapor fluir para dentro da câmara vedável (10) e/ou uma quantidade de

gás atmosférico que flui para fora da câmara vedável (10) através da pluralidade de tubos (31, 332, 334, 336) para o gás atmosférico fluir para fora da câmara vedável (10), de modo a manter uma pressão interna na câmara vedável (10) a um valor predeterminado, em que

a unidade de controle (90) de pressão é ainda configurada para,

durante tratamento de contato do vapor com a chapa de aço revestida com liga de Zn-Al-Mg por imersão a quente,

manter a pressão interna na câmara vedável (10) superior ou igual a 80%, assim como inferior ou igual a 120% de um valor predeterminado, enquanto

faz com que o vapor flua para dentro da câmara vedável (10) e o gás atmosférico flua para fora da câmara vedável (10), através do controle variável de uma quantidade do vapor que flui para dentro da câmara vedável (10) e/ou uma quantidade do gás atmosférico que flui para fora da câmara vedável (10), de modo a proibir gás hidrogênio gerado na câmara vedável (10) de permanecer nela.

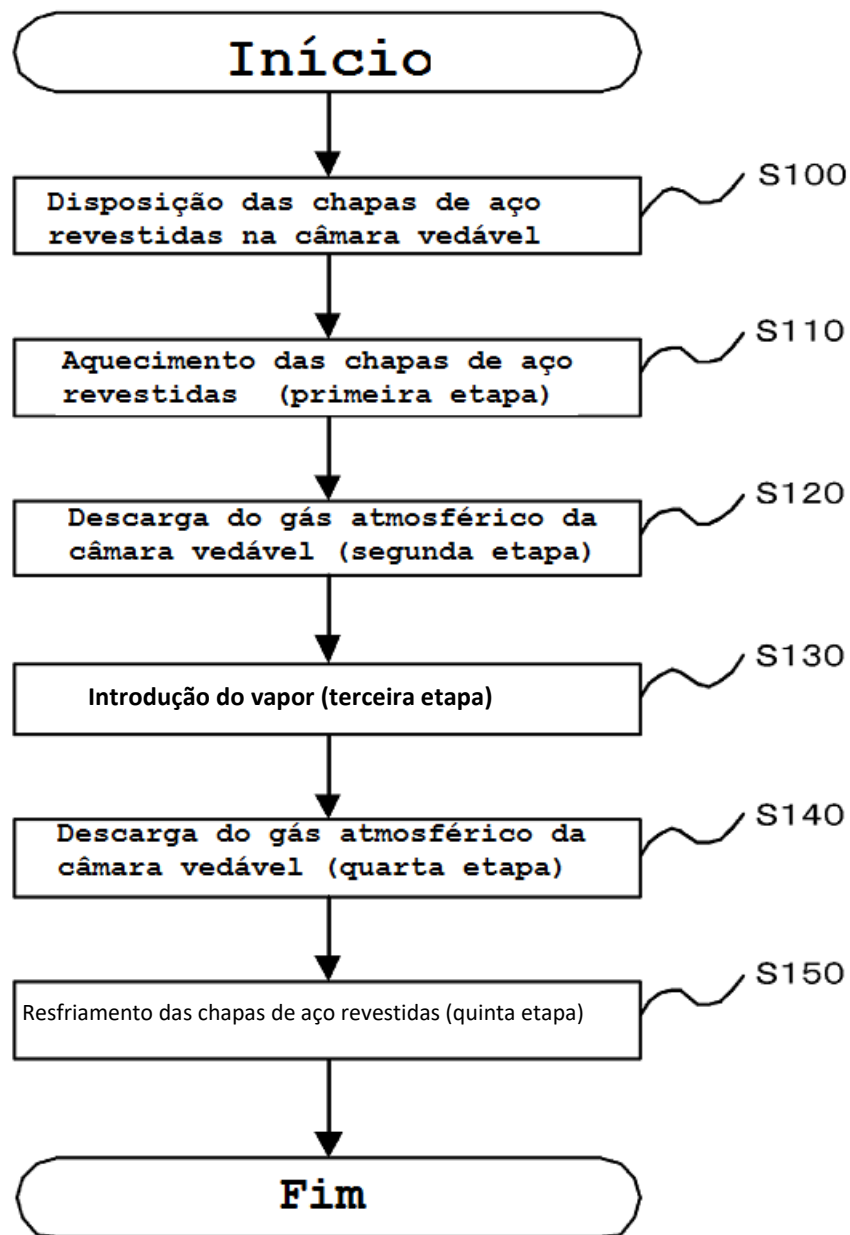


Figura 1

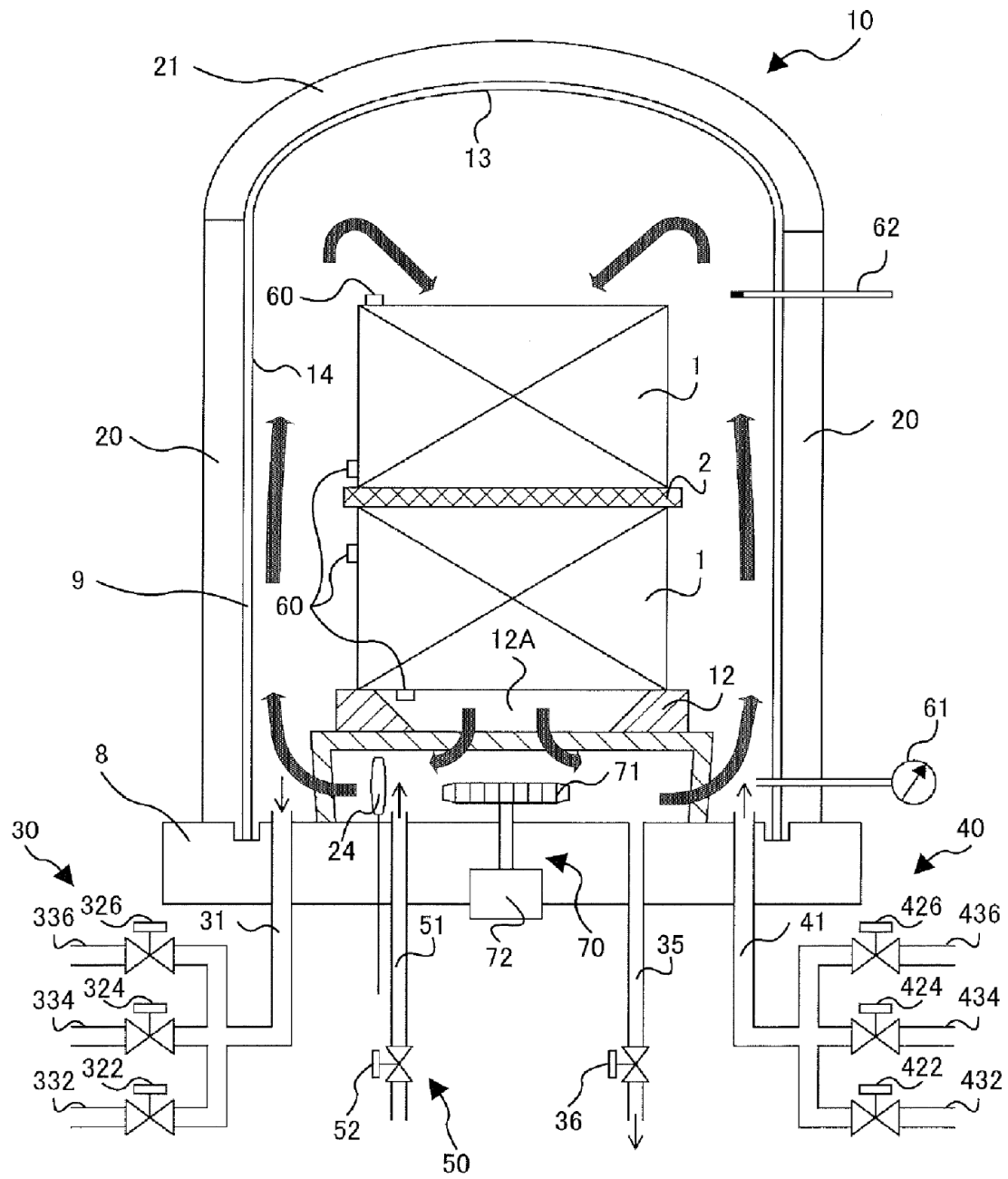


FIGURA 2

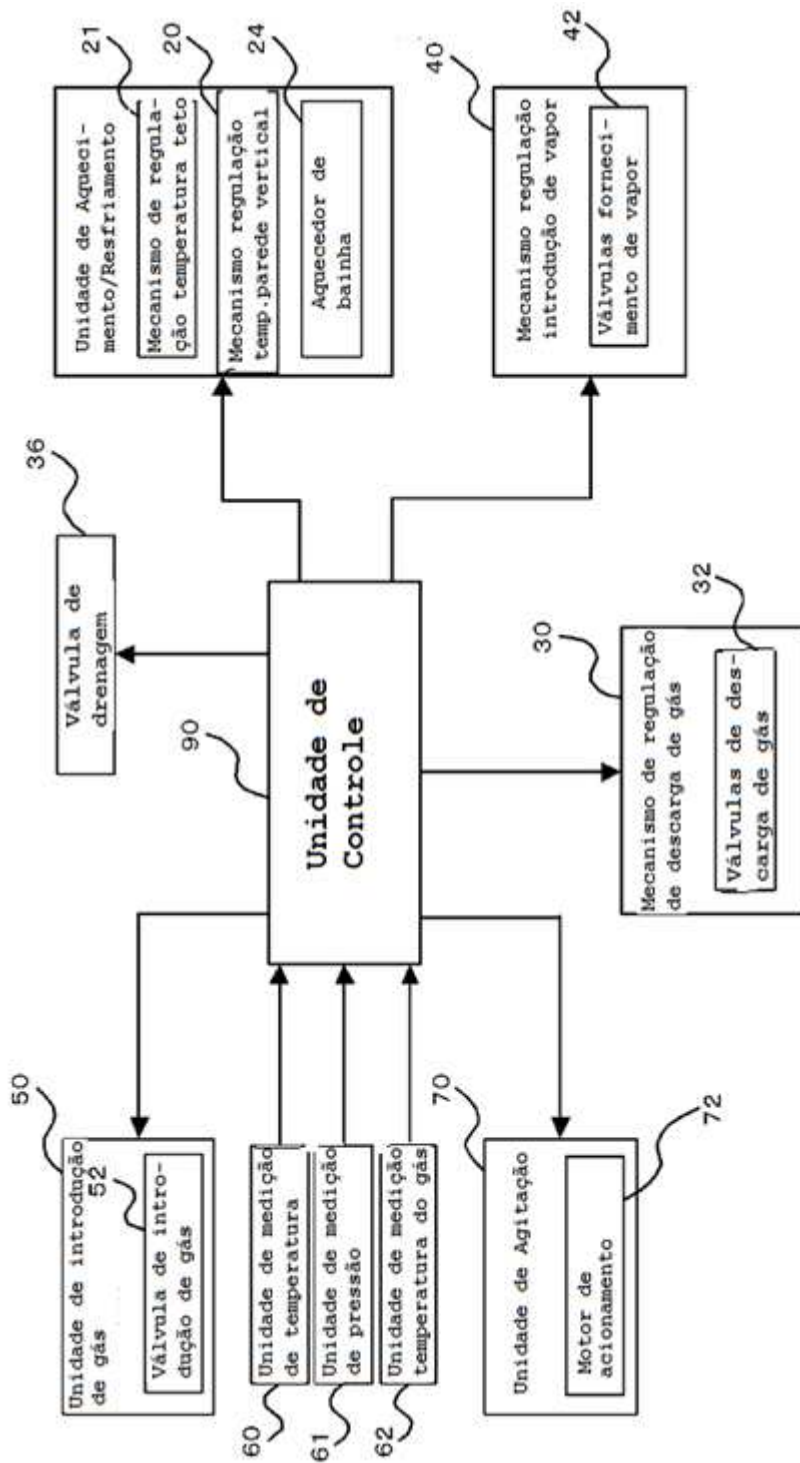


FIGURA 3