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

(11) PI 0820277-0 B1

(22) Data do Depósito: 07/11/2008

(45) Data de Concessão: 19/03/2019

(54) Título: MÉTODO E PLANTA PARA O TRATAMENTO A PLASMA DE SUBSTRATOS SUCESSIVOS

(51) Int.Cl.: C23C 2/36; C23C 14/32; C23C 14/54; C23C 14/56.

(30) Prioridade Unionista: 19/11/2007 BE 200700556.

(73) Titular(es): ADVANCED GALVANISATION AG.

(72) Inventor(es): PIERRE VANDEN BRANDE.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008065168 de 07/11/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/065745 de 28/05/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 18/05/2010

(57) Resumo: MÉTODO E PLANTA PARA O TRATAMENTO A PLASMA DE SUBSTRATOS SUCESSIVOS A invenção se refere a um método e um dispositivo para o tratamento a plasma de substratos metálicos ou substratos isolantes (3) se movendo, de modo substancialmente contínuo, através de uma câmara de vácuo tendo uma zona de tratamento (2), o plasma sendo mantido por acoplamento indutivo de radiofreqüência na zona de tratamento (2) por meio de um indutor (4) conectado a um gerador de rádiofrequência, onde o indutor (4) é protegido contra qualquer contaminação pelo material emitido pela superfície dos substratos (3), por meio de uma gaiola de Faraday (7), que é posicionada entre o plasma e o indutor (4), e onde a gaiola de Faraday (7) é, em média, eletricamente positivamente polarizada com relação aos substratos (3), ou com relação a um contra-eletrodo presente no plasma.

MÉTODO E PLANTA PARA O TRATAMENTO A PLASMA DE SUBSTRATOS SUCESSIVOS

Descrição geral da invenção

[0001] A invenção se refere a um método e planta para a galvanização a plasma de substratos de aço em forma de folhas, vigas, chapas e perfis, com todos os tipos de seção transversal, mas também peças dispostas em suportes, por exemplo, ganchos ou cestas de metal, transportadas em uma zona de tratamento por meio de dispositivos em geral, de qualquer tipo, como um banco de rolos, ou um sistema de transporte monotrilho.

[0002] Nesse método, o substrato a ser tratado, depois de ter sido previamente descontaminado por meio de técnicas conhecidas de desengorduramento alcalino e limpeza com ácido, seguido de lavagem e secagem, ou descontaminação através de abrasão mecânica, por exemplo, através de uma máquina de jateamento, é introduzido numa planta de galvanização a plasma, o objeto da invenção, e funcionando a uma pressão de gás abaixo da pressão atmosférica. Em geral, o sistema funciona sob argônio a uma pressão entre 0,0005 e 0,05 mbar (0,05-5 Pa).

[0003] A planta, de preferência, consiste de uma câmara de vácuo para a introdução e possivelmente também retirada dos substratos a serem tratados, seguido por tanques de tratamento a vácuo, e terminando em uma câmara de vácuo para retirar os substratos galvanizados, ou um tanque de armazenamento, quando os substratos entram e saem através da câmara de vácuo para a introdução de peças a serem tratadas. Neste último caso, o substrato se move em primeiro lugar em uma direção e depois na direção oposta, dentro da planta, a fim de voltar para a câmara

de vácuo do último.

[0004] O uso de uma ou duas câmaras de vácuo para introduzir e retirar os substratos torna possível manter a área, onde se realiza o tratamento, constantemente livre de ar, o que é um ponto fundamental para o bom funcionamento deste método, em especial para evitar a presença de uma interface oxidada entre o aço e o zinco e garantindo assim uma ótima aderência do revestimento de zinco ao aço.

[0005] A planta, de acordo com a invenção, compreende uma ou mais seções para ativação da superfície de aço pela erosão por bombardeamento de íons. Vários dispositivos podem ser considerados para a realização deste tratamento. Por exemplo, um dispositivo para ataque do aço por magnetron usando espelhos magnéticos para o confinamento da descarga em torno do substrato, a ser tratado como descrito no documento internacional WO 02/12591, ou uma fonte indutiva de plasma acoplada a uma aceleração dos íons produzidos por um gerador de CC por polarização do substrato negativamente em relação a um ânodo oposto ao mesmo, ou o uso de pistolas de íons. Em todos os casos, é necessário ser capaz de controlar o poder do dispositivo de gravação, de acordo com a área do substrato de aço que passa por unidade de tempo através deste dispositivo, nomeadamente o corte do fornecimento para a fonte de ativação a plasma para o substrato de aço, quando este último não está na zona de tratamento. Isso ocorre porque, neste caso, além do uso desnecessário de energia, há um risco de danificar a planta por aquecimento de suas paredes. Por outro lado, é necessário ser capaz de provocar e aumentar progressivamente a potência da fonte de ativação a plasma, quando o substrato entra nesta zona de tratamento.

[0006] A unidade também dispõe de uma ou mais seções de galvanização de zinco por evaporação de plasma. Este método, já conhecido e descrito no documento internacional WO 02/16664, utiliza um recipiente de retenção para manter certa quantidade de zinco no estado líquido e sua evaporação por meio de um plasma produzido no vapor de zinco por polarização do zinco líquido, em média, negativamente no que diz respeito a um contra-eletrodo que constitui um ânodo. O recipiente de retenção é fornecido com zinco líquido através de um tubo de alimentação imerso em uma reserva de zinco mantida em um forno a vácuo situado numa câmara de vácuo, isolada de qualquer passagem de gás para o recipiente de galvanização a vácuo e, através da regulação da pressão do gás, é possível regular o nível de zinco líquido no recipiente de retenção situado no tanque de vácuo, onde a galvanização ocorre. O plasma produzido no vapor de zinco é geralmente obtido por meio de uma descarga de magnetron. A tensão de vapor de zinco acima do recipiente de retenção depende da energia elétrica dissipada sobre a superfície do zinco líquido e corrige o peso do zinco que é possível ser depositado por unidade de tempo sobre o substrato de aço. Esta tensão de vapor pode atingir vários mbar, geralmente correspondentes a uma massa de zinco evaporada de diversos kg/ min. Assim, é essencial, como já descrito no documento internacional WO 02/16664, fornecer uma câmara de confinamento com paredes aquecidas, para evitar que o vapor de zinco contamine toda a planta por condensação sobre todas as superfícies frias, que estão geralmente à temperatura ambiente, além do substrato. Aberturas de entrada e saída são fornecidas nesta câmara de confinamento, a fim de permitir que o substrato a ser revestido passe pelas mesmas. O revestimento de zinco é,

portanto, obtido pela condensação do vapor de zinco diretamente no estado sólido sobre a superfície do substrato frio passando através da câmara de confinamento. A temperatura da superfície do substrato é geralmente inferior a 150° C.

[0007] É, portanto, vantajoso ser capaz de se adaptar a energia elétrica entregue ao plasma e dissipada, via bombardeamento por íons emitidos pelo plasma, sobre a superfície do zinco líquido no recipiente de retenção, de acordo com a área do substrato de aço que passa por unidade do tempo na câmara de confinamento. Em particular, de acordo com a invenção, esta fonte de energia elétrica é cortada, quando nenhum substrato está presente na câmara de confinamento e, inversamente, a energia elétrica dissipada sobre a superfície do zinco líquido é acionada e aumentada progressivamente, quando o substrato entra na câmara de confinamento. Isso é feito para não só garantir uma espessura uniforme de zinco sobre a superfície do substrato, mas especialmente para limitar as perdas de zinco através das aberturas de entrada e saída da câmara de confinamento, quando nenhum substrato estiver passando através da câmara de confinamento. Isso porque, além do desperdício econômico de zinco e de energia, a contaminação de zinco pode danificar seriamente a unidade de galvanização por evaporação de plasma, se ela não for controlada.

[0008] O resultado acima é que os dispositivos de tratamento da planta têm uma vantagem de funcionar em uma sequência idêntica, quando o substrato está passando por um dos dispositivos de tratamento, incluindo:

- ligação do dispositivo de tratamento, quando o substrato entra nele;
- aumento da potência fornecida ao dispositivo de

tratamento proporcionalmente à área do substrato, que passa pelo dispositivo de tratamento, até que a energia nominal de funcionamento do método é alcançada, quando o substrato passa completamente através do dispositivo de tratamento;

• manutenção de uma potência nominal de tratamento constante dependente da velocidade de passagem do substrato, enquanto o substrato está passando através do dispositivo de tratamento de ponta a ponta;

• redução da potência fornecida ao dispositivo de tratamento proporcionalmente à área do substrato no dispositivo, quando o substrato emerge do dispositivo e não está mais passando através desse;

• corte do fornecimento de alimentação elétrica do dispositivo de tratamento na ausência de um substrato.

[0009] Essa seqüência de partida e manutenção, em regime de funcionamento e, em seguida, paralisação de cada dispositivo de tratamento durante a passagem do substrato a ser tratado, na planta de galvanização por evaporação de plasma, impede a contaminação e poupa energia para a planta, de acordo com a invenção.

[00010] Por razões de flexibilidade de funcionamento da planta, é possível utilizar o substrato a ser tratado como um gatilho para as unidades de tratamento diferentes, se pelo menos um detector de presença estiver situado na entrada e pelo menos um detector estiver situado na saída de cada dispositivo de tratamento. A planta, de acordo com a invenção, portanto, compreende um detector na entrada e na saída de cada dispositivo de tratamento, isto é, a montante e a jusante em relação à direção da passagem do substrato de cada unidade de ativação de gravura ou plasma e cada câmara de confinamento

correspondente a uma unidade de galvanização por evaporação de plasma.

[00011] Os substratos a serem tratados, ou os produtos que constituem estes substratos, tendo, através de natureza da aplicação, comprimentos e seções transversais essencialmente variáveis, podem ser dispostos com uma precisão maior ou menor na entrada para a planta, logo que uma câmara de entrada é liberada. É necessário fornecer um sistema de regulação do avanço dos substratos na planta, bem como um sistema para regular o funcionamento dos diversos dispositivos de tratamento da unidade escrava para o avanço dos substratos. Isto é para evitar os problemas já mencionados acima, como, por exemplo, a contaminação e perda de energia, mas também a finalidade de dar a máxima flexibilidade para o tratamento de substratos com diferentes geometrias nas melhores condições operacionais. A presente regulagem é independente do modo de transporte dos substratos a serem tratados, por exemplo, longos substratos transportados sobre rolos ou suspensos entre os ganchos e transportados por um sistema de monotrilho, ou peças dispostas em cestos transportados sobre um monotrilho, através dos diferentes dispositivos de tratamento.

[00012] A invenção refere-se, portanto, ao funcionamento independente de cada dispositivo de tratamento escravizado para a detecção do avanço dos substratos tratados pelo detector situado a montante e a jusante de cada um destes dispositivos de processamento.

[00013] A gestão independente dos diferentes dispositivos de tratamento, desencadeada e parada quando um substrato passa, pode ser vantajosamente implementada pela seguinte gestão hierárquica da planta:

• Um programa mestre que permite à planta ser colocada sob condições de trabalho, a ser aberto para a atmosfera novamente para manutenção e, em funcionamento, permitindo que as câmaras de vácuo e o movimento dos substratos de aço sejam controlados, em uma velocidade de transporte, para uma rápida introdução e descarga da câmara de vácuo da planta, e a uma velocidade de tratamento geralmente inferior durante o tratamento dos substratos nos de vários dispositivos de tratamento da planta.

• Um programa escravo por dispositivo de tratamento ativado por, pelo menos, dois detectores com a presença de um substrato, um deles situado na entrada para o dispositivo de tratamento, e o outro situado na saída do dispositivo de tratamento. Os programas escravos sendo escravos de um sinal transmitido pelo programa mestre, quando as condições físicas necessárias para o funcionamento dos processos são atingidas. Na prática, esse sinal mestre é obtido, quando a seção de tratamento da planta atinge a pressão de argônio nominal por toda parte, que é normalmente entre 0,0005 e 0,05 mbar. Cada programa escravo é caracterizado por uma seqüência semelhante de controle da energia elétrica fornecida, como já mencionado anteriormente; partida, rampa de aumento da energia até o regime de funcionamento, manutenção do regime de funcionamento, desde que um substrato é detectado pelos detectores de entrada e saída, rampa de redução da potência acoplada ao dispositivo, e corte de energia, quando um substrato já não é detectado pelos dois detectores.

[00014] Esta estrutura hierárquica para o controle da planta de galvanização por evaporação de plasma constitui um aspecto particular do uso da planta, de acordo com a invenção.

[00015] A grande vantagem deste controle hierárquico da unidade de galvanização, para que cada dispositivo de tratamento seja iniciado e interrompido de forma independente por um programa escravo, quando a passagem do substrato através deste dispositivo de tratamento for detectada, é que é possível reduzir os tempos improdutivos de espera, durante os quais os substratos entram e saem da planta através de suas câmaras de vácuo de entrada e saída, sem modificação do software de controle da planta, simplesmente através do aumento da capacidade de bombeamento de vácuo da câmara de vácuo de entrada e/ ou de saída, bem como da velocidade de transporte de uma área de carga para a câmara, ou, inversamente, a partir da câmara de vácuo para a área de descarga.

[00016] Quando o transporte do substrato no decorrer do tratamento é controlado pelo programa mestre, é necessário utilizar uma velocidade de transporte do substrato para mover o substrato da área de carga para uma câmara de vácuo, ou de uma câmara de vácuo para a área de descarga, que é a mais alta possível e, portanto, pelo menos maior do que a velocidade de tratamento usada, quando os substratos passarem pelo vários dispositivos de tratamento da planta.

Descrição das figuras

[00017] Outros detalhes e particularidades da invenção vão surgir a partir da descrição dada a seguir a título de exemplo não limitativo de uma incorporação particular da planta e do método de acordo com a invenção, com referência aos desenhos que o acompanham.

A Figura 1 é uma representação esquemática de uma linha de galvanização por evaporação de plasma para substratos de aço, de acordo com a invenção.

A Figura 2 é uma representação esquemática de um exemplo de uma parte da planta, de acordo com a invenção, composta por três dispositivos de tratamento a plasma.

A Figura 3 mostra um arranjo típico composto por um dispositivo com um tanque de vácuo com uma fonte de íons e um tanque de transporte.

A Figura 4 mostra dois dispositivos de galvanização, cada um desses dispositivos sendo precedido por um tanque de transporte e bombeamento.

Nas várias figuras, os mesmos sinais de referência se relacionam a elementos idênticos ou semelhantes.

Descrição detalhada da invenção

[00018] A planta, de acordo com a invenção, compreende uma linha de galvanização de lotes por evaporação de plasma, e é composta essencialmente, como mostrado na figura 1, de:

• uma zona 1 para a introdução de substratos, que pode, como mostrado na figura 1, ser constituída de um banco de rolos para introdução de substratos longos, como vigas de aço. O sistema de transporte de substratos é um sistema de transporte por parte dos bancos de rolos motorizados. Naturalmente, outros sistemas de transporte podem ser considerados, tais como um sistema de transporte por monotrilho para suspender os substratos e transportá-los da zona 1 para as várias outras zonas da planta;

• uma câmara de vácuo de entrada 2, que torna possível manter uma zona de tratamento 3 adjacente continuamente sob vácuo à pressão de argônio necessária, evitando assim a contaminação da zona de tratamento com a introdução de ar. A pressão de argônio é normalmente necessária entre 0,05 e 5 Pa;

• várias zonas de tratamento constituídas por uma zona 3 para a ativação a plasma do substrato e duas zonas de galvanização a plasma 4 e 5. As zonas 4 e 5 sendo continuamente mantidas, no modo de funcionamento, sob a pressão parcial de argônio, preferivelmente entre 5×10^{-4} e 5×10^{-2} mbar;

• uma câmara de saída 6 para descarregar os substratos a partir das zonas de tratamento 3, 4 e 5 para uma zona de saída e descarga 3, mantendo estas zonas isentas de ar.

[00019] Em uma modalidade alternativa da planta, de acordo com a invenção, a câmara de vácuo de entrada 2 também serve como uma câmara de vácuo de saída, quando o substrato, depois de ter entrado completamente nas zonas de tratamento 3, 4 e 5, retorna para a câmara de entrada 2 por reversão da direção de movimento do sistema de transporte. Neste caso, um recipiente de armazenamento de vácuo pode ser previsto na câmara de vácuo de saída 6 na figura 1.

[00020] É óbvio que, quando o tratamento dos substratos ocorre em uma direção, da zona de introdução 1 para as zonas de tratamento 3, 4 e 5, e em seguida na outra direção, a partir dessas zonas de tratamento 3, 4 e 5 para a zona de introdução 1, a zona de saída 7 para a descarga dos substratos é desnecessária, o que também torna possível, além da poupança de uma câmara e dessa zona de transporte de substrato, produzir uma planta com um tamanho menor.

[00021] A Figura 2 mostra um exemplo típico de elementos de tratamento utilizados em uma planta de galvanização a plasma. As zonas de tratamento são compostas pelos seguintes elementos sucessivos:

• Um recipiente 8 equipado com um dispositivo 9 para a ativação a plasma da superfície de aço. O substrato, que não

é mostrado na figura, passa por esse recipiente 8 em suspensão livre.

• Um recipiente 10 para bombeamento e transporte sob alto vácuo do substrato. Este recipiente 10 tornando possível manter a pressão operacional de argônio nos recipientes adjacentes de ativação 8 e de zincagem 11. Este recipiente 10 também torna possível apoiar e avançar os substratos que passam por ele sobre rolos motorizados.

• Um recipiente de zincagem a plasma 11 para a galvanização dos substratos de aço, após sua ativação a plasma no recipiente de ativação 8.

• Um segundo recipiente de bombeamento sob alto vácuo 12 para o transporte do substrato.

• Um segundo recipiente de zincagem a plasma 13 para galvanização dos substratos de aço.

[00022] O câmara de vácuo de entrada 2 é separada do recipiente de ativação 8 por uma porta estanque 14 isolando todas as zonas de tratamento 3, 4 e 5 desta câmara de vácuo 2, conforme ilustrado com mais detalhe na figura 3. O substrato é introduzido a partir da zona de introdução 1, através da câmara de vácuo da entrada 2, após a abertura da porta estanque 14, no recipiente de ativação 8, que compõem o dispositivo de ativação a plasma 9. O dispositivo 9, inicialmente não energizado, é ativado assim que o substrato é detectado por um detector 15, que é montado na entrada do recipiente de ativação 8. Na saída deste recipiente de ativação é fornecido um segundo detector 16 para o substrato.

[00023] A energia elétrica aplicada ao dispositivo de ativação a plasma 9 é progressivamente aumentada, proporcionalmente ao tamanho do substrato passando pelo espaço

entre os dois detectores 15 e 16, até atingir a potência nominal de funcionamento, quando os dois detectores 15 e 16 são ativados pela presença do substrato no recipiente de ativação 8. Logo que o detector de entrada 15 já não é ativado, a potência fornecida ao dispositivo de ativação 9 é diminuída proporcionalmente ao tamanho do substrato remanescente entre os dois detectores 15 e 16, até que a energia elétrica é cortada, quando o substrato não é mais detectado, tanto pelo detector do substrato de entrada, como de saída 16.

[00024] Nesta configuração particular da planta de galvanização a plasma, o substrato é transportado sobre leitos de rolos motorizados 17 situados na câmara de vácuo de entrada 2 e nos recipientes de transporte e de bombeamento sob alto vácuo 10 e 12. É evidente que outros meios de transporte, como, por exemplo, um monotrilho, passando diretamente pela câmara de vácuo de entrada 2, o recipiente de ativação 8, e o recipiente de transporte e bombeamento 10, tornando possível a suspensão dos materiais a serem tratados e permitindo que o dispositivo de ativação 9 seja adaptado geometricamente à passagem das cargas a serem tratadas, teria tornado possível cumprir a mesma função que as mesas com leitos de rolos motorizados 17 e que este meio de transporte não tem nenhum efeito sobre a regulagem do dispositivo para ativação a plasma dos substratos 9 via detectores de entrada 15 e de saída 16 para o substrato a montante e a jusante do dispositivo de ativação de plasma 9 no recipiente a vácuo 8.

[00025] Depois que a superfície do substrato foi ativada no dispositivo de ativação 9, o substrato é direcionado para a mesa do leito de rolos 17 no recipiente de transporte e bombeamento 10 para o primeiro recipiente de galvanização a

plasma 11, onde ele é colocado em suspensão e, então, é uma vez mais apoiado e transportado por uma mesa com leito de rolos 17 no recipiente de transporte e bombeamento 12, antes de passar em suspensão livre através do segundo recipiente de galvanização a plasma 13.

[00026] A conexão hermética projetada para alto vácuo entre os recipientes de transporte 10 e 12 e os recipientes de galvanização a plasma 11 e 13, permitindo que o substrato a ser galvanizado passe de um recipiente para outro, é fornecida por meio de um tubo flexível 18. Preferencialmente, estas conexões flexíveis 18 são fixadas aos recipientes de transporte e bombeamento 10 e 12 e apertadas contra os flanges usinados nos recipientes de galvanização 11 e 13 por bornes, não mostrados. A vantagem dessa configuração particular é permitir a utilização de um recipiente de galvanização 11 e 13, constituído por uma mesa, sobre a qual a parte superior do recipiente, sob a forma de um sino, é disposta, o qual, em um período de manutenção, pode ser completamente removido ou erguido, permitindo assim o pleno acesso aos equipamentos dispostos no interior do recipiente correspondente.

[00027] Os recipientes de galvanização 11 e 13 fazem parte de um dispositivo de galvanização correspondente, respectivamente, 19 e 20. Estes dispositivos de tratamento de galvanização 19 e 20 compreendem, respectivamente:

- uma câmara de vácuo 21 contendo um forno 22 para manter, em estado fundido e com temperatura regulada, uma reserva de zinco líquido para alimentação de um cadinho 23 situado no recipiente de galvanização correspondente 11 ou 13. A conexão entre os recipientes de vácuo 21 e os recipientes de galvanização correspondentes 11 ou 13 é fornecida

exclusivamente e, respectivamente, por meio de um tubo de alimentação 24. Este tubo 24 é hermético e deve tornar possível manter uma pressão constante de argônio no recipiente de galvanização 11 ou 13, normalmente entre 5 x 10^{-4} e 5 x 10^{-2} mbar, enquanto que a pressão do gás de argônio ou nitrogênio na câmara de vácuo 21 contendo o forno 22 pode normalmente variar entre 0,1 mbar e 2000 mbar. Isto é essencial para tornar possível esvaziar ou alimentar o cadinho 23, previsto no recipiente de galvanização correspondente 11 ou 13, com zinco líquido, respectivamente, aumentando ou diminuindo a pressão do gás na câmara de vácuo 21 contendo o forno 22;

• dito recipiente de galvanização a vácuo 11 ou 13 que contém o equipamento de galvanização a plasma constituído do dito cadinho 23 encimado por uma câmara de confinamento de vapor de zinco 25 confinando o vapor de zinco perto do substrato a ser galvanizado passando por ela. As paredes do confinamento 25 são geralmente aquecidas por meios convencionais por efeito Joule, para que o zinco não possa condensar nele ou no estado sólido ou líquido. Em geral, a temperatura interna das paredes da câmara de confinamento 25 se situa entre 400° e 500°C. A câmara de confinamento 25 tem uma abertura de entrada 26 e uma abertura de saída 27. Nas proximidades de cada abertura 26 e 27 da câmara de confinamento 25, e no interior do recipiente de galvanização 11 ou 13, respectivamente, um detector de presença de substrato 28 e 29 está previsto, permitindo regular a energia elétrica acoplada ao plasma que serve para a evaporação do zinco, quando o substrato passa em conformidade com o regime já divulgado acima. O cadinho eletricamente condutivo 23, geralmente feito de grafite de alta densidade, é fornecido com zinco líquido

através do tubo 24 através de uma regulação da pressão do gás na câmara de vácuo 21. Na média, o cadinho 23 está inclinado negativamente, em relação a um anodo (não mostrado), situado no interior da câmara de confinamento 25. Geralmente, um circuito magnético é fornecido situado abaixo do cadinho 23 e tornando possível efetuar uma descarga de magnetron no vapor de zinco produzido pela dissipação da energia do plasma sobre a superfície do zinco líquido contido no cadinho 23. Durante o tratamento de um substrato, quando somente o detector de entrada de substrato 28 é ativado, a energia elétrica aplicada ao plasma é progressivamente aumentada, proporcionalmente ao tamanho do substrato passando pelo espaço entre os dois detectores 28 e 29, até atingir o valor a potência nominal de funcionamento, quando os dois detectores 28 e 29 são ativados pela presença do substrato. Assim que o detector de entrada de substrato 28 não for mais ativado, mas o detector de saída 29 ainda é ativado, a potência fornecida ao plasma, que serve para a evaporação do zinco, é diminuída proporcionalmente ao tamanho do substrato remanescente entre os dois detectores 28 e 29, até que a energia elétrica é cortada, quando o substrato já não é detectado por um ou outro dos detectores situados nas proximidades das aberturas de entrada e saída de substrato da câmara de confinamento 25. O detector de entrada 28 a montante da câmara 25, ou detector de saída 29 a jusante da câmara 25, depende apenas da posição do detector em relação à direção de deslocação do substrato. Como resultado, embora os detectores 28 e 29 tenham um caráter absoluto de entrada ou saída, em uma planta que funciona em um único sentido, este não é o caso de uma planta tendo apenas uma câmara e, portanto, funcionando primeiro numa direção e depois na outra. Neste caso, um

detector de entrada em uma direção de movimento do substrato torna-se um detector de saída na direção oposta e vice-versa.

[00028] Quando o substrato é composto de uma folha de metal, os detectores de entrada 15 e 28 e os detectores de saída 16 e 29 também podem medir a largura da folha, a fim de, por exemplo, determinar a área da folha que está na zona de tratamento.

Condições operacionais e configurações específicas da invenção

a) Controle da pressão do gás durante o tratamento

[00029] Um programa mestre controla a abertura e o fechamento das portas estanques 14, bem como a ligação e desligamento das bombas de vácuo 30 ligadas aos respectivos recipientes de vácuo, a fim de manter uma pressão constante do gás nas zonas de tratamento 3, 4, e 5 da planta, pela isolação dessas zonas por meio das portas estanques 14 das câmaras de entrada 2 e saída 6, quando essas câmaras 2 e 6 não estiverem a uma pressão abaixo da pressão de argônio prevalecente nas zonas de tratamento 3, 4 e 5. Geralmente, o argônio está presente nessas zonas, a uma pressão entre 0,05 e 5 Pa, de preferência cerca de 0,5 Pa.

b) Sistema de curso durante a produção

[00030] O sistema de curso é caracterizado pela existência de dois diferentes intervalos de velocidade, uma velocidade de transporte, que é uma velocidade de avanço rápido para as entradas e saídas das câmaras de vácuo 2 e 6 e uma velocidade de tratamento, que é mais lenta, para galvanização. Isto é essencial para garantir a produtividade suficiente, limitando os tempos de entrada e saída dos substratos nas câmaras de vácuo. A velocidade de transporte é superior do que a

velocidade de tratamento, a fim de limitar os efeitos transitórios. Geralmente a velocidade de tratamento é inferior a 30 m/ min e a velocidade de transporte é superior a 20 m/ min.

[00031] O avanço dos substratos é controlado por detectores de presença do substrato situados no caminho percorrido pelos substratos durante um ciclo completo de tratamento e controlados pelo programa mestre. Há pelo menos um detector de presença de substrato a montante e a jusante de cada porta estanque 14, permitindo a passagem de substrato, e pelo menos um detector de presença a montante do substrato 15, respectivamente, 28 e a jusante 16, respectivamente 29, de cada item do equipamento de tratamento nas zonas 3, 4 e 5. A monitoração dos sinais transmitidos pelos detectores a montante e a jusante em relação a uma porta estanque 14 ou a um item do equipamento de transformação torna possível determinar o início e o fim da passagem de um substrato.

[00032] O avanço dos substratos controlados pelo programa mestre é dependente da abertura das portas de isolamento hermético 14 entre as câmaras de entrada 2 e de saída 6 e as zonas de tratamento 3, 4 e 5, dependentes de uma medição da pressão de gás prevalecente nessas zonas de tratamento 3, 4 e 5 da planta.

c) Escravidão dos equipamentos de tratamento

[00033] Cada item do equipamento de tratamento é escravizado para o avanço de um substrato, por meio da detecção do substrato por pelo menos um detector de presença de substrato, situado a montante 15 e 28, respectivamente, e pelo menos um detector de presença do substrato situado a jusante 16 e respectivamente 29 dos dispositivos de tratamento a plasma.

d) Controle do equipamento de tratamento

[00034] Cada dispositivo de tratamento 9, 19 e 20 é controlado por um programa escravo específico a esse dispositivo de tratamento controlando seu desencadeamento, o aumento, manutenção e redução da energia elétrica acoplada ao plasma fornecido para o tratamento e, finalmente, o seu desligamento de acordo com os sinais transmitidos pelo detector situado a montante e a jusante do referido dispositivo. A potência acoplada ao plasma aumenta proporcionalmente à área do substrato situado entre os detectores de entrada, a montante, e de saída, a jusante, quando apenas o detector de entrada 15 ou respectivamente 28, é ativado. A potência acoplada ao plasma é nominal, quando os dois detectores 15 e 16 ou respectivamente 28 e 29, são ativados pelo substrato. A potência acoplada ao plasma diminui proporcionalmente à área do substrato situada entre os dois detectores, quando somente o detector de saída 16 ou, respectivamente 29, a jusante, com relação ao trajeto do substrato, é ativado. Os detectores de presença de substrato podem funcionar de acordo com qualquer princípio, seja ele mecânico, magnético, elétrico ou óptico.

e) Funções específicas do programa escravo para o controle de uma unidade de galvanização a plasma

[00035] Referindo-se à figura 4, e considerando o dispositivo de galvanização a plasma 19 ou 20, o programa escravo para controlar um dispositivo de galvanização a plasma 19 ou 20 inclui as seguintes funções:

• controle por qualquer meio, como, por exemplo, por pesagem, contato elétrico, ou medição ótica, e manutenção do nível de zinco líquido no cadinho 23 através do tubo de alimentação 24 emergindo do fundo do cadinho 23, agindo sobre a

pressão de gás no recipiente de vácuo 21 contendo o forno 22 armazenando uma reserva de zinco líquido;

• manutenção das paredes internas da câmara de confinamento 25 a uma temperatura mínima constante, que está normalmente entre 400° e 500° C, a fim de evitar qualquer condensação de zinco em forma líquida ou sólida no seu interior;

• controle da potência acoplada ao plasma formado no vapor de zinco, via rede elétrica ligada ao cadinho 23, proporcionado pelos detectores de entrada 28 e saída 29 da seguinte forma:

o enquanto os detectores de entrada 28 e saída 29 não são ativados, a alimentação elétrica não fornece qualquer energia, a fim de gerar o plasma na câmara de confinamento 25 ou, mais geralmente, proporciona uma potência mínima;

o quando o detector de entrada 28 é ativado pela presença do substrato, a energia ligada ao plasma e fornecida pela rede elétrica é aumentada proporcionalmente à área do substrato contido na câmara de confinamento 25, a fim de alcançar uma potência nominal constante entregue pelo fornecimento, quando o detector de entrada 28 e o detector de saída correspondente 29 são ativados;

o quando o detector de entrada deixa de ser ativado pelo substrato, a energia acoplada ao plasma é reduzida progressivamente, proporcionalmente à área do substrato contido na câmara de confinamento 25;

o quando os detectores de entrada 28 e saída 29 estão inativos, a alimentação não fornece mais qualquer energia ou, geralmente, proporciona potência mínima.

[00036] No caso em que o substrato se move a partir do

segundo dispositivo de galvanização 20 para o primeiro dispositivo de galvanização 19, o processo será invertido com relação aos dois detectores 28 e 29, pois, neste caso, o detector de entrada 28 passaria a ser o detector de saída e o detector de saída 29 passaria a ser o detector de entrada com relação ao aparelho de galvanização a plasma.

Exemplo de aplicação prática

[00037] Uma planta, como mostrado nas figuras 1 a 4, permite que substratos de aços longos sejam zincados a plasma. Esta planta é composta por uma mesa de carga do substrato 31 na zona de introdução 1, uma câmara de vácuo de entrada 2, zonas 3, 4 e 5 para o tratamento dos substratos, sempre mantida em 0,005 mbar de argônio, uma câmara de vácuo de saída 6, e uma mesa 32 para descarregar os substratos na zona de saída 7.

[00038] A zona de tratamento situada entre as duas câmaras de vácuo de entrada 2 e de saída 6 para os substratos para/da planta compreende uma zona de tratamento 3 para ativar a superfície dos substratos de aço pelo bombardeio de íons, eliminando qualquer óxido de superfície ou contaminação, a fim de permitir uma boa aderência do depósito de zinco. Esta zona de tratamento 3 é seguida por um recipiente de transporte e bombeamento de alto vácuo 10, equipado com uma bomba de difusão 30, um primeiro recipiente de galvanização a plasma 11, um segundo recipientes de transporte e bombeamento 12 e, finalmente, um segundo recipiente de galvanização a plasma 13. Este último está ligado à câmara de vácuo de saída 6 através de uma porta hermética 14. As zonas de tratamento são, em particular, isoladas das câmaras de vácuo de entrada 2 e saída 6 por portas estanques 14, quando a pressão do ar residual prevalecente nas câmaras de vácuo 2 ou 6 é maior do que 10^{-4}

mbar. O sistema de transporte consiste em bancos de rolos motorizados 17, e os substratos são transportados através da planta, desde a zona de introdução 1 até a zona de saída 7.

[00039] A planta foi projetada para tratar substratos longos, tais como barras e vigas de concreto com 12 m de comprimento no máximo, depositados em massa sobre a mesa de carregamento 1. Assim, o substrato é composto de vários produtos estendidos lado a lado entre si. O peso de aço, que pode ser galvanizado por lote, é geralmente entre 500 kg e 1300 kg, de acordo com a geometria dos substratos tratados e da espessura da camada de zinco pretendida.

[00040] A seqüência de tratamento inclui as seguintes etapas:

- carregamento do substrato sobre a mesa de carregamento 31;
- isolamento das zonas de tratamento 3, 4 e 5 da câmara de vácuo de entrada 2, por fechamento da porta hermética 14;
- nova abertura da câmara de vácuo de entrada 2 para a atmosfera;
- abertura da porta hermética externa 14 da câmara de entrada 2 adjacente à zona de entrada 1;
- introdução dos substratos na velocidade de transporte de 60 m/ min, o mais afastado do fundo da câmara de vácuo de entrada 2, parando o leito de rolos 17 por detecção da altura de carga no final da câmara de entrada 2, por meio de um detector de presença de carga 33;
- fechamento da porta hermética externa 14 da câmara de vácuo de entrada 2;
- colocação da câmara de vácuo de entrada 2, sob alto vácuo;

• abertura da porta hermética intermediária 14 entre a câmara de vácuo de entrada 2 e a primeira zona de tratamento 3;

• avanço da carga a ser tratada na sua velocidade de tratamento de 9 m/ min;

• tratamento de ativação a plasma da superfície na primeira zona de tratamento 3 ativada pelos detectores de entrada 15 e saída 16;

• tratamento de galvanização por evaporação de plasma no dispositivo de galvanização 19 ativado pelos detectores de entrada 28 e saída 29;

• tratamento de galvanização por evaporação de plasma no segundo dispositivo de galvanização 20 ativado pelos detectores de entrada 28 e saída 29 correspondentes;

• quando o substrato é detectado no final da câmara de vácuo de saída 6, a porta hermética 14 entre o segundo dispositivo de galvanização 20 e essa câmara de vácuo de saída 6 é fechada novamente;

• nova abertura da câmara de vácuo de saída 6 para a atmosfera;

• quando a pressão atmosférica é atingida na câmara de vácuo de saída 6, a porta hermética externa desta câmara 6 se abre;

• condução do substrato para fora da câmara de vácuo de saída 6 na velocidade de transporte de 60 m/ min até o final da mesa de descarga 32 é detectada na zona de descarga 7;

• descarga do substrato da mesa de descarga 32;

• fechamento da porta hermética externa 14 da câmara de vácuo de saída 6;

• colocação da câmara de vácuo de saída 6, sob alto

vácuo;

• abertura da porta hermética interna 14 entre a câmara de vácuo de saída 6 e o segundo dispositivo de galvanização 20.

[00041] Em uma velocidade de transporte de 60 m/ min, o tempo necessário para introduzir o substrato a ser tratado na câmara de vácuo de entrada 2, ou o tempo de saída para o substrato à mesa de descarga 32, a partir da câmara de vácuo de saída 6, é de apenas cerca de 12 segundos, enquanto que o tempo para a liberação da câmara de vácuo de entrada 2 na velocidade de tratamento de 9 m/s é de cerca de 80 segundos. Nesta planta, o tempo para um novo ciclo na câmara de vácuo de entrada 2 é de 4 min, em comparação com 3,41 min para um novo ciclo na câmara de vácuo de saída 6. É, portanto, o tempo mais longo, correspondente ao tempo do ciclo de funcionamento da câmara de vácuo de entrada 2, que limita a produtividade dessa planta a cerca de 19 toneladas por hora.

[00042] Este exemplo prático mostra as vantagens de trabalhar com a maior velocidade possível de transporte, a fim de reduzir os tempos de espera e aumentar a produtividade da planta.

[00043] A mesa de carga 31 pode ser carregada, logo que ela for liberada. Quando nenhuma carga for detectada na câmara de vácuo de entrada 2, o último é isolado e colocado novamente à pressão atmosférica. O mesmo princípio sendo aplicado para a câmara de vácuo de saída 6, e aos detectores de entrada e saída a jusante e a montante de cada unidade de tratamento, que permita, através de um programa escravo, o controle da energia elétrica necessária para o processo, o sistema pode funcionar entre a sua produção máxima determinada pelo tempo para a liberação da câmara de vácuo de entrada 2 e uma menor produção

limitada pelo carregamento da mesa 31 sem a necessidade de controle centralizado de todos os movimentos e processos da planta, porque a gestão dos processos depende da detecção dos substratos a montante e a jusante dos vários aparelhos de tratamento da planta.

[00044] O programa mestre, uma vez que a planta está pronta para a produção, quando a pressão de argônio nominal de 0,005 mbar é atingida nas zonas de tratamento 3, 4 e 5 e os cadinhos 23 das duas unidades de galvanização a plasma 19 e 20 são alimentados com zinco líquido, controla a passagem do substrato a ser tratado a partir da mesa de carga 31 para a mesa de descarga 32 o mais rapidamente possível ao fornecer as seqüências de pôr sob vácuo e abrir novamente para a atmosfera as câmaras de entrada 2 de saída 6, bem como o transporte dos substratos a partir da câmara de vácuo de entrada 2 ao recipiente de ativação 8 e do dispositivo de galvanização 20 à câmara de vácuo de saída 6 e entre as zonas de tratamento 3, 4 e 5 na velocidade de transporte de 60 m/ min e a velocidade de tratamento de 9 m/ min, respectivamente.

[00045] A zona de ativação 3 inclui um dispositivo para ativação a plasma do substrato, que consiste de uma fonte de plasma indutivo fornecido por um gerador de rádiofrequência (RF), e um ânodo oposto a esse, de acelerar os íons de argônio produzido pela fonte indutiva para a superfície do substrato, por meio de um gerador de corrente contínua (CC). O dispositivo de ativação a plasma é controlado, quando o substrato passa pelos detectores de entrada 15 e saída 16, através da sequência lógica seguinte, quando uma pressão de 5×10^{-3} mbar de argônio é atingida no recipiente ativação 8:

IF ("detector 15" = ON AND "detector 16" = OFF) THEN

RF power ON

DC power ramp up

ELSE IF ("detector 15" = ON AND "detector 16" = ON) THEN

RF power ON

DC power to nominal value

ELSE IF ("detector 15" = OFF AND "detector 16" = ON) THEN

RF power ON

DC power ramp down

ELSE IF ("detector 15" = OFF AND "detector 16" = OFF) THEN

DC power OFF

RF power OFF

[00046] Quando uma pressão de argônio de 5 x 10^{-3} mbar é atingida no recipiente de galvanização 11 da zona de galvanização 4, as paredes internas da câmara de confinamento 25 estão a 500° C e, além disso o cadinho 23 é alimentado com zinco líquido, o dispositivo de revestimento de zinco a plasma 19 é controlado quando o substrato passa pelos detectores de entrada 28 e saída 29 através da seguinte seqüência lógica:

IF ("detector 28" = ON AND "detector 29" = OFF) THEN

"crucible 23" Zn level control

Plasma power ramp up

ELSE IF ("detector 28" = ON AND "detector 29"= ON) THEN

"crucible 23" Zn level control

Plasma power to nominal value

ELSE IF ("detector 28" = OFF AND "detector 29" = ON) THEN

"crucible 23" Zn level control

Plasma power ramp down

ELSE IF ("detector 28" = OFF AND "detector 29" = OFF) THEN

Plasma power to minimal value

[00047] Note-se que o "valor mínimo" pode, em certos casos,

significar o corte puro e simples da rede elétrica. Tudo depende da potência necessária para manter a temperatura do zinco líquido contido no cadinho 23, a fim de evitar a sua solidificação. Em geral, a energia irradiada pelas paredes quentes da câmara de confinamento 25 é suficiente e, neste caso, a energia elétrica pode ser cortada (energia ao plasma OFF).

- REIVINDICAÇÕES -

1. MÉTODO PARA O TRATAMENTO A PLASMA DE SUBSTRATOS SUCESSIVOS, compreender um ou mais produtos de aço, no qual os substratos são transportados, um após o outro, por pelo menos uma zona de tratamento a plasma (3, 4, 5), e caracterizado em que a energia elétrica fornecida para gerar o plasma na zona de tratamento (3, 4, 5) é variada de acordo com a área do substrato presente nesta zona de tratamento (3, 4, 5), quando o substrato estiver passando por esta zona (3, 4, 5).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado em que um plasma é gerado na zona de tratamento (3, 4, 5), quando o substrato entra nesta zona, e é desativado, quando o produto sai da zona de tratamento (3, 4, 5).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado em que a energia elétrica gerando um plasma na zona de tratamento (3, 4, 5) é aumentada proporcionalmente à área do substrato entrando na zona de tratamento (3, 4, 5), até uma potência de funcionamento nominal ser alcançada, quando o substrato se estende ao longo de todo o comprimento da zona de tratamento (3, 4, 5) na direção de curso do substrato.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado em que a energia elétrica gerando o plasma é reduzida proporcionalmente à área do substrato presente na zona de tratamento (3, 4, 5), quando esse produto deixa essa zona, até uma potência mínima de funcionamento ser alcançada, ou até a alimentação elétrica ao plasma gerado ser cortada, quando o substrato tiver deixado completamente a zona de tratamento (3, 4, 5).

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado em que a entrada de um substrato na zona de tratamento (3, 4, 5) e a saída deste substrato da zona de tratamento (3, 4, 5) é detectada, e em que a energia elétrica gerando o plasma é controlada, com base nessa detecção do substrato, de acordo com a área do substrato presente na zona de tratamento (3, 4, 5).

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado em que o tratamento dos substratos nas zonas de tratamento (3, 4, 5) é controlado de forma independente por um programa escravo, com base nos sinais gerados pela detecção da entrada do substrato na zona de tratamento (3, 4, 5) e pela detecção da saída do substrato dessa zona de tratamento (3, 4, 5), esse programa escravo sendo dependente de um sinal enviado por um programa mestre, quando as condições físicas necessárias antes da criação de um plasma na zona de tratamento (3, 4, 5) forem alcançadas.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado em que os substratos são transportados através de uma primeira zona de tratamento (3), na qual a superfície do substrato é ativada pelo bombardeamento de íons, seguida por pelo menos uma segunda zona de tratamento (4, 5), na qual os substratos são revestidos por condensação de zinco evaporado por plasma sobre a superfície dos substratos.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado em que, na segunda zona de tratamento (4, 5), energia elétrica é fornecida ao plasma e dissipada, pelo bombardeio de íons emitidos pelo plasma sobre a superfície do zinco líquido presente nessa segunda zona de tratamento (4,

5), de acordo com a área do substrato presente nesta zona, quando esse substrato passar.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado em que os substratos são transportados para a zona de tratamento (3, 4, 5), e a partir dessa zona, através de uma câmara de vácuo de entrada (2) e uma câmara de vácuo de saída (6).

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado em que os substratos são introduzidos na câmara de vácuo de entrada (2) e deixam a câmara de vácuo de saída (6) a uma velocidade de transporte, que é determinada de acordo com uma velocidade de tratamento dos substratos na zona de tratamento (3, 4, 5), e é maior do que a velocidade deste tratamento.

11. PLANTA PARA O TRATAMENTO A PLASMA DE SUBSTRATOS SUCESSIVOS conforme o método da reivindicação 1, os referidos substratos sucessivos compreendendo um ou mais produtos de aço, essa planta tendo pelo menos um dispositivo de tratamento a plasma (9, 19, 20) com uma câmara, em que uma zona de tratamento é fornecida, e meios de transporte (17) para passar os substratos através da zona de tratamento do dispositivo (9, 19, 20), caracterizada em que um detector (15, 16, 28, 29) é fornecido na entrada e saída do dispositivo de tratamento (9, 19, 20), esses detectores (15, 16, 28, 29) colaborando por meio de um programa escravo com uma fonte de energia elétrica fornecida, a fim de gerar um plasma na zona de tratamento, de acordo com a área do substrato presente nessa zona de tratamento, quando o substrato passa por essa zona.

12. Planta, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada em que ela compreende um primeiro dispositivo de

tratamento (9) tendo uma câmara de vácuo (8) com uma fonte de íons de plasma para ativar a superfície dos substratos, seguido por pelo menos um segundo dispositivo de tratamento (19, 20) com uma recipiente de zincagem a vácuo (11, 13) para galvanizar os substratos.

13. Planta, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada em que uma câmara de vácuo de entrada (2) está prevista a montante do primeiro dispositivo (9), que é separada do recipiente (8) do primeiro dispositivo (9) por uma porta estanque (14), um detector (15) para a entrada do substrato sendo previsto no recipiente (8) a montante da zona de tratamento do primeiro dispositivo (9), e um detector (16) para a saída do substrato sendo montado no recipiente (8) a jusante da zona de tratamento.

14. Planta, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada em que a câmara de vácuo de entrada (2) compreende um detector (33) para detectar a chegada de um substrato oposto à dita porta hermética (14).

15. Planta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, caracterizada em que o recipiente de zincagem a vácuo (10, 13) do segundo dispositivo (19, 20) compreende uma câmara de confinamento (25) para o vapor de zinco, na qual um cadinho (23) contendo zinco líquido está presente e meios para gerar um plasma na zona de tratamento dentro desta câmara (25), tornando possível a formação de vapor de zinco por dissipação de energia do plasma sobre a superfície do zinco líquido contido no cadinho (23), um detector para a entrada do substrato (28) sendo fornecido no recipiente de zincagem a vácuo (11, 13) a montante da câmara de confinamento (25), e um detector (29) para a saída do

substrato sendo montado nesse recipiente (11, 13) a jusante da câmara (25).

16. Planta, de acordo com a reivindicação 15, caracterizada em que o dito cadinho (23) é fornecido com zinco líquido por meio de um tubo (24) de um forno (22) situado em um câmara de vácuo (21) separado do recipiente de zincagem a vácuo (11, 13), o forno (22) contendo zinco, que é mantido, pelo menos parcialmente, no estado fundido e em que uma extremidade do dito tubo (24) está imersa.

17. Planta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 16, caracterizada em que o recipiente de zincagem a vácuo (11, 13) é seguido por uma câmara de vácuo de saída (6), que é separada do recipiente de zincagem (11, 13) por uma porta estanque (14).

18. Planta, de acordo com a reivindicação 17, caracterizada em que a câmara de vácuo de saída (6) compreende um detector para detectar a passagem completa do substrato através da dita porta hermética (14) do segundo dispositivo (19, 20).

19. Planta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 18, caracterizada em que um recipiente de transporte (10, 12) é fornecido entre o primeiro dispositivo (9) e o segundo dispositivo (19, 20) tendo meios para deslocar os substratos através das zonas de tratamento dos primeiro e segundo dispositivos.

20. Planta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 19, caracterizada em que o recipiente de zincagem a vácuo (11, 13) é precedido ou seguido por um recipiente de transporte (10, 12), com meios de condução (17)

para a passagem dos substratos através do recipiente de zincagem a vácuo (11, 13).

21. Planta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 20, caracterizada em que os ditos recipientes (8, 10, 11, 12, 13) compreendem uma mesa, sobre a qual é disposta uma parte superior em forma de sino do recipiente em questão, podendo ser totalmente retirada ou levantada, a fim de permitir o acesso aos equipamentos dispostos no interior do recipiente.

22. Planta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 21, caracterizada em que o recipiente de zincagem a vácuo (11,13) é conectado a um ou mais vasos adjacentes (10, 12) por uma ligação estanque flexível na forma de um tubo (18), permitindo que substratos passem por essa conexão entre os recipientes sucessivos.

23. Planta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 22, caracterizada em que ela compreende um programa mestre que controla a passagem dos substratos em função da presença das condições físicas necessárias, antes da criação de um plasma no dispositivo de tratamento a plasma (9, 19, 20), um programa escravo sendo associado a cada dispositivo de tratamento a plasma e dependente do programa mestre, esse programa escravo colaborando com os detectores de entrada (15, 28) e saída (16, 29), a fim de regular a energia elétrica geradora de plasma, de acordo com o sinal dos detectores de entrada (15, 28) e saída (16, 29), de modo que a potência acoplada ao plasma aumente proporcionalmente à área do substrato, quando o detector de entrada (15, 28) detectar um substrato, e nenhum substrato for detectado pelo detector de saída (16, 29), e em que essa potência é nominal, quando o

detector de entrada (15, 28) e o detector de saída (16, 29) detectarem esse substrato, e em que essa potência é reduzida proporcionalmente à área do substrato situado entre os detectores de entrada (15, 28) e de saída (16, 29), quando somente o detector de saída (16, 29) detectar a presença do substrato.

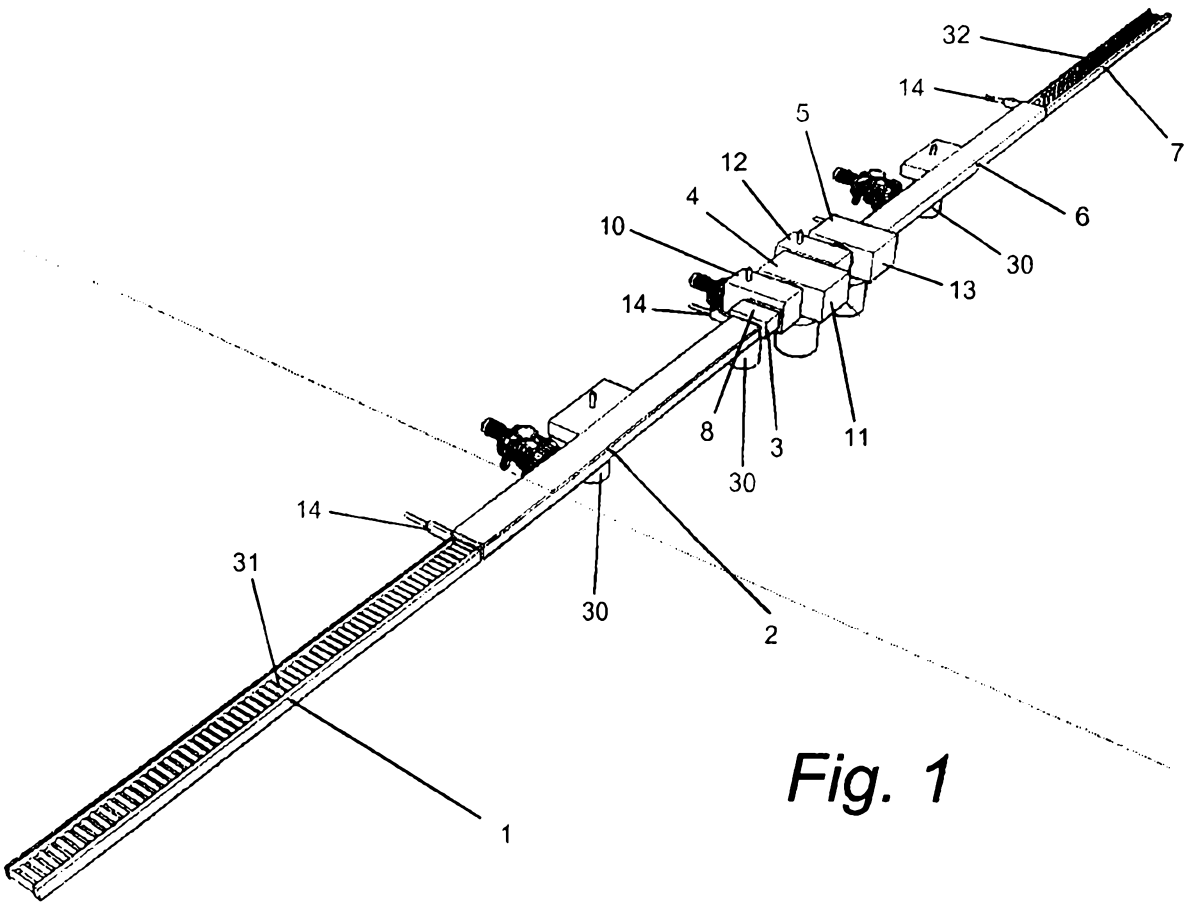
32
14
7
5
12
4
6
10
30
13
14
8
3
11
30
14
31
30
2
1

Fig. 1

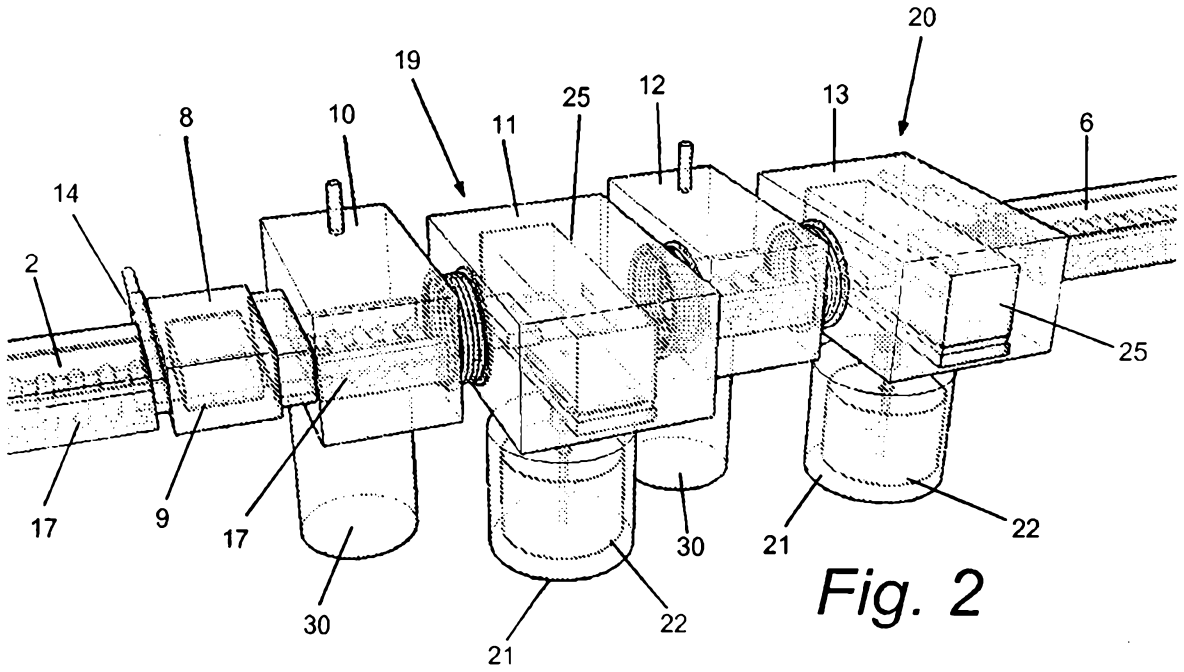
20
19
12
13
8
10
11
25
6
14
2
25
17
9
17
30
21
22
30
21
22

Fig. 2

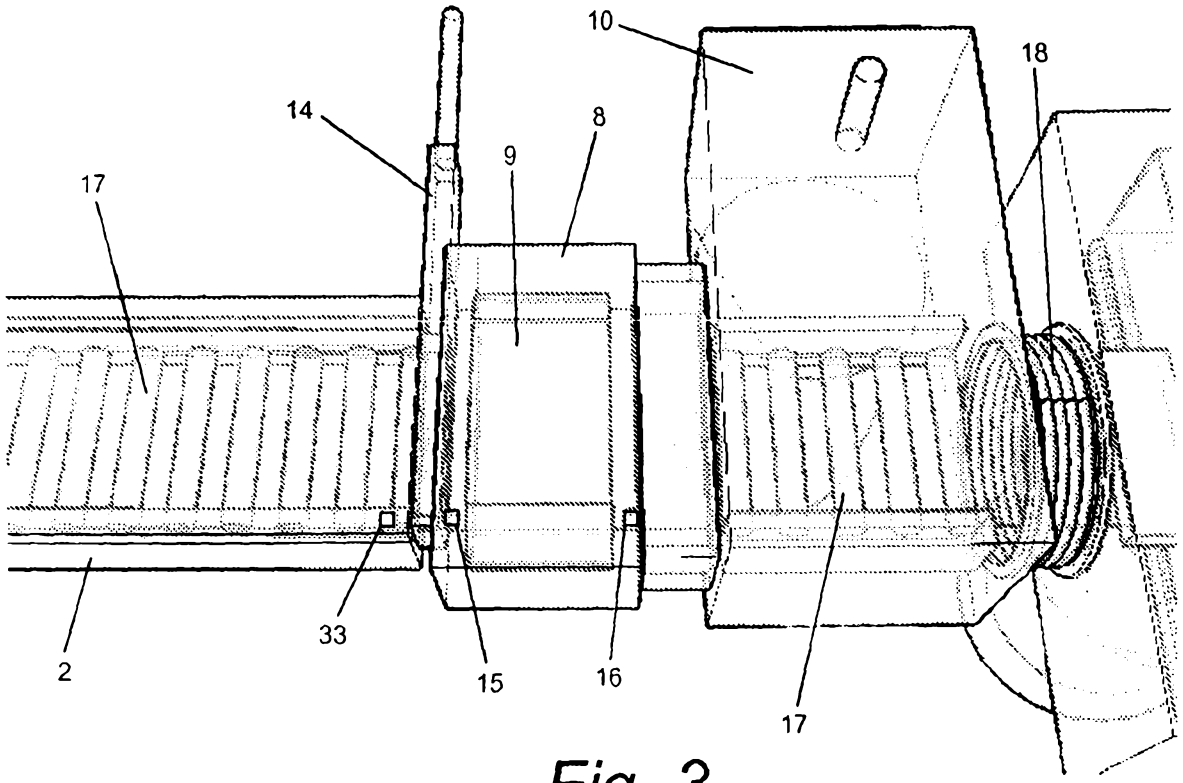
10
18
14
8
9
17
2
33
15
16
17

Fig. 3

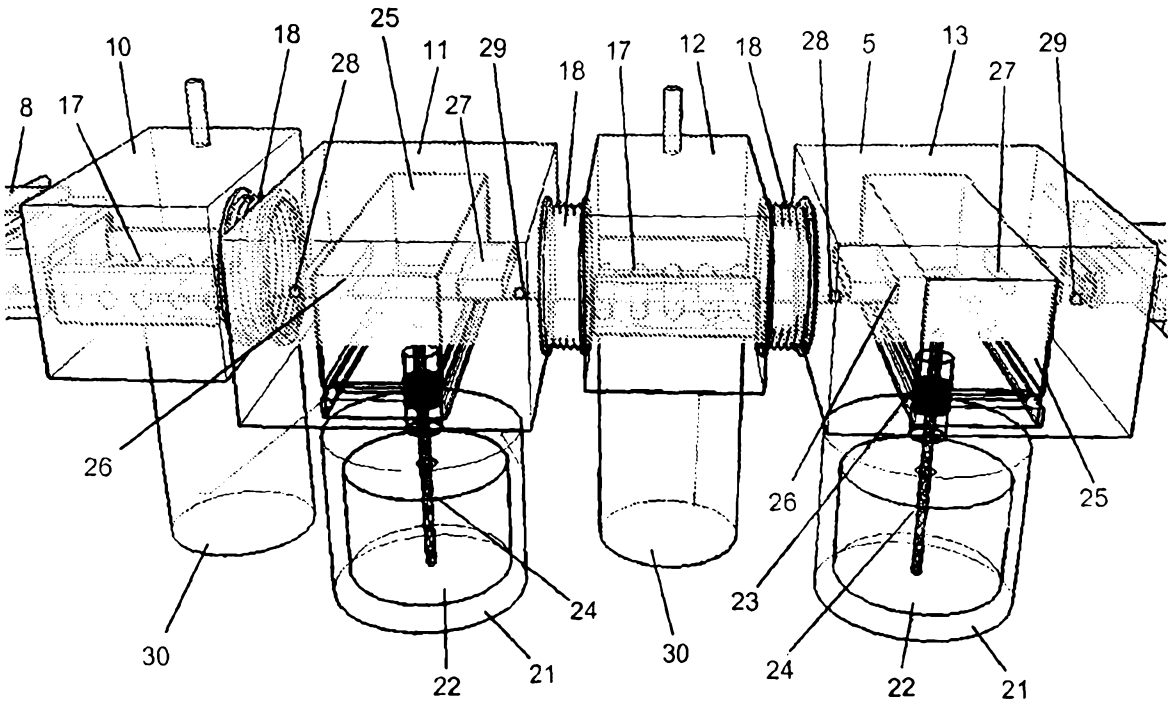
25
10
18
28
11
29
18
17
12
18
28
5
13
29
27
8
17
27
26
26
25
24
23
30
30
22
21
24
22
21

Fig. 4