

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

(21) **PI0904232-6 A2**

(22) Data de Depósito: 15/10/2009
(43) Data da Publicação: 14/09/2010
(RPI 2071)



* B R P I 0 9 0 4 2 3 2 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
C25D 11/00

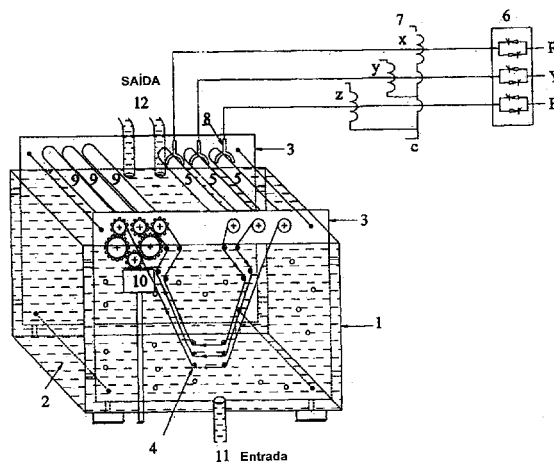
(54) Título: **APARELHO PARA FORMAR DE MANEIRA CONTÍNUA REVESTIMENTOS CERÂMICOS FINOS SOBRE CHAPAS METÁLICAS, FOLHAS OU ARAMES, PROCESSO PARA FORMAR REVESTIMENTOS SOBRE CHAPAS METÁLICAS, FOLHAS, OU ARAMES**

(30) Prioridade Unionista: 16/10/2008 IN 1828/DEL/08

(73) Titular(es): International Advanced Research Centre For Powder Metallurgy and New Materials (ARCI)

(72) Inventor(es): Govindan Sundararajan, Lingamaneni Rama Krishna, Nitin Pandurang Wasekar

(57) Resumo: APARELHO PARA FORMAR DE MANEIRA CONTÍNUA REVESTIMENTOS CERÂMICOS FINOS SOBRE CHAPAS METÁLICAS, FOLHAS OU ARAMES, PROCESSO PARA FORMAR REVESTIMENTOS SOBRE CHAPAS METÁLICAS, FOLHAS, OU ARAMES. A invenção divulgada neste Pedido é relativa a um aparelho para formar, de maneira contínua, revestimentos cerâmico finos sobre chapas metálicas, folhas ou arames, como mostrado na figura fornecida abaixo. A invenção também fornece um processo para formar, de maneira contínua, revestimentos cerâmicos finos sobre chapas metálicas, folhas ou arames.





“APARELHO PARA FORMAR DE MANEIRA CONTÍNUA REVESTIMENTOS CERÂMICOS FINOS SOBRE CHAPAS METÁLICAS, FOLHAS OU ARAMES, PROCESSO PARA FORMAR REVESTIMENTOS SOBRE CHAPAS METÁLICAS, FOLHAS, OU
5 ARAMES”

Campo da invenção

A invenção é relativa a um processo para deposição contínua de revestimento e um aparelho para realizar o processo. A invenção, mais particularmente, é relativa a processo para formar revestimentos cerâmicos
10 baseados em óxidos sobre metal reativo e chapas de ligas, folhas e arames que estão na forma de tela, em uma maneira contínua, e um aparelho para isto. Os filmes obtidos de acordo com a presente invenção têm acabamento superficial brilhante, isolamento térmico e elétrico, inércia química, inércia ambiental, capacidade de limpeza de superfície, anti-aderência a pó e têm boa resistência
15 a arranhão. Além disto, o processo descrito na presente invenção deposita os filmes de óxidos cerâmicos em uma velocidade rápida e aprimora a produtividade em uma grande escala.

Fundamento da invenção

Os metais como Al, Ti, Mg e suas ligas são comercialmente e
20 amplamente utilizados nas indústrias de engenharia como automobilística, aeroespacial, têxtil, petroquímica e de cerâmica (terracota) na forma de hastes, barras, tubulações, folhas, chapas, arames, tubos, canais, seções, polias, cilindros, pistões, etc. Independentemente das propriedades promissoras específicas e disponibilidade comercial que estes materiais têm, a
25 razão principal para utilizar estes materiais é sua relação de resistência elevada para peso. Contudo, existe uma limitação para utilizar estes materiais além de um certo ponto; a limitação surge do fato que estes materiais apresentam baixa resistência a desgaste, rasgamento, ataque químico e calor.

Tradicionalmente, anodização é empregada para obter

revestimentos em ligas de alumínio. Porém os revestimentos resultantes são encontrados serem porosos, fracamente aderentes ao substrato, portanto não podem proporcionar proteção de alto nível contra desgaste, rasgamento e corrosão. Além disto, velocidades de deposição de revestimento alcançadas são também baixas no processo de anodização.

Técnicas de borrifamento térmico como borrifamento de plasma, borrifamento de oxi-combustível em alta velocidade, borrifamento por detonação, são bem desenvolvidas e amplamente utilizadas pela indústria de engenharia para produzir grandes variedades de revestimentos cerâmicos metálicos baseados em óxido, carbureto e nitreto. Estes revestimentos são essencialmente empregados para combater diversas formas de desgaste e rasgamento e corrosão, para com isto aprimorar a vida útil dos componentes feitos de metais e ligas diferentes. Contudo, técnicas de borrifamento térmico demandam um alto grau de operações de pré-revestimento e pós-revestimento, que são muitas vezes indutoras de custo. Dimensão, forma e complexidade em geometria de componentes de engenharia restringem a aplicabilidade das técnicas de borrifamento térmico. Além disto, estas técnicas demandam alta qualidade bem como pós caros, tais como Alumina, Alumina-Titânia, Tungstênio Carbureto-Cobalto, Cromo Carbureto-Níquel Cromo preparados por rotas de fabricação especialmente desenvolvidas, tais como sol-gel, atomização, fusão, sinterização e esmagamento, redução química e mistura. Rendimento de deposição destes pós é sempre muito menor do que 100% requerendo assim um dispositivo especial de separação de pó não utilizado da câmara de revestimento. Uma vez que estas técnicas de revestimento empregam borrifamento de partículas de pó aquecidas sobre as superfícies relativamente frias, muitas vezes resulta em ligação metalúrgica pobre entre o substrato e o revestimento. Estes revestimentos são muitas vezes caracterizados por porosidade inerente, micro-rachaduras e níveis mais elevados de tensões residuais que, por sua vez, conduzem à falha dos

revestimentos no caso de aplicações críticas. Devido ao mecanismo de deposição de revestimento associado, as técnicas de borrifamento térmico não são de todo adequadas para depositar filmes finos sobre chapas, folhas e arames. Além disto, não é praticamente possível depositar revestimentos finos em chapas finas, folhas e arames em uma maneira contínua.

Ainda outro campo de pesquisa na área de deposição de filme fino em chapas, folhas e arames, é por meio de técnicas de deposição física de vapor (PVD) e deposição química de vapor (CVD). Contudo, devido à natureza inerente destes processos, onde a deposição de revestimento global é influenciada de maneira significativa pelas interações de escala iônica/atômica com as superfícies que estão sendo revestidas, as velocidades globais de deposição de revestimento são extremamente baixas e velocidades de produção são muito baixas. Além da natureza da deposição lenta destes processos, estas técnicas também não são adequadas para deposição de revestimento em uma escala contínua em áreas superficiais extremamente maiores/mais compridas.

Para superar as dificuldades e limitações mencionadas acima e a necessidade de hoje por revestimentos que apresentem propriedades melhoradas tribológicas, elétricas, térmicas e químicas, e que tenham densidade mais elevada e excelente resistência a desgaste, trabalho de pesquisa na área de desenvolver um processo melhorado de oxidação com micro-arco ganhou importância de maneira global.

Existe um bom número de patentes e publicações que lidam com os processos de deposição de revestimento cerâmico sobre alumínio e suas ligas. Alguma literatura relevante na técnica precedente em processos de micro-arco são referidas abaixo.

De acordo com a Patente US número 6.197.178 um potencial senoidal puro trifásico de energia elétrica de 480V CA é fornecido para a tela de liga de alumínio e densidades de corrente entre 20 e 70 A/dm² são

aplicadas. Durante o processo a densidade de corrente é mantida, movendo a tela em uma relação uma à outra. Um eletrólito com KOH, Na₂SiO₃ e Na₂O.Al₂O₃.3H₂O na proporção de 2 gramas por litro de água deionizada é utilizada. A temperatura do banho eletrolítico é mantida entre 25 °C e 80 °C.

5 A espessura de revestimento conseguida é relatada ser na faixa de 100 até 160 microns para um tempo de processamento de 30 minutos sobre amostras cilíndricas.

Embora os revestimentos resultantes fossem encontrados ter aderência forte com o substrato, nenhuma informação está disponível com
10 relação à densidade e uniformidade dos revestimentos conseguidos. A densidade de revestimento é um parâmetro muito importante na decisão de resistência a desgaste dos revestimentos resultantes.

Na invenção citada acima os inventores utilizaram uma forma de onda de voltagem senoidal pura, sem qualquer modificação de forma de
15 onda, enquanto uma forma de onda em pico de forma aguda faz uma contribuição principal no fornecimento de um revestimento denso e duro. É por isto que os revestimentos obtidos através do processo mencionado acima apresentam dureza mais baixa, isto é, 1.200-1.400 kg/mm². Contudo, não há menção da aplicação de dito processo para depositar revestimentos sobre
20 chapas finas, folhas e arames e isto também em uma maneira contínua.

A Patente US número 5.616.229, concedida a Samsonov e outros, divulga um método de formar um revestimento cerâmico sobre metais de válvula. Este método compreende a aplicação de no mínimo corrente alternada de 700V através das partes a serem revestidas. Modificação da
25 forma de onda é conseguida através de um banco capacitor conectado em série entre a fonte de alta voltagem e o corpo metálico a ser revestido. A forma de onda de corrente elétrica cresce desde zero até a sua altura máxima e cai até abaixo de 40% de sua altura máxima em menos do que um quarto de ciclo alternado completo.

O eletrólito utilizado no processo citado acima contém a 0,5 g/l de NaOH, 0,5-2 g/l de KOH. Em adição, o eletrólito também contém tetrasilicato de sódio para o qual não há reivindicação sobre a quantidade exata a ser adicionada. Durante o processo a composição do eletrólito é trocada
5 adicionando sal oxi-ácido de um metal álcali na faixa de concentração de 2 até 200 g/l de solução. O processo foi demonstrado revestindo uma liga de alumínio conhecida como Duralumin empregando três diferentes banhos eletrolíticos. Contudo, no processo explicado acima não há menção de manter qualquer relação específica entre o álcali e o silicato metálico.

10 No processo de oxidação com micro-arco, o álcali é realmente responsável por dissolver o revestimento enquanto o silicato metálico é responsável pela construção do revestimento através de poli-condensação de anions de silicato. Concentração de silicato muito elevada no eletrólito produz
15 acumulação de revestimento mais elevada, especialmente nas arestas na mostra ao invés de nas outras porções da amostra, resultando assim em um revestimento não uniforme. Daí, existir uma necessidade para manter um certo grau de proporção entre o álcali e o silicato metálico para concluir com revestimentos uniformes e densos. Contudo, não há menção da aplicação de
20 dito processo a depósitos de revestimento em chapas finas, folhas e arames e também em uma maneira contínua.

No processo divulgado na Patente US número 5.616.219 foi descrito um processo no qual uma velocidade de deposição média de 2,5 microns por minuto foi alcançada. Contudo, a espessura de camada interna fundida completamente é somente 65 microns de um total de espessura de
25 revestimento de 100 micra. Isto indica que este processo pode produzir revestimentos compreendendo apenas 65% de camada densa inicial e restantes 35% de camada externa e porosa com quatro a seis número de poros por centímetro quadrado de área e um diâmetro médio de poro de 8-11 micra.

Para tornar estes revestimentos adequados para aplicações

resistentes a desgaste, a camada porosa externa de espessura suficiente precisa ser completamente removida por usinagem ou esmerilhamento. Independentemente do fato que estas operações de usinagem ou esmerilhamento são caras, usinagem/esmerilhamento de partes revestidas de formas complexas não simétricas é extremamente difícil e demanda alto grau de equipamento automatizado e também níveis mais elevados de mão-de-obra. Isto aumenta de maneira efetiva o custo do revestimento por volume unitário. Contudo, não há menção da aplicação de dito processo para depositar revestimentos sobre chapas finas, folhas e arames, e isto também em uma maneira contínua.

Os processos da técnica precedente de processos de oxidação de micro-arco, embora produzindo revestimentos aderentes espessos densos com velocidades de deposição de revestimento mais elevadas, falharam porém em produzir filmes finos em uma escala contínua de modo a revestir diversos metros e quilômetros de comprimento de chapas ou folhas e arames onde neles é essencialmente requerido imprimir acabamento superficial brilhante, isolamento térmico e elétrico, inércia química, capacidade de limpeza superficial, inércia ambiental, anti-aderência a poeira, e ter boa resistência a arranhão para encontrar aplicações potenciais no campo de aplicações decorativas, isolamento e anti-aderência à poeira.

Além disto, na técnica precedente o processo empregado para revestir tela metálica foi discutido em detalhe, porém nada foi divulgado a respeito do aparelho genérico empregado para realizar os revestimentos sobre chapas finas, folhas e arames, e isto também em um processo de maneira contínua em escala contínua.

De acordo com a invenção divulgada na Patente US número 6.197.178, o aparelho empregado para obter o revestimento consiste de um tanque de revestimento quimicamente inerte colocado dentro de um tanque externo. O tanque externo contém fluido de troca de calor. Eletrólito a partir

do tanque interno é circulado através do trocador de calor colocado no próprio tanque externo. Para remover calor do fluido de troca de calor, o fluido de troca de calor é retirado do tanque externo com a ajuda de uma bomba e é então passado através de um trocador de calor resfriado a ar forçado. A
5 operação dos trocadores era controlada de maneira automática, de modo a manter a temperatura desejada dentro do banho de eletrólito. Contudo, existe uma desvantagem séria com este tipo de ajuste. Quando um componente de dimensão maior do que aquela do tanque de revestimento interno deve ser revestido, as dimensões do tanque interno devem ser aumentadas o que, por
10 sua vez, pode demandar também mudança das dimensões do tanque externo. Isto torna o processo mais indutivo de custos.

Em nossa Patente Indiana número 2.09.817, o processo a seguir foi descrito.

Um processo para formar revestimentos sobre corpos de
15 metais reativos e ligas que compreende eletrolisar em uma câmara de reação não metálica, não reativa, não condutiva, que contém uma solução eletrolítica alcalina que tem $\text{pH} > 12$ e condutividade > 2 mili mhos, que compreende hidróxido de potássio, tetra-silicato de sódio e água deionizada ou destilada, imergir no mínimo dois corpos metálicos selecionados a partir do grupo de
20 metais o reativos sobre os quais revestimentos devem ser efetuados, os corpos sendo fixados em uma maneira móvel, cada corpo sendo conectado a um eletrodo, passar corrente de onda alternada multifásica através de ditos corpos por meio de dois tiristores conectados paralelamente costas com costas por um período baseado na espessura desejada do revestimento a ser conseguido,
25 aumentar lentamente a corrente que está sendo fornecida para ditos corpos até que a densidade de corrente requerida seja alcançada, então manter a corrente no mesmo nível através de todo o processo, o potencial elétrico sendo ainda aumentado gradualmente para compensar a resistência crescente do revestimento quando a formação de arco visível na superfície das regiões

imersas de ditos corpos é observada, regular a composição do eletrólito medindo o seu pH e condutividade durante o processo por meio de métodos convencionais, manter a temperatura do eletrólito entre a faixa de 4 °C até 50 °C, e manter o eletrólito em circulação contínua através de todo o processo.

5 A dita patente também divulga um aparelho para realizar o dito processo. O dito aparelho divulgado em dita patente está mostrado nas figuras A, B e C do desenho que acompanha esta especificação. Nos desenhos

A figura A representa a vista frontal do aparelho de revestimento para realizar o processo divulgado na presente invenção.

10 A figura B representa a vista frontal do painel de controle principal para realizar o processo divulgado na presente invenção.

A figura C representa a vista frontal do painel de controle remoto para realizar o processo divulgado na presente invenção.

O aparelho para realizar o processo como divulgado em dita
15 Patente compreende uma câmara não metálica, não condutora, não reativa 1 (chamada câmara de reação) que abriga no mínimo dois corpos metálicos 2, cujas superfícies devem ser revestidas, com os corpos sendo conectadas ao braço que carrega energia elétrica 3 dotado de um mecanismo ajustável em altura 4 uma entrada 5 para o eletrólito fornecido no fundo e uma saída 6 no
20 topo da câmara, no painel do controlador principal 8 voltímetro analógico 9 e amperímetro 10 sendo fornecidos para indicar a voltagem e corrente de entrada, um (interruptor) de energia elétrica liga/desliga 11 do tipo alavanca sendo fornecido, um potenciômetro 12 fornecido para aumentar lentamente o suprimento de corrente para os corpos metálicos 2, interruptor liga/desliga 13,
25 comutadores de tiristor liga/desliga 14, ajustamento de voltagem manual/automático 15 e comutadores seletores 16 de operação local/remota sendo também fornecidos, saídas 17 de tiristor (não mostrado) e transformador sendo conectadas através dos voltímetros analógicos separados 18 e amperímetros 19, dois indicadores de temperatura digitais separados 20

sendo ligados ao painel do controlador remoto 21, a temperatura do eletrólito na entrada e saída sendo medida através dos termopares (não mostrado), um osciloscópio 22 preso ao controlador remoto 21 para monitorar o potencial elétrico e formas de onda de corrente durante o processo, voltímetro digital 23 e amperímetro 24 presos ao painel de controle remoto 21 sendo utilizados para monitorar as mudanças na corrente e voltagem durante o processo de revestimento, a altura da coluna eletrolítica 7 na câmara de reação 1 sendo ajustada através de um dimmerstat 25 preso ao painel do controlador remoto 21 e um botão de parada em emergência 26 que é preso ao painel de controle remoto 21 para terminar o suprimento de energia elétrica para os corpos no caso de qualquer emergência.

As desvantagens do aparelho divulgado em nossa Patente precedente número 2.09.817 estão listadas abaixo.

1. O aparelho não é adequado para depositar revestimentos mais finos em superfícies de grande área.

2. O aparelho não é adequado para depositar revestimentos sobre folhas finas, chapas e arames

3. O aparelho é adequado para depositar revestimentos mais espessos (85 até 95 microns como ilustrado no Exemplo 1 e Exemplo 2 descritos na Patente número 2.09.817), possui acabamento superficial bastante grosseiro, pelo que, a capacidade de limpeza superficial é pobre e sujeita a acumulação de poeira.

4. O aparelho não é adequado para escala de produção, uma vez que ele é meramente do tipo de processamento em batelada com base no projeto do banho eletrolítico, e também pela maneira na qual os corpos a serem revestidas são arranjados no banho e consome bastante tempo para fixar os corpos a serem revestidos.

5. O aparelho trabalha apenas com energia elétrica bifásica e deixa a terceira fase não utilizada, portanto conduz a desbalanceamento

elétrico nos condutores elétricos.

Daí, pode ser visto que existe uma necessidade por fornecer um processo para depositar filmes finos uniformes sobre chapas, folhas e arames de modo a aprimorar acabamento superficial, isolamento térmico e elétrico, inércia química, capacidade de limpeza superficial, anti-aderência a poeira e ter boa resistência a arranhão, bem como depositar em uma maneira contínua, e também o aparelho para realizar o processo.

Objetivos da invenção

Portanto, o objetivo principal da presente invenção é propor um processo para depositar filmes cerâmicos finos, uniformes, aderentes sobre chapas, folhas e arames em uma maneira contínua sem qualquer interrupção.

Outro objetivo da presente invenção é propor um processo para proteger as chapas, folhas e arames, em particular feitas de alumínio e suas ligas, para protegê-las contra reações térmicas, químicas, elétricas e ambientais.

Ainda outro objetivo da presente invenção é propor um processo para depositar filmes cerâmicos finos uniformes, aderentes sobre chapas, folhas e arames, que seja simples e econômico.

Outro objetivo da presente invenção é propor o aparelho para realizar o processo para depositar filmes cerâmicos finos uniformes, aderentes sobre chapas, folhas e arames em uma escala de produção.

Ainda outro objetivo da presente invenção é propor um aparelho para realizar o processo sem ter um transformador no circuito elétrico, de modo que as formas de ondas elétricas modificadas por tiristores não sejam distorcidas e, portanto, os revestimentos depositados sejam mais uniformes e aderentes.

Ainda outro objetivo da presente invenção é propor um aparelho para realizar o processo onde todas as três fases do suprimento de

energia estejam sendo utilizadas de maneira adequada para a deposição de revestimento, de modo que as velocidades de produção sejam mais elevadas e desbalanceamentos elétricos sejam minimizados.

Breve descrição da invenção

5 Os objetivos acima da presente invenção são alcançados fornecendo um processo que envolve oxidação eletrotérmica e eletroquímica de corpos na forma de chapas, folhas ou arames que se movem de maneira contínua em uma solução eletrolítica alcalina. Em seu termo o mais amplo, a presente invenção fornece um novo processo para oxidar de maneira contínua
10 de forma eletrolítica chapas metálicas, folhas e arames.

Descrição detalhada da invenção com referência a desenhos que acompanham

A presente invenção será mais completamente entendida a partir da descrição a seguir tomada em conjunto com os desenhos que
15 acompanhamos quais:

A figura D representa o diagrama esquemático do aparelho da presente invenção.

Consequentemente, a presente invenção fornece um aparelho para formar de maneira contínua revestimentos cerâmicos finos sobre chapas
20 metálicas, folhas ou arames, daqui em diante referidos de maneira coletiva como “tela metálica”, que compreende uma câmara de reação 1 constituída de um tanque de aço doce ao mesmo tempo revestido dentro e fora com plástico reforçado por fibra para segurança aprimorada e para evitar qualquer vazamento de energia elétrica, a câmara de reação 1 sendo capaz de conter
25 uma solução eletrolítica alcalina 2 que compreende hidróxido de potássio e tetra silicato de sódio em água desionizada ou destilada, a câmara de reação 1 sendo dotada de chapas de náilon perfuradas 3, as chapas sendo presas uma na outra em cada canto e sendo fixadas de maneira removível e colocadas ao longo das paredes longitudinais da câmara de reação 1, a chapa de náilon 3

sendo também dotada de três guias de barras de náilon 4, bem como três hastes de cobre 5 que são capazes de girar levemente cada uma das hastes de cobre 5 tendo uma geometria circular e sendo conectadas e separadamente às fases R, Y e B de suprimento de energia por meio de grampos de cobre de alta condutividade 8 que têm geometria interna circular, cada fase (fases R, Y e B) sendo dotada de dois tiristores conectados em paralelo costas com costas 6, as saídas dos tiristores 6 sendo conectadas a cada uma das hastes de cobre 5 utilizando três transformadores de corrente (CTs) 7, as três hastes de náilon coletoras 9, cada uma das quais é capaz de rotação por meio do dispositivo de acionamento 10 fornecido para coletar a tela metálica depois de ser revestida, sendo presas à porção esquerda superior da chapa de náilon 3, a câmara 1 também tendo uma entrada 11 para o eletrólito fornecida no fundo da câmara de reação 1 e as duas saídas 12 para o eletrólito fornecidas no local oposto em relação ao lado de entrada no topo da câmara de reação 1.

15 Trocando a localização das guias de barras de náilon livremente rotativas 4, seja verticalmente ou horizontalmente no banho, é possível trocar a área superficial total da tela metálica que está sendo revestida sem trocar o projeto básico da câmara de reação. Isto pode ser feito utilizando a chapa de náilon perfurada 3 que permite a acomodação de maior número de guias de barra de náilon 4, de modo que as telas a serem revestidas 20 podem ser passadas em uma maneira em zig-zag para aumentar o tempo de residência dos corpos no banho, permitindo assim aumentar a área de contato da tela metálica que deve ser revestida com o eletrólito, sem necessitar quaisquer outras mudanças de projeto para a câmara de reação 1, com isto a 25 produtividade global aumenta de maneira significativa e a energia classificada do equipamento é completamente utilizada. A tela revestida pode ser movida através da solução de eletrólito 2 por meio de dispositivo de acionamento que atua sobre uma ou mais das hastes de cobre 5, hastes coletoras de náilon 9 capazes de girar a uma rotação pré-ajustada empregando um acionamento 10

preso à estrutura exterior da câmara de reação 1 com a ajuda de um sistema convencional de engrenagem de redução, a velocidade linear da tela metálica ou em outras palavras o tempo de residência da tela dentro do banho é controlado ajustando a rotação do acionamento.

5 De acordo com outro aspecto da invenção é fornecido um processo para formar revestimentos sobre chapas metálicas, folhas ou arames, daqui em diante estes referidos coletivamente como “tela metálica”, que compreende imergir no mínimo três telas metálicas selecionadas dentre o grupo reativo de metais sobre as quais revestimentos devem ser efetuados em
10 uma solução eletrolítica alcalina que tem um pH > 12 e condutividade > 2mili mhos, que compreende hidróxido de potássio e tetra-silicato de sódio em água desionizada ou destilada contida na câmara de reação 1 do dispositivo como definido acima, passar onda de corrente alternada multifásica através de dita tela por meio dos tiristores conectados de maneira paralela costas com costas,
15 por um período baseado na espessura desejada dos revestimentos a serem alcançados, aumentar lentamente a corrente que está sendo suprida para dita tela, até que a densidade de corrente requerida seja alcançada, o escoamento do eletrólito sendo na direção perpendicular à direção da tela metálica em movimento, de tal maneira que o escoamento transversal seja alcançado para
20 a dissipação de calor efetiva na câmara de reação, manter a corrente no mesmo nível através de todo o processo, o potencial elétrico sendo ainda aumentado gradualmente para compensar a resistência crescente no revestimento quando a formação de arco visível na superfície das regiões imersas de dita tela é observada, regular a composição do eletrólito medindo
25 seu pH e condutividade durante o processo por meio de métodos convencionais, manter a temperatura do eletrólito entre a faixa de 4 °C até 50 °C e manter o eletrólito em circulação contínua através de todo o processo, a tela revestida sendo removida retirando as chapas de náilon perfuradas da câmara de reação.

A solução eletrolítica 2 entra na câmara de reação 1 através da entrada 11 fornecida no fundo da câmara de reação 1 e deixa a câmara de reação 1 através de duas saídas 12 fornecidas no lado oposto em relação ao lado de entrada no topo da Câmara de reação 1, uma energia elétrica trifásica é fornecida através de dois tiristores conectados em paralelo costas com costas 6 fornecidos para cada fase (fases R, Y e B) que são empregadas para modificar as formas de onda de corrente e voltagem. Todas as três fases de energia elétrica de onda modificada são então passadas através de três telas metálicas a serem revestidas, conduzindo à velocidade de produção aprimorada e a minimizar desbalanceamentos elétricos nos condutores elétricos. Três transformadores de corrente (CTs) 8 que consistem de x, y e z e ponto comum c são fornecidos para as fases R, Y e B em maneira para medir separadamente a magnitude da corrente que escoar nas três fases e o sinal elétrico feito médio resultante é alimentado para o bloco tiristor 6 de modo que o suprimento de corrente constante a fornecido através de todo o processo de deposição de revestimento.

Em uma modalidade preferida da invenção o eletrólito utilizado pode conter hidróxido de potássio e tetra-silicato de sódio na relação preferida de 2:1. A tela sobre a qual a deposição deve ser feita pode ser selecionada dentre o grupo reativo de metais que consiste de Al, Ti, Mg, Zr, Ta, Be, Ge, Ca, Te, Hf, V e suas ligas binárias, ternárias e de multi-constituíntes com elementos como Cu, Zn, Mg, Fe, Cr, Co, Si, Mn, Al, Ti, Mg, Zr, Ta, Be, Ge, Ca, Te, Hf, V, W.

O material de tela é deixado mover em uma velocidade pré-ajustada, ajustando a velocidade do acionamento 10. A velocidade linear da tela é calculada com base no tempo de residência no banho requerido para depositar a espessura de filme requerida. O escoamento de eletrólito é na direção perpendicular à direção da tela que se move de tal maneira que o escoamento transversal é alcançado para dissipação de calor efetiva na câmara

de reação. A vazão de eletrólito em litros por minuto é calculada com base na área superficial da tela que está sendo revestida, de tal maneira que a relação de área superficial total (polegadas quadradas cm) para a vazão (litros por minuto) seja mantida entre 0,1 a 1,2 de modo a manter a temperatura constante do banho. O eletrólito é circulado através de um sistema trocador de calor resfriado a ar de modo que a temperatura do banho é mantida constante. Conseqüentemente, o eletrólito resfriado penetra na câmara de reação através da entrada 11 fornecida em seu fundo e o eletrólito quente sai através das saídas 12 a partir do topo da câmara. Dois tiristores conectados em paralelo costas com costas fornecidos para cada fase R, Y e B são empregados ao mesmo tempo para modificar as formas de onda de corrente e voltagem. O ângulo de disparo dos tiristores é baseado no sinal de realimentação obtido coletando o valor médio de corrente elétrica que passa através de cada fase individual e utilizando este valor médio como um sinal de realimentação, mantendo assim constante o suprimento de corrente através de todo o processo. A energia elétrica de onda modificada é passada através de no mínimo três telas a serem revestidas ou múltiplos de três telas. A magnitude de corrente é baseada na área superficial de contato do corpo a ser revestido com o eletrólito. O tempo total de suprimento de energia é baseado no comprimento total em metros da tela (chapa, folha, ou arame) que está sendo revestida dividida pela velocidade linear (metros por segundo) do corpo no banho.

Realizando o processo como descrito acima é possível obter filmes finos de espessura predeterminada na faixa de 0,25 até 10 microns sobre chapas e folhas que têm uma ampla faixa de larguras desde 10 cm até 500 cm e arames de diâmetros variáveis desde 0,2 cm até 2,0 cm e sobre um comprimento total de diversos quilômetros sem qualquer interrupção, fornecendo revestimento de qualidade superior e velocidades de produção aprimoradas. Os filmes finos assim obtidos empregando o processo descrito

acima apresentaram acabamento superficial brilhante, isolamento térmico e elétrico, inércia química, capacidade de limpeza superficial, anti-aderência de poeira e boa resistência a arranhão. Além disto os filmes finos produzidos por este método são aderentes, lisos e uniformes do que os revestimentos produzidos na técnica precedente.

Os detalhes da invenção são dados nos exemplos fornecidos abaixo, que são fornecidos para ilustrar a invenção e, portanto, não deveriam ser imaginados limitar o escopo da presente invenção.

Exemplo 1:

Três folhas de alumínio de alta pureza cada uma com dimensão de 68 mm de largura, 30 microns de espessura e 500 metros de comprimento, são conectadas à saída do suprimento de energia. A área superficial total em contato com o eletrólito é ajustada para ser aproximadamente 2100 cm² e uma corrente trifásica de 210 A é passada através de cada tela e é mantida constante através de todo o processo. A área superficial da tela em contato é ajustada ajustando a localização das barras de náilon. Eletrólito que contém hidróxido de potássio e tetra silicato de sódio na relação de 2:1 (4 g/l de hidróxido de potássio e 2 g/l de tetra silicato de sódio) misturados em água deionizada é circulado através da câmara de reação através de todo o processo. A vazão de eletrólito de 1200 l/min é mantida através de todo o processo. A rotação do acionador é ajustada em 550 revoluções por minuto, de modo que uma velocidade linear de 2,2 m/min é mantida constante através de todo o processo. O processo é continuado por uma duração total de 3 horas e 50 minutos para revestir uma folha de comprimento total igual a 1,5 quilômetros, resultando em deposição de filme de 0,5 microns de espessura em uma área superficial total de 10, 20000 cm². Os filmes formados são encontrados ter excelente adesão, acabamento superficial brilhante, alto grau de uniformidade, sem deixar quaisquer áreas não revestidas, sem quaisquer defeitos superficiais. Em adição, os filmes

depositados foram encontrados ser decorativos, termicamente eletricamente isolantes, quimicamente inertes, apresentaram capacidade de fácil limpeza superficial, anti-aderência de poeira e ambientalmente não reativos.

Exemplo 2:

5 Nove números de carretéis de alumínio de grau elétrico, cada um contendo arames de dimensões de 4 mm de diâmetro, 1000 metros (1 quilometro) de comprimento, são conectados à saída do suprimento de energia. A área superficial total em contato com o eletrólito é ajustada para ser aproximadamente 2260 cm² e a corrente trifásica de 225 A é passada
10 através de cada tela e mantida constante através de todo o processo. A área superficial da tela em contato é ajustada ajustando a localização e também colocando um número maior de barras de náilon. Para evitar os movimentos laterais, o arame é passado através de guias não metálicas individuais presas às barras de náilon, de modo que qualquer possibilidade de curto circuito
15 elétrico é completamente eliminada. O eletrólito que contém hidróxido de potássio e tetra silicato de sódio na relação de 2:1 (4 g/l de hidróxido de potássio e 2 g/l de tetra silicato de sódio) misturados em água deionizada é circulado através da câmara de reação através de todo o processo. A vazão de eletrólito de 1200 l/min é mantida através de todo o processo. A rotação do
20 acionador é ajustada em 550 revoluções por minuto, de modo que uma velocidade linear de 2,7 m/min é mantida constante através de todo o processo. O processo é continuado por uma duração total de 6 horas para revestir uma folha de comprimento total igual a 9 quilômetros. A espessura média do filme é encontrada ser 1,0 micron. Os filmes formados são
25 encontrados ter excelente adesão, acabamento superficial brilhante, alto grau de uniformidade sem deixar quaisquer áreas não revestidas, sem quaisquer defeitos superficiais. Em adição, os filmes depositados foram encontrados ser decorativos, termicamente e eletricamente isolantes, quimicamente inertes, apresentaram capacidade de fácil limpeza superficial, anti-aderência a poeira

e ambientalmente não reativos.

Exemplo 3:

Três chapas de liga de alumínio tendo 136 mm de largura e 0,2 mm de espessura foram submetidas a um processo similar ao descrito no Exemplo 1. A área superficial da tela em contato é ajustada ajustando a localização das barras de náilon. Eletrólito que contém hidróxido de potássio e tetra silicato de sódio na relação de 2:1 (4 g/l de hidróxido de potássio e 2 g/l de tetra silicato de sódio) misturados em água deionizada é circulado através da câmara de reação através de todo o processo. A vazão de eletrólito de 250 l/min é mantida através de todo o processo. A rotação do acionador é ajustada em 550 revoluções por minuto, de modo que uma velocidade linear de 0,22 m/min é mantida constante através de todo o processo. O processo é continuado por uma duração total de 3 horas e 50 minutos para revestimento total de uma folha de comprimento igual a 1,5 quilômetros, resultando em deposição de um filme de 5 microns de espessura sobre uma área superficial total de 10 20.000 cm². A corrente aplicada, a vazão de eletrólito e o tempo de tratamento foram calculados de acordo e os filmes de 5 microns de espessura foram depositados com sucesso. Os filmes foram encontrados ser uniformes, homogêneos, ambientalmente não reativos, eletricamente e termicamente isolantes. Ainda mais, os filmes formados também apresentaram boa resistência a arranhão.

É evidente para alguém razoavelmente versado na técnica que modificações e mudanças podem ser feitas dentro do espírito e escopo da presente invenção. Consequentemente, tais modificações e mudanças também estão cobertas no escopo da presente invenção.

Vantagens da invenção

1. Os filmes obtidos pelo processo que utiliza o aparelho da presente invenção são uniformes, apresentam superfície brilhante e bem ligada ao substrato.

2. As chapas, folhas e arames preparados pelo processo que utiliza um aparelho da presente invenção podem ser utilizadas diretamente para aplicações decorativa, automobilística, espacial, de corrosão leve, de anti- adesão de poeira, de acabamento brilhante/fosco, de isolamento e aplicações resistentes a produtos químicos leves.

3. O processo que utiliza o aparelho descrito permite a formação contínua de revestimento sem parar de maneira intermediária o processo na tela de diversos quilômetros de comprimento.

4. O processo que utiliza o aparelho divulgado na presente invenção permite a formação em velocidade rápida de filmes finos sobre chapas, folhas e arames.

5. O custo global de deposição de filme sobre a tela oferecido pela presente invenção é desprezivelmente baixo comparado aos revestimentos produzidos pelos processos até aqui conhecidos.

6. A tela em larguras e espessuras amplamente diferentes no caso de chapas e folhas ou com diferentes diâmetros no caso de arames, pode ser tratada sem quaisquer mudanças de projeto no aparelho divulgado na presente invenção.

Deve ser observado que a presente invenção é mais suscetível de modificações, adaptações e mudanças por aqueles versados na técnica. Tais modalidades variadas que empregam os conceitos e aspectos desta invenção são projetados para estarem dentro do escopo da presente invenção que é ainda descrita sob as reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para formar de maneira contínua revestimentos cerâmicos finos sobre chapas metálicas, folhas ou arames, daqui em diante referidos de maneira coletiva como “tela metálica”, caracterizado pelo fato de compreender uma câmara de reação (1) constituída de um tanque de aço doce revestida em ambos, dentro e fora, com plástico reforçado por fibra (FRP) para segurança aprimorada e para evitar qualquer vazamento de energia elétrica, a câmara de reação (1) sendo capaz de conter uma solução eletrolítica alcalina (2) que compreende hidróxido de potássio, tetra-silicato de sódio em água deionizada ou destilada, a câmara de reação (1) sendo dotada de chapas de náilon perfuradas (3), as chapas presas uma à outra em cada canto e sendo fixadas de maneira removível e colocadas ao longo das paredes longitudinais da câmara de reação (1), a chapa de náilon (3) sendo também dotadas de três guias de barra de náilon (4) bem como três hastes de cobre (5) que são capazes de girar hastes (5) que são capazes de girar livremente, cada uma das hastes de cobre (5) tendo uma geometria circular e sendo conectada separadamente às fases R, Y e B de suprimento de energia por meio de grampos de cobre de alta condutividade (8) que têm geometria interna circular, cada fase (fases R, Y e B) sendo dotada de dois tiristores conectados em paralelo costas com costas (6), as saídas dos tiristores (6) sendo conectadas a cada uma das hastes de cobre (5) utilizando três transformadoras de corrente (CTs) (7), três hastes de náilon coletoras (9), cada uma das quais é capaz de girar por meio do dispositivo de acionamento (10) fornecido para coletar a tela metálica depois de ser revestida, sendo presas à porção esquerda superior da chapa de náilon (3), a câmara (1) também tendo uma entrada (11) para o eletrólito fornecida no fundo da câmara de reação (1) e duas saídas (12) para o eletrólito fornecidas no lado oposto em relação ao lado da entrada no topo da câmara de reação (1).

2. Processo para formar revestimentos sobre chapas metálicas,

folhas, ou arames, daqui em diante referidos de maneira coletiva como “tela metálica”, caracterizado pelo fato de compreender imergir, no mínimo três telas metálicas selecionadas dentre o grupo de metais reativos sobre as quais revestimentos devem ser efetuados, em uma solução eletrolítica alcalina que tem um pH >12 e condutividade > 2 mili mhos, que compreende hidróxido de potássio, tetra-silicato de sódio, em água deionizada ou destilada contida na câmara de reação (1) do dispositivo como definido acima, passar corrente alternada multifásica em onda através de dita tela por meio de tiristores conectados paralelamente costas com costas por um período baseado na espessura dos revestimentos desejada ser alcançada, aumentar lentamente a corrente que está sendo suprida para dita tela até que a densidade de corrente requerida seja alcançada, o escoamento do eletrólito sendo na direção perpendicular à direção da tela metálica que se move de tal maneira que o escoamento transversal é alcançado para dissipação de calor efetiva na câmara de reação, manter a corrente no mesmo nível através de todo o processo, o potencial elétrico sendo ainda aumentado gradualmente para compensar a resistência crescente no revestimento quando a formação de arco visível na superfície das regiões imersas de dita tela é observada, regular a composição do eletrólito medindo seu pH e condutividade durante o processo por meio de métodos convencionais, manter a temperatura do eletrólito entre a faixa de 4 °C centígrados até 50 °C e manter o eletrólito em circulação contínua através de todo o processo, a tela revestida sendo removida retirando as chapas de náilon perfuradas da câmara de reação.

3. Processo de acordo com a reivindicação 2 caracterizado pelo fato de o eletrólito utilizado conter hidróxido de potássio e tetra silicato de sódio na relação de 2:1.

4. Aparelho para formar de maneira contínua revestimentos cerâmicos finos sobre chapas metálicas, folhas ou arames, daqui em diante referidos coletivamente como “tela metálica”, caracterizado pelo fato de ser

substancialmente como aqui descrito com referência à figura D mostrada no desenho que acompanha este relatório descritivo.

5. Processo para formar revestimentos sobre chapas metálicas, folhas, ou arames, daqui em diante referidos de maneira coletiva como “tela metálica”, caracterizado pelo fato de ser substancialmente como aqui descrito com referência aos exemplos.

RESUMO

“APARELHO PARA FORMAR DE MANEIRA CONTÍNUA REVESTIMENTOS CERÂMICOS FINOS SOBRE CHAPAS METÁLICAS, FOLHAS OU ARAMES, PROCESSO PARA FORMAR 5 REVESTIMENTOS SOBRE CHAPAS METÁLICAS, FOLHAS, OU ARAMES”

A invenção divulgada neste Pedido é relativa a um aparelho para formar, de maneira contínua, revestimentos cerâmico finos sobre chapas metálicas, folhas ou arames, como mostrado na figura fornecida abaixo. A 10 invenção também fornece um processo para formar, de maneira contínua, revestimentos cerâmicos finos sobre chapas metálicas, folhas ou arames.