



**Assinado
Digitalmente**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0800519-2

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0800519-2

(22) Data do Depósito: 29/02/2008

(43) Data da Publicação Nacional: 13/10/2009

(51) Classificação Internacional: C09D 1/00; C09D 4/00; C09D 181/00.

(54) Título: REVESTIMENTO PARA ALUMÍNIO, PROCESSO PARA PREPARAÇÃO DE UM REVESTIMENTO PARA ALUMÍNIO, PROCESSO DE REVESTIMENTO DE ALUMÍNIO E ALUMÍNIO REVESTIDO

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS. CGC/CPF: 92969856000198. Endereço: Av. Paulo Gama, 110, Centro, Porto Alegre, RS, BRASIL(BR), 90040-060

(72) Inventor: DENISE SCHERMANN AZAMBUJA; EDILSON VALMIR BENVENUTTI; TANIA MARIA HAAS COSTA; SILVIA MARGONEL TAMBORIM TAKEUCHI; LELIZ TICONA ARENAS.

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 05/11/2019, observadas as condições legais

Expedida em: 05/11/2019

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo**REVESTIMENTO PARA ALUMÍNIO, PROCESSO PARA PREPARAÇÃO DE UM
REVESTIMENTO PARA ALUMÍNIO, PROCESSO DE REVESTIMENTO DE
ALUMÍNIO E ALUMÍNIO REVESTIDO**

5

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um material útil como revestimento de alumínio e suas ligas, a um processo para sua preparação, a um processo de revestimento de ligas de alumínio assim como a ligas de alumínio revestidas.

10 Mais especificamente, a presente invenção se relaciona com a síntese de um sal organossilano contendo dois silícios polimerizáveis (bis-silano) e o grupo orgânico diazabíciclo[2.2.2]octano.

15 A presente invenção se constitui numa alternativa ambientalmente correta como pré-tratamento sobre ligas de alumínio, em substituição ao método convencional de cromagem, por não apresentar toxidez e devido a sua alta eficiência anti-corrosiva em meios agressivos.

Antecedentes da Invenção

20 Os organoalcoxissilanos são compostos híbridos que podem ser usados como agentes de acoplamento numa interface organo-inorgânica. Dois grupos de organoalcoxissilanos podem ser diferenciados: mono-silanos e bis-silanos. Os mono-silanos contêm somente um átomo de Si por molécula, ligado a 3 grupos OR, enquanto que os bis-silanos têm dois átomos de Si por molécula e 6 grupos OR no total. O grupo OR é hidrolisável; assim os mono-silanos 25 possuem no máximo 3 grupos SiOH enquanto que os bis-silanos podem apresentar 6 grupos SiOH por molécula, após a hidrólise. Os organossilanos também podem ser classificados com base nos seus grupos funcionais, como por exemplo: amino, vinil, propil, acrilatos, entre outros.

30 Em termos de proteção contra corrosão de metais, têm sido testada uma grande variedade de organossilanos, sobre diferentes metais, com diferentes

19

pré-tratamentos, com e sem aplicação de revestimento protetor posterior (pintura). Em um substrato de alumínio tratado com as soluções de organossilanos hidrolisados são formadas ligações covalentes de AlOSi na interface, o que confere boa aderência ao substrato e ligações de SiOSi no filme que se reticula.

Observa-se que a região interfacial filme bis-silano/Alumínio apresenta uma maior densidade de ligações SiOSi e AlOSi comparado à interface mono-silano\Alumínio. Acredita-se que ambas as ligações contribuem para uma maior adesão dos organossilanos ao metal, portanto, espera-se que os bis-silanos tenham uma aderência maior ao substrato de alumínio que os mono-silanos.

Dados da literatura mostram que a resistência à corrosão de vários metais e ligas pode ser melhorada através de um pré-tratamento com silanos. Esse revestimento pode ser aplicado sobre o substrato metálico via processo sol-gel a partir de uma solução 3-10% (v/v) de silano em meio de água-metanol ou água-etanol sendo que em meio aquoso são muito escassos os dados existentes, apesar de serem os mais adequados ambientalmente. As regulamentações internacionais sobre a conservação do meio ambiente estimulam a invenção de processos que permitam a redução e/ou substituição de solventes orgânicos pela água.

A grande maioria dos organossilanos comercialmente utilizados necessita de uma etapa de hidrólise em meio hidroalcolico e os banhos possuem uma formulação de 90-98% de etanol ou 90% de metanol. O organossilano proposto na presente invenção, o sal de nitrato, haleto, nitrito ou sulfeto de 1,4-bis-(3-trimetoxisililpropil)diazoniabicyclo[2.2.2]octano após submetido a processo de pré-hidrólise torna-se solúvel em água. Desta forma, durante o processo de deposição, a etapa de hidrólise é suprimida e também se evita a presença de álcool no banho, o que ambientalmente é mais correto, além de reduzir os custos do processo.

Este revestimento, objeto da presente invenção apresenta amplas possibilidades de aplicação em metais suscetíveis à formação de hidróxidos sobre sua superfície, visto que sob estas condições, a deposição do

organossilano é favorecida. A sua deposição é feita mediante simples imersão do metal em solução aquosa contendo o bis-organossilano, eliminando a etapa de hidrólise em meio alcoólico, minimizando os custos, diminuindo o tempo do processo e não utilizando reagentes poluentes. O bis-organossilano proposto

5 mostrou ser um revestimento de alta resistência à corrosão em meio agressivo evitando o aparecimento de processos de corrosão localizada que danificam as estruturas metálicas. O bis-organossilano apresenta um contra-íon do tipo haleto, nitrato, nitrito, vanadato, molibdato, tungstato ou sulfeto, facilmente substituível por troca-iônica. Portanto, esta peculiaridade permite ao material,

10 objeto dessa invenção, aumentar a eficiência do efeito barreira do revestimento.

A literatura patentária apresenta vários documentos relacionados à produção de revestimentos protetores. Entretanto nenhum dos documentos encontrados apresenta um composto híbrido organo-inorgânico obtido pelo

15 método sol-gel com as características deste que é objeto da presente invenção.

A patente americana US 5,510,147 utiliza um alcóxissilano tetrafuncional cuja hidrólise ocorre no meio água: álcool, dando origem a um revestimento uniforme sobre substrato de alumínio, cuja espessura não permite o surgimento de fissuras ao ser submetido à secagem.

20 A patente US 5,939,197 apresenta um revestimento aplicável às ligas de titânio e alumínio feito a partir de um organossilano e um composto organometálico de zircônio, ítrio ou cério. Trata-se de um revestimento que pode ser aplicado por imersão ou por aspersão não gerando materiais tóxicos

18

25 Revestimentos a base de silanos contendo grupos epóxi combinados com materiais particulados do tipo óxidos, nitretos ou carbetos de Si, Al, B e metais de transição, com tamanho de partícula entre 1 e 100 nm, foram propostos na patente americana US 6,361,868 de 2002. A síntese dá origem a um material híbrido orgâno-inorgânico que apresenta uma dureza superficial

30 superior aos dos convencionais filmes poliméricos orgânicos.

12
Z

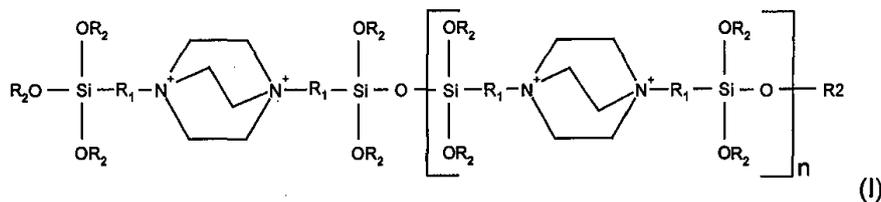
Van Oij e col apresentaram duas patentes em 2001 e 2004, a US 6,261,638 e US 6,827,981, respectivamente. Ambas são relativas à formação de filmes protetores sobre metais ativos a partir de silanos comerciais multifuncionais depositados diretamente sobre o substrato metálico. Na patente 5 US 6,261,638, a deposição ocorre em duas etapas, sendo que a inicial deve ser em pH 7 ou inferior, a fim de assegurar a hidrólise do silano. É recomendado o uso de um bis-silano. Na segunda etapa a solução deve conter no mínimo um composto silano organofuncional que tenha sido parcialmente hidrolisado. Este revestimento pode ser aplicado sobre o aço carbono e 10 alumínio. Já a patente US 6,827,981 trata da combinação de dois silanos depositados simultaneamente sobre a superfície metálica, utilizando um vinil-silano e um bis-aminosilano. A vantagem deste processo é que não é necessário o ajuste prévio do pH para fazer a deposição do revestimento podendo ser aplicado também para o aço galvanizado e ligas de zinco.

15 A patente US 6,713,559 descreve um revestimento para ser usado em peças automotivas obtido via processo sol-gel contendo um silano e um composto metálico. Estes sofrem hidrólise, condensação e complexação em presença de um composto orgânico não aromático capaz de formar um ligante quelato. Este revestimento pode ser aplicado sobre metais, plásticos, madeira, 20 vidro e cerâmica. A grande vantagem técnica para a síntese deste produto é a obtenção de um material de partida que poderá ser utilizado em formulações de vários outros revestimentos, podendo-se obter produtos de elevado valor agregado para uso em escala industrial, a partir de uma metodologia relativamente simples.

25 A inovação a que se refere a presente invenção se dá a partir da possibilidade de se obter revestimentos ambientalmente corretos com elevadas propriedades anti-corrosivas, para utilização em alumínio e suas ligas, sintetizados a partir da reação de diazonização de dabco com haloalquilsilanos.

30 **Objeto da invenção**

É um objeto da invenção um revestimento para alumínio de acordo com a fórmula geral (I):



onde:

5 R_1 é escolhido do grupo que compreende um alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

R_2 é escolhido do grupo que compreende H, alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

n é escolhido dentre 0 a 10;

10 o contra-íon é escolhido do grupo que compreende um contra-íon haleto, nitrato, nitrito, vanadato, molibdato, tungstato, sulfeto e mistura dos mesmos;

É um adicional objeto da presente invenção um processo de produção do revestimento compreendendo as etapas de:

15 a) Reagir, em um solvente orgânico, 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octano com um composto de fórmula $X(R_1)_nSi(OR_2)_3$, onde:

X é cloro, bromo ou iodo, R_1 é escolhido do grupo que compreende um grupo alquil com 1 a 5 átomos de carbono e R_2 é escolhido do grupo que compreende H ou alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

20 b) dissolver o composto obtido na etapa a) em uma mistura compreendendo:

- um solvente orgânico;
- água;
- HCl e/ou HF e/ou NH_3 ;

25 c) aquecer a solução resultante da etapa b) até evaporação completa do solvente; e opcionalmente

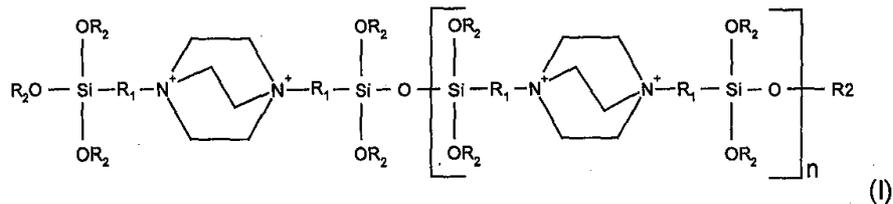
d) submeter o composto da etapa c) a um processo de troca iônica.

É um adicional objeto da presente invenção um processo de revestimento do alumínio compreendendo as etapas de:

a) imersão do alumínio a ser revestido em uma solução aquosa compreendendo o revestimento; e

5 b) cura do alumínio a ser revestido.

É um adicional objeto da presente invenção um alumínio revestido com um revestimento de acordo com a fórmula geral (I):



onde:

10 R_1 é escolhido do grupo que compreende um alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

R_2 é escolhido do grupo que compreende H, alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

n é escolhido dentre 0 a 10;

15 o contra-íon é escolhido do grupo que compreende um contra-íon haleto, nitrato, nitrito, vanadato, molibdato, tungstato, sulfeto e mistura dos mesmos;

Descrição detalhada da invenção

20 Os exemplos aqui mostrados têm o objetivo apenas de exemplificar uma das possíveis realizações da invenção, sem, contudo limitá-la, de forma que realizações similares estão dentro do escopo da invenção.

Uma das aplicações do produto sintetizado nesta patente vem a ser a prevenção da corrosão do alumínio e das suas ligas quando este é aplicado em determinadas condições sobre estes substratos metálicos.

25 A aplicação deste produto sintetizado compreende duas etapas: a deposição do bis-organossilano sobre o alumínio e a cura do bis-organossilano sobre os substratos metálicos testados neste trabalho. Ainda, o substrato de

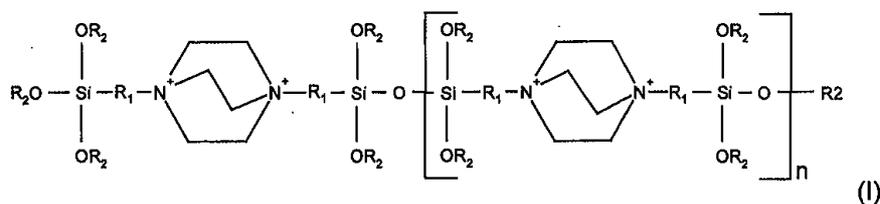
15

alumínio pode sofrer um pré-tratamento antes da deposição do bis-organossilano, de forma a melhorar a adesão do mesmo à superfície. Tais etapas mencionadas acima seguem descrição abaixo.

Para efeitos dessa invenção entende-se pela expressão "alumínio" compreender o alumínio na forma pura ou em ligas. Sendo que tais ligas podem ser trabalháveis e/ou ligas de fundição.

Revestimento

O revestimento da presente invenção possui uma estrutura de acordo com a formula geral (I):



onde:

R_1 é escolhido do grupo que compreende um alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

R_2 é escolhido do grupo que compreende H, alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

n é escolhido dentre 0 a 10;

o contra-íon é escolhido do grupo que compreende um contra-íon haleto, nitrato, nitrito, vanadato, molibdato, tungstato, sulfeto e mistura dos mesmos;

Alumínio

O alumínio útil na presente invenção pode estar na forma pura, onde o grau de pureza do metal pode alcançar até 99,999%.

Além disso, o alumínio presente em ligas também pode ser utilizado.

Tais ligas podem ser ligas trabalháveis e/ou de fundição.

As ligas trabalháveis úteis na presente invenção compreendem, mas não se limitam a, ligas das séries 1XXX, 2XXX, 3XXX, 4XXX, 5XXX, 6XXX, 7XXX e/ou 8XXX, onde X corresponde a um dígito de 0 a 9.

Em especial, as ligas da série 10XX (onde XX = 50, 60, 00, 45, 99), 20XX (onde XX= 14, 24, 36, 48, 18, 19), 30XX (onde XX= 03, 04, 05), 60XX (onde XX= 05, 09, 10, 61, 63, 66, 70), 70XX (onde XX =05, 49, 50, 72, 75, 78), são preferidas pela presente invenção.

As ligas de fundição úteis na presente invenção compreendem, mas não se limitam a ligas das séries 1xx.x, 2xx.x, 3xx.x, 4xx.x, 5xx.x, 6xx.x, 7xx.x, 8xx.x e/ou 9xx.x, onde x é um dígito de 0 a 9.

Processo de Síntese do Revestimento

O primeiro passo do processo de síntese consiste na reação entre o composto dabco, 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octano e organoalcoxissilanos de fórmula $X(R1)Si(OR2)_3$, onde X é cloro, bromo ou iodo, R1 é escolhido do grupo que compreende um grupo alquil com 1 a 5 átomos de carbono e R2 é escolhido do grupo que compreende H ou alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono, na estequiometria dabco:silano compreendida na faixa que vai de aproximadamente 1:1 até aproximadamente 1:10.

Essa reação ocorreu na faixa de temperatura entre 30 e 150 °C, sob atmosfera inerte, usando-se um solvente orgânico, escolhido do grupo que compreende, mas não se limita a tolueno, tetrahydrofurano, dimetilformamida, formamida, dimetilsulfóxido, acetona, metanol, etanol, propanol, butanol e mistura dos mesmos.

Na etapa seguinte o bis-organossilano obtido na etapa anterior foi dissolvido em uma mistura compreendendo:

- um solvente orgânico escolhido do grupo que compreende, mas não se limita a acetona, metanol, etanol, propanol, butanol, éter etílico, tetrahydrofurano, dimetilformamida, formamida, dimetilsulfóxido;

- água; e

16
2

- HCl e/ou HF e/ou NH₃ em uma concentração que varia de aproximadamente 0,1 mL a aproximadamente 1,0 mL.

A proporção água:solvente orgânico está compreendida na faixa que vai de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 1:20.

5 Onde a mistura compreende uma de temperatura entre 20 e 150 °C. Após a dissolução do bis-organossilano, a solução resultante foi então aquecida na temperatura de 20 a 150 °C a fim de evaporar todo o solvente. O produto final é um sal tendo como cátion um bis-organossilano e como contra-íon um cloreto, brometo ou iodeto.

10 Caso se deseje substituir o contra-íon, deve-se submeter os compostos obtidos nas etapas anteriores a um processo de troca aniônica, onde os ânios podem ser escolhidos do grupo que compreende, mas não se limita a, nitrato, nitrito, vanadato, molibdato, tungstato e sulfeto.

15 Processo de Revestimento do Alumínio

a) *Pré-tratamento do alumínio*

Os substratos metálicos de alumínio devem ser polidos com lixas de diferentes granulometrias (nº 220 até 2000), desengorduradas com álcool e lavadas com água destilada.

20 b) *Deposição do Revestimento*

O silano é depositado sobre as chapas de alumínio mediante imersão em solução aquosa contendo de aproximadamente 1 até 10% v/v do sal do bis-organossilano híbrido, de acordo com a fórmula geral (I) descrita acima. Esta imersão onde se dá a deposição se processa durante um tempo de 10 a 60 minutos em uma temperatura entre 40–150 °C.

25 c) *Processo de Cura*

O processo de cura é feito colocando-se as chapas metálicas após processo de deposição em estufa durante 50-120 minutos e na temperatura entre 50-150 °C.

30 **Exemplo 1. Síntese e Caracterização do Revestimento**

Síntese do sal de organossilano 1,4-bis-(3-R₂silil-R₁)diazoniabicyclo[2.2.2]octano

O 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octano (dabco) foi dissolvido em 20 mL de um dos solventes tolueno, tetrahydrofurano, dimetilformamida, formamida, dimetilsulfóxido, acetona, metanol, etanol, propanol ou butanol, após, foi adicionado a esse sistema, em quantidade estequiométrica, o 3-X-R-trimetoxissilano, onde X é cloro, bromo ou iodo e R é um grupo metil, etil, propil ou butil. A mistura foi agitada por várias horas, sob atmosfera inerte em temperaturas que podem variar de 30 a 150 °C, resultando na formação do bis-organossilano.

O produto obtido, o bis-organossilano foi dissolvido em um dos seguintes solventes, acetona, metanol, etanol, propanol, butanol, éter etílico, tetrahydrofurano, dimetilformamida, formamida, dimetilsulfóxido, em presença de água, na relação v/v água/solvente de 1:1 até 1:20, e adicionando-se 0,1 até 1,0 mL de HCl e/ou HF e/ou NH₃ aquecendo-se a mistura entre 20 e 150 °C, durante um período de 1 a 60 dias a fim de evaporar todo o solvente. O produto final é um sal catiônico tendo como contra íon cloreto, brometo ou iodeto.

O organossilano contendo o contra-íon nitrato, nitrito, vanadato, molibdato, tungstato e sulfeto foram obtidos a partir de processo de troca aniônica, em etapa anterior ou posterior à etapa 2.

Caracterização do bis-organossilano

As amostras foram identificadas e caracterizadas química e estruturalmente usando-se as técnicas a seguir:

Análise elementar CHN: A análise elementar CHN de amostras previamente degaseificadas a 100 °C, foi feita usando-se um analisador CHN Perkim Elmer M CHNS/O, modelo 2400, em triplicata.

Análise por Ressonância Magnética Nuclear: C¹³ CP MAS

Ressonância Magnética Nuclear do isótopo carbono 13, de amostras sólidas foram feitas no equipamento Bruker 300/P usando-se ângulo mágico e polarização cruzada com pulso de 1 ms.

Espectroscopia no infravermelho

Amostras foram pressionadas na forma dos discos de 2,5 cm de diâmetro, com aproximadamente 100 mg, com espessura suficientemente

19

pequena para permitir que as amostras sejam transparentes. O equipamento usado foi um FTIR Shimadzu, modelo 8300. Os espectros foram obtidos à temperatura ambiente com resolução de 4 cm^{-1} e 100 varreduras somadas.

Exemplo 2. Pré-Tratamento dos substratos metálicos

5 Chapas de AA2024-T3 (1cm^2 de área exposta) foram desengraxadas com álcool etílico p.a. e lavadas várias vezes com água destilada. A superfície foi preparada lixando com lixas de granulometria 280 à 2000, seguido pelo processo de desengraxe com álcool etílico e lavagem com água utilizando um
10 banho de ultrassom. Após as amostras foram secas sob ar quente, e imersas na solução de silanização. Esta solução foi preparada misturando-se o composto silano sintetizado na proporção volumétrica de 4% (v/v) dissolvido em água bidestilada durante 30 minutos sob agitação a 45°C .

Exemplo 3. Processo de deposição

15 A deposição do silano sobre a superfície das ligas de alumínio foi realizada à temperatura ambiente por simples imersão do metal na solução de silano previamente preparada conforme descrito no parágrafo anterior. A cura do revestimento foi feita a 85°C durante 1 hora.

Exemplo 4. Comportamento corrosivo das ligas de alumínio revestidas com DABCO

20 As técnicas eletroquímicas utilizadas para caracterizar o comportamento corrosivo foram: potenciometria, polarização linear e espectroscopia de impedância eletroquímica. As medidas experimentais foram realizadas o potenciostato Autolab modelo PGSTAT 30 em uma faixa de frequência de 100K Hz até 10m Hz e com uma amplitude de voltagem senoidal de 10mV.
25 Todas as medidas de EIE foram realizadas no potencial de circuito aberto do sistema. A análise e caracterização da superfície dos metais revestidas foi realizada usando microscopia eletrônica de varredura e a composição foi avaliada por Energia dispersiva de Raios X (EDS).

Exemplo 5. Resultados

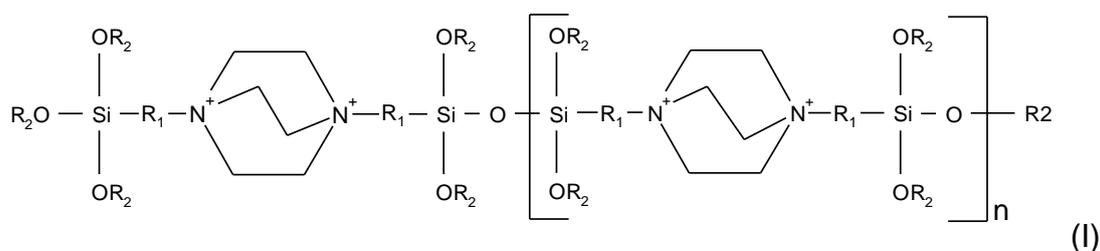
30 Os resultados obtidos mostraram que o produto sintetizado, objeto desta patente, mostrado na figura 1 foi efetivamente depositado sobre as ligas de

alumínio. O material revestido permaneceu, após imersão em solução de cloreto de sódio (0,1M NaCl) , com uma resistência de polarização superior à liga nua, não sendo detectado na superfície a presença de processos de corrosão localizada. Curvas de polarização mostraram que a corrente corrosão do material revestido é cerca de 10 vezes inferior a do material não recoberto, conferindo uma eficiência de proteção em torno de 80%. Este comportamento pode ser atribuído ao efeito de troca iônica entre o contra-íon do silano sintetizado e o íon cloreto presente na solução que permite aumentar a estabilidade da camada de óxido de alumínio formada e do revestimento.



Reivindicações

1. Revestimento para alumínio **caracterizado por** possuir estrutura de acordo com a fórmula geral (I):



onde:

R_1 é escolhido do grupo que compreende um alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

R_2 é escolhido do grupo que compreende H, alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

n é escolhido dentre 0 a 10;

o contra-íon é escolhido do grupo que compreende um contra-íon haleto, nitrato, nitrito, vanadato, molibdato, tungstato, sulfeto e mistura dos mesmos

2. Processo de produção de um revestimento definido na reivindicação 1, **caracterizado por** compreender as etapas de:

a) Reagir, em um solvente orgânico, 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octano com um composto de fórmula $X(R_1)_n\text{Si}(OR_2)_3$, onde:

X é cloro, bromo ou iodo, R_1 é escolhido do grupo que compreende um grupo alquil com 1 a 5 átomos de carbono e R_2 é escolhido do grupo que compreende H ou alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

O processo de produção de revestimento para alumínio é caracterizado pela estequiometria entre o composto 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octano e o silano é de 1:1 a 1:10, que a reação ocorre em uma temperatura entre 30 °C e 150 °C sob atmosfera inerte, usando-se um solvente orgânico, que a concentração de HCl e/ou HF e/ou NH_3 é de 0,1 mL a 1,0 mL.

b) dissolver o composto obtido na etapa a) em uma mistura compreendendo:

- um solvente orgânico;
- água;
- HCl e/ou HF e/ou NH₃;

c) aquecer a solução resultante da etapa b) até evaporação completa do solvente; e opcionalmente

d) submeter o composto da etapa c) a um processo de troca iônica

3. Processo de produção, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo** solvente orgânico ser escolhido do grupo que compreende acetona, metanol, etanol, propanol, butanol, éter etílico, tetrahydrofurano, dimetilformamida, formamida, dimetilsulfóxido e mistura dos mesmos

4. Processo de produção, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pela** proporção água:solvente estar uma concentração que varia de 1:1 a 1:20

5. Processo de produção, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo** aquecimento da etapa c) estar compreendido na faixa de 20°C a 150°C

6. Processo de revestimento para alumínio definido na reivindicação 1, caracterizado por compreender as etapas de:

- a) imersão do alumínio a ser revestido em uma solução aquosa compreendendo o revestimento; e
- b) cura do alumínio a ser revestido

7. Processo de revestimento, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo alumínio estar na forma pura e/ou na forma de ligas

8. Processo de revestimento, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato da pureza do alumínio ser de até 99,999%

9. Processo de revestimento, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato da liga de alumínio ser escolhida do grupo que compreende as séries 1XXX, 2XXX, 3XXX, 4XXX, 5XXX, 6XXX, 7XXX, 8XXX, 1xx.x, 2xx.x, 3xx.x, 4xx.x, 5xx.x, 6xx.x, 7xx.x, 8xx.x, 9xx.x e mistura dos mesmos, onde x é, independentemente, um dígito de 0 a 9

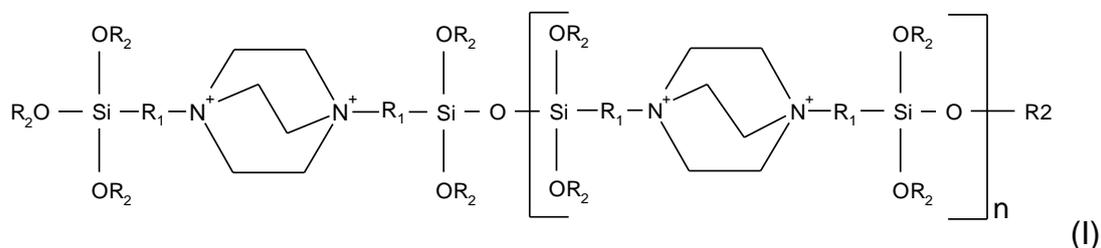
10. Processo de revestimento, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelas ligas serres escolhidas do grupo que compreende 1050, 1060, 1000, 1045, 1099, 2014, 2024, 2036, 2048, 2018, 2019, 3003, 3004, 3005, 6005, 6009, 6010, 6061, 6063, 6066, 6070, 7005, 7049, 7050, 7072, 7075, 7078

11. Processo de revestimento, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** revestimento possuir concentração de 1 até 10% v/v

12. Processo de revestimento, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pela** etapa de cura se processar em uma temperatura dentro de uma faixa de 50°C a 150°C e durante 50 min a 120 min

13. Processo de revestimento, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** alumínio sofrer um pré-tratamento compreendendo polimento com lixas de diferentes granulometrias, desengorduramento com álcool e/ou lavagem com água

14. Alumínio revestido definido na reivindicação 1, **caracterizado por** compreender um revestimento estrutura de acordo com a fórmula geral (I):



onde:

R₁ é escolhido do grupo que compreende um alquil contendo 1 a 5 átomos de carbono;

R₂ é escolhido do grupo que compreende H, alquil contendo 1 a 8 átomos de carbono;

n é escolhido dentre 0 a 10;

o contra-íon é escolhido do grupo que compreende um contra-íon haleto, nitrato, nitrito, vanadato, molibdato, tungstato, sulfeto e mistura dos mesmos, depositado sobre uma superfície de alumínio

15. Alumínio revestido, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo** alumínio estar na forma pura e/ou na forma de ligas

16. Alumínio revestido, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo** fato da pureza do alumínio ser de até 99,999%

17. Alumínio revestido, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo** fato da liga de alumínio ser escolhida do grupo que compreende as séries 1XXX, 2XXX, 3XXX, 4XXX, 5XXX, 6XXX, 7XXX, 8XXX, 1xx.x, 2xx.x, 3xx.x, 4xx.x, 5xx.x, 6xx.x, 7xx.x, 8xx.x, 9xx.x e mistura dos mesmos, onde x é, independentemente, um dígito de 0 a 9

18. Alumínio revestido, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado pelas** ligas serem escolhidas do grupo que compreende 1050, 1060, 1000, 1045, 1099, 2014, 2024, 2036, 2048, 2018, 2019, 3003, 3004, 3005, 6005, 6009, 6010, 6061, 6063, 6066, 6070, 7005, 7049, 7050, 7072, 7075, 7078.