

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2011.04.19	(73) Titular(es): PEGASTECH	
(30) Prioridade(s): 2010.04.19 FR 1001663 2010.04.19 US 282906 P	86 RUE DE PARIS BÂTIMENT ERABLES 91400	FR
(43) Data de publicação do pedido: 2013.02.27	(72) Inventor(es): SÉBASTIEN ROUSSEL	FR
(45) Data e BPI da concessão: 2016.03.30 116/2016	FRIDA GILBERT	FR
	(74) Mandatário: ALBERTO HERMÍNIO MANIQUE CANELAS	
	RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **PROCESSO PARA REVESTIR UMA SUPERFÍCIE DE UM SUBSTRATO EM MATERIAL NÃO METÁLICO COM UMA CAMADA METÁLICA**

(57) Resumo:

A PRESENTE INVENÇÃO REFERE-SE A UM PROCESSO PARA REVESTIR COM UMA CAMADA DE METAL UMA SUPERFÍCIE DE UM SUBSTRATO EM MATERIAL NÃO METÁLICO. DE ACORDO COM ESTA INVENÇÃO, O PROCESSO DE REVESTIMENTO CONSISTE NOS SEGUINTE PASSOS: A) É FORNECIDO UM SUBSTRATO EM MATERIAL NÃO METÁLICO; B) PELO MENOS PARTE DE PELO MENOS UMA SUPERFÍCIE DO REFERIDO SUBSTRATO É SUBMETIDA A UM TRATAMENTO FÍSICO OU QUÍMICO PARA AUMENTAR A ÁREA SUPERFICIAL ESPECÍFICA DO MESMO; C) ESSA SUPERFÍCIE DO REFERIDO SUBSTRATO QUE FOI TRATADO NO PASSO B) É SUBMETIDA A UM TRATAMENTO DE OXIDAÇÃO; D) ESSA SUPERFÍCIE DO REFERIDO SUBSTRATO QUE FOI TRATADO NO PASSO C) É COLOCADA EM CONTACTO COM UMA SOLUÇÃO CONTENDO PELO MENOS UM IÃO DE PELO MENOS UM METAL E O SEU CONTRA-IÃO, SENDO O REFERIDO METAL ESCOLHIDO A PARTIR DO GRUPO FORMADO PELOS METAIS DOS GRUPOS IB E VIII DA TABELA PERIÓDICA DE ELEMENTOS; E) É OBTIDO UM SUBSTRATO COMPREENDENDO IÕES DE PELO MENOS UM METAL QUE ESTEJAM QUIMICAMENTE LIGADOS AO MATERIAL NÃO METÁLICO QUE CONSTITUI O SUBSTRATO EM PELO MENOS PARTE DE PELO MENOS UMA DAS SUAS SUPERFÍCIES; F) OS REFERIDOS IÕES DE PELO MENOS UM METAL QUE ESTEJAM QUIMICAMENTE LIGADOS AO MATERIAL NÃO METÁLICO QUE CONSTITUI O SUBSTRATO SOBRE UMA SUPERFÍCIE DO REFERIDO SUBSTRATO SÃO SUBMETIDOS A UM TRATAMENTO DE REDUÇÃO E É OBTIDO UM SUBSTRATO QUE COMPREENDE ÁTOMOS DE PELO MENOS UM METAL QUE ESTEJAM QUIMICAMENTE LIGADOS AO MATERIAL NÃO METÁLICO QUE CONSTITUA O SUBSTRATO SOBRE PELO MENOS PARTE DE PELO MENOS UMA DAS SUAS SUPERFÍCIES; G) A SUPERFÍCIE QUE COMPREENDE PARTÍCULAS DE PELO MENOS UM METAL QUE FOI OBTIDO NO PASSO F) É COLOCADA EM CONTACTO COM UMA SOLUÇÃO CONTENDO IÕES DE PELO MENOS UM METAL; H) UM REVESTIMENTO FORMADO POR UMA CAMADA DE PELO MENOS UM

METAL É OBTIDO SOBRE A SUPERFÍCIE TRATADA DO REFERIDO SUBSTRATO, SENDO OS REFERIDOS PASSOS EVENTUALMENTE SEGUIDOS OU PRECEDIDOS POR UM OU MAIS PASSOS DE LAVAGEM. A INVENÇÃO TAMBÉM SE REFERE A UM SUBSTRATO FABRICADO EM MATERIAL NÃO METÁLICO TENDO PELO MENOS UMA SUPERFÍCIE REVESTIDA COM UMA CAMADA METÁLICA DE ACTIVAÇÃO FORMADA POR ÁTOMOS DE UM METAL QUE ESTEJAM LIGADOS, ATRAVÉS DE UMA INTERACÇÃO METAL-LIGANDO, DIRECTAMENTE AO MATERIAL QUE CONSTITUI O SUBSTRATO POR GRUPOS CARBOXILO (-COOH), HIDROXILO (-OH), ALCOXILO (-OR), CARBONILO (-C=O), PERCAR-BÓNICO (-CO-O-OH), NITRO (N=O) OU AMIDA (-CONH), SENDO A REFERIDA CAMADA DE ACTIVAÇÃO COBERTA COM UMA CAMADA DE UM METAL IDÊNTICO OU DIFERENTE DEPOSITADO POR DEPOSIÇÃO AUTO-CATALÍTICA.

RESUMO**"PROCESSO PARA REVESTIR UMA SUPERFÍCIE DE UM SUBSTRATO EM MATERIAL NÃO METÁLICO COM UMA CAMADA METÁLICA"**

A presente invenção refere-se a um processo para revestir com uma camada de metal uma superfície de um substrato em material não metálico. De acordo com esta invenção, o processo de revestimento consiste nos seguintes passos: **a)** é fornecido um substrato em material não metálico; **b)** pelo menos parte de pelo menos uma superfície do referido substrato é submetida a um tratamento físico ou químico para aumentar a área superficial específica do mesmo; **c)** essa superfície do referido substrato que foi tratado no passo b) é submetida a um tratamento de oxidação; **d)** essa superfície do referido substrato que foi tratado no passo c) é colocada em contacto com uma solução contendo pelo menos um ião de pelo menos um metal e o seu contra-ião, sendo o referido metal escolhido a partir do grupo formado pelos metais dos grupos IB e VIII da Tabela Periódica de Elementos; **e)** é obtido um substrato compreendendo iões de pelo menos um metal que estejam quimicamente ligados ao material não metálico que constitui o substrato em pelo menos parte de pelo menos uma das suas superfícies; **f)** os referidos iões de pelo menos um metal que estejam quimicamente ligados ao material não metálico que constitui o substrato sobre uma superfície do referido

substrato são submetidos a um tratamento de redução e é obtido um substrato que compreende átomos de pelo menos um metal que estejam quimicamente ligados ao material não metálico que constitua o substrato sobre pelo menos parte de pelo menos uma das suas superfícies; **g)** a superfície que compreende partículas de pelo menos um metal que foi obtido no passo f) é colocada em contacto com uma solução contendo iões de pelo menos um metal; **h)** um revestimento formado por uma camada de pelo menos um metal é obtido sobre a superfície tratada do referido substrato, sendo os referidos passos eventualmente seguidos ou precedidos por um ou mais passos de lavagem. A invenção também se refere a um substrato fabricado em material não metálico tendo pelo menos uma superfície revestida com uma camada metálica de activação formada por átomos de um metal que estejam ligados, através de uma interacção metal-ligando, directamente ao material que constitui o substrato por grupos carboxilo ($-\text{COOH}$), hidroxilo ($-\text{OH}$), alcoxilo ($-\text{OR}$), carbonilo ($-\text{C=O}$), percar-bónico ($-\text{CO-O-OH}$), nitro (N=O) ou amida ($-\text{CONH}$), sendo a referida camada de activação coberta com uma camada de um metal idêntico ou diferente depositado por deposição auto-catalítica.

DESCRIÇÃO

"PROCESSO PARA REVESTIR UMA SUPERFÍCIE DE UM SUBSTRATO EM MATERIAL NÃO METÁLICO COM UMA CAMADA METÁLICA"

A presente invenção visa um processo de revestir uma superfície de um substrato em material não metálico com uma camada metálica para o tornar apto a ser tratado, graças à forte aderência do revestimento, pelos processos clássicos de metalização tais como a galvanoplastia.

Os processos de metalização de materiais consistem em depositar uma fina camada de metal sobre a superfície de um substrato. O interesse destes processos é múltiplo: nas funções visuais, decorativas, condutoras, de reforço, etc. É corrente utilizá-los em peças usadas nas indústrias aeronáutica, automóvel, cosmética, de electrodomésticos, sanitária, nas técnicas de ligações, na microelectrónica, etc.

Na literatura e nas patentes já foram descritos numerosos processos de metalização de substratos não metálicos.

A maioria destes processos de metalização utilizam propriedades electrocondutoras ou de potencial electro-químico das partículas metálicas que foram depositadas

sobre os substratos não metálicos durante uma etapa de activação, como a designamos. Esta etapa de activação é, por outro lado, habitualmente precedida por uma etapa de aumento da superfície específica para que o substrato fique suficientemente "rugoso" para permitir uma boa ligação das partículas metálicas.

O maior inconveniente destes processos é, nomeadamente, a utilização de crómio hexavalente, na altura da etapa de decapagem ou modificação da rugosidade superficial do substrato, um potente oxidante que permite obter uma rugosidade importante necessária à ligação das partículas metálicas mas que é conhecido pela sua elevada toxicidade.

A etapa de activação da superfície consiste em depositar e em manter sobre a superfície do material não metálico partículas metálicas ou catiões metálicos que, seguidamente, serão reduzidos para formar partículas metálicas. Esta etapa exige a utilização de partículas coloidais de paládio/estanho que apenas reagem sobre um certo tipo de polímeros e que exigem a utilização de quantidades importantes de paládio.

O artigo de Nagao T e al. (*Galvanotechnik*, 2006, 97, 7, 2124-2130) faz, por exemplo, uma síntese das técnicas utilizadas para a metalização de substratos em ABS que compreendem, além das etapas de limpeza e de condicionamento das superfícies, uma etapa de decapagem por

meio de soluções de crómio hexavalente, uma etapa de depósito de colóide Sn-Pd e, depois, uma etapa de depósito autocatalítico de metal e, mais particularmente, de cobre. Este artigo visa igualmente uma técnica designada por "*Direct Acid Copper Plating*" CRP que não comporta a etapa de depósito autocatalítico de metal, mas que exige a adição de paládio no banho de decapagem e/ou grandes quantidades de colóide Pd/Sn no banho de catálise.

Para limitar o uso das soluções de decapagem à base de crómio hexavalente, no pedido US 3598630 a etapa de decapagem de painéis de ABS é efectuada por uma solução de permanganato de potássio e de ácido fosfórico e a etapa de formação do colóide Sn/Pd é realizada por aplicações sucessivas de uma solução de cloreto de estanho e, depois, de uma solução de cloreto de paládio. No processo descrito, a etapa de depósito auto-catalítico de metal é uma etapa clássica de depósito de cobre.

Para limitar o uso de paládio, foram propostas soluções alternativas, por exemplo, no pedido WO 02/36853, o processo clássico de metalização de um substrato em ABS é modificado pela substituição do colóide Sn/Pd por um colóide de Ag/Sn e, a seguir, depois da eliminação total dos iões de SN a etapa de depósito autocatalítico de metal é uma etapa de depósito de níquel. Depois da etapa de decapagem pelas soluções crómicas clássicas e de lavagem, pode ser efectuado um tratamento da superfície decapada com uma solução de produtos susceptível de melhorar a adsorção como polielectrólitos sob forma de polímeros catiónicos.

Além da utilização importante de paládio, cujo custo e raridade são um problema quando não é substituído por prata, em todos os processos atrás descritos a etapa de activação é uma etapa de adsorção na qual uma preparação coloidal é utilizada ou formada por adição de iões estanosos que devem, seguidamente, ser completamente eliminados para permitir o desenvolvimento harmonioso e regular da camada metálica na altura da etapa de depósito autocatalítico de metal.

Foram propostos processos alternativos que não implicam soluções coloidais, na etapa da sua activação, e que substituem a adsorção por uma ligação química dos iões metálicos sob forma de complexos ou quelatos.

Por exemplo, as patentes US 4 981 715 e US 4 701 351 descrevem um processo de revestimento de um substrato por uma fina camada de polímero como, por exemplo, o ácido poliacrílico, apto a complexar um composto de metal nobre compreendendo uma etapa de cobertura do substrato por um polímero apto a fazer a quelação de iões metálicos, seguida por uma etapa de colocação em contacto do polímero com partículas metálicas. O substrato é seguidamente submetido à etapa de depósito auto-catalítico de metal. Nos exemplos de elaboração os catiões metálicos utilizados são catiões de paládio, mas o principal inconveniente deste processo é o de implicar a necessidade de gerir a qualidade de uma interface suplementar, a saber, a que é criada entre o

substrato e a camada de polímero apto a fazer a quelação de um ião metálico. São propostas soluções, por exemplo, para o tratamento por irradiação que permite igualmente a fixação régio-selectiva desta camada de polímero apto a fazer a quelação e, assim, a possibilidade de metalizar o substrato de maneira selectiva.

Se, por um lado, esta solução permite a não utilização de colóides, por outro obriga à formação de uma camada suplementar, cuja coesão com o substrato ou a solidez da fixação sobre o substrato deverá ser gerida a nível industrial assim como uma etapa suplementar no processo de fabrico. Além disso, podem também surgir problemas de compatibilidade entre o material constitutivo do substrato e o polímero apto a fazer a quelação.

A presente invenção permite simplificar as diferentes etapas deste processo de revestimento de materiais não metálicos e de fazer com que tenha mais respeito pelo ambiente e seja menos dispendioso, pelo desenvolvimento de um processo de revestimento mais simples que não utilize reagentes tóxicos e poluentes, sem todavia adicionar uma etapa e uma camada suplementar.

A presente invenção visa, portanto, um processo de revestimento de uma superfície de um substrato em material não metálico com uma camada metálica, consistindo nas seguintes etapas:

a) dispor de um substrato em material não metálico,

b) submeter pelo menos uma parte de pelo menos uma superfície do referido substrato a um tratamento físico ou químico de aumento da superfície específica,

c) submeter a superfície do referido substrato, tratada na etapa b), a um tratamento oxidante,

d) colocar a superfície do referido substrato, tratada na etapa c), em contacto com uma solução contendo pelo menos um ião de pelo menos um metal e o seu contra-ção, sendo o referido metal escolhido no grupo constituído pelos metais dos grupos IB e VIII da tabela de classificação periódica dos elementos,

e) obter um substrato compreendendo iões de pelo menos um metal que são quimicamente fixos ao material não metálico que constitui o substrato, sobre pelo menos uma parte de pelo menos uma das suas superfícies,

f) submeter os referidos iões de pelo menos um metal que são fixos ao material não metálico que constitui o substrato sobre uma superfície do referido substrato, a um tratamento redutor e obter um substrato que compreenda átomos de pelo menos um metal fixos ao material não metálico que constitui o substrato sobre pelo menos uma parte de pelo menos uma das suas superfícies,

g) colocar em contacto a superfície que compreende partículas de pelo menos um metal obtido na etapa f) com uma solução contendo iões de pelo menos um metal,

h) obter sobre a superfície tratada do referido substrato um revestimento de uma camada de pelo menos um metal,

sendo as referidas etapas eventualmente seguidas ou precedidas por uma ou várias etapas de lavagem.

A etapa g) é uma etapa de depósito auto-catalítico igualmente designada por *electroless*.

Por iões e/ou átomos ligados quimicamente entende-se átomos ou iões ligados por quelação e/ou complexação por funções ou grupos, por exemplo, carboxílico (-COOH), hidroxilo (-OH), alcóxido (-OR), carbonilo (-C=O), percarbónico (-CO-O-OH), nitro (N=O) e amida (-CONH) à superfície do referido material.

Na etapa f) os átomos de pelo menos um metal fixos ao material não metálico que constitui o substrato são fixos por interacções ligando-metal.

Num modelo de realização, a etapa d) de activação é efectuada por contacto com uma solução contendo um ião de um único metal e o seu contra-ião.

Num modelo de realização, as etapas b) e c) são efectuadas numa única etapa b') e o tratamento é um tratamento oxidante.

Num modelo de realização, o metal da etapa f) e o metal dos iões da etapa g) são idênticos.

Num modelo de realização, as etapas f) e g) são efectuadas numa única etapa f').

Na altura do processo de revestimento, a superfície do referido substrato em material não metálico deve ser, em primeiro lugar, preparada a fim de se obter uma boa aderência da camada metálica sobre a superfície. A superfície do substrato é limpa de todos os seus contaminantes ao criar simultaneamente um relevo para a boa aderência do futuro revestimento na altura da etapa b) do processo.

A superfície do substrato pode ser tratada na totalidade ou em parte utilizando as técnicas de máscara bem conhecidas do especialista na técnica tais como a utilização de vernizes protectores resistentes às etapas de oxidação.

Num modelo de realização, a etapa b) é levada a cabo por tratamento físico.

Por tratamento físico, entende-se um tratamento que permita suprimir as camadas de fraca coesão e aumentar a rugosidade da superfície.

Num modelo de realização, o tratamento físico é escolhido no grupo dos tratamentos por impacto.

Por tratamento oxidante, entende-se todo o tratamento que permite preparar a superfície aumentando a rugosidade, portanto, a superfície específica da superfície para a etapa b) e criando funções susceptíveis de fazerem a quelatação e/ou a complexação dos cationes metálicos para a etapa c).

Num modelo de realização, o tratamento oxidante é escolhido no grupo dos tratamentos oxidantes químicos.

Num modelo de realização, o tratamento oxidante é escolhido no grupo dos tratamentos oxidantes electroquímicos.

Num modelo de realização, o tratamento oxidante da etapa c) é escolhido no grupo dos tratamentos oxidantes físicos.

Segundo a presente invenção, o substrato pode ser uma nanopartícula, uma micropartícula, uma tampa de produtos cosméticos, um elemento electrónico, uma maçaneta de porta, um aparelho electrodoméstico, óculos, um objecto

de decoração, um elemento de carroçaria, um elemento de carlinga, de asa de avião, um condutor flexível ou um conector.

Por materiais não metálicos entenda-se qualquer material pertencendo à família dos materiais orgânicos, à família dos materiais minerais e à família dos materiais compósitos. A título de exemplos não limitativos podemos citar a madeira, o papel, o cartão, as cerâmicas, as matérias plásticas, os silicones, os têxteis e o vidro.

Num modelo de realização o material orgânico é escolhido entre as matérias plásticas.

Por camada metálica entende-se uma camada fina, desde alguns nanómetros até várias centenas de micrómetros, de um metal e/ou de um óxido metálico depositado sobre a superfície de um substrato.

Num modelo de realização, o material não metálico é um polímero escolhido no grupo que compreende os seguintes polímeros: natural, artificial, sintético, termoplástico, termoendurecível, termoestável, elastómero, monodimensional e tridimensional.

Num modelo de realização, o material não metálico pode compreender, por outro lado, pelo menos um elemento escolhido no grupo que compreende as cargas, os plastificantes e os aditivos.

Num modelo de realização, as cargas são cargas minerais escolhidas no grupo que compreende o silício, o talco, as fibras ou esferas de vidro.

Num modelo de realização, as cargas são cargas orgânicas escolhidas no grupo que compreende a farinha de cereais e a pasta de celulose.

Os aditivos são utilizados para melhorar uma propriedade específica do material não metálico tal como a sua cor, a sua reticulação, o seu deslizamento, a sua resistência à degradação, ao fogo e/ou aos ataques bacterianos e/ou fúngicos.

Num modelo de realização, o polímero é um copolímero termoplástico escolhido no grupo que compreende uma poliolefina, um poliéster, um poliéter, um polímero vinílico, um polímero vinilidénico, um polímero estirénico, um polímero metacrílico, uma poliamida, um polímero fluorado, um polímero celulósico, uma poliarilenossulfona, um polissulfureto, uma poliarilétercetona, uma poliamida-imida, uma poliéterimida, um polibenzimidazole, uma poli-indenocumarona, um poliparaxilileno, sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

As poliolefinas podem ser escolhidas no grupo que compreende um polietileno, um polipropileno, um copolímero de etileno/propileno, um polibutileno, um polimetilpenteno, um copolímero de etileno/acetato vinílico, um copolímero de etileno/álcool vinílico, um copolímero de etileno/acrilato

de metilo, sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os poliésteres podem ser escolhidos no grupo que compreende um polietileno tereftalato, modificado ou não modificado por glicol, um polibutileno tereftalato, um poliactido, um policarbonato, sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os poliéteres podem ser escolhidos no grupo que compreende um poli(oximetileno), um poli(oxietileno), um poli(oxipropileno), um poli(éter fenileno), sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os polímeros vinílicos podem ser escolhidos no grupo que compreende um poli(cloreto de vinilo) eventualmente clorado, um poli(álcool vinílico), um poli(acetato de vinilo), um poli(acetal de vinilo), um poli(formal de vinilo), um poli(fluoreto de vinilo), um poli(cloreto de vinilo/acetato de vinilo), sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os polímeros vinilidénicos podem ser escolhidos no grupo que compreende um poli(cloreto de vinilideno), um poli(fluoreto de vinilideno), sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os polímeros estirénicos podem ser escolhidos no grupo que compreende um poliestireno, um poli(estireno/butadieno), um poli(acrilonitrilo/butadieno/estireno),

um poli(acrilonitrilo/estireno), um poli(acrilonitrilo/etileno/propileno/estireno), um poli(acrilonitrilo/estireno/acrilato), sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os polímeros (met)acrílicos podem ser escolhidos no grupo que compreende um poli(acrilonitrilo), um poli(acrilato de metilo), um poli(metacrilato de metilo), sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

As poliamidas podem ser escolhidas no grupo que compreende uma poli(caprolactama), uma poli(hexametileno adipamida), uma poli(lauroamida), uma poliéter-bloco-amida, uma poli(metaxilileno adipamida), uma poli(metafenileno isoftalamida), sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os polímeros fluorados podem ser escolhidos no grupo que compreende um politetrafluoroetileno, um políclorotrifluoroetileno, um poli(etileno/propileno) perfluorado, um poli(fluoreto de vinilideno), sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os polímeros celulósicos podem ser escolhidos no grupo que compreende um acetato de celulose, um nitrato de celulose, uma metilcelulose, uma carboximetilcelulose, uma etilmetilcelulose, sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

As poliarilenossulfonas podem ser escolhidas no grupo que compreende uma polissulfona, uma poliétersulfona, uma poliarilsulfona, sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Os polissulfuretos podem ser poli(sulfureto de fenileno).

As poli(ariléter cetonas) podem ser escolhidas no grupo que compreende uma poli(éter cetona), uma poli(éter éter cetona), uma poli(éter cetona cetona), sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Num modelo de realização, o polímero é um copolímero termoendurecível escolhido no grupo compreendendo um aminoplástico como ureia-formol, melanina-formol, melanina-formol/poliésteres, sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação, um poliuretano, um poliéster insaturado, um polissiloxano, uma resina formofenólica, epóxi, alílica ou vinil éster, um alquido, uma poliureia, um poliisocianurato, uma polibismaleimida, uma polibenzi-midazole, um polidiciclopentadieno, sós, em mistura, em copolímeros ou em combinação.

Num modelo de realização, o (co)polímero é escolhido no grupo que compreende acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), acrilonitrilo butadieno estireno/policarbonato (ABS/PC), metil metacrilato acrilonitrilo butadieno estireno (MABS), poliamida (PA) tal como nylon, uma poli-

amina, um poli(ácido acrílico), uma polianilina e polietileno tereftalato (PET).

Num modelo de realização, o metal do ião metálico utilizado na etapa d) é escolhido entre os iões de cobre, prata, níquel, platina, paládio ou cobalto.

Num modelo de realização, o metal do ião metálico utilizado na etapa d) é escolhido no grupo constituído por cobre e níquel.

Num modelo de realização, o metal do ião metálico utilizado na etapa d) é cobre.

Num modelo de realização, o metal dos iões metálicos utilizados na etapa g) ou f') é escolhido entre os elementos dos grupos IV e VIII da classificação periódica.

Num modelo de realização o metal do ião metálico utilizado na etapa g) ou f') é escolhido entre os iões de cobre, prata ou níquel, platina, paládio, ferro ou cobalto.

Num modelo de realização, o metal do ião metálico utilizado na etapa g) ou f') é escolhido no grupo constituído por cobre e níquel.

Num modelo de realização, o metal do ião metálico utilizado na etapa g) ou f') é cobre.

Num modelo de realização, o metal do ião metálico utilizado na etapa g) ou f') é níquel.

De acordo com a invenção, o grupo dos tratamentos por impacto compreende a utilização de jacto de areia, de granalha, de microesferas e de lixagem por meio de telas abrasivas.

Entende-se por tratamento oxidante químico um tratamento que permite oxidar a superfície do substrato fixando e/ou introduzindo na mesma grupos ricos em oxigénio tais como os grupos carboxílico ($-\text{COOH}$), hidroxilo ($-\text{OH}$), alcoxilo ($-\text{OR}$), carbonilo ($-\text{C}=\text{O}$), percarbónico ($-\text{CO}-\text{O}-\text{OH}$), nitro ($\text{N}=\text{O}$) e amida ($-\text{CONH}$), susceptíveis de ligar quimicamente os catiões metálicos e, depois, os metais reduzidos por quelação e/ou complexação.

Segundo a invenção, o tratamento oxidante químico é escolhido no grupo que compreende o reagente de Fenton, a potassa alcoólica, um ácido forte, soda, um oxidante forte e ozono, sós ou em combinações.

Num modelo de realização, o ácido forte é escolhido no grupo que compreende o ácido clorídrico, o ácido sulfúrico, o ácido nítrico, o ácido perclórico, o ácido acético, o ácido oxálico, o ácido fosforoso, o ácido fosfórico e o ácido hipofosforoso, sós ou em mistura.

Num modelo de realização, o oxidante forte é escolhido no grupo compreendendo KMnO_4 e KClO_3 , sós ou em mistura.

Num modelo de realização, o oxidante forte é KMnO_4 .

Os tratamentos oxidantes são escolhidos em função da natureza dos materiais constitutivos dos substratos; na tabela 1 que se segue estão ilustrados a título de exemplo, diferentes tratamentos oxidantes químicos aplicáveis quando o substrato é em ABS ou em ABS/PC.

Tabela 1

Oxidante	Ácido só ou em combinação
KMnO_4	H_3PO_4
	H_3PO_2
	H_3PO_3
	H_2SO_4
	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
	$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
	$\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
	$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
	$\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
$\text{HNO}_3 + \text{HCl}$	HNO_3
	HCl
CH_3COOH	CH_3COOH

Na tabela 2 que se segue estão ilustrados diferentes tratamentos oxidantes em função da natureza do substrato.

Tabela 2

Tipos de substrato	Natureza dos tratamentos oxidantes
PP	$\text{KMnO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$
ABS	$\text{KMnO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$
ABS PC	$\text{KMnO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$
PA	$\text{HCl} + \text{Isopropanol}$
PPS	$\text{HNO}_3 + \text{NaOH}$
MABS	$\text{KMnO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
	CH_3COOH
PC	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$
	H_2SO_4
	KOH

Num modelo de realização, as relações de massa em ácido forte estão compreendidas entre 5 e 100%.

Num modelo de realização estão compreendidas entre 50 e 95%.

Num modelo de realização estão compreendidas entre 70 e 90%.

Num modelo de realização a duração do tratamento

com ácido forte está compreendida entre 20 segundos e 5 horas.

Num modelo de realização está compreendida entre 30 segundos e 3 horas.

Num modelo de realização está compreendida entre 30 segundos e 20 minutos.

Num modelo de realização do tratamento por reacção química de Fenton está compreendida entre 5 minutos e 5 horas.

Num modelo de realização está compreendida entre 10 minutos e 3 horas.

Num modelo de realização está compreendida entre 15 minutos e 2 horas.

Num modelo de realização é da ordem de 25 minutos.

Num modelo de realização, para o tratamento com potassa alcoólica, o hidróxido de potássio é diluído numa solução contendo como solvente um álcool escolhido no grupo que compreende metanol, etanol e propanol.

Num modelo de realização, o referido hidróxido de potássio é diluído numa solução contendo como solvente o etanol.

Num modelo de realização a concentração em hidróxido de potássio na solução alcoólica está compreendida entre 0,1M e 10M.

Num modelo de realização está compreendida entre 0,5M e 5M.

Num modelo de realização é da ordem de 3,5M.

Num modelo de realização a duração do tratamento com potassa alcoólica está compreendida entre 5 minutos e 5 horas.

Num modelo de realização está compreendida entre 1 minuto e 3 horas.

Num modelo de realização está compreendida entre 5 minutos e 1 hora.

Num modelo de realização, para o tratamento com soda, as relações de massa em soda estão compreendidas entre 10 e 1000%.

Num modelo de realização estão compreendidas entre 15 e 70%.

Num modelo de realização estão compreendidas entre 20 e 50%.

Num modelo de realização, para o tratamento com um oxidante forte, a solução em oxidante forte é neutra, ácida ou básica.

Num modelo de realização, a solução em oxidante forte é ácida.

Num modelo de realização, o oxidante forte é escolhido no grupo compreendendo KMnO_4 e KClO_3 , só ou em mistura, em ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido oxálico, ácido fosfórico, ácido hidrofosforoso ou em ácido fosforoso.

Num modelo de realização a concentração em KMnO_4 ou KClO_3 está compreendida entre 10mM e 1M.

Num modelo de realização está compreendida entre 0,1M e 0,5M.

Num modelo de realização é da ordem de 0,2M.

Num modelo de realização a concentração em ácido está compreendida entre 0,1M e 10M.

Num modelo de realização está compreendida entre 0,5M minutos e 5M.

Num modelo de realização é da ordem de 3,5M.

Num modelo de realização a duração do tratamento para um oxidante forte está compreendida entre 1 minuto e 3 horas.

Num modelo de realização está compreendida entre 5 minutos e 1 hora.

Num modelo de realização está compreendida entre 6 minutos e 30 minutos.

Num modelo de realização é da ordem de 15 minutos.

Num modelo de realização o tratamento oxidante químico é um tratamento electroquímico.

Segundo a invenção, o contra-ião de pelo menos um metal da etapa d) é escolhido no grupo que compreende iões tetrafluoroborato, sulfato, brometo, fluoreto, iodeto, nitrato, fosfato e cloreto.

Num modelo de realização, a solução da etapa d) contendo pelo menos um ião de pelo menos um metal e o seu contra-ião é uma solução básica.

Num modelo de realização a solução básica tem um pH superior a 7.

Num modelo de realização tem um pH entre 9 e 11.

Num modelo de realização tem um pH da ordem de 10.

Num modelo de realização a duração do tratamento da etapa d) está compreendida entre 30 segundos e 2 horas.

Num modelo de realização está compreendida entre 1 minuto e 1 hora.

Num modelo de realização é da ordem de 15 minutos.

Segundo a invenção, a solução redutora do tratamento redutor na etapa f) é básica.

Num modelo de realização a solução redutora compreende um agente redutor escolhido no grupo que compreende as soluções boro-hidreto de sódio, dimetilamina-borano ou hidrazina.

Num modelo de realização o agente redutor é uma solução de boro-hidreto de sódio.

Num modelo de realização a solução de boro-hidreto de sódio tem um pH neutro ou básico.

Num modelo de realização a solução de dimetilaminaborano tem um pH básico.

Num modelo de realização o pH é básico, o hidróxido de sódio em solução é utilizado como solvente.

Num modelo de realização a concentração em hidróxido de sódio está compreendida entre 10^{-4}M e 5M .

Num modelo de realização está compreendida entre $0,05\text{M}$ e 1M .

Num modelo de realização é da ordem de $0,1\text{M}$.

Num modelo de realização, a concentração em agente redutor na solução redutora da etapa f) está compreendida entre 10^{-4}M e 5M .

Num modelo de realização está compreendida entre $0,01\text{M}$ e 1M .

Num modelo de realização é da ordem de $0,3\text{M}$.

Num modelo de realização a etapa de redução é realizada a uma temperatura compreendida entre 10°C e 90°C .

Num modelo de realização realiza-se a uma temperatura compreendida entre 30°C e 70°C .

Num modelo de realização realiza-se a uma temperatura da ordem de 50°C .

Num modelo de realização a duração da etapa de redução está compreendida entre 30 segundos e 1 hora.

Num modelo de realização está compreendida entre 1 minuto e 30 minutos.

Num modelo de realização está compreendida entre 2 minutos e 20 minutos.

Num modelo de realização a solução da etapa f') compreende iões do metal, um agente que faz a complexação dos iões do metal, um agente redutor e um regulador de pH.

Num modelo de realização, a referida solução da etapa f') é uma solução aquosa.

Num modelo de realização a solução da etapa f') é uma solução de banho *electroless* contendo um catião metálico escolhido entre: Ag^+ , Ag^{2+} , Ag^{3+} , Au^+ , Au^{3+} , Co^{2+} , Cu^+ , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Pd^+ e Pt^+ .

Num modelo de realização, a solução da etapa f') é uma solução de banho *electroless* contendo um catião metálico escolhido entre: Co^{2+} , Cu^+ , Cu^{2+} , Ni^{2+} e Pt^+ .

Num modelo de realização, a solução da etapa g) contendo iões de pelo menos um metal é uma solução aquosa.

Num modelo de realização a referida solução da etapa g) é uma solução de banho *electroless* contendo um catião metálico escolhido entre: Ag^+ , Ag^{2+} , Ag^{3+} , Au^+ , Au^{3+} , Co^{2+} , Cu^+ , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Pd^+ e Pt^+ .

Num modelo de realização, a solução da etapa g) é uma solução de banho *electroless* contendo um catião metálico escolhido entre: Co^{2+} , Cu^+ , Cu^{2+} , Ni^{2+} e Pt^+ .

Num modelo de realização, a solução da etapa g) é uma solução de banho *electroless* contendo um catião metálico escolhido entre: Cu^{2+} e Ni^{2+} .

Num modelo de realização, a duração da etapa g) está compreendida entre 1 minuto e 1 hora.

Segundo a invenção, previamente e entre cada etapa do processo, a superfície do substrato e/ou o substrato é/são submetido(s)/a a uma ou várias lavagens com pelo menos uma solução de lavagem.

Num modelo de realização as soluções de lavagem são idênticas ou diferentes.

Num modelo de realização a solução de lavagem é escolhida no grupo compreendendo água, água destilada, água desionizada ou uma solução aquosa contendo um detergente.

Num modelo de realização o detergente contido

numa solução aquosa é escolhido no grupo compreendendo TDF4 e soda.

Num modelo de realização a concentração em soda é compreendida entre 0,01M e 1M.

Num modelo de realização a solução de lavagem é agitada na altura em que é colocada em contacto com a superfície do substrato e/ou com o substrato.

Num modelo de realização, a agitação é realizada com o auxílio de um agitador, uma bomba de recirculação, uma libertação de bolhas de ar ou de um gás, um banho de ultrassons ou um homogeneizador.

Num modelo de realização a duração de cada etapa de lavagem está compreendida entre 1 segundo e 30 minutos.

Num modelo de realização está compreendida entre 5 segundos e 20 minutos.

A colocação da superfície do substrato e/ou o substrato em contacto com as soluções das diferentes etapas pode ser efectuada por imersão num banho, ou por pulverização e/ou por lavagem por duche.

Quando esta colocação em contacto é feita por imersão num banho, a homogeneização do referido banho é realizada com o auxílio de um agitador, uma bomba de

recirculação, uma libertação de bolhas de ar ou de um gás, um banho de ultrassons ou um homogeneizador.

A invenção visa igualmente o substrato obtido segundo o processo da invenção para o qual a superfície do referido substrato em material não metálico é revestida por uma camada metálica.

A invenção visa um substrato em material não metálico de que pelo menos uma superfície está revestida por uma camada metálica de activação constituída por átomos de um metal ligados por interacção metal-ligando directamente ao material constitutivo do substrato por grupos carboxilo (-COOH), hidroxilo (-OH), alcoxilo (-OR), carbonilo (-C=O), percarbónico (-CO-O-OH), nitro (N=O) ou amida (-CONH), sendo a referida camada de activação coberta com uma camada de um metal idêntico ou diferente depositado por deposição auto-catalítica.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por ABS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao ABS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por ABS, cuja superfície está

revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao ABS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por ABS/PC, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao ABS/PC que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por ABS/PC, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao ABS/PC que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PA, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PA que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PA, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PA que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PC, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PC que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PC, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PC que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por MABS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao

MABS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por MABS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao MABS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PP, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PP que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PP, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PP que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre ou depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um

substrato constituído por PPS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PPS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre ou depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PPS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PPS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de cobre ou depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por ABS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao ABS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por ABS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao ABS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por ABS/PC, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao ABS/PC que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por ABS/PC, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao ABS/PC que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PA, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PA que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PA, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-

ligando ao PA que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PC, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PC que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PC, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PC que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por MABS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao MABS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um

substrato constituído por MABS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao MABS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PP, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PP que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PP, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PP que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PPS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por cobre cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PPS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

Num modelo de realização a invenção visa um substrato constituído por PPS, cuja superfície está revestida com uma camada de activação constituída por níquel cujos átomos estão ligados por interacção metal-ligando ao PPS que constitui o substrato, sendo a referida camada de activação coberta por uma camada de níquel depositada por depósito autocatalítico.

A invenção visa igualmente um processo de acordo com a invenção que compreende ainda uma etapa de metalização.

Num modelo de realização, o tratamento de metalização é um tratamento por galvanoplastia.

A invenção e os seus modelos de elaboração estão ilustrados nos exemplos que se seguem.

Exemplo 1

I. Revestimento de placas de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) e de acrilonitrilo butadieno estireno/policarbonato (ABS/PC) com uma camada de cobre.

Este processo de revestimento com uma camada de cobre de um substrato em material não metálico é efectuado em 4 etapas (tratamento oxidante químico com ácido nítrico/quelação e/ou complexação/ redução/banho *electroless*).

I.1. Tratamento oxidante químico com ácido nítrico

Ácido nítrico puro é aquecido até 50°C. Nesta solução, foram imersas durante 8 minutos as placas de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) e de acrilonitrilo butadieno estireno/policarbonato (ABS/PC). As placas são seguidamente lavadas duas vezes num banho de água (1 litro).

I.2. Quelação e/ou complexação de iões de cobre

Sulfato de cobre (23,7 g) é solubilizado numa solução de água (1000 ml) e amoníaco (30 ml). Neste banho são imersas as peças que foram submetidas ao tratamento oxidante químico da etapa I.1 durante 15 minutos. As peças de ABS são seguidamente lavadas numa solução de soda 0,2M.

I.3 Tratamento redutor dos iões de cobre

Boro-hidreto de sódio NaBH_4 (0,316 g, $0,8 \times 10^{-2}$ mol) é dissolvido em 25 mL de uma solução de soda (NaOH) 0,1 M. Esta solução é aquecida até 80°C com o auxílio de um banho-maria e as amostras são aí imersas. Passados 12 minutos, as amostras são lavadas com água MilliQ antes de serem secas.

I.4. Banho *electroless* de cobre (Banho Mac-Dermid M Copper®)

É preparada uma solução contendo 100 ml da solução M Copper® 85 B. Seguidamente, adiciona-se 40 ml da solução M Copper® 85 A, depois 30 ml da solução M Copper® 85 D, depois 2 ml da solução M Copper® 85 G e, finalmente, 5 ml de formaldeído a 37%. O nível da solução é completado para atingir 1 litro de solução. O banho é aquecido até 60°C sob agitação mecânica. As placas de ABS são então introduzidas.

As peças serão cobertas com uma película metálica de cobre químico passados 3 minutos de imersão.

A camada de cobre é visível a olho nu.

I.5. Banho *electroless* de cobre

Num modelo de realização alternativo, o banho *electroless* é uma solução preparada contendo: 40 ml da solução PegCopper 100, 100 ml da solução PegCopper 200, 30 ml de PegCopper 400 e 2 ml de PegCopper 500 (produtos comercializados pela sociedade PEGASTECH). Seguidamente são adicionados 3,5 mL de PegCopper 600. O nível é completado para atingir 1 litro com água e a mistura é aquecida até 50°C sob libertação de bolhas. As peças a tratar são então introduzidas.

As peças serão cobertas com a película metálica de cobre químico depois de 3 minutos de imersão.

A camada de cobre é visível a olho nu.

Exemplo 2

II. Revestimento de um substrato em poliamida com uma camada de cobre

O processo de revestimento é levado a cabo com um substrato constituído por poliamida Minlon®.

II.1 Tratamento oxidante químico com ácido clorídrico e isopropanol

Numa solução aquosa contendo água 130 mL, ácido clorídrico (37M), 28 mL e isopropanol 55 mL, foi imerso o substrato em poliamida a 28°C durante 17 minutos. O substrato é seguidamente lavado com água.

II.2 Quelação e/ou complexação dos iões de cobre

De acordo com um processo similar ao que foi descrito no exemplo 1, etapa I.2, é feita a quelação de iões de cobre à superfície do substrato.

II.3 Tratamento redutor dos iões de cobre

De acordo com o modelo de realização descrito em

I.3 os iões de cobre quelatados são reduzidos à superfície do substrato.

II.4 Banho *electroless* de cobre

De acordo com um processo similar ao que foi descrito no exemplo 1, a etapa I.4 ou I.5, o substrato em poliamida é coberto com uma película metálica de cobre químico.

A camada de cobre é visível a olho nu.

Exemplo 3

III. Revestimento de um substrato em policarbonato com uma camada de cobre

O processo de revestimento é levado a cabo com um substrato em policarbonato Lexan®.

III.1 Tratamento oxidante químico com ácidos fortes

O substrato em policarbonato é imerso numa solução contendo uma mistura de ácidos fortes (ácido nítrico 34% e sulfúrico 66%) a 25°C durante 5 minutos e, depois, num banho de ácido sulfúrico concentrado a 25°C durante 3 minutos. O conjunto é neutralizado numa solução de potassa 5N a 65°C durante 5 minutos. O substrato em policarbonato é seguidamente lavado com água.

III.2 Quelação e/ou complexação dos iões de cobre

De acordo com um processo similar ao que foi descrito no exemplo 1, etapa I.2, é feita a quelação de iões de cobre à superfície do substrato.

III.3 Tratamento redutor dos iões de cobre

De acordo com o modelo de realização descrito em I.3 os iões de cobre são quelatados reduzidos à superfície do substrato.

III.4 Banho *electroless* de cobre

De acordo com um processo similar ao que foi descrito no exemplo 1, etapa I.4 ou I.5, o substrato em policarbonato é coberto com uma película metálica de cobre químico.

A camada de cobre é visível a olho nu.

Exemplo 4

Testes de aderência de acordo com a norma NF ISO 2409/ NF T30-038 e testes de corrosão de acordo com a norma DIN ISO 9227 foram efectuados sobre os substratos obtidos nos exemplos 1 a 3 e os desempenhos estão conformes às

exigências destes testes e são comparáveis aos desempenhos conseguidos com substratos obtidos de acordo com os processos da técnica anterior.

Lisboa, 9 de junho de 2016

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de revestimento de uma superfície de um substrato em material não metálico por uma camada metálica caracterizada por compreender as etapas seguintes:

a) dispor de um substrato em material não metálico,

b) submeter pelo menos uma parte de pelo menos uma superfície do referido substrato a um tratamento físico ou químico de aumento da superfície específica,

c) submeter a superfície do referido substrato, tratada na etapa b), a um tratamento oxidante,

d) colocar a superfície do referido substrato, tratada na etapa c), em contacto com uma solução contendo pelo menos um ião de pelo menos um metal e o seu contra-íon, sendo o referido metal escolhido no grupo constituído pelos metais dos grupos IB e VIII da classificação periódica dos elementos,

e) obter um substrato compreendendo iões de pelo menos um metal quimicamente fixos quimicamente ao material não metálico que constitui o substrato sobre pelo menos uma parte de pelo menos uma das suas superfícies,

f) submeter os referidos iões de pelo menos um

metal fixos quimicamente ao material não metálico constituindo o substrato sobre uma superfície do referido substrato, a um tratamento redutor e obter um substrato que compreenda átomos de pelo menos um metal fixos quimicamente ao material não metálico que constitui o substrato sobre pelo menos uma parte de pelo menos uma das suas superfícies,

g) colocar a superfície obtida na etapa f), compreendendo partículas de pelo menos um metal, em contacto com uma solução contendo iões de pelo menos um metal.

h) obter sobre a superfície tratada do referido substrato um revestimento com uma camada de pelo menos um metal, sendo as referidas etapas eventualmente seguidas ou precedidas por uma ou várias etapas de lavagem.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as etapas b) e c) serem efectuadas numa única etapa b') e de o tratamento ser um tratamento oxidante.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de o metal da etapa f) e o metal dos iões da etapa g) serem idênticos.

4. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por as etapas f) e g) serem efectuadas numa única etapa f').

5. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por a etapa b) ser levada a cabo por tratamento físico, de preferência escolhido no grupo dos tratamentos por impacto.

6. Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado por as etapas b) ou b') ou c) serem levadas a cabo por tratamento oxidante.

7. Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo facto de o tratamento oxidante ser escolhido no grupo dos tratamentos oxidantes químicos, sendo o tratamento oxidante químico, de preferência, um tratamento electroquímico.

8. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo facto de o metal do ião metálico utilizado na etapa d) ser escolhido entre os iões de cobre, prata, níquel, platina, paládio ou cobalto, de preferência entre os iões de cobre e de níquel.

9. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado pelo facto de o tratamento oxidante químico ser escolhido no grupo constituído pelo reagente de Fenton, potassa alcoólica, um ácido forte, escolhido de preferência no grupo constituído pelo ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido perclórico, ácido fosforoso, ácido fosfórico, ácido hipofosforoso, ácido oxálico, ácido acético, sós ou em mistura, soda, um oxidante forte, escolhido de preferência

no grupo constituído por KMnO_4 e KClO_3 , sós ou em mistura, ozono, sós ou em combinações.

10. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de a solução redutora compreender um agente redutor escolhido no grupo constituído pelas soluções de boro-hidreto de sódio, de dimetilaminaborano ou hidrazina.

11. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de a solução da etapa f') compreender iões de metal, um agente que faça a complexação dos iões do metal, um agente redutor e um regulador de pH.

12. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de, previamente e entre cada etapa do processo, a superfície do substrato e/ou o substrato ser submetida/o a uma ou várias lavagens com pelo menos uma solução de lavagem sendo, de preferência, a solução de lavagem agitada na altura em que é colocada em contacto com a superfície do substrato e/ou o substrato.

13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo facto de compreender por outro lado uma etapa de metalização, de preferência sendo a etapa de metalização uma etapa de tratamento por galvanoplastia.

Lisboa, 9 de junho de 2016

REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento da patente Europeia. Ainda que tenha sido tomado o devido cuidado ao compilar as referências, podem não estar excluídos erros ou omissões e o IEP declina quaisquer responsabilidades a esse respeito.

Documentos de patentes citadas na Descrição

- | | |
|----------------|----------------|
| * US 3598630 A | * US 4981715 A |
| * WO 0236853 A | * US 4701351 A |

Literatura que não é de patentes citada na Descrição

- * NAGAO T et al. *Galvanotechnik*, 2008, vol. 97 (7), 2124-2130