

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2015.02.27	(73) Titular(es): AUMANN GMBH
(30) Prioridade(s): 2014.02.28 EP 14000722	IN DER TÜTENBEKE 37 32339 ESPELKAMP DE
(43) Data de publicação do pedido: 2015.12.02	(72) Inventor(es): HORST NEDDERMANN DE
(45) Data e BPI da concessão: 2016.09.21 248/2016	(74) Mandatário: LUÍS MANUEL DE ALMADA DA SILVA CARVALHO RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA PT

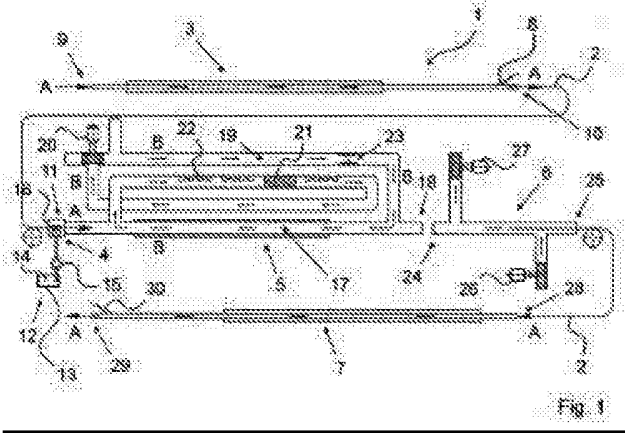
(54) Epígrafe: **MÉTODO PARA FORMAÇÃO DE UM REVESTIMENTO EM METAL NOBRE SOBRE UM SUBSTRATO METÁLICO, ASSIM COMO INSTALAÇÃO DE REVESTIMENTO**

(57) Resumo:

UM MÉTODO PARA FORMAÇÃO DE UM REVESTIMENTO EM METAL NOBRE, PREFERIVELMENTE UM REVESTIMENTO EM PRATA, SOBRE PELO MENOS UMA ÁREA DE UM SUBSTRATO METÁLICO, EM PARTICULAR UM FIO METÁLICO OU MATERIAL EM FORMA DE FILAMENTO, COMPREENDE AS SEGUINTE ETAPAS: (I) PRÉ-AQUECIMENTO DA ÁREA DO SUBSTRATO A SER REVESTIDA, (II) APLICAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE METAL NOBRE, DE PREFERÊNCIA UMA SOLUÇÃO DE PRATA, SOBRE A ÁREA DO SUBSTRATO PRÉ-AQUECIDA, (III) COZIMENTO DA SOLUÇÃO DE METAL NOBRE APLICADA SOBRE O SUBSTRATO, (IV) ARREFECIMENTO DO SUBSTRATO REVESTIDO COM A SOLUÇÃO DE METAL NOBRE COZIDA. NO MÉTODO, O SUBSTRATO REVESTIDO COM A SOLUÇÃO DE METAL NOBRE COZIDA É NOVAMENTE AQUECIDO APÓS O SEU ARREFECIMENTO.

RESUMO**"MÉTODO PARA FORMAÇÃO DE UM REVESTIMENTO EM METAL NOBRE
SOBRE UM SUBSTRATO METÁLICO, ASSIM COMO INSTALAÇÃO DE
REVESTIMENTO"**

Um método para formação de um revestimento em metal nobre, preferivelmente um revestimento em prata, sobre pelo menos uma área de um substrato metálico, em particular um fio metálico ou material em forma de filamento, compreende as seguintes etapas: (i) pré-aquecimento da área do substrato a ser revestida, (ii) aplicação de uma solução de metal nobre, de preferência uma solução de prata, sobre a área do substrato pré-aquecida, (iii) cozimento da solução de metal nobre aplicada sobre o substrato, (iv) arrefecimento do substrato revestido com a solução de metal nobre cozida. No método, o substrato revestido com a solução de metal nobre cozida é novamente aquecido após o seu arrefecimento.



DESCRIÇÃO

"MÉTODO PARA FORMAÇÃO DE UM REVESTIMENTO EM METAL NOBRE SOBRE UM SUBSTRATO METÁLICO, ASSIM COMO INSTALAÇÃO DE REVESTIMENTO"

DOMÍNIO TÉCNICO

A invenção diz respeito a um método para formação de um revestimento em metal nobre sobre pelo menos uma área de um substrato metálico, em particular um fio metálico, com as características da reivindicação 1.

TECNOLOGIA ANTECEDENTE

Sabe-se já que os metais tendem a oxidar-se em função da respectiva reactividade e das condições que os envolvem. Para além da utilização de correspondentes metais nobres ou adequadas ligas, estes são então muitas vezes equipados com um revestimento.

Em particular, devido à sua condutividade eléctrica, os metais usados sob a forma de fio de soldadura devem por conseguinte satisfazer em larga medida os requisitos na microelectrónica. Nestas circunstâncias, o fio de soldadura encontra utilização por exemplo na produção de microchips. Neste caso, ele serve para o encadeamento dos microcircuitos nele integrados ou, por exemplo, de um elemento semiconductor com o invólucro do

microchip. É deste modo implementada uma ligação electricamente boa-condutora entre as conexões externas do microchip e as suas peças internas.

Será neste caso desejável uma secção transversal o mais pequena possível do fio de soldadura, a fim de poderem sobretudo ser implementadas as necessárias ligações num espaço tão confinado quanto possível. A fim de evitar a sua quebra durante a montagem ocorrendo na maior parte dos casos a alta velocidade, os materiais utilizados para o fio de soldadura não devem simultaneamente possuir quaisquer características frágeis ou rígidas.

Tendo os fios de soldadura sido de preferência feitos a partir de ouro, eles são agora crescentemente produzidos a partir de materiais menos dispendiosos - como por exemplo cobre, alumínio, prata ou outros metais electricamente condutores - devido ao aumento dos custos de material. Adicionalmente, acontece que fios de soldadura feitos a partir de ouro ou de prata podem possuir uma resistência mecânica até 50% mais pequena, em comparação com aqueles que são feitos a partir de materiais mais baratos. Em particular, a baixa resistência mecânica de fios de soldadura feitos a partir de ouro ou de prata pode conduzir a problemas, aquando do seu posterior processamento. Este tipo de fios de soldadura ficam então reservados apenas para baixas velocidades de processamento.

Adicionalmente, acontece que fios de soldadura feitos a partir de ouro ou de prata também tendem aqui a oxidar-se em contacto com o oxigénio, o que pode em última análise conduzir a indesejáveis perdas em linha, culminando em problemas de contacto. Para evitar esta situação, torna-se por conseguinte necessária a aplicação de um adequado revestimento. Para este propósito, pode ser formado um revestimento de protecção sobre um substrato metálico - por exemplo sob a forma de um fio nuclear - através de diferentes métodos.

Nestas condições, é já conhecido a partir do documento WO 2013/076548 A1 um método para fabricação de fio de soldadura. Para este efeito, é proposta a utilização de um fio nuclear feito a partir de prata, ou de uma liga de prata, o qual é revestido com, pelo menos, um dos seguintes materiais: ouro, paládio, platina, ou ródio. Alternativamente a esta solução, é utilizado um fio nuclear feito a partir de cobre, ou de uma liga de cobre, o qual é revestido com um dos seguintes materiais: paládio, platina, ródio, irídio, ou ruténio.

É ainda aqui proposto o revestimento do fio nuclear com um material cuja temperatura de fusão se situe acima e cuja temperatura de ebulição se situe abaixo dos valores do fio nuclear. Para além disso, a tensão superficial do material fundido para revestimento deve situar-se acima do valor para o fio nuclear. O revestimento assim criado apresenta uma elevada resistência contra uma

formação de óxidos, num intervalo de temperaturas situado entre a temperatura de fusão do fio nuclear e do material para revestimento.

Para a execução do revestimento do fio nuclear, são entretanto especificados diversos processos de revestimento. O revestimento pode então ocorrer por intermédio de deposição eléctrica (galvanoplastia), ou sem corrente eléctrica, assim como através de cobertura por imersão ("Tauchplattieren"), deposição de vapor, atomização catódica (pulverização), dissolução organometálica, dissolução de sal metálico, dissolução de ligante metálico, pulverização térmica, revestimento de conversão, decomposição térmica, pirólise, termólise, radiação ultravioleta, e dissolução e sinterização de nanopartículas. Ocorre subsequentemente um pós-tratamento térmico do fio nuclear assim revestido, sob uma atmosfera de protecção num intervalo de temperatura entre 200 °C e 600 °C.

Contudo, a utilização de um fio nuclear feito a partir de prata, de uma liga de prata, ou de outros metais nobres electricamente bons condutores também apresenta elevados custos de material. Sendo verdade que, através da utilização de cobre ou de uma liga de cobre para o fio nuclear, já pode ser alcançada uma significativa redução de custos, no entanto os processos e materiais já conhecidos para o seu revestimento ainda apresentam em parte

desvantagens no que diz respeito à sua resistência contra uma oxidação.

Na tecnologia antecedente, é ainda igualmente conhecida a formação de um revestimento em prata sobre substratos metálicos. Neste caso, são depositadas peças individuais em material sólido de prata (Ag) sobre o substrato metálico, no decurso de um processo de galvanoplastia.

Os processos de galvanoplastia deste tipo são considerados como sendo dispendiosos e demorados, em particular relacionados com produtos de fios fabricados de forma contínua. Mais do que isso, e a título de exemplo, o revestimento em prata formado desta maneira não é satisfatório relativamente à sua resistência contra uma oxidação.

A INVENÇÃO

Perante este contexto, a presente invenção tem como objectivo o melhoramento de um método para formação de um revestimento em metal nobre, de preferência um revestimento em prata, sobre um substrato metálico, de maneira que o produto de fio assim concretizado apresente uma elevada resistência contra uma formação de óxidos.

Este objectivo é alcançado através de um método com as características da reivindicação 1.

Vantajosos desenvolvimentos construtivos do conceito básico da invenção são, correspondentemente, o objecto das respectivas reivindicações dependentes.

No que se segue, será inicialmente proposto um método para formação de um revestimento em metal nobre sobre, pelo menos, uma área de um substrato metálico. No que se refere ao revestimento em metal nobre, pode preferivelmente tratar-se de um revestimento em prata, revestimento em cobre, revestimento em paládio, revestimento em ouro, ou revestimento em níquel. No que se refere ao substrato metálico, pode nomeadamente tratar-se de um fio metálico, ou de um material em forma de filamento. O método de acordo com a invenção inclui para esse efeito as seguintes etapas:

- pré-aquecimento da área do substrato a ser revestida,
- aplicação - em particular sem contacto, ou mediante contacto - de uma solução de metal nobre sobre a área do substrato pré-aquecida, em que, no que se refere à solução de metal nobre, pode preferivelmente tratar-se de uma solução de prata,
- cozimento da solução de metal nobre aplicada sobre o substrato, de preferência da solução de prata,
- arrefecimento do substrato revestido com a solução de metal nobre cozida, de preferência a solução de prata.

A aplicação sem contacto significa que nenhum dispositivo de aplicação é posto em contacto com o fio, ou material em forma de filamento, por exemplo através de um processo de pulverização. A aplicação mediante contacto significa que ocorre um contacto entre o dispositivo de aplicação e o material em forma de filamento, ou fio. No âmbito da presente memória descritiva, o termo "aplicação" deve ser entendido no sentido genérico, que também inclui o espalhamento ou deposição de material de revestimento.

O cozimento serve essencialmente para secagem da solução de metal nobre sobre o substrato. Secagem tem aqui o significado de serem em qualquer caso vaporizados os componentes líquidos, a fim de que no essencial apenas o metal nobre se mantenha residualmente. Esta secagem é levada a cabo a temperaturas de preferência não superiores a valores de 300 °C a 500 °C, e que estão em conformidade com a temperatura de vaporização das substâncias contidas na solução de metal nobre e com a capacidade térmica que é específica do substrato. No caso de este poder por exemplo conduzir e armazenar bem o calor, serão então suficientes temperaturas de secagem mais baixas. De acordo com a invenção, a secagem é realizada num intervalo de temperaturas que se situa significativamente abaixo do intervalo de temperaturas que é necessário para cura, sinterização, do metal nobre que permanece no substrato após a secagem. Normalmente, as temperaturas na etapa de cozimento ou etapa de secagem situam-se pelo menos de 80 °C a 170 °C - de preferência de 100 °C a 150 °C - abaixo das

temperaturas que são necessárias para o pós-tratamento térmico, na sequência do arrefecimento que será de preferência activo, ou seja controlado pelo processo.

Após o arrefecimento, o substrato revestido com a solução de metal nobre cozida - de preferência uma solução de prata, solução de ouro, solução de cobre, solução de paládio, ou solução de níquel - é mais uma vez aquecido, após o seu arrefecimento, para realização do pós-tratamento térmico. Para o aquecimento destinado ao pós-tratamento é tipicamente usada uma temperatura de 400 °C a 600 °C, em função da escolha de temperaturas na etapa de cozimento.

A particular vantagem do método de acordo com a invenção reside em primeiro lugar na utilização de uma solução de metal nobre. No âmbito da invenção, como solução de metal nobre será utilizada de forma particularmente preferida uma solução de prata. Esta pode ser aplicada de uma maneira fácil e praticamente de forma contínua sobre áreas superficiais do substrato metálico, antes de este ser submetido às outras etapas de método: cozimento, arrefecimento de preferência até à temperatura ambiente, em particular de 20 °C a 25 °C, e o pós-tratamento através de aquecimento. O arrefecimento até à temperatura ambiente torna-se particularmente vantajoso, pois isso garante que a superfície revestida com metal nobre não é danificada, quando o fio ou o material em forma de filamento for conduzido através do dispositivo de revestimento, e em particular ao longo de rolos de deflexão em posterior

progressão. A etapa de pós-tratamento através de aquecimento é indispensável, dado que se a solução de metal nobre já estivesse completamente cozida na etapa de cozimento, então o metal nobre iria penetrar profundamente no substrato. Como consequência, poderia no entanto não ser produzida a desejada película de metal nobre fechada. Os testes mostraram que surge uma superfície de metal nobre não fechada.

O substrato, particularmente quando se trata de cobre, tende a oxidar-se fortemente durante o cozimento, também para altas temperaturas, o que é reduzido através da disponibilização de uma atmosfera de gás inerte durante o cozimento e/ou o pós-tratamento.

Em comparação com o processo galvânico, surge agora a possibilidade da formação, somente com um reduzido dispêndio, de um revestimento em metal nobre sobre um substrato metálico. De um modo preferido, é desta maneira formado um revestimento em prata.

Através do possível accionamento contínuo, pode ser concretizável no mais curto espaço de tempo a formação do revestimento em metal nobre, de preferência sob a forma de um revestimento em prata, o que reduz significativamente de uma forma global os custos de produção para produtos deste tipo.

São igualmente proporcionadas significativas vantagens energéticas através da eliminação de quaisquer banhos destinados a aquecimento, dando apoio a um dispositivo de pré-aquecimento e a um dispositivo de cozimento, assim como a um dispositivo de arrefecimento e a um dispositivo de pós-cozimento servindo para tratamento térmico. Isto nomeadamente atendendo a que os banhos galvânicos requerem um aquecimento contínuo devido à respectiva massa a ser aquecida. Uma interrupção temporária da alimentação de calor impõe aqui imobilizações mais longas, até que tais banhos possam ser trazidos de novo até à temperatura de funcionamento. Pelo contrário, os dispositivos para aquecimento e arrefecimento concebidos com pequenas dimensões no âmbito do conceito inventivo podem neste caso ter o seu funcionamento facilmente interrompido de forma temporária, uma vez que estes conseguem ser trazidos de novo até à temperatura de funcionamento dentro de um espaço de tempo muito curto.

No que diz respeito ao fabrico de produtos de fio assim revestidos, os dispositivos necessários para implementação da invenção também podem apresentar dimensões extremamente reduzidas. Neste caso, o substrato metálico - sob a forma de um fio ou de material em forma de filamento - pode ser transportado em accionamento contínuo através dos dispositivos individuais, o quais poderão para tal fim ser dispostos uns a seguir aos outros num correspondente sentido de transporte. Desta maneira, o fio não tem de

estar submetido a eventuais deflexões, sobretudo ao seu enrolamento com pequenos raios.

Num desenvolvimento preferido das medidas a serem tomadas de acordo com a invenção, está previsto que o pré-aquecimento do substrato metálico possa ser realizado a uma temperatura de 350 °C a 400 °C. O pré-aquecimento do substrato serve aqui principalmente para remoção de quaisquer indesejáveis sedimentos sobre a superfície do substrato. Pode neste caso tratar-se por exemplo de óleos, gorduras e/ou lubrificante. Estes serão pré-aquecidos e/ou queimados, devido ao intervalo de temperatura anteriormente previsto. Além disso, através do seu aquecimento, o substrato metálico torna-se correspondentemente macio. Pode desta maneira a sua superfície ficar preparada para a subsequente aplicação da solução de prata. Por outro lado, o material do substrato torna-se correspondentemente mais macio através da alimentação de calor, o que por exemplo facilita a sua necessária deflexão mecânica.

De acordo com um vantajoso desenvolvimento construtivo, o cozimento da solução de metal nobre - relativamente à qual se pode de preferência tratar de uma solução de prata - previamente aplicada sobre pelo menos uma área do substrato pode ser realizado a uma temperatura situada entre 500 °C e 600 °C. Este intervalo de temperaturas provou ser ideal, no âmbito de ensaios, a fim de extrair os solventes que estão contidos na solução de metal nobre, de preferência na solução de prata.

O cozimento da solução de metal nobre é de preferência realizado a uma temperatura abaixo da temperatura de pós-tratamento. Será neste caso preferível que a temperatura para o cozimento seja mais baixa do que a temperatura de pós-tratamento num valor situado aproximadamente entre 80 °C e 170 °C, de preferência entre 100 °C e 150 °C. Consegue-se desta forma assegurar que o revestimento em metal nobre seja homogeneamente distribuído sobre o substrato, nomeadamente não se gerando desde logo qualquer revestimento completamente curado, ainda durante a secagem do revestimento de metal nobre. De acordo com uma medida tomada de forma particularmente preferida no método de acordo com a invenção, está previsto que a aplicação da solução de metal nobre, de preferência da solução de prata, sobre uma área superficial do substrato metálico possa ser feita através do seu contacto com um meio de aplicação.

No contexto da presente invenção, entende-se que um tal contacto se refira a um contacto mecânico de uma área do substrato com o meio de aplicação. Um contacto deste tipo pode por exemplo ocorrer através de um contacto permanente ou temporário. Particularmente preferida será neste caso a execução de um contacto estável, durante o qual o meio de aplicação e o substrato são movidos um em relação um ao outro. De uma maneira vantajosa, o meio de aplicação pode para este efeito estar localmente fixado, enquanto o substrato vai passando por este, estabelecendo simultaneamente contacto com tal meio de aplicação.

Em associação com o fabrico de produtos de fio ou materiais em forma de filamento assim revestidos, o respectivo substrato pode para tal fim ser continuamente puxado passando pelo meio de aplicação, ou ser puxado atravessando-o. Como resultado, obtém-se uma deposição preferivelmente contínua da solução de metal nobre - de preferência da solução de prata - sobre uma área superficial do substrato, através do contacto entre meio de aplicação e substrato.

O meio de aplicação pode para este efeito apresentar por exemplo um corpo elástico. Este tanto pode ser aplicado de forma firme, como pode por exemplo estar rotativamente disposto sob a forma de um rolo. O corpo elástico deve para tal apresentar uma capacidade de armazenamento, pelo menos temporária, para a solução de metal nobre - relativamente à qual se pode de preferência tratar de uma solução de prata - de tal modo que esta possa ser depositada sem interferência sobre o substrato. Desta maneira, o meio de aplicação será impregnado - ou de forma contínua, ou segundo dados intervalos de tempo - com a solução de metal nobre, de preferência com a solução de prata.

De preferência, o meio de aplicação é posto em comunicação fluida com uma apropriada unidade de alimentação. No que se refere à unidade de alimentação, pode por exemplo tratar-se de um doseador, o qual faz avançar para o meio de aplicação, ou uma quantidade da

solução de metal nobre, de preferência da solução de prata - de modo contínuo - que se mantém constante, ou então uma quantidade definida segundo dados intervalos de tempo.

Evidentemente que o meio de aplicação mecânica também pode ser substituído ou complementado através de uma montagem de aplicação, a qual permite uma aplicação sobre o substrato, sem contacto, da solução de metal nobre, de preferência da solução de prata. Seria por exemplo concebível para este fim a utilização de um sistema de pulverização, o qual tornasse possível - por intermédio de pressão de ar, ou então pressão de material puro (sem ar) - uma correspondente aceleração da solução de metal nobre, de preferência da solução de prata, que depois se dirige para o substrato sobre o qual é depositada.

De acordo com um desenvolvimento construtivo particularmente vantajoso da invenção, está previsto que o substrato já revestido com a solução de metal nobre - de preferência com a solução de prata - cozida seja mais uma vez aquecido, após o seu arrefecimento, até uma temperatura de pós-tratamento que se situa num intervalo de temperaturas de 400 °C a 600 °C. No âmbito do pós-tratamento térmico que assim tem lugar, o substrato já revestido com a solução de metal nobre - de preferência com a solução de prata - verá aumentada até um valor máximo a sua resistência contra uma oxidação.

O mais tardar no decurso do pós-tratamento térmico, será implementada uma fase intermetálica entre o revestimento em metal nobre, de preferência o revestimento em prata, e o substrato metálico, devido à qual é conseguida uma elevada capacidade resistente perante uma oxidação.

A invenção prevê ainda que o pré-aquecimento do substrato possa desde logo ser realizado mediante utilização de uma atmosfera de protecção. Concretamente, o pré-aquecimento pode ser de preferência realizado mediante utilização de um gás inerte. Em combinação ou em alternativa a isso, o aquecimento do substrato já revestido também pode ter lugar, em conjunto com o seu pós-tratamento térmico, mediante utilização de um gás inerte. Devido à reduzida ou completamente inexistente presença do oxigénio do ar, graças ao gás inerte, será em particular contrariada a crescentemente elevada reactividade dos metais utilizados com oxigénio associada ao aumento da temperatura.

De acordo com um desenvolvimento construtivo particularmente preferido do conceito inventivo básico, está previsto que a solução de metal nobre utilizada e, portanto, a ser aplicada no método de acordo com a invenção - relativamente à qual pode preferivelmente tratar-se de uma solução de prata, solução de ouro, solução de cobre, solução de níquel, ou solução de paládio - contenha as seguintes proporções, % em peso:

- etanol 50 - 65

- composto de metal nobre, em particular composto de prata, composto de ouro, composto de níquel, composto de paládio, ou composto de cobre 30 - 45
- aminas orgânicas > 0 e <10
- estabilizadores 5 - 10.

Para além disso, a solução de metal nobre - de preferência, a solução de prata, solução de ouro, solução de cobre, solução de níquel, ou solução de paládio - pode conter um resíduo de inevitáveis impurezas relacionadas com a produção. Entretanto, as aminas orgânicas estão contidas na solução de metal nobre numa proporção superior a 0,0% em peso e inferior a 10% em peso. Adicionalmente, o composto de metal nobre apresenta - sob a forma do preferido composto de prata, composto de ouro, composto de cobre, composto de níquel, ou composto de paládio - um teor de material sólido de prata (Ag), ouro (Au), cobre (Cu), níquel (Ni), ou paládio (Pd) que é maior do que (>) 0,0% em peso e chega a 40,0% em peso, incluindo este valor.

O conteúdo da solução de metal nobre atrás referido provou ser particularmente vantajoso, no âmbito dos ensaios relacionados com as medidas tomadas anteriormente descritas. Como resultado, pode ser formado um revestimento em metal nobre, em particular sob a forma do preferido revestimento em prata, extremamente resistente contra uma oxidação.

Graças ao método de acordo com a invenção atrás indicado, é agora possível formar sobre um substrato metálico um revestimento em metal nobre - tratando-se este de preferência de um revestimento em prata - resistente contra uma oxidação, e que pode ser implementado apenas com um reduzido dispêndio. Em particular, a utilização do metal nobre a ser aplicado, por exemplo a preferida prata (Ag), sob a forma de uma solução de metal nobre, respectivamente da preferida solução de prata, oferece a vantagem - comparativamente com o método galvânico - de uma fabricação rápida e altamente rentável dos correspondentes produtos.

De um modo vantajoso, a invenção prevê que a aplicação do revestimento possa ser simultaneamente realizada em vários estágios. Desta maneira, poderão ser alcançadas velocidades de produção que chegam a atingir 25 metros por segundo (m/s).

É seguidamente descrita uma instalação de revestimento, a qual é apropriada para formação de um revestimento em metal nobre, de preferência um revestimento em prata, sobre um substrato metálico, em particular no contexto do método anteriormente indicado.

Para esse fim, a instalação de revestimento comporta um dispositivo de pré-aquecimento, um dispositivo de aplicação, um dispositivo de cozimento, assim como um dispositivo de arrefecimento e um dispositivo de pós-cozimento. Neste caso, a invenção prevê que os dispositivos

atrás mencionados fiquem dispostos uns a seguir aos outros, segundo um sentido de transporte da instalação de revestimento. Concretamente, o dispositivo de aplicação está concebido de maneira a depositar uma solução de metal nobre sobre a área a ser revestida do substrato que foi antecipadamente pré-aquecido por intermédio do dispositivo de pré-aquecimento. No que se refere à solução de metal nobre pode de preferência tratar-se de uma solução de prata. Por outro lado, a dispositivo de pós-cozimento está concebido de maneira a que o substrato revestido com a solução de metal nobre - de preferência com a solução de prata - cozida e arrefecido através do dispositivo de arrefecimento seja novamente aquecido no âmbito de um pós-tratamento térmico.

As vantagens daí resultantes já foram especificadas em conjugação com o método de acordo com a invenção anteriormente explicado. Para evitar repetições, faz-se por conseguinte aqui referência para esse efeito aos anteriores modelos de realização. São para além disso aplicáveis todos os precedentes modelos de realização, bem como configurações e adicionais desenvolvimentos da invenção, igualmente acerca das construções adicionais da instalação de revestimento adiante explicadas, assim como dos produtos de fio também representados em desenvolvimento adicional e fabricados de acordo com a invenção com a ajuda do método de acordo com a invenção e/ou da instalação de revestimento de acordo com a invenção, de modo a que também

sejam aplicáveis a estes os adicionais desenvolvimentos bem como configurações, e vice-versa.

Posto isto, está previsto, num vantajoso desenvolvimento adicional da instalação de revestimento, que o dispositivo de cozimento possua um catalisador e um ventilador. Neste caso, o ventilador é concebido de maneira a gerar, no interior do dispositivo de cozimento, um escoamento de ar direccionado no sentido contrário ao sentido de transporte. Neste contexto, o ventilador e o catalisador ficarão dispostos, um em relação ao outro, de tal maneira que o escoamento de ar - gerado através do ventilador - possa ser conduzido em direcção ao catalisador, após a sua incidência sobre o substrato.

Por outras palavras, o substrato a ser revestido desloca-se neste caso em sentido contrário ao do escoamento de ar no interior do dispositivo de cozimento, em que o escoamento de ar se escoar envolvendo substrato. No decurso deste escoamento envolvente, podem ser arrastados pelo escoamento de ar os solventes a serem difundidos para fora da solução de metal nobre aplicada, relativamente à qual se pode de preferência tratar de uma solução de prata. Através do sentido de escoamento do escoamento de ar assim implementado, o escoamento de ar contendo o solvente é subsequentemente encaminhado para o catalisador, a fim de por sua vez libertar este solvente para fora do escoamento de ar.

No que diz respeito ao produto de fio ou material em forma de filamento que podem ser fabricados através da invenção, este comporta um substrato metálico que dispõe de um revestimento em metal nobre sobre ele formado, pelo menos localmente. No que se refere ao revestimento em metal nobre, trata-se preferencialmente de um revestimento em prata. De um modo particularmente preferido, o produto de fio ou material em forma de filamento é fabricado com o método atrás indicado, e/ou através da anteriormente descrita instalação de revestimento. O revestimento em metal nobre formado sobre o substrato, relativamente ao qual se pode preferivelmente tratar de um revestimento em prata, possui então uma elevada resistência contra uma formação de óxidos.

O produto de fio ou material em forma de filamento fabricado de acordo com a invenção, os quais podem ser nomeadamente fabricados pelo método de acordo com a invenção, apresenta propriedades mecânicas mais vantajosas do que aqueles com um substrato (por exemplo, sob a forma de fio nuclear) feito a partir de ouro, ou de prata, ou de uma liga de prata. Estas vantagens tornam-se particularmente notáveis durante o posterior processamento do produto de fio ou do material em forma de filamento de acordo com a invenção.

Por outro lado, o produto de fio ou material em forma de filamento fabricado de acordo com a invenção apresenta um melhorado balanço energético, em comparação

com aqueles que são acabados com um correspondente processo galvânico. No que se refere ao substrato usado, pode por exemplo tratar-se de cobre ou uma liga de cobre.

De igual modo, o produto de fio ou material em forma de filamento fabricado de acordo com a invenção possibilita mais elevadas velocidades de produção - por exemplo aquando da soldadura de fios - em comparação com aqueles que são acabados com um correspondente processo galvânico.

Outras configurações do método e da instalação de revestimento, assim como do produto de fio, podem ser obtidas através de uma combinação tecnicamente significativa de características bem como de medidas tomadas, individuais ou múltiplas, identificadas na descrição precedente, e são reivindicadas de forma explícita no âmbito da invenção. Outras caracterizações e especificações da invenção podem nomeadamente ser obtidas em combinação com a Figura 1 seguidamente descrita, que também é considerada e reivindicada como fazendo parte da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DO DESENHO

A Figura 1 mostra uma adequada instalação de revestimento **1** de acordo com a invenção, a qual por exemplo se destina à execução do método de acordo com a invenção para formação de um revestimento em metal nobre, de

preferência um revestimento em prata, sobre pelo menos uma área de um substrato metálico **2**.

MELHOR VIA PARA EXECUÇÃO DA INVENÇÃO

No presente caso e no que se refere ao substrato **2**, trata-se de um fio metálico que passa através da instalação de revestimento **1** quase sob a forma de um filamento sem-fim.

Como pode ser visto, o substrato **2** a ser revestido passa através dos postos individuais da instalação de revestimento **1**, seguindo um sentido de transporte **A**. A instalação de revestimento **1** comporta dispositivos individuais **3** a **7**, sob a forma de um dispositivo de pré-aquecimento **3**, um dispositivo de aplicação **4**, um dispositivo de cozimento **5**, assim como um dispositivo de arrefecimento **6** e um dispositivo de pós-cozimento **7**.

O dispositivo de pré-aquecimento **3** dispõe de uma admissão **8**, através da qual pode ser conduzido um gás inerte destinado à constituição de uma atmosfera de protecção no interior do dispositivo de pré-aquecimento **3**. Para além disso, o dispositivo de pré-aquecimento **3** apresenta um lado de entrada **9** e um lado de saída **10**, podendo o substrato **2** penetrar através do lado de entrada **9** para o interior do dispositivo de pré-aquecimento **3**. Neste local, o substrato **2** é pré-aquecido, mediante protecção da atmosfera de protecção, num intervalo de temperaturas

situado de um modo preferido entre 350 °C e 400 °C. Desta forma, são inicialmente eliminadas por aquecimento ("heruntergeglüht") e/ou queimadas quaisquer indesejáveis substâncias aderentes sobre a superfície do substrato, tais como óleos, gorduras e/ou lubrificantes. Simultaneamente, o substrato **2** torna-se macio graças ao seu aquecimento.

Subsequentemente, o substrato **2** assim pré-aquecido deixa o dispositivo de pré-aquecimento **3** através do respectivo lado de saída **10**, passando em seguida para o dispositivo de aplicação **4** respectivamente a jusante do dispositivo de pré-aquecimento **3**. O dispositivo de aplicação **4** encontra-se neste caso disposto imediatamente antes de um lado de entrada **11** do dispositivo de cozimento **5**, de modo que o substrato **2** tenha de passar no dispositivo de aplicação **4** antes da sua entrada no dispositivo de cozimento **5**.

O dispositivo de aplicação **4** está em ligação fluida com uma unidade de alimentação **12**. A unidade de alimentação **12** pode ser concebida sob a forma de doseador. No presente caso, a unidade de alimentação **12** possui um reservatório **13** destinado a uma solução de metal nobre **14**, a qual é continuamente conduzida através de uma bomba **15** em direcção a uma meio de aplicação **16** que faz parte do dispositivo de aplicação **4**. No que se refere à solução de metal nobre **14**, pode de preferência tratar-se de uma solução de prata. Nestas circunstâncias, o dispositivo de aplicação **4** é concebido de modo que a solução de metal

nobre **14**, de preferência sob a forma de uma solução de prata, seja trazida para cima da área superficial já pré-aquecida do substrato **2**, através de um contacto do meio de aplicação **16** relativamente ao substrato **2**.

Após a aplicação da solução de metal nobre **14**, de preferência sob a forma da solução de prata, o sector do substrato **2** assim preparado entra subsequentemente no dispositivo de cozimento **5**, através do lado de entrada **11**. O dispositivo de cozimento **5** apresenta um túnel de cozimento **17** que dispõe de um lado de saída **18** em posição oposta ao lado de entrada **11**. Entre o lado de entrada **11** e o lado de saída **18** do túnel de cozimento **17**, um circuito de escoamento **19** estabelece comunicação fluida com o túnel de cozimento **17**. O dispositivo de cozimento **5** apresenta ainda um ventilador **20** e um catalisador **21**, bem como pelo menos um sistema de aquecimento **22**, estando todos eles dispostos no circuito de escoamento **19**.

Para este fim, o ventilador **20** é concebido de maneira a gerar, no interior do dispositivo de cozimento **5**, um escoamento de ar **B** em sentido contrário ao sentido de transporte **A**. O escoamento de ar **B** circula então através do túnel de cozimento **17** e do circuito de escoamento **19** do dispositivo de cozimento **5**. Neste caso, o ventilador **20** e o catalisador **21** estão dispostas entre si de tal maneira que o escoamento de ar **B** possa ser conduzido para o catalisador **21**, depois da sua incidência sobre o substrato **2**. No presente caso, o catalisador **21** está disposto a jusante do

ventilador **20**, relativamente ao sentido do escoamento de ar **B**. Durante a circulação do escoamento de ar **B**, este é aquecido através do sistema de aquecimento **22**. O desejado intervalo de temperaturas do escoamento de ar **B** que incide sobre o substrato **2** irá de preferência atingir valores entre 500 °C e 600 °C. Neste caso, o catalisador **21** serve para remoção dos solventes, não representados em pormenor, os quais foram difundidos para fora da solução de metal nobre **14**, de um modo preferido sob a forma de solução de prata, aplicada no interior do dispositivo de cozimento **5**.

A fim de conseguir uma aceleração e/ou um aumento de pressão do escoamento de ar **B** no interior do túnel de cozimento **17**, o circuito de escoamento **19** apresenta correspondentes acessórios **23**, pouco antes de atingir o túnel de cozimento **17**. No que se refere aos acessórios **23**, trata-se de um modo preferido de, pelo menos, uma restrição que estreita a secção transversal do circuito de escoamento **19**.

Depois de o substrato **2**, revestido com a solução de metal nobre **14** agora cozida, de preferência com a solução de prata cozida, ter deixado o dispositivo de cozimento **5** através do respectivo lado de saída **18**, ele irá subsequentemente ser encaminhado para o dispositivo de arrefecimento **6**. Para este efeito, o dispositivo de arrefecimento **6** também dispõe de um correspondente lado de entrada **24** e um lado de saída **25**, de modo que o substrato **2**

possa ser conduzido ao longo do dispositivo de arrefecimento **6** segundo o sentido de transporte **A**.

O dispositivo de arrefecimento **6** comporta dois ventiladores **26**, **27**, dos quais um primeiro ventilador **26** serve para insuflação do ar de arrefecimento **C** para dentro do dispositivo de arrefecimento **6**, enquanto o correspondente segundo ventilador **27** é proporcionado para a sucção do ar de arrefecimento **C** para fora do dispositivo de arrefecimento **6**. Entretanto, ambos os ventiladores **26**, **27** trabalham em paralelo um com o outro, sendo desta maneira produzido um escoamento de ar de arrefecimento **C** que corre em sentido contrário ao sentido de transporte **A**.

Assim que o substrato **2** assim arrefecido tiver deixado o dispositivo de arrefecimento **6** através do respectivo lado da saída **25**, ele desloca-se por último em direcção ao dispositivo de pós-cozimento **7**. O dispositivo de pós-cozimento **7** serve para o pós-tratamento térmico do substrato **2** já revestido. Nestas circunstâncias, o dispositivo de pós-cozimento **7** apresenta um lado de entrada **28** e uma lado de saída **29**, sendo o substrato **2** inserido no dispositivo de pós-cozimento **7** através do lado de entrada **28**. No interior do dispositivo de pós-cozimento **7**, o substrato **2** é aquecido, em que o preferido intervalo de temperaturas entre 400 °C e 600 °C é suficiente. Na zona do lado de saída **29**, o dispositivo de pós-cozimento **7** apresenta ainda uma admissão **30**, através da qual pode ser introduzido um gás inerte para constituição de uma

atmosfera de protecção no interior do dispositivo de pós-cozimento **7**.

Finalmente, o substrato **2**, depois de ser submetido ao pós-tratamento térmico, deixa o dispositivo de pós-cozimento **7** através do lado de saída **28**.

Lisboa, 14 de Dezembro de 2016

REIVINDICAÇÕES

1. Método para formação de um revestimento em metal nobre - preferivelmente um revestimento em prata, revestimento em ouro, revestimento em cobre, revestimento em níquel, ou revestimento em paládio - sobre pelo menos uma área de um substrato metálico (2) sob a forma de um fio metálico ou de um material em forma de filamento, compreendendo as seguintes etapas:

- pré-aquecimento da área do substrato (2) a ser revestida,

- aplicação de uma solução de metal nobre (14), de preferência uma solução de prata, solução de ouro, solução de cobre, solução de níquel, ou solução de paládio (14) sobre a área pré-aquecida do substrato (2),

- cozimento da solução de metal nobre (14) aplicada sobre o substrato (2),

- arrefecimento do substrato (2) revestido com a solução de metal nobre (14) cozida,

em que o substrato (2) revestido com a solução de metal nobre (14) cozida é novamente aquecido, após o seu arrefecimento, para o respectivo pós-tratamento térmico, **caracterizado por**

o cozimento da solução de metal nobre (14) ser realizado a uma temperatura situada entre 500 °C e 600 °C.

2. Método de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado por

o pré-aquecimento ser realizado a uma temperatura situada entre 350 °C e 400 °C.

3. Método de acordo com qualquer uma das precedentes reivindicações

caracterizado por

o cozimento da solução de metal nobre (14) ser realizado a uma temperatura inferior à temperatura do pós-tratamento térmico.

4. Método de acordo com a reivindicação 3,

caracterizado por

a temperatura para o cozimento ser inferior - entre 80 °C e 170 °C, de preferência entre 100 °C e 150 °C - à temperatura de pós-tratamento térmico.

5. Método de acordo com qualquer uma das precedentes reivindicações

caracterizado por

a aplicação da solução de metal nobre (14) ocorrer através de um contacto do substrato (2) com um meio de aplicação (16), em que o meio de aplicação (16) está impregnado com a solução de metal nobre (14).

6. Método de acordo com qualquer uma das precedentes reivindicações

caracterizado por

a aplicação da solução de metal nobre (14) ocorrer sem contacto, através de uma montagem de aplicação, mais particularmente um sistema de pulverização.

7. Método de acordo com qualquer uma das precedentes reivindicações

caracterizado por

o pré-aquecimento do substrato (2) não revestido, e/ou o aquecimento do substrato (2) destinado ao pós-tratamento térmico do substrato já revestido, ser executado mediante utilização de um gás inerte.

8. Método de acordo com qualquer uma das precedentes reivindicações

caracterizado por

a solução de metal nobre (14) a ser aplicada compreender as seguintes proporções, % em peso:

- etanol 50 - 65
 - composto de metal nobre 30 - 45
 - aminas orgânicas > 0 e <10
 - estabilizadores 5 - 10,
 - resíduo: impurezas relacionadas com a produção,
- em que o composto de metal nobre apresenta um

teor de material sólido de metal nobre, de preferência

prata (Ag), superior a (>) 0,0% em peso e até 40% em peso, incluindo este valor.

Lisboa, 14 de Dezembro de 2016

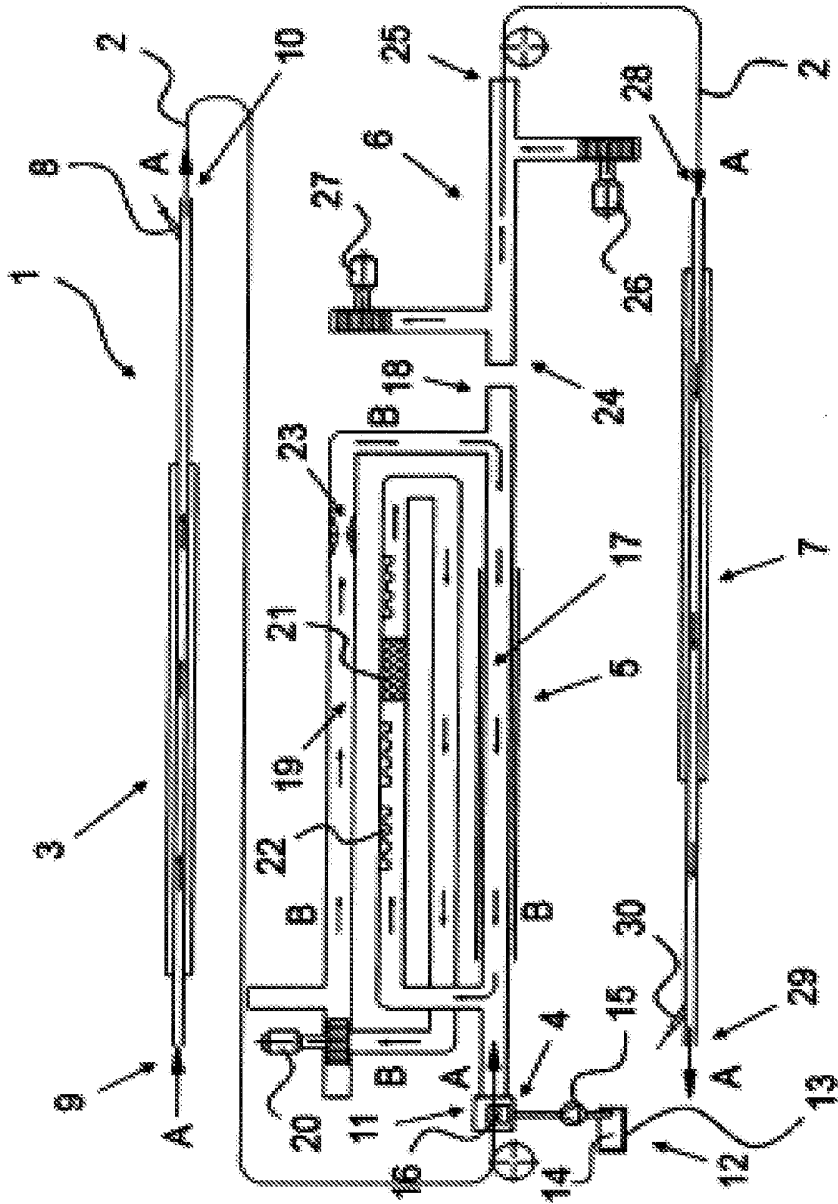


Fig. 1

DOCUMENTOS CITADOS NA DESCRIÇÃO

Esta lista dos documentos citados pelo requerente é apresentada somente para informação do leitor e ela não faz parte integrante do documento de patente Europeia. Ela foi compilada com um grande cuidado; no entanto, o European Patent Office -EPO descarta qualquer responsabilidade por eventuais erros ou omissões.

Documentos de Patente citados na descrição

. WO 2013076548 A1