

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

(21) **PI 1004657-7 A2**

(22) Data de Depósito: 20/10/2010
(43) Data da Publicação: 26/02/2013
(RPI 2199)



(51) *Int.Cl.:*
C23G 1/02
C23G 1/08
F01D 5/28
C11D 7/08

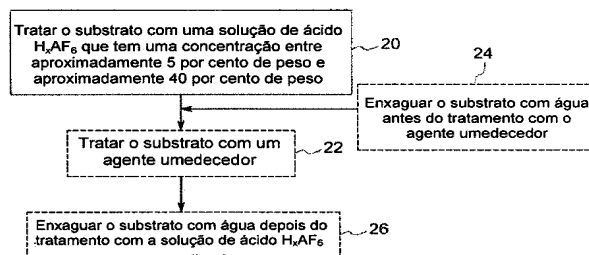
(54) Título: MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE UM SUBSTRATO E MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE AREIA DA SUPERFÍCIE DE AO MENOS UM REVESTIMENTO PROTETOR DISPOSITIVO EM UM SUBSTRATO DE LIGA PARA TEMPERATURAS SUPERELEVADAS

(30) Prioridade Unionista: 20/10/2009 US 12/582,347

(73) Titular(es): GENERAL ELECTRIC COMPANY

(72) Inventor(es): GABRIEL KWADWO OFORI-OKAI, KRIPAN KIRAN VARANASI, LAWRENCE BERNARD KOOL

(57) Resumo: MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE UM SUBSTRATO E MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE AREIA DA SUPERFÍCIE DE AO MENOS UM REVESTIMENTO PROTETOR DISPOSTO EM UM SUBSTRATO DE LIGA PARA TEMPERATURAS SUPERELEVADAS. Trata-se de descrever um método para remover partículas de areia de um substrato. O método inclui a etapa de tratar o substrato com uma solução de ácido compreendendo H_xAF_6 , sendo que se seleciona A do grupo que consiste em Si, Ge, Ti, Zr, Al, e Ga, e no qual o H_xAF_6 está presente em uma concentração entre aproximadamente 5 por cento de peso e aproximadamente 40 por cento de peso.



**“MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE UM SUBSTRATO E
MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE AREIA DA SUPERFÍCIE DE
AO MENOS UM REVESTIMENTO PROTETOR DISPOSTO EM UM
SUBSTRATO DE LIGA PARA TEMPERATURAS SUPERELEVADAS”**

5

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

A invenção refere-se à limpeza de superfícies de substratos, mais particularmente à remoção de partículas de areia de superfícies de turbina, tais como aerofólios.

As incrustações de areia surgiram recentemente como o principal
10 fator que degrada de forma significativa o desempenho dos componentes de turbina. Por exemplo, motores de aeronaves que voam em rotas domésticas frequentemente experimentam significativas incrustações de areia devido à pesada entrada de areia durante a marcha lenta de voo, decolagem, e pouso. Estabeleceu-se que o mecanismo principal para incrustações é a aspereza
15 aumentada das pás do compressor devido à ingestão de areia. De forma específica, esta aspereza aumentada resulta da formação de microcavidades devida ao impacto das partículas. Em seguida, as partículas de areia com tamanhos menores que 10 microns se acumulam nessas cavidades para formar as camadas de incrustações. As altas temperaturas nos estágios do
20 fluxo de saída do compressor resultam no cozimento das partículas de areia, o que aumenta a adesão da areia do aerofólio. Portanto, os tratamentos com lavagens de água usados com frequência para limpar os componentes de turbina muitas vezes não são bem sucedidos na remoção das partículas acumuladas de areia.

25

Como consequência, permanece na técnica a necessidade de um método para remover partículas de areia e camadas de incrustações de areia dos componentes de turbina, por exemplo, que produza ao mesmo tempo mínimo efeito, ou nenhum efeito, abaixo da superfície do aerofólio o u em

qualquer revestimento protetor sobre tal superfície.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Uma modalidade principal desta invenção mostra um método para remover partículas de areia de um substrato. O método inclui a etapa de tratar o substrato com uma solução ácida que compreende H_xAF_6 , sendo que se seleciona A do grupo que consiste em Si, Ge, Ti, Zr, Al, e Ga, com o H_xAF_6 presente em uma concentração entre aproximadamente 5 por cento de peso e aproximadamente 40 por cento de peso.

DESENHOS

Essas e outras configurações, aspectos e vantagens da presente invenção serão mais bem entendidas na leitura da descrição detalhada que se segue tomando como referência os desenhos anexados, nos quais caracteres iguais representam peças iguais em todos os desenhos, sendo que:

A Figura 1 é uma vista em corte transversal de uma parte de um componente de turbina; e

A Figura 2 ilustra um método para remover partículas de areia de um substrato.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

As modalidades da presente invenção referem-se a um método para remover partículas de areia de um substrato. O método inclui a etapa de tratar o substrato com uma solução de ácido H_xAF_6 que tem uma concentração entre aproximadamente 5 por cento de peso e aproximadamente 40 por cento de peso. Como abaixo se descreve em detalhe, preferem-se, tipicamente, condições de processamento mais brandas, tais como concentrações mais baixas do ácido H_xAF_6 na solução aquosa, temperaturas mais baixas, além de tempos de tratamento menores, para remover as partículas de areia do substrato sem causar dano substancial ao revestimento subjacente.

Com empregado neste documento, de modo geral pode-se definir

“areia” como um material granuloso que ocorre de forma natural composto de partículas de pedra e de minerais finamente divididas. O componente frequentemente mais comum da areia é sílica (dióxido de silício, ou SiO_2), caracteristicamente na forma de quartzo. Contudo, a composição de areia pode variar amplamente. Em algumas modalidades, com o termo “areia” se deseja fazer referência específica a materiais “CMAS”, que são materiais com base em uma mistura de óxido de cálcio, óxido de magnésio, alumina e sílica. Usualmente, a medida das partículas de areia é o submicron. Em uma modalidade, o tamanho médio de partícula das partículas de areia situa-se entre aproximadamente 0,5 micron e aproximadamente 10 microns.

Concluiu-se que a incrustação de areia ocorre com frequência em motores de aeronaves que voam em localizações geográficas com áreas de deserto. Os aerofólios nas seções do compressor de tais motores de aeronave mostram acumulações expressivas de areia fina. As superfícies dos componentes de turbina, tais como pás, podem acumular areia, o que resulta em fluxo de ar reduzido, além de um aumento expressivo no consumo específico de combustível (SFC). A acumulação de areia ocorre tanto na forma de partículas como na forma de camadas vitrificadas.

As partículas de areia com menos que 10 microns se acumulam sobre os aerofólios do compressor. As altas temperaturas nos estágios do fluxo de saída do compressor resultam no cozimento de partículas de areia, o que aumenta a adesão da areia do aerofólio. Consequentemente, a lavagem com água, frequentemente eficaz na limpeza dos componentes de turbina, muitas vezes não obtém sucesso na remoção das partículas acumuladas de areia.

O processo inclui tratar o substrato com uma solução aquosa branda de ácido H_xAF_6 a uma temperatura selecionada durante um período de tempo definido, para, em seguida, enxaguar o componente de turbina em um meio aquoso. Como se emprega neste documento, a expressão “solução

aquosa branda de ácido H_xAF_6 ” refere-se a uma solução aquosa de H_xAF_6 substancialmente livre de ácidos fortes, tal como o ácido fosfórico. O processo desta invenção emprega ácido fluossilícico, ou seus derivados, que têm a fórmula H_xAF_6 . Nesta fórmula, seleciona-se A do grupo que consiste em Si, Ge, Ti, Zr, Al, e Ga. O subscrito “x” é uma quantidade de 1 a 6, mais caracteristicamente de 1 a 3. Os materiais deste tipo estão disponíveis comercialmente, ou podem ser preparados sem grande esforço. O ácido preferencial é H_2SiF_6 . Ele é designado por vários nomes, tais como “ácido hidrofluoro silícico”, “ácido fluossilícico”, “ácido fluossilícico”, “ácido hexafluoro silícico”, além de “HFS”. Descrevem-se materiais desse tipo na Patente U.S. Número 6.599.416 (de Kool e outros), a qual se incorpora a este documento a título de referência.

Conforme se descreve neste documento, o uso do composto H_xAF_6 proporciona vantagens consideráveis ao processo de remoção de areia. Em muitos casos, tal processo é bastante adequado, por exemplo, quando há a necessidade de altas percentagens de remoção. De forma surpreendente, chegou-se à conclusão que empregando-se a solução aquosa de ácido fluossilícico e/ou os derivados do ácido fluossilícico, as partículas de areia podem ser removidas da superfície dos aerofólios sem danificar a superfície da liga metálica subjacente ou qualquer revestimento interposto, conforme se descreve abaixo.

Também é possível usar precursores do ácido H_xAF_6 . Conforme se emprega neste documento, um “precursor” refere-se a qualquer composto ou grupo de compostos que podem ser combinados para formar o ácido ou o seu diânion AF_6^{-2} , ou que podem ser transformados no ácido ou no seu diânion sob condições reativas, por exemplo, a ação de calor, agitação, catalizadores, e assim por diante. Dessa forma, pode-se, por exemplo, formar o ácido, *in situ*, em um vaso reativo.

Como exemplificação, o precursor pode ser algumas vezes um sal metálico, um sal inorgânico, ou um sal orgânico, no qual o diânion está ligado de forma iônica. Exemplos não limitativos incluem sais de Ag, Na, Ni, e K, assim como sais orgânicos, tal como o sal de amônio quaternário. A dissociação dos sais em solução aquosa produz frequentemente o ácido. No caso do H_2SiF_6 , um sal adequado que se pode empregar é o Na_2SiF_6 .

Aqueles versados na técnica estão familiarizados com o uso de compostos que causam a formação de H_xAF_6 dentro de uma composição aquosa. Por exemplo, pode-se formar o H_2SiF_6 in situ por intermédio da reação de um composto que contém silício com um composto que contém flúor. SiO_2 é um exemplo de composto que contém silício, enquanto o ácido hidrofúorídrico (isto é, fluoreto de hidrogênio aquoso) é um exemplo de composto que contém flúor.

Tomando agora como referência a Figura 1, nela se representa uma vista em corte transversal de uma parte de um exemplo de componente de turbina designado de forma geral pelo número de referência 10. Neste caso, o componente de turbina é um aerofólio. O componente 10 inclui uma superfície côncava 12 e uma superfície convexa 14. As partículas de areia podem ser removidas de ambas as superfícies, ou de passagens, reentrâncias, ou várias cavidades nessas superfícies.

O tipo de componente de turbina não se destina a ser limitado, podendo variar entre um invólucro, pá de turbina ou pá, bocal ou aleta, componente de diafragma, componente de selo, haste de válvula, caixa de bocal, placa de bocal, e assim por diante. Pode-se usar os termos “pá” e “pá de turbina” de forma intercambiável. De modo geral, uma pá é um aerofólio rotativo de uma turbina de aeronave, e uma pá de turbina é um aerofólio rotativo de uma turbina de geração de energia elétrica com base terrestre. Além disso, pode-se usar o termo “bocal”, que geralmente se refere a uma

aleta estacionária em uma turbina a gás ou a vapor, de forma intercambiável com o termo “aleta”.

O componente de turbina, por exemplo, o substrato 12, pode compreender, de forma geral, uma variedade de ligas metálicas, por exemplo, aço ou suas ligas, ou ligas de titânio (por exemplo, Ti-6Al-4V). Em algumas modalidades preferenciais, forma-se o componente de turbina de ligas para temperaturas superelevadas, que podem ser empregadas em altas temperaturas, com frequência aproximadamente 0,7 acima da temperatura de fusão absoluta. As ligas para temperaturas superelevadas são baseadas em níquel, cobalto, ferro, ou algumas de suas combinações. Descrevem-se muitas na supramencionada patente de Kool e outros.

Como aqueles versados na técnica entendem, proporcionam-se com muita frequência os componentes de turbina com um ou mais revestimentos protetores. Em consequência, a presente invenção considera a remoção de areia das superfícies desses revestimentos, assim como a remoção de areia de um substrato não revestido. Tipicamente, empregam-se muitos tipos diferentes de revestimentos protetores, por exemplo, revestimentos superficiais por difusão e absorção ou revestimentos de camadas, conforme se descreve na patente de Kool. Além disso, os revestimentos de camadas como os materiais “MCrAl(X)” (que se consideram ser revestimentos metálicos) podem ser cobertos por revestimentos de barreira térmica (TBC’s). Exemplos não limitativos dos últimos incluem revestimentos de cerâmica, tal como zircônia estabilizada de ítria. Descrevem-se alguns dos TBC’s na Patente U.S. Número 6.921.586 (Zhao e outros), que se incorpora a este documento a título de referência. A espessura do(s) revestimento(s) protetor(es) dependerá de vários fatores, tais como o tipo da peça que se reveste, a composição do substrato, além de as condições ambientais às quais se expõem a peça.

A Figura 2 é um fluxograma ilustrativo para um método de exemplificação não limitativa de remoção de areia de um substrato. No bloco 20, trata-se o substrato com uma solução de ácido H_xAF_6 que tem uma concentração entre aproximadamente 5 por cento de peso e aproximadamente 40 por cento de peso. Por exemplo, pode-se tratar o substrato imergindo-se ao menos parcialmente o substrato em um banho da solução de ácido H_xAF_6 . O banho pode ser agitado mecanicamente durante o tratamento.

O nível preferencial de ácido H_xAF_6 a empregar dependerá de vários fatores. Eles incluem o tipo e a quantidade de areia a remover, a localização da areia sobre o substrato, o tipo de substrato, o histórico térmico do substrato e o material de areia (por exemplo, quão fortemente aderente ao substrato está a areia), o tempo e a temperatura usada para tratamento, e a estabilidade do ácido na solução de tratamento.

Como regra geral, o ácido H_xAF_6 está presente em uma composição de tratamento entre aproximadamente 5 por cento de peso e aproximadamente 40 por cento de peso. Usualmente, o nível se apresenta entre aproximadamente 10 por cento de peso e aproximadamente 30 por cento de peso. No caso do H_2SiF_6 , uma concentração preferencial (neste documento em unidades molares) é de aproximadamente 0,2M a aproximadamente 2,2M. A ajustagem da quantidade de ácido H_xAF_6 e dos demais componentes descritos abaixo pode ser prontamente feita considerando-se os parâmetros estequiométricos, além de se observar o efeito de composições específicas na remoção de areia do substrato.

Usualmente, pode-se manter a temperatura da solução de ácido H_xAF_6 até aproximadamente 100°C. Em algumas modalidades específicas, mantém-se a temperatura abaixo de 50°C. Em algumas modalidades especialmente preferenciais, a faixa de temperatura é de aproximadamente 50°C a aproximadamente 80°C. Caracteristicamente, adequa-se a pressão

ambiental ao se tratar o substrato com o ácido H_xAF_6 .

O tempo exigido para remover as partículas de areia (isto é, o tempo de imersão dentro da composição aquosa) pode variar consideravelmente. Os fatores que influenciam a seleção de um tempo adequado incluem a composição específica do material com base na areia que se remove, assim como a sua densidade e espessura. O tempo pode também variar com a temperatura da solução de ácido fluossilícico. Por exemplo, para uma temperatura mais alta da solução de ácido fluossilícico o tempo de tratamento podendo ser mais curto, e vice-versa. Usualmente, imerge-se ao menos parcialmente o substrato em um banho do agente umedecedor para tratamento, durante um período de tempo entre aproximadamente 1 minuto e aproximadamente 36 horas, de preferência entre aproximadamente 5 minutos e aproximadamente 8 horas. Em alguns casos, a faixa especialmente preferencial de tempo de imersão situa-se entre aproximadamente 10 minutos e aproximadamente 2 horas. O tempo de imersão para o substrato no banho usualmente depende da temperatura do banho e do tipo de revestimento protetor sobre o substrato. Por exemplo, aceitam-se maiores tempos de imersão para substratos que têm revestimentos protetores, tais como $MCrAlY$ e TBC, devido à natureza inerte de tais revestimentos protetores em relação à solução de ácido H_xAF_6 . Consequentemente, no caso de tais revestimentos protetores, o substrato subjacente permanece não danificado em sua maior parte - mesmo depois de imersão prolongada do substrato na solução de ácido H_xAF_6 .

A composição aquosa empregada para a presente invenção pode incluir vários outros aditivos que atendem a uma variedade de funções. Inibidores, dispersantes, surfactantes, agentes quelantes, agentes umedecedores, defloculantes, estabilizadores, agentes antissedimentares, e agentes antiespumantes, são exemplos não limitantes desses aditivos. Aqueles

versados na técnica estão familiarizados com os tipos específicos de tais aditivos e com os níveis eficazes dos respectivos empregos. Um exemplo de um inibidor para a composição é um ácido relativamente fraco como o ácido acético, supramencionado. Tal tipo de material tende a reduzir a atividade do ácido básico na composição. Isto é desejável em alguns casos, como, por exemplo, para reduzir a possibilidade de qualquer dano ao(s) revestimento(s) subjacente(s) ou à superfície do substrato.

A solução aquosa do ácido H_xAF_6 da presente invenção não é apenas eficaz na remoção do depósito que contém as partículas de areia no substrato, sendo também benigno ao metal subjacente do aerofólio e a qualquer dos revestimentos protetores. Em outras palavras, com o monitoramento adequado do processo de tratamento, as superfícies subjacentes não são afetadas de forma adversa.

Opcionalmente, conforme se ilustra no bloco 22, trata-se o substrato com um agente umedecedor, tal como um surfactante, antes do tratamento com a solução de ácido H_xAF_6 . O tratamento com o agente umedecedor pode facilitar uma melhor interação entre as partículas de areia e o ácido H_xAF_6 para facilitar a remoção do revestimento.

Exemplos não limitantes de surfactantes adequados incluem detergentes, surfactantes estáveis de ácidos, surfactantes estáveis de não ácidos, ou suas combinações. Um exemplo de surfactante estável de ácido pode incluir o óxido de polietileno, comercialmente disponível como Triton x-100TM (fabricado por Research Chemicals Limited [CAS Número 9002-93-1]). Um exemplo de surfactante estável de não ácido inclui fosfato trissódico, disponível comercialmente como Alconox TSPTM.

De forma opcional, conforme se exemplifica no bloco 24, enxagua-se o substrato com água antes do tratamento com o agente umedecedor. Enxaguar o substrato com água remove da superfície do

substrato quaisquer partículas de sujeira ou partículas soltas de areia.

De forma opcional, no bloco 26, o substrato pode ser enxaguado com água ou outro líquido depois do tratamento com solução de ácido H_xAF_6 , para remover quaisquer detritos ou substâncias químicas indesejáveis da superfície do substrato. Em uma modalidade, o enxague pode ser feito aplicando-se um jato de água.

Em adição à (ou no lugar da) etapa de enxágue 26, o tratamento da superfície incrustada de areia pode também incluir ao menos uma etapa subsequente, para remover qualquer resíduo de areia ou diferente. Como descrito na patente referenciada de Kool, pode-se experimentar uma operação de pós-limpeza ou de “retirada de sujeira”. Ela pode ocorrer na forma de uma etapa de abrasão que reduz danos ao substrato ou aos revestimentos protetores. Como um exemplo, pode-se executar um jato de partículas dirigindo através de toda a superfície um fluxo de ar pressurizado que contém partículas de óxido de alumínio. A pressão do ar é usualmente menor que aproximadamente 100 psi. Executa-se o jato de partículas durante um período de tempo suficiente à remoção de qualquer material residual. No lugar do jato de partículas, pode-se usar outras técnicas conhecidas para esmerilhar a superfície. Muitas delas são descritas na Patente U.S. Número 5.976.265, incorporada a este documento a título de referência. Por exemplo, pode-se esfregar a superfície manualmente com uma bucha de fibras, como, por exemplo, uma bucha com fibras poliméricas, metálicas, ou de cerâmica. De forma alternativa, a superfície pode ser polida com um disco ou correia flexível no(a) qual se incrustaram partículas de alumina ou de carbono sílcio. Alternativamente, pode-se usar materiais abrasivos líquidos nos discos ou correias. Essas técnicas alternativas devem ser controladas de forma a se manter uma força de contato contra a superfície que não seja maior do que a força na técnica de jato de partículas acima tratada.

Podem ser empregadas outras técnicas (ou combinações de técnicas) em vez da abrasão, para remover qualquer material residual. Exemplos incluem o tamboramento da peça (por exemplo, tamboramento de água) ou ablação a laser de sua superfície. De forma alternativa, o material residual pode ser raspado da superfície. Ainda como alternativa, pode-se dirigir ondas sonoras (por exemplo, ultrassônicas) contra a superfície causando vibrações que podem soltar por vibração o material degradado. Para cada uma dessas técnicas alternativas, aqueles versados na técnica devem estar familiarizados com ajustagens de operação que se fazem para controlar a força pertinente aplicada contra a superfície da peça (como no caso da técnica de abrasão), para reduzir danos ao substrato ou aos revestimentos protetores sobrepostos. Enxagua-se ocasionalmente a peça depois desta etapa, por exemplo, empregando água ou uma combinação de água e um agente umedecedor.

O banho pode ser agitado mecanicamente durante esta etapa de remoção de resíduos. Por exemplo, pode-se agitar mecanicamente o banho (como descrito anteriormente) enquanto se trata o substrato na solução de ácido H_xAF_6 . Em uma modalidade, o banho pode ser mecanicamente agitado enquanto se trata o substrato com um agente umedecedor.

Conforme previamente mencionado, pode-se ainda empregar a presente invenção para remover de forma eficaz areia de qualquer região interna ou cavidade na peça, por exemplo, reentrâncias, regiões ocas, passagens, ou orifícios. No caso de um aerofólio de turbina, a região interna está frequentemente na forma de orifícios de resfriamento radial ou passagens de serpentinas. O processo da presente técnica produz um efeito sinérgico, além de resultar em um método de limpeza extremamente eficaz para aerofólios e outras peças de turbina que contêm partículas de areia fortemente aderidas.

Embora neste documento tenham sido ilustradas e descritas apenas determinadas configurações da invenção, ocorrerão muitas modificações e mudanças àqueles versados na técnica. Deve-se, em consequência, entender que as reivindicações anexadas destinam-se a cobrir

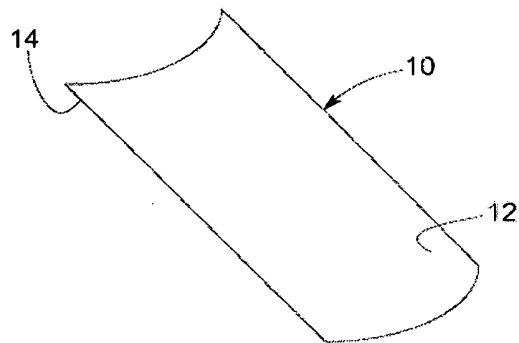
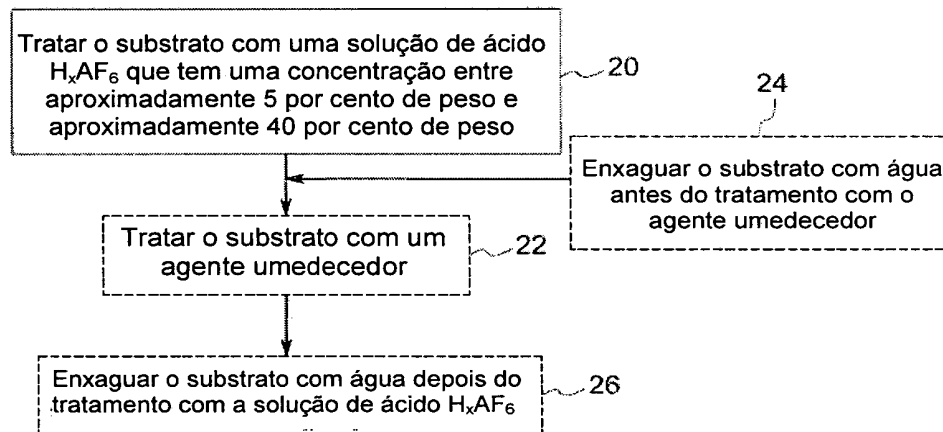
5 todas essas tais modificações e mudanças quando se enquadram no âmbito da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE UM SUBSTRATO, compreendendo a etapa de tratar o substrato com uma solução de ácido H_xAF_6 , sendo que se seleciona A do grupo que consiste em Si, Ge, Ti, Zr, Al, e Ga, com o H_xAF_6 presente em uma concentração entre aproximadamente 5 por cento de peso e aproximadamente 40 por cento de peso.
2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, sendo que o ácido H_xAF_6 é uma solução aquosa.
3. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, sendo que o ácido H_xAF_6 está entre aproximadamente 10 por cento de peso e aproximadamente 30 por cento de peso.
4. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 2, sendo que se mantém o ácido H_xAF_6 a uma temperatura não maior que aproximadamente 100°C durante o tratamento.
5. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, sendo que se trata o substrato com um agente umedecedor, antes do tratamento com a solução de ácido fluossilícico.
6. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 5, sendo que o agente umedecedor compreende um surfactante.
7. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 5, compreendendo também enxaguar o substrato com água antes do tratamento com o agente umedecedor.
8. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, que compreende também enxaguar o substrato com água depois do tratamento com a solução de ácido H_xAF_6 .
9. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, sendo que se dispõe ao menos um revestimento protetor sobre o substrato, sendo que as

partículas que se removem são aquelas que aderem a uma superfície do revestimento protetor.

10. MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE AREIA DA SUPERFÍCIE DE AO MENOS UM REVESTIMENTO PROTETOR DISPOSTO
- 5 EM UM SUBSTRATO DE LIGA PARA TEMPERATURAS SUPERELEVADAS, que compreende a etapa de tratar o substrato revestido com uma solução de ácido compreendendo H_xAF_6 , sendo que se seleciona A do grupo que consiste em Si, Ge, Ti, Zr, Al, e Ga, e no qual o H_xAF_6 está presente em uma concentração entre aproximadamente 5 por cento de peso e aproximadamente
- 10 40 por cento de peso.

**Fig. 1****Fig. 2**

RESUMO

**“MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE UM SUBSTRATO E
MÉTODO PARA REMOVER PARTÍCULAS DE AREIA DA SUPERFÍCIE DE
AO MENOS UM REVESTIMENTO PROTETOR DISPOSTO EM UM
5 SUBSTRATO DE LIGA PARA TEMPERATURAS SUPERELEVADAS”**

Trata-se de descrever um método para remover partículas de areia de um substrato. O método inclui a etapa de tratar o substrato com uma solução de ácido compreendendo H_xAF_6 , sendo que se seleciona A do grupo que consiste em Si, Ge, Ti, Zr, Al, e Ga, e no qual o H_xAF_6 está presente em
10 uma concentração entre aproximadamente 5 por cento de peso e aproximadamente 40 por cento de peso.