REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Assinado Digitalmente

CARTA PATENTE N.º PI 0401474-0

Patente de Invenção

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

(21) Número do Depósito : PI 0401474-0

(22) Data do Depósito : 22/04/2004

(43) Data da Publicação do Pedido : 29/11/2005

(51) Classificação Internacional : H01M 4/88; H01M 8/10

(54) Título : Processo híbrido spray-prensagem a quente para a confecção de conjuntos eletrodo/membrana/eletrodo de células a combustível do tipo PEM.

(73) Titular : Comissão Nacional de Energia Nuclear, CGC/CPF: 00402552000126. Endereço: Rua General Severiano, 90, Botafogo, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil (BR/RJ).

(72) Inventor : MARCELO LINARDI, Engenheiro(a) Químico(a). Endereço: Rua Dr. Seng, 182 apto 11, Bela Vista, São Paulo, São Paulo, Brasil.; WILLIANS ROBERTO BALDO, CGC/CPF: 11000821153. Endereço: Rua José Romão Roque, 27, Jardim Pagliato, Sorocaba, São Paulo, Brasil, CEP: 18046-145.; ADONIS MARCELO SALIBA SILVA, Engenheiro(a) Químico(a), CGC/CPF: 17730210606. Endereço: Rua Corinto, 543/81-B, São Paulo, Brasil, CEP: 05586-060.; SERGIO AKIO ARA BUENO, Engenheiro(a) Químico(a), CGC/CPF: 24876804826. Endereço: Alameda General Alfredo Malan D'Angrogne 2-71, Bauru, São Paulo, Brasil, CEP: 18046-145.

Prazo de Validade : 20 (vinte) anos contados a partir de 22/04/2004, observadas as condições legais.

Expedida em : 21 de Janeiro de 2014.

Assinado digitalmente por
Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes Substituta

"PROCESSO HÍBRIDO SPRAY-PRENSAGEM A QUENTE PARA A CONFECÇÃO DE CONJUNTOS ELETRODO/MEMBRANA/ELETRODO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DO TIPO PEM".

A presente invenção refere-se à tecnologia de fabricação de eletrodos para células a membrana polimérica trocadora de prótons, ou seja, a do tipo PEMFC (do inglês: *Proton Exchange Membrane Fuel Cell*). Mais particularmente, a presente invenção caracteriza-se pelo uso conjunto da técnica de Spray para aplicação da camada catalítica sobre a membrana e da técnica de Prensagem a Quente para produzir o MEA completo (camada catalítica, camada difusora e membrana), sendo este processo híbrido capaz de realizar o controle otimizado (ajustado) das variáveis de processo de forma interdependente, além de compreender etapas de processo diferenciadas, tais como o uso de mesa a vácuo com ajuste de temperatura; a preparação especial da tinta precursora dos eletrodos; e a prensagem das camadas difusoras comerciais sobre camadas catalíticas extremamente delgadas, utilizando-se aquecimento (temperatura de prensagem) diferenciado para cada eletrodo. O referido processo visa a redução de custos de fabricação, mantendo o melhor desempenho possível do MEA final obtido.

PEMFC são células de baixa temperatura de operação, que utilizam uma membrana polimérica (Nafion® da DuPont) como eletrólito (condutor iônico) [David Linden, Handbook of Batteries and Fuel Cells. McGraw-Hill Book Company, New York, 1984]. São as mais promissoras, como alternativa para motores a combustão, por serem robustas e de fácil acionamento e desligamento, além das vantagens inerentes como alta eficiência com baixa emissão de poluentes [H. Wendt, M. Götz, Brennstoffzellentechnik, Chemie in unserer Zeit, 6 (1997) 301-309.]. As células PEMFC também se aplicam a unidades estacionárias de geração de energia elétrica. O fator determinante para o seu sucesso comercial é o seu custo.

As células a combustível tipo PEMFC possuem dois eletrodos de difusão gasosa (condutores eletrônicos), separados por um eletrólito sólido (membrana condutora de prótons). O conjunto Eletrodo/Membrana/Eletrodo é chamado MEA

(do inglês: Membrane Electrode Assembly). Eletrodos de difusão gasosa são uma estrutura porosa condutora de elétrons que engloba o eletrocatalisador. Ele é composto de duas camadas: a camada catalítica, onde se encontra disperso o eletrocatalisador e uma camada difusora. A construção da camada catalítica tem como função a maximização da interface trifásica gás-eletrólito-eletrocatalisador/condutor eletrônico, aumentando consideravelmente a velocidade dos processos eletródicos. Os eletrodos de difusão gasosa devem satisfazer no mínimo duas exigências importantes [H. Wendt, M. e Linardi, M. e E. Aricó, Células a Combustível de Baixa Potência para Aplicações Estacionárias, Química Nova, 25 (3) (2002) pp 470-476 e Wendt, H.; Götz, M. e Linardi, M.; Tecnologia de Células a Combustível, Química Nova, 23 (4) (2000), pp 538-546] a saber: devem possuir alta atividade catalítica, a fim de se obter altas densidades de corrente, e possuir uma estrutura porosa para difusão dos gases reagente, cuja superfície interna é contatada por um filme delgado do ionômero do eletrólito, de modo a aumentar a interface eletrodo/eletrólito. Os eletrodos de difusão gasosa são extremamente delgados para minimizar resistências ôhmicas. As partículas do eletrocatalisador estão numa faixa de distribuição de tamanho nanométrica, dispersas, geralmente, em partículas de carvão ativo de diâmetros entre 30 e 100 nm.

Uma revisão criteriosa de patentes existentes mostra o desenvolvimento e o estado da arte da tecnologia de produção de diversos tipos de eletrodos, até o desenvolvimento dos eletrodos de difusão gasosa de hoje, otimizando a utilização do eletrocatalisador nas células PEM. Esta evolução é descrita resumidamente a seguir.

Na patente norte-americana nº 3.385.780 tem-se a descrição do desenvolvimento de um eletrodo poroso composto por uma fina camada formada por uma substância eletricamente condutora (carbono com platina finamente dividida com teores de Pt da ordem de 0,1 a 1,2 mg/cm^2) e polímero hidrofóbico (PTFE) prensado contra outra fina camada composta de polímero hidrofóbico (PTFE). O processo de produção do eletrodo poroso consiste inicialmente na obtenção de uma mistura formada por carbono dopado com Pt, PTFE e uma substância precursora de poros removível (oxalato de amônio, carbonato de amônio e polietileno ou polipropileno), sendo esta colocada em uma prensa. Uma segunda mistura formada

por PTFE e material precursor de poros é colocado sobre a primeira mistura e então ambas são prensadas a uma pressão de 5000 e 12000 psi. O material precursor é posteriormente removido por aquecimento ou lixiviação ácida ou básica. O estudo de desempenho dos eletrodos é conduzido com densidades de corrente da ordem de até 160 mA/cm^2, observando-se a polarização em relação ao valor teórico do eletrodo de O_2. É a primeira patente a utilizar uma estrutura dual com uma camada hidrofóbica condutora eletricamente em conjunção com uma camada hidrofóbica dispersora de gases, precursores da camada catalítica e camada difusora dos eletrodos de difusão gasosa.

Já na patente norte-americana nº: 4.469.579 utiliza-se a membrana denominada Nafion® como eletrólito sólido, um eletrodo poroso com catalisadores do grupo de metais da platina (óxidos e/ou metais e ligas), Sb, Sn, Ti, V ou uma mistura deles, sendo o eletrólito (membrana) prensado entre os dois eletrodos. Descreve-se a utilização deste sistema na indústria de cloro-soda. Esta patente tem o mérito de utilizar o conceito de MEA (Membrane Electrode Assembly).

Na patente norte-americana nº 4.536.272 descreve-se a produção de um eletrodo poroso composto por carbono finamente dividido, catalisador (platina, paládio, irídio, ródio, prata, ouro ou uma mistura de dois ou mais destes elementos), ligante polimérico (PTFE) e partículas poliméricas hidrofóbicas (PTFE endurecido). A obtenção do PTFE endurecido parte do aquecimento de PTFE em pó, a uma temperatura de 600 a 650 K por volta de uma hora. A utilização do PTFE endurecido possibilitou um aumento da estabilidade do potencial do eletrodo de 1000 horas para 5000 horas, além de diminuir a sobretensão.

Raistrick apresenta na patente norte-americana nº 4.876.115 uma célula a combustível com eletrólito de membrana polimérica sólida e eletrodo poroso de difusão gasosa formado por partículas de carbono como suporte com partículas dispersas de catalisador (platina) e duas camadas de material condutor de prótons. A carga de catalisador utilizada é entre 0,3 e 0,5 $mgPt/cm^2$. A produção do eletrodo é feita aplicando-se uma camada de Nafion® sobre a camada de partículas de carbono com catalisador e sobre estas é depositado uma camada de solução de $RuCl_3$ que,

posteriormente é oxidada a RuO_2. Esta patente tem o mérito de utilizar o conceito de MEA para aplicações com células a combustível. Esta invenção reduziu a concentração de Pt necessária no eletrodo (de 4,0 para 0,35 mg/cm^2), em relação a células com eletrólito líquido, para um mesmo desempenho, devido à presença do ionômero da membrana Nafion® já na camada catalítica do eletrodo.

Na patente norte-americana nº 5.211.984 são apresentados dois métodos de formação de uma camada catalítica entre uma membrana eletrolítica sólida e um eletrodo poroso. A primeira forma de produção do filme fino (com espessura inferior a 10 μm e carga de catalisador menor que 0,35 mgPt/cm^2) por spray e posterior cura. O filme é transferido para a membrana e então prensado a quente para formar a camada catalítica. A segunda forma, inovadora, de se produzir a camada catalítica é pela aplicação de uma tinta com o ionômero na forma Na^+ diretamente na membrana, secando o filme a alta temperatura e então transformando o filme para a forma protanada. Na tinta utiliza-se de 10 a 12 % de PVA, que através de sua natureza surfactante, promove uma adequada dispersão das partículas de catalisador na estrutura suporte de carbono, agindo também como ligante das moléculas de carbono e de Nafion®. A utilização de PVA possibilitou a formação de camadas resistentes.

O problema da distribuição de poros e sua influência na retirada da água formada no catodo bem como a variação da estrutura do eletrodo quanto ao tamanho de poros e a possibilidade do eletrodo ficar encharcado de água obstruindo a entrada de O_2, diminuindo a cinética da célula são abordados na patente norte-americana nº 5.316.871. A invenção propõe o controle da distribuição e tamanho de poros, com a utilização de cargas de catalisadores da ordem de 0,03 mgPt/cm^2 para o anodo e 0,06 mgPt/cm^2 para o catodo.

A fabricação de eletrodo de difusão gasosa para utilização em células a combustível do tipo membrana condutora protônica, fabricado através de uma tinta com precursor de poros e uma porosidade total de 40 a 75 % é descrita na patente norte-americana nº 5.861.222. Os eletrocatalisadores são a base de Pt com cargas de 0,01 a 4 mgPt/cm^2 e pelo menos mais um elemento do grupo cobalto, cromo, tungstênio, molibdênio, ferro, cobre, níquel e rutênio. O eletrodo possui espessura

variável de 5 a 100 nm, e porosidade com distribuição bimodal.

Atualmente, encontram-se na literatura vários métodos distintos de fabricação de eletrodos de difusão gasosa, com características próprias [US 629427; WO 01/71840; WO 01/78173; WO 01/80336; WO 01/65623; WO 01/48854; WO 01/22514; WO 01/22510; WO 00/72391; WO 00/79628; WO 00/79630; US 6171721; US 6183668; US 6136463; WO 00/52775; WO 00/42670; WO 00/45448; WO 00/30201; US 6060187; WO 00/26975; WO 00/26982; US 6042959; US 6054230; WO 00/24074; WO 00/10174; US 6017650; WO 99/66575; US 5998057; WO 99/60648; WO 99/57772; WO 99/57773; WO 99/56335; WO 99/39840; US 5910378; US 5879828; US 5882810; WO 99/16137; US 5869416; US 5871860; US 5861222; US 5843519].

As patentes estudadas citam diferentes técnicas e materiais para preparação de eletrodos de difusão gasosa, membrana polimérica e de MEA's visando o aumento do desempenho, redução de custos, automação do processo de produção e tempo de vida útil dos componentes. Entretanto, nenhum dos processos citados utiliza as técnicas de spray e prensagem a quente concomitantemente, ou seja, um processo híbrido de fabricação do conjunto Eletrodo/Membrana/Eletrodo (MEA) para aplicações em células a combustível do tipo PEM, com controle otimizado das variáveis do processo, associado a etapas simplificadas e de baixo custo, congregando as vantagens das duas técnicas em uma só: a técnica de Spray para aplicação da camada catalítica sobre a membrana, e a técnica de Prensagem a Quente para o MEA completo. O referido processo singular visa à redução de custos na fabricação, obtendo-se um desempenho razoável do MEA, quantificado pela densidade de corrente elétrica fornecida pela operação da célula PEM a um potencial de 0,6 V da ordem de 800 $mA.cm^{-2}$.

Para desenvolvimento do processo de produção de MEA's para células PEM pelo método Híbrido de Spray e Prensagem a Quente da presente invenção foram selecionados os seguintes critérios:

a) etapas simples no processo de fabricação para redução de custos;
b) produzir MEA's com área de 25 cm^2 até 400 cm^2;
c) utilizar simplesmente água ultrapura (10 $M\Omega$ cm) como solvente para a

produção da tinta precursora do eletrodo;

d) utilizar como eletrólito qualquer membrana Nafion® (Du Pont), previamente tratada em água oxigenada (3 %), para remoção de contaminantes orgânicos, ácido sulfúrico (1,0 mol L^{-1}, 1 hora a 80 °C) e água ultrapura (1 hora a 80 °C, 3 repetições), armazenar em água ultrapura;

e) utilizar uma solução de Nafion dissolvido em água.

f) utilizar uma mesa de vácuo apropriada, de construção simples, com aquecimento para produção dos eletrodos pelo método de spray;

g) prensar camadas difusoras comerciais sobre as camadas catalíticas aplicadas na membrana com uma prensa hidráulica com aquecimento diferencial para cada eletrodo;

h) produzir camadas catalíticas extremamente delgadas para minimizar perdas ôhmicas.

Diferentemente do estado da técnica, a produção da tinta precursora dos eletrodos, a ser utilizada pelo método Spray sobre a membrana Nafion tem sua composição caracterizada por água ultrapura como solvente (de 2,0 a 6,0 mL); negro de fumo de alta área superficial (inglês: *Carbon Black*), contendo o eletrocatalisador nanodisperso (0,1 a 0,4 g com 10 a 60 % de eletrocatalisador) e solução de Nafion em água (0,5 a 2,0 mL de solução de Nafion em água a 5 ou 10 % em massa). Por exemplo, uma composição típica da tinta é: 4,0 mL de água ultrapura; 0,2 g de negro de fumo (Carbon Black) com 20 % em massa de Pt; 1,0 mL de solução de Nafion em água a 10 % em massa.

Também é característica da preparação da tinta o tratamento desta suspensão (a tinta) em um ultrassom por ponta, chamado de Desruptor de Células Ultra-Sônico, diferentemente dos banhos de ultrassom, para a ruptura dos aglomerados de negro de fumo mais eficientemente, pois toda a energia do equipamento é concentrada num pequeno volume (a ponta). O tempo do tratamento pode variar de 10 a 60 segundos, sendo 30 segundos o tempo recomendado. Depois de produzida a suspensão, esta deve permanecer em agitação magnética por um período mínimo de 12 horas.

A produção da camada catalítica, método Spray, é caracterizada pelo seguinte procedimento:

1) montar a membrana Nafion, previamente tratada e cortada, em uma moldura metálica, utilizando juntas de teflon, para garantir uma superfície lisa;
2) colocar a moldura contendo a membrana sobre uma mesa de vácuo, que consiste numa superfície perfurada lidada a uma bomba de vácuo, para garantir que a membrana permaneça lisa. O vácuo não deve ser muito alto para não danificar a membrana. Este procedimento é importante para a fixação da tinta (após aplicação – etapa 5) na membrana de maneira homogênea, evitando craqueamento da camada na operação da célula, caso haja rugosidades. A membrana perfeitamente lisa aumenta a longevidade do eletrodo consideravelmente;
3) ajustar a temperatura da mesa de vácuo;
4) ajustar a pressão de um compressor de ar com filtros para óleo, ou de um compressor de ar seco;
5) aplicar verticalmente o spray da tinta com um aerógrafo comercial para fabricação do 1º eletrodo, a uma devida altura da membrana;
6) retirar a moldura metálica com a membrana da mesa de vácuo e colocar na estufa a 100 °C, permanecendo por um período determinado de secagem;
7) aplicar o outro eletrodo do lado oposto segundo o procedimento descrito em (5);
8) repetir o procedimento descrito em (6).

A produção do MEA pela técnica de Prensagem a Quente é caracterizada pelo seguinte procedimento:

9) cortar dois pedaços de material poroso condutor eletrônico e parcialmente hidrofóbico, chamada camada difusora, (por exemplo Papel Toray® ou tecido de carbono teflonado), nas dimensões dos eletrodos para serem utilizados como camadas difusoras;
10) colocar o conjunto membrana com eletrodos e camada difusora entre duas camadas de filme de teflon®;
11) colocar o conjunto anterior entre as duas placas metálicas da prensa hidráulica, previamente aquecida nas temperaturas desejadas, que não necessariamente são iguais para o anodo e catodo. Esse controle do parâmetro temperatura da prensagem pode gerar como resultado porosidades diferentes em

cada eletrodo, com consequente redução de resistência à transferência de massa, especialmente no catodo, onde os poros devem ser maiores que no anodo, pois há no primeiro a formação de água, que deve escoar em parte para fora da célula;

12) aplicar ao conjunto a pressão desejada num tempo desejado;

13) retirar o conjunto ainda quente da prensa e realizar uma têmpera a 135 °C por 30 minutos e esfriar no ambiente.

A técnica de Prensagem a Quente permite a obtenção de camadas catalíticas extremamente delgadas que são cruciais para minimizarem perdas/resistências hômicas, proporcionais às espessuras do eletrodo. Após o resfriamento, o MEA estará pronto para ser utilizado na célula a combustível, como mostrado na Fig. 1, onde se tem um esquema do conjunto eletrodo (a), membrana (b) e eletrodo (a). As camadas difusoras (c) são prensadas posteriormente etapas 10 e 11.

O processo de fabricação de MEA descrito por esta invenção abdica do uso de aditivos à tinta precursora dos eletrodos, simplificando o processo. A escolha da solução de Nafion dissolvida em água diz respeito ao mesmo motivo e é característica desta invenção.

A presente invenção faz uso do processo conjunto de Spray e Prensagem a Quente, utilizando-se uma tinta com água como solvente. A presente invenção possibilita temperaturas diferenciadas de prensagem para o anodo e o catodo. No processo, somente etapas simples e de fácil manuseio estão envolvidas.

Finalmente, o controle do processo de fabricação dos MEA's descrito, objeto da presente invenção, é otimizado através de sete principais variáveis selecionadas e interdependentes de processo, mostradas na Fig. 2, com valores máximos, mínimos e o ponto central. O resultado final é um melhor desempenho do MEA obtido na célula a combustível tipo PEM.

A seguir ilustra-se a aplicação da presente invenção com um exemplo para operação com hidrogênio/oxigênio. Os valores dos parâmetros utilizados na fabricação do MEA foram: pressão do ar de spray de 2,0 bar; distância do spray de 8 cm; temperatura da mesa de spray de 100 °C; tempo de secagem do eletrodo de 60 min; pressão de prensagem de 7 ton; temperatura de prensagem de 127 °C e tempo de prensagem de 2 min; camada difusora de tecido de carbono EC-CC1-060T

da Electrochem, EUA. As cargas de catalisador foram: 0,44 mg cm^{-2} para o anodo e 0,61 mg cm^{-2} para o catodo.

Os parâmetros de operação da célula a combustível unitária utilizada para a obtenção da curva de polarização foram: vazão de hidrogênio de 300 mL/min; Vazão de oxigênio de 150 mL/min; temperatura de umidificação do H_2 de 80 °C; temperatura da célula de 65 °C. Utilizou-se o bloco de célula unitária do tipo PEM da empresa Electrochem, EUA de 25 cm^2 de área eletródica. Uma curva de polarização foi obtida após um período de 15 horas de operação contínua do MEA nas condições indicadas. Utilizou-se uma carga dinâmica (TDI – Modelo RBL488) acoplado a um PC4 Potenciostato/Galvanostato/ZRA com software EIS300 da Gamry Instruments. A curva obtida é mostrada na Fig. 3.

REIVINDICAÇÕES

1 – Processo híbrido Spray-Prensagem a Quente para a confecção de conjuntos Eletrodo/Membrana/Eletrodo (MEA) de células a combustível do tipo PEM, **caracterizado** por controlar o ajuste das seguintes variáveis de processo de forma interdependente: pressão do ar de spray, distância do spray, temperatura da mesa de spray, tempo de secagem do eletrodo, pressão de prensagem, temperatura de prensagem e tempo de prensagem; e por compreender as seguintes etapas: (a) uso de mesa a vácuo com ajuste de temperatura; (b) preparação de tinta precursora dos eletrodos e tratamento da suspensão obtida em ultrassom por ponta para posterior aplicação da camada catalítica, na forma da referida tinta, sobre a membrana; (c) prensagem das camadas difusoras comerciais sobre as camadas catalíticas aplicadas na membrana utilizando-se aquecimento (temperatura de prensagem) diferenciado para cada eletrodo.

2 – Processo híbrido Spray-Prensagem a Quente, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo uso do vácuo com ajuste de temperatura permitir a obtenção da membrana lisa, o aumento da longevidade do eletrodo e a fixação homogênea da tinta precursora dos eletrodos quando da sua posterior aplicação pela técnica spray.

3 – Processo híbrido Spray-Prensagem a Quente, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela preparação da tinta precursora dos eletrodos compreender água ultrapura como solvente, de 2 mL a 6 mL, negro de fumo de alta área superficial contendo o eletrocatalisador nanodisperso, de 0,1 a 0,4 g com 10 a 60 % de eletrocatalisador, e solução aquosa da membrana eletrolítica Nafion previamente tratada, sendo 0,5 mL a 2 mL de solução de Nafion em água a 5 ou 10% em massa.

4 – Processo híbrido Spray-Prensagem a Quente, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo tratamento da suspensão da tinta precursora dos eletrodos em ultrassom por ponta permitir a ruptura eficiente dos aglomerados de negro de fumo, variando o tempo de tratamento de 10 a 60 segundos.

5 – Processo híbrido Spray-Prensagem a Quente, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela prensagem a quente permitir obter cada eletrodo com porosidade diferente e produzir camadas catalíticas extremamente delgadas para minimizar

perdas ôhmicas.

6 – Processo híbrido Spray-Prensagem a Quente, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela obtenção do MEA com resistências de interface diminuídas, desempenho aumentado e área de 25 cm^2 a 400 cm^2.

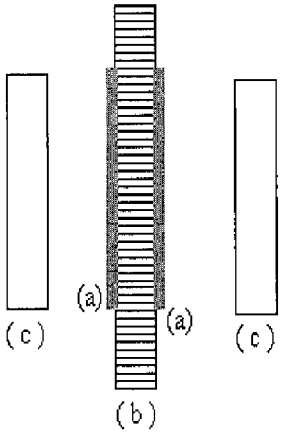

Fig. 1

Variáveis de Processo	Valor Mínimo	Ponto Central	Valor Máximo
Pressão do ar de spray (bar)	1,0	2,0	3,0
Distância do spray (cm)	8	15	20
Temperatura da mesa de spray (°C)	100	115	130
Tempo de secagem do eletrodo (min)	20	40	60
Pressão de prensagem (Ton)	3,0	5,0	7,0
Temperatura de prensagem (°C)	120	127,5	135
Tempo de prensagem (min)	1,0	2,0	3,0

Fig. 2

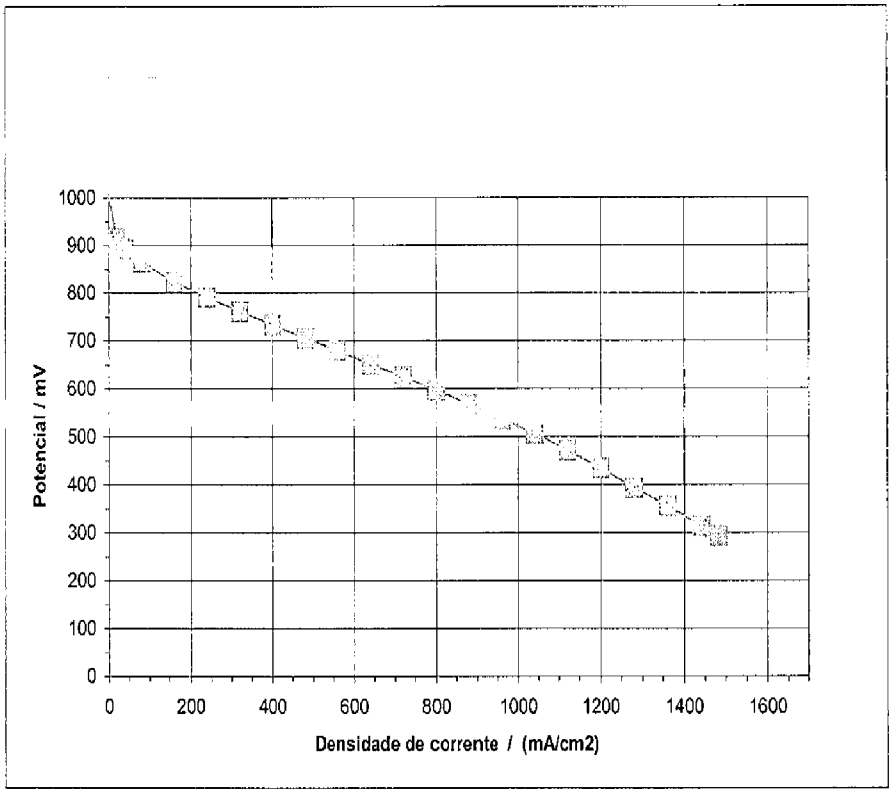
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Potencial / mV
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
Densidade de corrente / (mA/cm2)

Fig. 3

RESUMO

"PROCESSO HÍBRIDO SPRAY-PRENSAGEM A QUENTE PARA A CONFECÇÃO DE CONJUNTOS ELETRODO/MEMBRANA/ELETRODO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DO TIPO PEM".

A presente invenção refere-se a um processo de fabricação do conjunto Eletrodo/Membrana/Eletrodo (MEA) para células a combustível de membrana polimérica trocadora de prótons, tipo PEMFC, visando a redução de custos de fabricação e a obtenção do MEA com bom desempenho. O processo caracteriza-se pelo uso conjunto da técnica de Spray para aplicação da camada catalítica sobre a membrana e da técnica de Prensagem a Quente para produzir o MEA completo, ou seja, camada catalítica, camada difusora e membrana. A presente invenção caracteriza-se por ser um processo híbrido que controla o ajuste das variáveis de processo de forma interdependente; por utilizar vácuo com ajuste de temperatura que permite a obtenção de membrana lisa e o aumento da longevidade do eletrodo; por utilizar água ultrapura como solvente e solução aquosa de Nafion para a produção da tinta precursora dos eletrodos; por realizar o tratamento da suspensão da tinta obtida em ultrassom; e por prensar camadas difusoras comerciais sobre camadas catalíticas extremamente delgadas para minimizar perdas Hômicas, utilizando-se aquecimento (temperatura de prensagem) diferenciado para cada eletrodo. Ao final do processo, obtém-se o MEA com resistências de interface diminuídas, desempenho aumentado e área de 25 cm^2 a 400 cm^2.