

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

(21) **PI0618686-6 A2**

(22) Data de Depósito: 06/10/2006
(43) Data da Publicação: 06/09/2011
(RPI 2122)



(51) *Int.Cl.*:
H01M 4/02

(54) Título: CÉLULA DE COMBUSTÍVEL COM MEMBRANA DE PERMUTA DE PRÓTONS E MÉTODO DE FORMAR UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

(30) Prioridade Unionista: 21/11/2005 US 11/284.173

(73) Titular(es): Relion, Inc.

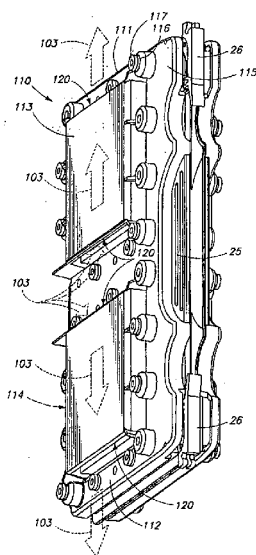
(72) Inventor(es): Matthew M. Wright, Shibli Hanna I. Bayyuk, William A. Fuglevand

(74) Procurador(es): NELLIE ANNE DANIEL SHORES

(86) Pedido Internacional: PCT US2006039529 de 06/10/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/061522 de 31/05/2007

(57) Resumo: CÉLULA DE COMBUSTÍVEL COM MEMBRANA DE PERMUTA DEPRÓTONS E MÉTODO DE FORMAR UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL Uma célula de combustível com membrana de permuta de próton e método para formar uma célula de combustível são revelados e que incluem, em seu aspecto mais amplo, uma membrana de permuta de próton tendo lados de anódio e catódio opostos; e eletrodos individuais em relação justaposta a cada um dos lados de anódio e catódio, e em que pelo menos um dos eletrodos é fabricado, pelo menos em parte, de um material cerâmico eletricamente condutivo. A presente metodologia, como revelado, inclui as etapas de fornecer um par de substratos cerâmicos eletricamente condutivos, aplicar um revestimento de catalisador na superfície voltada para o interior do mesmo; e fornecer uma membrana de permuta de próton polimérico, e posicionar a membrana de próton polimérico entre os mesmos e em contato elétrico ôhmico relativo ao mesmo para formar uma célula de combustível PEM resultante.



"CÉLULA DE COMBUSTÍVEL COM MEMBRANA DE PERMUTA DE PRÓTONS E MÉTODO DE FORMAR UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL"

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a uma célula de combustível com membrana de permuta de prótons, e a um método de formar uma célula de combustível e mais especificamente a uma célula de combustível com membrana de permuta de prótons que inclui eletrodos cerâmicos eletricamente condutivos.

Técnica antecedente

As patentes US nos. 6.030.718 e 6.468.682 referem-se a células de combustível com membrana de permuta de prótons e mais especificamente, a sistemas de power de célula de combustível que incluem uma pluralidade de módulos de célula de combustível distintos os quais são de umidificação própria, e que oferecem um grau de confiabilidade, facilidade de manutenção, e custos de capital reduzidos que não eram possíveis, até o presente, com relação a desenhos de células de combustível anteriores os quais foram dirigidos principalmente a arranjos do tipo pilha. Os ensinamentos dessas patentes anteriores são incorporados a título de referência na presente invenção.

Com relação a células de combustível, em geral, sua operação é bem conhecida. Uma célula de combustível gera eletricidade a partir de uma fonte de combustível, como gás hidrogênio, e um oxidante como oxigênio ou ar. A reação química não resulta em uma queima do combustível para produzir energia de calor, portanto, os limites termodinâmicos sobre a eficiência de tais reações são muito maiores do que em

processos de geração de energia convencionais. Em uma célula de combustível com membrana de permuta de prótons, o gás combustível, (tipicamente hidrogênio), é ionizado em um eletrodo, e o íon de hidrogênio ou próton difunde através de
5 uma membrana condutora de íons para recombinar com íons de oxigênio no lado de catódio. O subproduto da reação é água e a produção de uma corrente elétrica.

Embora as células de combustível PEM modulares reveladas nas patentes, referenciadas acima, tenham operado
10 com bastante sucesso, têm havido desvantagens que prejudicaram sua utilidade. Uma das principais dificuldades encontradas na introdução comercial das células de combustível, como visto nas patentes US nos. 6.030.718 e 6.468.682 é a multiplicidade de partes necessárias para fabricar e produzir as
15 mesmas. Em particular, e como visto na patente US no. 6.030.718, essa patente específica mostra um conjunto de partes que são utilizadas para transmitir força substancialmente uniformemente a partir das coberturas de catódio dos respectivos módulos de célula de combustível PEM para o coletor de corrente subjacente que é pressionado em contato
20 elétrico ôhmico com os lados de anódio e catódio opostos de uma membrana de permuta de íons. Novamente na patente US no. 6.468.682, o desenho de célula de combustível como mostrado na mesma inclui um conjunto de molas de aplicação de força
25 bem sofisticadas que se situam em relação de transmissão de força relativa a um coletor de corrente subjacente que é forçado por essas mesmas molas em contato elétrico ôhmico em relação à membrana de permuta de íons.

Como deve ser entendido a partir dos ensinamentos dessas duas patentes, os custos interentes à fabricação dessas partes bem sofisticadas, e o tempo necessário para montagem desses módulos de célula de combustível PEM é significativo. Além disso, variações de fabricação que podem ocorrer de tempos em tempos nessas partes podem resultar em desempenho diminuído das membranas de permuta de íons individuais que são incorporadas nesses módulos de células de combustível PEM individuais. Além das desvantagens mencionadas acima, surgiram dificuldades de tempos em tempos em relação à operação dos módulos de célula de combustível PEM em ambientes de temperatura elevada.

Por conseguinte, uma célula de combustível com membrana de permuta de prótons, e método de formar uma célula de combustível que obtém os benefícios a serem derivados a partir da tecnologia acima mencionada, porém que evita os prejuízos individualmente associados a esses módulos de célula de combustível PEM novos, e células de combustível do tipo pilha é o tema da presente invenção.

SUMÁRIO

Um primeiro aspecto da presente invenção é fornecer uma célula de combustível com membrana de permuta de prótons tendo lados de anódio e catódio opostos; e eletrodos individuais justapostos em relação a cada um dos lados de anódio e catódio, e em que pelo menos um dos eletrodos é fabricado, pelo menos em parte, de um material cerâmico eletricamente condutivo, poroso.

Outro aspecto da presente invenção é fornecer um

eletrodo para uso em uma célula de combustível com membrana de permuta de próton, e que tem uma membrana de permuta de prótons, e que inclui ainda um substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso que é disposto em contato elétrico ôhmico com a membrana de permuta de próton, e que atua simultaneamente como um depósito de calor, camada de difusão de gás, e como um coletor de corrente; e uma camada de catalisador é aplicada ao substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso.

10 Ainda outro aspecto da presente invenção refere-se a um módulo de célula de combustível com membrana de permuta de prótons que inclui um alojamento de módulo definindo uma cavidade, e em que a cavidade é acoplada em relação de fluxo de fluido relativa a uma fonte de ar, e uma fonte de um gás
15 combustível; uma membrana de permuta de prótons polimérica posicionada dentro da cavidade do alojamento de módulo, e em que a membrana de permuta de prótons polimérica tem um anódio e um lado de catódio oposto, e em que a fonte de ar é fornecida ao lado de catódio da membrana de permuta de prótons polimérica, e a fonte do gás combustível é fornecida ao
20 lado de anódio da membrana de permuta de prótons polimérica; um revestimento de catalisador posicionado em relação justaposta relativa a cada um dos lados de anódio e catódio da membrana de permuta de prótons polimérica; e um substrato
25 eletricamente condutivo cerâmico posicionado em relação de cobertura relativa ao revestimento de catalisador que é localizado nos lados de anódio e catódio da membrana de permuta de prótons polimérica, e que é adicionalmente posicionada

em contato eletrônico ôhmico com cada um dos lados de anódio e catódio da membrana de permuta de prótons polimérica, e em que a camada de catalisador e o substrato eletricamente condutivo cerâmico, poroso formam um eletrodo de difusão de gás cerâmico para cada um dos lados de anódio e catódio da membrana de permuta de prótons polimérica.

Ainda outro aspecto da presente invenção refere-se a um método de formar uma célula de combustível que inclui as etapas de fornecer um par de substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos tendo superfícies voltadas para o interior e exterior, e posicionar o par de substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos em relação espaçada, um em relação ao outro; aplicar um revestimento de catalisador na superfície voltada para o interior de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos; e fornecer uma membrana de permuta de prótons polimérica tendo lados de anódio e catódio opostos, e posicionar a membrana de permuta de prótons polimérica entre os mesmos, e em contato elétrico ôhmico em relação à, cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos para formar a célula de combustível.

Esses e outros aspectos da presente invenção serão descritos em maior detalhe a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Modalidades preferidas da invenção são descritas abaixo com referência aos seguintes desenhos em anexo.

A Figura 1 é uma vista em elevação lateral detalhada, em perspectiva de uma primeira forma da presente in-

venção.

A Figura 2 é uma segunda vista em elevação lateral detalhada, em perspectiva, de uma primeira forma da presente invenção, e que é tomada a partir de uma posição que é oposta àquela vista na figura 1.

A Figura 3 é uma vista em elevação lateral em perspectiva da primeira forma da invenção e que é mostrada em uma configuração montada.

A Figura 4 é uma vista em elevação lateral em perspectiva da primeira forma da invenção e que é tomada a partir de uma posição oposta àquela vista na figura 3.

A Figura 5 é uma vista em elevação lateral fragmentária, em perspectiva, de uma montagem de eletrodos de membrana que forma uma parte da presente invenção.

A Figura 6 é uma vista detalhada, fragmentária, em perspectiva da montagem de eletrodos de membrana como visto na figura 5.

As Figuras 7A, 7B e 7C são vistas em elevação lateral detalhadas em perspectiva de uma segunda forma da presente invenção.

A Figura 8 é uma vista em elevação lateral, em perspectiva da segunda forma da presente invenção, e que é mostrada em uma configuração montada.

A Figura 9 é uma vista em elevação lateral em perspectiva da segunda forma da presente invenção, e que é tomada a partir de uma posição oposta àquela vista na figura 8.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

PRIMEIRA FORMA

Com referência mais particularmente aos desenhos, a primeira forma da célula de combustível com membrana de permuta de prótons, e método de formar uma célula de combustível é genericamente indicada pelo numeral 10 na figura 1.

5 Um módulo de célula de combustível com membrana de permuta de prótons 10, doravante mencionado como "módulo de célula de combustível PEM", inclui duas formas da invenção como será descrito abaixo. A primeira forma da invenção 10 como visto nas figuras 1-4 inclui muitas estruturas e montagens
10 muito similares àquela vista na patente US no. 6.030.718; cujos ensinamentos são incorporados a título de referência aqui. A esse respeito, o módulo de célula de combustível PEM 10 da presente invenção inclui um quadro de distribuição de hidrogênio 20 que é fabricado a partir de um substrato que
15 tem tipicamente um módulo de flexão menor do que aproximadamente 3447,37 kPa e uma resistência compressiva tipicamente menor do que aproximadamente 137,89 kPa. Como tal, um número de materiais termoplásticos apropriados ou equivalentes pode ser utilizado. O quadro de distribuição de hidrogênio 20 in-
20 clui um corpo principal 21 como visto nas figuras 1-4. O corpo principal tem uma primeira extremidade 22 e uma segunda extremidade oposta 23. Além disso, o corpo principal é definido por uma borda periférica 24. Em uma configuração montada, uma alça 25 que facilita a manipulação manual con-
25 veniente do módulo de célula de combustível PEM 10 é posicionada ao longo da borda periférica (figura 3). Como visto nas figuras 1 e 2, o módulo de célula de combustível PEM inclui uma trava de cartucho que é genericamente indicada pelo

numeral 26 e que é afixado de forma pivotal ao longo da borda periférica 24, e que permite que o módulo de célula de combustível PEM 10 seja convenientemente acoplado a um sistema de power de célula de combustível (não mostrado), porém
5 que foi discutido em detalhe significativo na patente US no. 6.030.718.

Como visto nas figuras 1-4, o corpo principal 21 define uma pluralidade de cavidades substancialmente opostas.
30. Essas cavidades são designadas primeira, segunda, terceira e quarta cavidades 32, 32, 33 e 34, respectivamente.
10 Ainda adicionalmente, e novamente com referência às figuras 1 e 2, uma pluralidade de aberturas 35 é formada, em locais dados, no corpo principal 21 e são operáveis para receber prendedores que serão descritos em maior detalhe a seguir. O
15 corpo principal 21 define ainda um par de passagens designadas genericamente pelo numeral 40 (figura 2). O par de passagens inclui uma primeira passagem 41 que permite o fornecimento de gás hidrogênio, a partir de uma fonte do mesmo, para cada uma das cavidades 31-34; e uma segunda passagem
20 42 que facilita a remoção de impurezas, água e gás hidrogênio não reagido a partir de cada uma das cavidades 31-34, respectivamente. Uma passagem de ligação 43, mostrada em linhas em espectro nas figuras 1 e 2, acopla operativamente de forma fluida cada uma das respectivas primeira e segunda cavidades 31 e 32, respectivamente; e as terceira e quarta cavidades 33 e 34, respectivamente em relação de fluxo de fluido entre si de tal modo que o gás hidrogênio fornecido
25 por intermédio da primeira passagem 41 pode encontrar seu

caminho para dentro de cada uma das cavidades 31-34, respectivamente. Cada uma das cavidades 31-34 é substancialmente idêntica em suas dimensões gerais e formato. Ainda adicionalmente, cada cavidade define uma região 44 que sustenta
5 uma membrana de permuta de prótons tendo eletrodos cerâmicos porosos individuais como será descrito em maior detalhe a seguir. Em cada uma das regiões dadas 44 das respectivas cavidades 30, e se estendendo substancialmente normalmente para fora das mesmas está uma pluralidade de projeções pequenas
10 nas 45. As projeções pequenas se elevam ou espaçam uma membrana de permuta de prótons ou montagem de células a partir do quadro de distribuição de hidrogênio de modo que um gás combustível, como hidrogênio, possa atingir ou de outro modo ser fornecido uniformemente para o lado de anódio da membrana de permuta de prótons. Isso será discutido em maior detalhe a seguir.
15

Como visto nas figuras 1-4, as primeira e segunda passagens 41 e 42 são conectadas em relação de fluxo de fluido relativa a cada uma das regiões 44. Como visto nas
20 figuras 1-4, a borda periférica 24 define um número de lacunas ou aberturas 46. Com referência agora à figura 2, as primeira e segunda passagens 41 e 42 têm individualmente uma extremidade terminal 47 que tem uma dimensão diametral exterior dada. A extremidade terminal de cada uma das passagens
25 é operável para acoplar de forma casada em relação de fluxo de fluido relativa a uma tubulação de fluido que é tipicamente feita integral com um sistema de power de célula de combustível que é descrito mais completamente na patente US

no. 6.030.718.

Com referência agora à figura 5, o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de prótons, 10, inclui uma pluralidade de montagens de eletrodo de membrana 5 integrais (MEA) 50 que são individualmente recebidas nas regiões 44 das respectivas primeira, segunda, terceira e quarta cavidades 31-34, respectivamente. A MEA 50 que é de construção nova e que é distinguível a partir daquela como revelado na patente US no. 6.030.718, e outras, inclui uma mem- 10 brana de permuta de prótons polimérica sólida que é genericamente indicada pelo numeral 51. A membrana de permuta de prótons polimérica sólida 51 é definida por uma borda periférica 52, e tem ainda um lado de anódio 53, e um lado de catódio oposto 54 (figura 6). Na construção como visto nos 15 desenhos, deve ser entendido que a membrana de permuta de prótons polimérica sólida 51 é feita integral com um substrato eletricamente isolante poroso que tem lados opostos. A finalidade do substrato eletricamente isolante poroso será discutido em maior detalhe a seguir com relação à metodologia para formar uma célula de combustível de acordo com a 20 presente invenção. A membrana de permuta de prótons polimérica sólida 50 opera em um modo similar àquele revelado nas patentes US anteriores, e pode ser adquirida de fontes comerciais sob o nome comercial NAFION™.

25 Com relação à membrana de permuta de prótons polimérica 50, é bem sabido que a estrutura da membrana de permuta de prótons polimérica é tal que a membrana de permuta de prótons polimérica 50 tem espaços vazios internos relati-

vamente pequenos formados na mesma (não mostrados). No arranjo como visto nas figuras 1-4, deve ser entendido que a membrana de permuta de prótons polimérica sólida 51 pode incluir ainda ou incorporar na mesma um líquido iônico que enche pelo menos alguns dos espaços vazios internos da membrana de permuta de prótons polimérica. A esse respeito, fluidos iônicos como aqueles revelados nas patentes US nos. 5.827.602 e 6.531.241 são aceitáveis para essa finalidade. O líquido iônico pode compreender um líquido iônico hidrofóbico tendo um cátion e ânion, e em que o cátion é selecionado do grupo que compreende Piridínio; Piridazínio; Pirimidínio; Pirazínio; Imidazólio; Pirazólio; Tiazólio; Oxazólio; e Triazólio; e o ânion é um ácido não Lewis contendo um ânion poliatômico tendo um volume van der Waals que excede 100 angstroms cúbicos. Ainda em outra forma, o líquido iônico pode compreender um sal tendo dois ou mais cátions deslocalizado sendo separados por grupos espaçadores, e em que os cátions são selecionados do grupo que compreende Piridínio; Piridazínio; Pirimidínio; Pirazínio; Imidazólio; Pirazólio; Tiazólio; Oxazólio; e Triazólio; e em que o sal também compreende ânions em número apropriado para manter a neutralidade de carga, e em que o ânion é um ânion poliatômico tendo um volume van der Waals que excede 100 angstroms cúbicos. Os ensinamentos da patente US no. 5.827.602 e patente US no. 6.531.241 são incorporadas aqui a título de referência. Na metodologia como será descrito a seguir, a membrana de permuta de prótons polimérica sólida pode ser fabricada em um modo pelo que os lados de anódio e catódio da mesma 53 e 54

se conformam substancialmente à topologia superficial dos eletrodos de anódio e catódio adjacentes que serão descritos em maior detalhe abaixo. Como deve ser entendido em algumas formas da invenção, uma pluralidade de fluidos iônicos pode encher pelo menos alguns dos espaços vazios internos da membrana de permuta de prótons polimérica 51 para fornecer desempenho aumentado para a mesma. Várias técnicas como fundição por dispersão são consideradas para uso nesse aspecto da invenção.

10 Com referência agora às figuras 5 e 6, o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de prótons 10, como visto na figura 1, inclui, como descrito acima, uma membrana de permuta de prótons 51 tendo lados de anódio e catódio opostos 53 e 54, respectivamente; e um par de eletrodos cerâmicos porosos que são individualmente posicionados em relação justaposta relativa a cada um dos lados de anódio e catódio. O par de eletrodos cerâmicos, porosos inclui um primeiro eletrodo de anódio 61, e um eletrodo de catódio oposto 62. Os eletrodos cerâmicos porosos respectivos 20 61 e 62 são dispostos, pelo menos em parte, em contato elétrico ôhmico com os respectivos lados de anódio e catódio 53 e 54 da membrana de permuta de prótons polimérica sólida 51. Cada um dos eletrodos de anódio e catódio 61 e 62 tem um corpo principal 63 que é formado, pelo menos em parte, de um 25 substrato de material cerâmico eletricamente condutivo poroso que compreende um diboreto de metal de transição do grupo IVB-VIB que é termicamente condutivo. Mais especificamente, o corpo principal 63 é formado, pelo menos em parte, de um

material cerâmico eletricamente condutivo poroso que é selecionado a partir do grupo que compreende diboreto de titânio e diboreto de zircônio. Com relação ao par de eletrodos 60, o corpo principal 63 dos eletrodos individuais 61 e 62 tem uma resistividade elétrica menor do que aproximadamente 60 micro-ohm-centímetro. Ainda adicionalmente, o corpo principal 63 é fabricado de um material cerâmico eletricamente condutivo poroso que tem uma porosidade gasosa maior do que aproximadamente 1 a aproximadamente 1.000 Gurley segundos.

Cada um dos respectivos eletrodos 61 e 62 tem uma superfície voltada para o interior 64, e uma superfície voltada para o exterior oposta 65. Como visto na figura 6, e durante o processo de montagem, uma abertura 66 é definida entre a superfície voltada para o interior 64 dos respectivos eletrodos de anódio e catódio 61 e 62, respectivamente. Durante montagem, e como será discutido em maior detalhe a seguir, a membrana de permuta de prótons polimérica sólida 51 é posicionada entre as mesmas, e então tornada integral com as mesmas, cada um dos eletrodos 61 e 62 utilizando a metodologia como será descrito abaixo.

Como visto na figura 6, a superfície voltada para o exterior 65 dos respectivos eletrodos 61 e 62 tem uma pluralidade de canais 70 formados na mesma. Como deve ser entendido, o substrato de material cerâmico eletricamente condutivo poroso formando o corpo principal 63 de cada um dos eletrodos de anódio e catódio 61 e 62 é formado de um material cerâmico eletricamente condutivo poroso que é termicamente condutivo, e que atua como um depósito de calor, e a-

tua ainda para controlar a taxa de difusão de gás. Quando montada, e tornada operacional, a célula de combustível de membrana de permuta de prótons 10 produz energia de calor, e água como subproduto. A natureza termicamente condutiva do material cerâmico eletricamente condutivo poroso é de uma natureza tal que remove uma preponderância da energia de calor gerada pelo módulo de célula de combustível com membrana de permuta de prótons 10 durante operação de célula de combustível. Ainda adicionalmente, o substrato de material cerâmico eletricamente condutivo poroso formando o corpo principal 63 de cada um dos eletrodos retém uma quantidade de água produzida durante operação do módulo de célula de combustível PEM 10 para tornar a célula de combustível de membrana de permuta de próton substancialmente de umidificação própria. Adicionalmente, devido à natureza do corpo principal cerâmico eletricamente condutivo poroso 63, essa mesma estrutura atua simultaneamente como um coletor de corrente elétrica para o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de prótons 10. Essa característica da presente invenção 10 elimina substancialmente estruturas como o coletor de corrente 190 como visto na figura 28 da patente US no. 6.030.718, cujos ensinamentos são incorporados aqui a título de referência. Esse aspecto da presente invenção torna ainda o aparelho 10 mais fácil de fabricar, e de desenho mais simples do que aquele que é ensinado na referência anterior. A esse respeito, e na presente invenção, o módulo de célula de combustível PEM 10, quando tornado operacional, tem uma saída de energia elétrica ótima, e em que

a saída de energia elétrica ótima é obtida sem a aplicação de força externa apreciável sendo fornecida para os eletrodos de anódio e catódio 61 e 62, respectivamente. Essa característica da invenção elimina as estruturas como visto nos numerais 202, 203 e 221, respectivamente na patente US no. 6.030.718. Como deve ser entendido, essas estruturas na patente US anterior foram projetadas para transmitir força substancialmente uniformemente para o coletor de corrente 190 desse modo mantendo o coletor de corrente em contato elétrico ôhmico efetivo com os respectivos lados de anódio e catódio da montagem de difusão de eletrodos de membrana. A presente invenção 10 através da metodologia de fabricação, como será descrito abaixo, elimina totalmente a necessidade dessas estruturas, desse modo tornando a presente invenção muito mais útil e mais fácil de fabricar e tendo um grau adicionalmente aumentado de confiabilidade.

Com relação aos eletrodos de anódio e catódio cerâmicos como descrito aqui, deve ser entendido a partir da discussão acima que o respectivo substrato de material cerâmico eletricamente condutivo formando o corpo principal 63 do mesmo, tem um tamanho de poro individual que aumenta a retenção de oxigênio na água líquida que é gerada durante operação do módulo de célula de combustível PEM 10. Ainda adicionalmente, a porosidade do mesmo substrato de material cerâmico eletricamente condutivo poroso retém, e dispersa, água líquida suficiente de modo a tornar a célula de combustível de membrana de permuta de prótons 10 substancialmente de umidificação própria. No arranjo como visto na figura 5,

o corpo principal 63 que é formado do material cerâmico eletricamente condutivo poroso tem um tamanho de poro de aproximadamente 5 a aproximadamente 200 microns, e uma espessura menor do que aproximadamente 10 mm. Como deve ser entendido, os canais 70 que são formados na superfície voltada para o exterior 65, aumentam a superfície da mesma e portanto fornecem um meio para dissipar eficazmente energia de calor que é gerada durante operação do módulo de célula de combustível PEM 10 como será descrito abaixo. Além disso, essas mesmas estruturas controlam, até um certo grau, a taxa de difusão de gás dos eletrodos. Ainda adicionalmente, e como visto na figura 6, uma camada de catalisador fina 71 é formada ou depositada na superfície voltada para o interior 64 de cada um dos primeiro e segundo eletrodos 61 e 62, respectivamente. A camada de catalisador 71 é selecionada a partir do grupo que compreende negro de platina, platina em carbono, e/ou material de metal nobre compósito. Quando totalmente montado (figura 5), o revestimento ou camada de catalisador 71 (figura 6) é posicionado em relação justaposta relativa a cada um dos lados de anódio e catódio 53 e 54 da membrana de permuta de prótons polimérica sólida 51. Como será discutido em maior detalhe a seguir, a metodologia para formar uma célula de combustível inclui etapas que fornecem condições que são eficazes para o revestimento ou camada de catalisador 71 para conformar-se substancialmente à topologia de superfície das superfícies voltadas para o interior 64 dos respectivos eletrodos de anódio e catódio 61 e 62, respectivamente. A esse respeito, o revestimento de catalisador penetra uma

distância nos poros da superfície voltada para o interior de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos formando o corpo principal 63 dos respectivos eletrodos 60.

5 Como deve ser entendido, a montagem de eletrodos de membrana 50 é uma estrutura integral, única e que é totalmente operacional quando fornecida com uma fonte de um gás combustível, e ar, para produzir uma saída elétrica sem a necessidade de aplicar montagens de aplicação de força me-
10 cânica ou força externa de qualquer tipo no mesmo.

 A presente invenção 10 também se refere a um método de formar uma célula de combustível que inclui em seu aspecto mais amplo, uma primeira etapa de fornecer um par de substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos como
15 63, e que têm superfícies voltadas para o interior e exterior 64 e 65; e posicionar o par de substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos em relação espaçada de forma mútua. Isso é visto mais claramente mediante referência à figura 6. A metodologia da presente invenção inclui outra
20 etapa de aplicar uma camada ou revestimento de catalisador 71 à superfície voltada para o interior 64 de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63. Ainda adicionalmente, o método inclui outra etapa de fornecer uma membrana de permuta de prótons polimérica 51 tendo
25 lados de anódio e catódio opostos 53 e 54; e posicionar a membrana de permuta de prótons polimérica entre os mesmos, e em contato elétrico ôhmico em relação a cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos para formar a

célula de combustível (figura 5). Como observado acima, os substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63, como visto na figura 6, têm um tamanho de poro de aproximadamente 5 a aproximadamente 200 Microns, e uma topologia de superfície, e em que a etapa de aplicar a camada ou revestimento de catalisador 71 inclui ainda a etapa de fornecer condições que são eficazes para o revestimento de catalisador 71 conformar-se substancialmente à topologia de superfície, e penetrar uma distância nos poros da superfície voltada para o interior de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63. Como discutido resumidamente acima, e durante montagem da MEA 50, uma abertura 66 é definida entre as superfícies voltadas para o interior 64 dos respectivos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63, e o método inclui outra etapa de fornecer a membrana de permuta de prótons polimérica 51, e fornecer ainda e conter dentro da abertura 66 uma dispersão de condução de prótons, polimérica, de fluido; e fornecer condições que são eficazes para converter a dispersão de condução de próton polimérico, fluido para dentro de uma membrana de permuta de próton polimérico, sólido 51 tendo lados de ânodo e catódio 53 e 54, e que se conforma substancialmente com a topologia superficial das respectivas superfícies voltadas para o interior 64 de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos, porosos 63.

No método da presente invenção a MEA 50 também pode ser formada pela metodologia como descrito abaixo. A esse respeito, uma abertura 66 é definida entre as superfícies

voltadas para o interior 64 dos respectivos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63, e em que a etapa de fornecer a membrana de permuta de prótons polimérica 51 compreende ainda uma etapa de fornecer uma membrana de permuta de prótons poliméricos 51 tendo lados opostos; aplicar um revestimento de uma dispersão de condução de próton polimérico fluido, que é compatível com a membrana de permuta de prótons poliméricos 51, em cada um dos lados opostos da membrana de permuta de prótons poliméricos; e fornecer condições que são eficazes para converter a dispersão de condução de prótons poliméricos fluidos em uma porção da membrana de permuta de prótons poliméricos 50. Durante a etapa de fornecer essas condições, os substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63 são individualmente colocados em contato com a membrana de permuta de próton polimérico sólido 51, e as condições que são fornecidas são tais que a dispersão de condução de próton polimérico fluido se conforma substancialmente com a topologia superficial das superfícies voltadas para o interior respectivas 64 de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63 para formar a montagem de eletrodos de membrana resultante 50. Essas condições que são eficazes para converter a dispersão de condução de prótons poliméricos fluidos em uma porção da membrana de permuta de prótons poliméricos podem incluir, entre outras, aquecer a montagem de modo a converter a dispersão de condução de próton polimérico fluido em um sólido.

Na metodologia de fabricar uma célula de combustível como visto na presente invenção, outra abordagem à fa-

bricação ou manufatura de uma montagem de eletrodo de membrana apropriada 50 inclui as etapas como exposto abaixo. Como descrito anteriormente, uma abertura 66 é definida entre as superfícies voltadas para o interior 64 dos respectivos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63, e em que a etapa de fornecer a membrana de permuta de próton polimérico 50 inclui ainda a etapa de fornecer um substrato eletricamente isolante poroso e que tem lados opostos (não mostrados); e fornecer uma dispersão de condução de prótons, poliméricos fluidos, e incorporar a dispersão de condução de próton polimérico fluido no substrato eletricamente isolante, poroso. A esse respeito, o substrato eletricamente isolante, poroso pode incluir tais substratos como substratos celulósicos, substratos plásticos, e outros materiais dielétricos que podem incorporar a dispersão de condução de próton polimérico fluido nos mesmos. Na metodologia como descrito acima, o método pode incluir uma etapa adicional de após a etapa de fornecer a dispersão de condução de próton polimérico fluido, posicionar o substrato eletricamente isolante que incorpora a dispersão de condução de próton polimérico fluido na abertura 66 que é definida entre os mesmos o par de substratos eletricamente condutivos cerâmicos, porosos 63. O método inclui outra etapa de posicionar individualmente os respectivos substratos eletricamente condutivos, cerâmicos, porosos 63 em contato físico com os lados opostos do substrato eletricamente isolante poroso para fornecer uma montagem resultante; e fornecer condições de temperatura que sejam eficazes para mudar a dispersão de

condução de próton polimérico fluido em uma membrana de permuta de próton polimérico sólido 50 que é disposta em contato elétrico ôhmico com cada um dos substratos eletricamente condutivos cerâmicos porosos 63 para formar a montagem de eletrodo de membrana 50 como visto nas figuras 6 e 7.

Na metodologia como descrito acima, para fabricar a montagem de eletrodos de membrana 50, a metodologia pode incluir etapas adicionais. Como descrito anteriormente, a membrana de permuta de prótons poliméricos 51 tem tipicamente uma pluralidade de espaços vazios internos, e a metodologia como descrito adicionalmente inclui uma etapa de fornecer um líquido iônico, e encher pelo menos alguns dos espaços vazios internos da membrana de permuta de prótons poliméricos 51 com o líquido iônico. Na presente metodologia, o líquido iônico pode incluir uma pluralidade de fluidos iônicos. A esse respeito, e na metodologia como descrito acima, o líquido iônico pode compreender um líquido iônico hidrofóbico tendo um cátion e ânion, e em que o cátion é selecionado do grupo que compreende Piridínio; Piridazínio; Pirimidínio; Pirazínio; Imidazólio; Pirazólio; Tiazólio; Oxazólio; e Triazólio; e o ânion é um ácido não Lewis contendo um ânion poliatômico tendo um volume van der Waals que excede 100 angstroms cúbicos. Ainda adicionalmente, e na metodologia como descrito acima, o líquido iônico pode compreender também um sal tendo dois ou mais cátions deslocalizado sendo separados por grupos espaçadores, e em que os cátions são selecionados do grupo que compreende Piridínio; Piridazínio; Pirimidínio; Pirazínio; Imidazólio; Pirazólio; Tiazólio; O-

xazólio; e Triazólio; e em que o sal também compreende ânions em número apropriado para manter a neutralidade de carga, e em que o ânion é um ânion poliatômico tendo um volume van der Waals que excede 100 angstroms cúbicos. Na metodologia como descrito acima, os substratos eletricamente condutivos cerâmicos, porosos, 63 podem ser individualmente fabricados de diboreto de titânio e/ou diboreto de zircônio como será descrito abaixo.

Na metodologia para formar uma célula de combustível, o método inclui etapas para a fabricação de um substrato de material cerâmico eletricamente condutivo, apropriado 63. A esse respeito, a etapa de fornecer o par de substratos eletricamente condutivos cerâmicos, porosos 63 inclui ainda as etapas de fornecer uma fonte de partículas cerâmicas eletricamente condutivas tendo um tamanho predeterminado; e fornecer um artefato (não mostrado) definindo uma cavidade; e depositar a fonte de partículas cerâmicas eletricamente condutivas em uma profundidade predeterminada dentro do artefato. Posteriormente, o método inclui uma etapa de aplicar 20 pressão nas partículas cerâmicas eletricamente condutivas dentro da cavidade para obter uma dada porosidade; e sintetizar as partículas cerâmicas para produzir os substratos cerâmicos eletricamente condutivos, porosos, resultantes, 63. Como deve ser entendido, aglutinantes e outros materiais 25 podem ser misturados com a fonte de partículas cerâmicas eletricamente condutivas, e podem ser posteriormente eliminados a partir dos substratos cerâmicos pela etapa de síntese. Na presente metodologia, as partículas cerâmicas

eletricamente condutivas têm um tamanho de aproximadamente 4 a aproximadamente 35 microns, e os substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos resultantes 35 têm individualmente uma porosidade gasosa de aproximadamente 1 a aproximadamente 1.000 Gurley segundos. Na metodologia da presente invenção, o artefato compreende um molde, e os materiais cerâmicos eletricamente condutivos resultantes podem ser formados em folhas planas como mostrado nas figuras 5 e 6, ou adicionalmente podem ser formados em outros formatos diferentes. Na presente metodologia, os substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos resultantes têm tipicamente uma espessura menor do que aproximadamente 10 mm.

Com referência novamente às figuras 1 e 2 que mostram uma vista em perspectiva, detalhada da primeira forma do módulo de célula de combustível 10 da presente invenção, será visto na figura 2 que o módulo de célula de combustível 10 inclui projeções de corrente de anódio individuais que são genericamente indicadas pelo numeral 80 e que têm uma primeira extremidade 81 (figura 1) que é posicionada dentro da região 44 e as primeira, segunda, terceira e quarta cavidades 31, 32, 33 e 34, respectivamente. As respectivas projeções de corrente de anódio são vedavelmente acopladas ao quadro de distribuição de hidrogênio 20. Cada projeção de corrente de anódio tem uma segunda extremidade oposta 82 (figura 2) que pode ser então eletricamente acoplada a um barramento elétrico (não mostrado). Durante operação, eletricidade gerada pela MEA 50 é transmitida por intermédio das respectivas projeções de corrente de anódio 80 para um

barramento elétrico apropriado como poderia ser incorporado em um sistema de energia de célula de combustível como revelado mais completamente em tais patentes como as patentes US nos. 6.030.718 e 6.468.682, cujos ensinamentos são incorporados aqui a título de referência. Como visto nos desenhos, a MEA 50, como visto na figura 5, é recebida dentro de cada uma das cavidades opostas 31, 32, 33 e 34, respectivamente. Como deve ser entendido, nesse arranjo, o lado de anódio 53 das membranas de permuta de próton polimérico sólido 51 são relacionadas de forma próxima (uma em relação à outra) quando recebidas nas respectivas cavidades 31-34, e os lados de catódio 54 são relacionadas de forma distal. É posicionada em torno da borda periférica de cada uma das MEA's 50 uma vedação de perímetro de anódio 83. A vedação de perímetro de anódio é projetada e disposta de modo a evitar que o gás combustível fornecido ao lado de anódio 53 da montagem de eletrodo de membrana 50 vaze no sentido oposto ao lado de anódio 53. Ainda adicionalmente, e como visto nas vistas detalhadas das figuras 1 e 2, o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 da primeira forma da invenção inclui ainda projeções de corrente de catódio individuais que são colocadas em contato elétrico ôhmico com o lado de catódio 54 da membrana de permuta de próton polimérico sólido 51. Como visto nos desenhos, as projeções de corrente de catódio têm uma primeira porção 85 que se apóia em contato elétrico ôhmico contra a mesma a superfície voltada para o exterior 65 do substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso 63 formando o eletrodo que é posicionado no

lado de catódio 53 da membrana de permuta de próton polimérico sólido 52. Ainda adicionalmente, cada um das projeções de corrente d catódio tem uma segunda extremidade ou extremidade distal oposta 86 que pode ser acoplada a um barramento elétrico apropriado que poderia ser incorporado em um sistema de energia de célula de combustível, como descrito nas patentes da técnica anterior acima mencionadas.

Como discutido resumidamente acima, e nos arranjos como visto nas figuras 1-6, por exemplo, o módulo de célula de combustível PEM 10, quando tornado operacional, tem uma saída ótima de energia elétrica, e onde a saída ótima de energia elétrica é obtida sem a aplicação de força externa apreciável sendo aplicada aos eletrodos de anódio e catódio. Isto evidentemente, está em contraste total com aquilo revelado nas patentes US nos. 6.030.718 e 6.468.682 que incluem vários arranjos de coletor de corrente e outros arranjos de propensão e mola que foram utilizados para exercer uma quantidade predeterminada de força para manter contato elétrico ôhmico eficaz entre os coletores de corrente revelados nessas referências, e a montagem de difusão de eletrodos de membrana como descrito em cada uma daquelas patentes. Como visto nos presentes desenhos, a segunda porção 86 da projeção de corrente de catódio 84 é recebida através das aberturas 46 como definido ao longo da borda periférica do quadro de distribuição de hidrogênio 20.

Ainda com referência às figuras 1 e 2, o módulo de célula de combustível 10 da presente invenção inclui, como ilustrado, uma placa de fixação que é genericamente indicada

pelo numeral 90. A placa de fixação é definida por uma borda periférica 91 que tem um número de aberturas 92 formadas na mesma. As aberturas são substancialmente alinhadas coaxialmente em relação às aberturas 35 que são formadas na borda periférica 24 do quadro de distribuição de hidrogênio 20. Ainda adicionalmente, cada placa de fixação, como mostrado, tem uma primeira abertura de MEA 93 e uma segunda abertura de MEA 94. Como deve ser entendido, o tamanho dessas aberturas é menor do que a área superficial dos respectivos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63 que são posicionados no lado de catódio 54 da membrana de permuta de prótons poliméricos, sólidos 51. Conseqüentemente, a MEA 54 é fixada ou capturada entre a placa de fixação 90 e o quadro de distribuição de hidrogênio e dentro das respectivas cavidades 31-34, respectivamente.

Como visto na vista detalhada das figuras 1 e 2, a primeira forma do módulo de célula de combustível PEM 10 da presente invenção inclui substratos de espuma de alumínio de célula aberta ou malha de alumínio individual, 100 que se apóiam respectivamente em relação de transferência de calor relativa às superfícies voltadas para o exterior 64 dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos 63 que são individualmente posicionados no lado de catódio 54 da membrana de permuta de próton polimérico 51. Os substratos de espuma ou malha de alumínio 100 facilitam, individualmente a passagem de ar através dos mesmos, e conduzem ainda energia de calor gerada durante operação do módulo de célula de combustível PEM 10 no sentido oposto a cada um dos subs-

tratos eletricamente condutivos cerâmicos 63 que estão em relação justaposta com os mesmos. Como deve ser entendido, e durante a operação da célula de combustível de membrana de permuta de próton 10, a célula de combustível gera simultaneamente uma saída de energia elétrica juntamente com calor e água. No arranjo como visto, os substratos cerâmicos eletricamente condutivos, porosos 63 que são posicionados nos lados de anódio e catódio atuam como depósitos de calor e transmite energia de calor gerada durante a operação de módulo de célula de combustível PEM no sentido oposto à membrana de permuta de próton polimérico sólido 51. O substrato de espuma ou malha de alumínio 100 tem uma superfície voltada para o interior 101 que se apóia em relação de transferência de calor contra a superfície voltada para o exterior 65 do substrato cerâmico eletricamente condutivo, poroso 63, e que está em contato com o lado de catódio 54, da membrana de permuta de próton polimérico sólido 51. Como tal, o substrato de espuma ou malha de alumínio 100 conduz energia de calor no sentido oposto a MEA 50, e adicionalmente, uma corrente de ar 103, como ilustrado nas figuras 3 e 4, passa através da cobertura do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10, como será descrito abaixo, e através do substrato de espuma ou malha de alumínio, e conduz a energia de calor que foi gerada no sentido oposto à mesma. Como deve ser entendido, uma preponderância da energia de calor gerada pela operação do módulo de célula de combustível 10 é removida por intermédio desse fluxo de ar de catódio 103 que é fornecido para o módulo de célula de

combustível PEM 10. Adicionalmente, esse fluxo de ar de catódio 103 provê a fonte de oxigênio que é necessário para a célula de combustível com membrana de permuta de próton para gerar um potencial elétrico. O fluxo de ar de catódio é tipicamente fornecido por um sistema de energia de célula de combustível (não mostrado). Outras estruturas como placa de depósito de calor de múltiplas aletas poderiam ser substituídas pelo substrato de espuma de alumínio 100 sem se afastar dos ensinamentos da presente invenção.

10 Com referência ainda às figuras 1 e 2, a primeira forma do módulo de célula de combustível 10 da presente invenção inclui coberturas de catódio opostas que são genericamente indicadas pelo numeral 110. Como visto nas figuras 1-4, cada uma das coberturas de catódio é substancialmente idêntica e a discussão que se segue será por referência a 15 uma cobertura de catódio, sendo entendido que a cobertura de catódio oposta é substancialmente idêntica. A esse respeito, será visto que as coberturas de catódio respectivas 110 tem uma primeira extremidade 111; e uma segunda extremidade oposta 112. Ainda adicionalmente, as respectivas coberturas 20 de catódio são definidas por uma primeira porção 113, e uma segunda porção 114. As primeira e segunda porções são substancialmente alinhadas em relação às respectivas cavidades dispostas opostamente 31, 32, 33 e 34, respectivamente. Como 25 visto, as coberturas de catódio são definidas por uma borda periférica 115 que tem uma pluralidade de aberturas 116 formadas na mesma. Essas aberturas são substancialmente alinhadas com as aberturas 92 que são formadas na placa de fixação

90. Como descrito anteriormente, essas aberturas são adicionalmente alinhadas com as aberturas 35 que são formadas no quadro de distribuição de hidrogênio 20. Essas aberturas coaxialmente alinhadas são operáveis para receber prendedores
5 individuais 117 que passam através das mesmas. Os prendedores são operáveis para fixar as respectivas coberturas de catódio 110 juntas, desse modo posicionando o quando de distribuição de hidrogênio 20 que carrega as respectivas MEAS
50 em uma orientação apropriada entre os mesmos.

10 As respectivas coberturas de catódio definem cada uma passagem de ar genericamente indicada pelo numeral 120. A passagem de ar 120 inclui primeira e segunda porções 121 e 122 (figura 4). A passagem de ar 120 é operável para receber o fluxo de ar de catódio 103, como mostrado na figura 3. Co-
15 mo descrito anteriormente, o fluxo de ar de catódio 103 é operável para remover uma preponderância da energia de calor gerada durante operação de módulo de célula de combustível PEM. Como visto mediante referência às figuras 1 e 2, as respectivas coberturas de catódio 110 têm uma superfície
20 voltada para fora 123 (figura 1); e uma superfície voltada para o interior, oposta 124. A superfície voltada para o interior 124 define duas cavidades individuais 125 que são operáveis para receber de forma casa os substratos de espuma ou malha de alumínio 100 nas mesmas. Como deve ser entendi-
25 do, quando totalmente montados, os substratos de espuma ou malha de alumínio são posicionados ao longo das primeira e segunda porções 121 e 122 da passagem de ar 120, e fixadas individualmente em uma determinada posição em relação de

transferência de calor relativa à superfície voltada para o exterior 65 do respectivo substrato cerâmico eletricamente condutivo, poroso, 63. Portanto, deve ser entendido que o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 é dotado de um fluxo de ar de catódio 103, e ainda gera uma saída de energia elétrica, energia de calor, e água como subprodutos quando tornados operacionais. Ainda adicionalmente, os respectivos eletrodos de difusão de gás cerâmicos 61 e 62 são definidos pelos substratos cerâmicos condutivos eletricamente porosos 63 que têm a camada de catalisador 71, aplicada aos mesmos, e que são adicionalmente operáveis para dissipar uma preponderância da energia de calor gerada durante operação de módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton para o fluxo de ar 103, e adicionalmente atua simultaneamente como coletores de corrente individuais para o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10. Os respectivos eletrodos de difusão de gás cerâmicos 61 e 62 retêm água líquida suficiente durante operação do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 de modo a tornar o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 substancialmente de umidificação própria. Adicionalmente, os respectivos eletrodos de difusão de gás cerâmicos respectivos 61 e 62, como definido pelo substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso individual 63, que têm a camada de catalisador 71 aplicada ao mesmo, opera eficazmente como um depósito de calor e que transmite uma porção da energia de calor gerada durante a operação da célula de com-

bustível com membrana de permuta de próton 10 de modo a manter a hidratação da membrana de permuta de próton polimérico 51 em uma quantidade que facilita a geração da saída de corrente elétrica desejada. Essa característica é importante para a presente invenção visto que a remoção excessiva de hidratação a partir do módulo de célula de combustível PEM 10 pode resultar em uma falha operacional do módulo de célula combustível PEM. Por outro lado, retenção de hidratação excessiva no módulo de célula de combustível PEM pode resultar no "transbordamento" do módulo de célula de combustível PEM. Nessa condição, o módulo de célula de combustível PEM também falha em gerar uma saída ótima de energia elétrica. Como descrito anteriormente, o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 é utilizado em combinação com um sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 é utilizada em combinação com um sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 é utilizado em combinação com um sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton como descrito mais completamente nas patentes US anteriores que são incorporadas a título de referência aqui. O sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton, em operação, é disposto de modo que cada um dos módulos de célula de combustível com membrana de permuta de próton possa ser facilmente desacoplado eletricamente a partir do sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton, manualmente, enquanto os módulos de célula de combustível com

membrana de permuta de próton restantes 10 continuam a operar. Como visto por referência às figuras 1 e 2, as respectivas projeções de corrente de anódio 80, e projeções de corrente de catódio 84, são eletricamente acopladas ao cartão de interface 130. O cartão de interface é operável para eletricamente acoplar a um barramento elétrico apropriado que é feito integral com um sistema de energia de célula de combustível (não mostrada).

SEGUNDA FORMA

10 A segunda forma do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de prótons que incorpora as características da presente invenção é vista melhor mediante referência às figuras 7-9, respectivamente, e é genericamente indicada pelo numeral 200. Com referência agora à figura 7B, 15 a segunda forma da invenção 200 inclui uma placa de suporte centralmente disposta que é genericamente indicada pelo numeral 201. A placa de suporte central 201 tem uma primeira extremidade ou extremidade superior 202, e uma segunda extremidade ou extremidade inferior, oposta, 203. Ainda adicionalmente, a placa de suporte central tem uma primeira 20 borda periférica disposta substancialmente verticalmente 204, e uma segunda borda periférica verticalmente dispostas oposta 205. A placa de suporte central 201 define uma pluralidade (5) de cavidades 210, e que são designadas como primeira, segunda, terceira, quarta e quinta cavidades 211, 25 212, 213, 214 e 217, respectivamente, e que são localizadas nos lados opostos da mesma. Essas cavidades individuais são operáveis para receber o lado de catódio da MEA como será

descrito em maior detalhe a seguir. Como visto na figura 7B, a placa de suporte central 201 tem uma pluralidade de aberturas 215 formadas através da mesma e que são posicionadas em locais dados. Essas aberturas são operáveis para receber
5 prendedores rosqueados através das mesmas, como será descrito a seguir, para fixar o módulo de célula de combustível PEM 200 em uma configuração montada. Além do acima, a placa de suporte central 201 define um número de canais 216 que são localizados ao longo da primeira extremidade ou extremi-
10 dade superior 202. Os canais respectivos 220 são operáveis para, por um lado, receber projeções de corrente de catódio individuais, como será descrito a seguir, e adicionalmente permite a passagem de ar através dos mesmos que podem então entrar em contato com o lado de catódio da MEA que será dis-
15 cutido em maior detalhe a seguir. No arranjo como visto nas figuras 7-9, a presente invenção provê um módulo de célula de combustível com membrana de permuta de prótons 200, onde os lados de catódio da montagem de eletrodo de membrana (MEA), como será descrito abaixo, são relacionados proxima-
20 mente em relação mútua, e os lados de anódio da MEA's são relacionados de forma distal em relação mútua.

Ainda com referência à figura 7B, será visto que o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 inclui uma placa de suporte de anódio que é gene-
25 ricamente indicada pelo numeral 230, e que coopera de forma casada com a placa de suporte de catódio central 201. A esse respeito, a placa de suporte de anódio 230 tem uma primeira extremidade ou extremidade superior 231, e uma segunda ex-

tremidade ou extremidade inferior 232. A placa de suporte de anódio define uma pluralidade de aberturas ou cavidades que são genericamente indicadas pelo numeral 233, e que são identificadas como primeira, segunda, terceira, quarta e quinta aberturas 234-238, respectivamente. Essas aberturas respectivas 234-238 são individualmente operáveis para receber uma MEA individual na mesma, como será descrito em maior detalhe a seguir. Como ilustrado na figura 7B, a placa de suporte de anódio 230 define primeira e segunda passagens 241 e 242, respectivamente. A primeira passagem é operável para conduzir um gás combustível (não mostrado) para as respectivas cavidades ou aberturas 234-238, respectivamente, por intermédio das segundas passagens menores 244 como ilustrado nos desenhos. Ainda adicionalmente, as segundas passagens 242 são operáveis para remover qualquer gás de combustível não reagido, e água gerada como resultado de operação de módulo de célula de combustível PEM 200 e ainda expelir o mesmo a partir do módulo de célula de combustível PEM 200 por intermédio daquela mesma passagem. Como visto na figura 7B, uma pluralidade de aberturas 243 são formadas na placa de suporte de anódio 230, e são operáveis para receber prendedores rosqueados que se estendem através dos mesmos para fixar o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 em uma configuração montada.

São recebidas dentro das primeira, segunda, terceira, quarta e quinta aberturas 234-238, respectivamente, vedações de perímetro de anódio individuais que são indicados genericamente pelo numeral 250. As vedações de perímetro

de anódio 250 são operáveis para acoplar de forma vedável a MEA, que será discutida abaixo, à placa de suporte de anódio 230. As vedações de perímetro de anódio respectivas 250 evitam substancialmente o vazamento de um gás combustível, como hidrogênio, que é fornecido ao lado de anódio da MEA de vaz-
5 zar para o lado de catódio do mesmo, como será discutido em maior detalhe a seguir. Como visto na figura 7B, a segunda forma do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 inclui uma tubulação de gás que é ge-
10 nericamente indicada pelo numeral 251. A tubulação de gás 251 é operável para cooperar de forma casada de fluido com a primeira borda periférica 204 da placa de suporte central 201. A esse respeito, a tubulação de gás define, genericamente, uma primeira passagem de fluido bifurcada 252 que tem
15 uma primeira porção 253 e uma segunda porção 254. Como deve ser entendido, a primeira passagem de fluido bifurcada 252 é acoplada em relação de fluxo de fluido relativa a uma fonte de um gás combustível, como hidrogênio, e que é fornecido à primeira passagem de gás de combustível 241, como definido
20 pela placa de suporte de anódio 230. Ainda adicionalmente, a tubulação 251 tem uma segunda passagem 255 que é acoplada em relação de fluxo de fluido relativa à segunda passagem 242. Como deve ser entendido, gás combustível não reagido e água gerados durante operação do módulo de célula de combustível
25 PEM 200 são removidos através do mesmo.

Com referência agora à figura 7B e 7C, a segunda forma do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 inclui uma pluralidade de montagens de

eletrodo de membrana (MEAS) 260 e que são individualmente recebidas nas primeira, segunda, terceira, quarta e quinta aberturas 234-238, respectivamente, como definido pelas respectivas placas de suporte de anódio 230. As MEAS 260 incluem, individualmente, uma membrana de permuta de próton polimérico sólido 261, que é fabricado em um modo idêntico àquele que foi revelado com relação à primeira forma da invenção 10. Ainda adicionalmente, as MEAs respectivas 260 incluem, individualmente um eletrodo de anódio cerâmico 262; e um eletrodo de catódio cerâmico, oposto 263. Como visto nos desenhos acima, nessa segunda forma da invenção 200, o arranjo das MEAS respectivas 260 é tal que os eletrodos de catódio 263 das respectivas MEAs são relacionadas proximamente, e os eletrodos de anódio 262 são relacionados de forma distal, como se tornará evidente a seguir. Como visto nos desenhos, cada uma das MEAs 260 tem uma borda periférica 264, e as respectivas vedações de perímetro de anódio 250 são operáveis para casar de forma vedável em torno da borda periférica 250, e suportar de forma vedável as respectivas MEAs dentro das aberturas 234-238, respectivamente. Como visto melhor mediante referência à figura 7B, os respectivos eletrodos de catódio cerâmico 263 são recebidos nas primeira, segunda, terceira, quarta e quinta cavidades 211-214 e 217, respectivamente e que são definidas pela placa de suporte de catódio central 201. Como será visto a seguir, um fluxo de ar de catódio é fornecido, e que passa pela placa de suporte de catódio em um modo tal que oxigênio a partir do fluxo de ar possa ser recebido pelo eletrodo de catódio cerâmico 263

e desse modo tornar a MEA operacional. Em todos os outros aspectos, as MEAs individuais são idênticas àquela que foi descrita anteriormente com relação à primeira forma da invenção 10 e discussão adicional em relação à mesma não é concedida.

Encontra-se montada em contato elétrico ôhmico contra os eletrodos de catódio cerâmicos 263 de cada uma das MEAs 260, uma projeção de corrente de catódio que é genericamente indicada pelo numeral 270. As projeções de corrente de catódio têm individualmente uma primeira extremidade 271 que se apóia em contato elétrico ôhmico contra os eletrodos de catódio cerâmico 263, e uma segunda extremidade oposta 272, que é eletricamente acoplada a um barramento de interface como será descrito abaixo. Ainda adicionalmente, e se apoiando em contato elétrico ôhmico contra os eletrodos de anódio cerâmico 262 das respectivas MEAs 260 está uma projeção de corrente de anódio 273 (figuras 7A e 7C). Similarmente, a projeção de corrente de anódio tem uma primeira extremidade 274 que se apóia em contato elétrico ôhmico contra o eletrodo de anódio cerâmico 262, e uma segunda extremidade oposta 275 que é eletricamente acoplada a um barramento de interface 280 o qual se apóia de fora para dentro em relação intercaixada através da primeira extremidade 202 da placa de suporte de catódio central 201. O barramento de interface 280 tem uma primeira extremidade 281; uma segunda extremidade oposta 282; e primeiro e segundo lados opostos 283 e 284, respectivamente. As respectivas projeções de corrente de anódio e catódio 273 e 270, respectivamente, são acopladas

eletricamente aos primeiro e segundo lados opostos 283 e 284, respectivamente. O barramento de interface é operável para conduzir energia elétrica gerada pelo módulo de célula de combustível PEM 20 aos contatos elétricos 285 que são po-
5 sicionados na primeira extremidade 281 do mesmo. Como tal, o barramento de interface 280 é operável para acoplar eletricamente de forma liberável com um barramento de sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton como descrito mais completamente na patente US no.
10 6.468.682, cujos ensinamentos são incorporados a título de referência aqui.

Como visto melhor na figura 7A e 7C que são, evidentemente, continuações da figura 7B discutida acima, a segunda forma do módulo de célula de combustível com membrana
15 de permuta de próton 200 inclui substratos de espuma ou malha de alumínio individuais que são genericamente indicados pelo numeral 290, e que se apóiam em relação de transferência de calor relativa aos eletrodos de anódio cerâmico 262 que são feitos integrais com as respectivas MEAs 260. Os
20 substratos de malha de alumínio individuais 290 são operáveis para conduzir energia de calor gerada como resultado da operação do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 no sentido oposto aos eletrodos de anódio cerâmico 262 para manter a temperatura da membrana de
25 permuta de próton polimérico sólido 261 em uma temperatura aceitável. Ainda adicionalmente, encontram-se posicionados de forma vedável em torno da borda periférica dos eletrodos de anódio cerâmico 262, vedações externas de anódio indivi-

duais 300 que operam para acoplar de forma vedável as respectivas MEAs 260 contra uma placa eletricamente isolante ou quadro que é genericamente indicado pelo numeral 310, e veda adicionalmente a espuma ou malha de alumínio 290 ao mesmo.

5 Nesse arranjo, a espuma ou malha de alumínio 290 provê uma trajetória de difusão de gás para o fornecimento do gás de combustível para a MEA 260. A placa eletricamente isolante ou quadro 310, como o nome indica não conduz eletricidade, e tem uma pluralidade de aberturas 311 formadas na mesma e que
10 pode receber prendedores rosqueados através das mesmas e que fixa a segunda forma do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 juntos. O quadro ou placa isolante 310 é adicionalmente operável para conduzir energia de calor no sentido oposto aos eletrodos de anódio cerâmico
15 262. Isso é obtido pela transmissão da energia de calor através do substrato de espuma ou malha de alumínio 290 e através da placa eletricamente isolante 310. Encontra-se posicionado em relação de transferência de calor contra a respectiva placa eletricamente isolante ou quadro 310, um depó-
20 sito de calor de anódio que é genericamente indicado pelo numeral 320. Os respectivos depósitos de calor 320 têm uma superfície voltada para o interior 321 que se apóia contra a placa isolante 310, e uma superfície voltada para o exterior 322. Ainda adicionalmente, uma pluralidade de aberturas 323
25 é formada na mesma e que são coaxialmente alinhadas com as aberturas 311 e que são formadas na placa eletricamente isolante 310. Ainda adicionalmente, a superfície voltada para o exterior é definida por um número de aletas de radiação de

calor 324 que são operáveis para dissipar a energia de calor que foi gerada nos respectivos eletrodos de anódio cerâmico 262, e irradiam o calor gerado para um fluxo de ar bifurcado que é fornecido à segunda forma do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 como será descrito em maior detalhe a seguir.

Como visto nas figuras 7A e 7C, respectivamente, a segunda forma do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 inclui um par de coberturas de módulo de célula de combustível de imagem substancialmente em espelho e cooperante que são genericamente indicadas pelo numeral 330. O par de coberturas se unem de forma casa para definir uma cavidade que recebe as estruturas descritas acima. A esse respeito, cada cobertura de módulo de célula de combustível tem uma primeira extremidade 331; uma segunda extremidade oposta 332; uma superfície voltada para o exterior 333; e uma superfície voltada para o interior, oposta 334. Ainda adicionalmente, cada cobertura tem uma borda voltada para frente 335; e uma borda voltada para trás oposta 340. Cada cobertura de módulo de célula de combustível 330 tem uma alça 341 que é feita integral com a borda voltada para frente 335, e que provê uma alça conveniente para um operador (não mostrado) segurar o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 e remover o mesmo, com a mão, a partir de um sistema de energia de célula de combustível que é menor do que aquele descrito na patente US no. 6.468.682, cujos ensinamentos são incorporados aqui a título de referência. Ainda adicionalmente, a borda

para trás 340 define primeira e segunda áreas ou regiões rebaixadas 342 e 343, respectivamente, e que definem aberturas entre as mesmas como visto na figura 9, e que permite que a primeira extremidade 281 do barramento de interface 280 estenda através da mesma, e torne acessível para contato elétrico com um barramento elétrico que é feito integral com um sistema de energia de célula de combustível; e adicionalmente uma das aberturas permite acesso à tubulação de gás 261, e as respectivas passagens 252 e 255 da mesma. Como visto nos desenhos, a superfície voltada para o interior 334 define uma pluralidade de canais distintos 344, e que são individualmente operáveis para receber de forma casada as respectivas aletas de radiação de calor 324 que são feitas integrais com a superfície voltada para o exterior 322 dos respectivos depósitos de calor de anódio 320. Como ilustrado melhor mediante referência às figuras 8 e 9, a segunda forma do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 200 é fornecida com um fluxo de ar bifurcado que é genericamente indicado pelas setas rotuladas 350. O fluxo de ar bifurcado 350 inclui um primeiro fluxo ou corrente de ar 351 que é utilizado para fornecer ar para os eletrodos de catódio cerâmico 263 que são feitos integrais com cada uma das MEAs 260; e ainda um segundo fluxo de depósito de calor de anódio 352 que se desloca através do depósito de calor de anódio 320. O fluxo de ar bifurcado e mais especificamente o fluxo de ar de depósito de calor de anódio 352 é operável para remover uma preponderância da energia de calor gerada durante operação do módulo de célula de combustível com mem-

brana de permuta de próton 200.

OPERAÇÃO

5 Acredita-se que a operação da modalidade descrita da presente invenção seja facilmente evidente e é resumida nesse ponto.

 Em seu aspecto mais amplo, a presente invenção refere-se a uma célula de combustível com membrana de permuta de próton como indicado pelos numerais 10 e 200 e que inclui uma membrana de permuta de próton 51 e 261, respectivamente, e que têm lados de anódio e catódio opostos; e eletrodos cerâmicos individuais justapostos em relação a cada um dos lados de anódio e catódio, e em que pelo menos um dos eletrodos é fabricado, pelo menos em parte, de um material cerâmico eletricamente condutivo, poroso. No arranjo como visto nos vários desenhos o substrato de material cerâmico eletricamente condutivo, poroso 63 compreende, pelo menos em parte, um diboreto de metal de transição de grupo IVB-VIB que é termicamente condutivo. Tipicamente, o substrato de material cerâmico eletricamente condutivo, poroso 63 é selecionado a partir do grupo que compreende diboreto de titânio, e diboreto de zircônio. No arranjo como visto nos desenhos, o substrato de material cerâmico eletricamente condutivo poroso 63 tem uma resistividade elétrica menor do que aproximadamente 60 micro-ohm-centímetro, e uma porosidade maior do que aproximadamente 1 Gurley segundo. No arranjo como descrito acima, os módulos de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 e 200, durante operação, geram água como um subproduto, e o substrato de material cerâmico

eletricamente condutivo poroso 63 absorve, e retém uma quantidade da água para tornar o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 e 200 substancialmente de umidificação própria. Nos arranjos como descrito, o substrato de material cerâmico eletricamente condutivo poroso
5 que forma os respectivos eletrodos para cada forma da invenção inclui uma camada de catalisador 71, que é aplicada à superfície voltada para o interior da mesma, para formar um eletrodo resultante 61 e 62. As camadas de catalisador utilizadas na presente invenção são selecionadas a partir do
10 grupo que compreende negro de platina, platina em carbono e/ou material de metal nobre compósito. Cada um dos eletrodos cerâmicos tem uma topologia de superfície definida por uma pluralidade de poros, e a membrana de permuta de próton 51, 261 é formada por fundição de uma dispersão de condução
15 de próton de fluido sobre os eletrodos individuais, e subsequentemente criar condições que convertam a dispersão de condução de próton de fluido em uma membrana de permuta de próton sólido 51 e 261 tendo lados de anódio e catódio, e
20 que substancialmente se conforma à topologia de superfície de cada um dos eletrodos 262, e 263 respectivamente. Em outro arranjo, um separador isolante eletricamente poroso (não mostrado) é fornecida e que é posicionada entre os eletrodos individuais e a membrana de permuta de próton 251, 261 é
25 feita integral com o separador isolante eletricamente poroso. Nesse arranjo, a membrana de permuta de próton se conforma substancialmente à topologia de superfície de cada um dos eletrodos cerâmicos contíguos. No arranjo como visto, os

módulos de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 e 200 operam em temperaturas menores do que 200 graus C. Em cada forma da invenção, como visto nos desenhos, o substrato de material cerâmico eletricamente condutivo poroso 63 (figura 5) formando os respectivos eletrodos 61 e 62 é termicamente condutivo e atua como um depósito de calor, e adicionalmente remove, em certas formas da invenção, uma preponderância da energia de calor gerada pelo módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10, 200 durante operação.

Nas duas formas da invenção como visto nos desenhos, a presente invenção 10, 200 obtém novidade em relação às patentes da técnica anterior visto que o módulo de célula de combustível PEM quando tornado operacional tem uma saída ótima de energia elétrica que é obtida sem a aplicação de força externa apreciável aplicada nos eletrodos de anódio e catódio 61, 62, 262 e 263, respectivamente. Isso evidentemente, elimina muitas partes das estruturas de patentes anteriores tornando os arranjos de módulo de célula de combustível PEM atuais bem vantajosos. Por exemplo, a presente invenção permite a eliminação de partes, como os coletores de corrente da técnica anterior que cobriam quase a área de superfície total dos eletrodos porque o substrato de material cerâmico eletricamente condutivo poroso atua simultaneamente como um coletor de corrente elétrica para os módulos de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 e 200, como mostrado aqui. Verificou-se que o presente arranjo pelo qual os eletrodos são fabricados a partir do material

cerâmico eletricamente condutivo, poroso é vantajoso visto que o material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, tem um tamanho de poro que aumenta a retenção de oxigênio na água líquida que é formada como resultado de operação de módulo de célula de combustível PEM. Ainda adicionalmente, o eletrodo cerâmico 62 e 263 retém adicionalmente e dissipa água líquida suficiente de modo a tornar o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10 e 200 substancialmente de umidificação própria. Na invenção reivindicada, o material cerâmico eletricamente condutivo poroso tem, tipicamente um tamanho de poro de aproximadamente 5 a aproximadamente 200 microns. Como mostrado aqui, a presente invenção 10 e 200 também se refere a um eletrodo 61, 62, 262 e 263 para uso em um módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton e que tem uma membrana de permuta de próton 51, 261, e que inclui um substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso 63 que é disposto em contato elétrico ôhmico com a membrana de permuta de próton, e em que o eletrodo atua simultaneamente como um depósito de calor, camada de difusão de gás, e como um coletor de corrente; e inclui ainda uma camada de catalisador 71 (figura 6) aplicada ao substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso 63 para formar o eletrodo resultante. Como discutido aqui, o substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso 63 tem uma espessura menor do que aproximadamente 10 mm. Ainda adicionalmente, essa mesma estrutura pode ser formada em um processo de fabricação ou moldagem em uma variedade de formatos diferentes. Ainda adicionalmente, na presente invenção

10 e 200, a membrana de permuta de próton 51, 261 pode ser fabricada em um modo para incluir vários fluidos iônicos que aumentam o desempenho dos mesmos.

Na presente invenção, um módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10, 200 é revelado e que inclui um alojamento de módulo 120, 330 definindo uma cavidade, e em que a cavidade é acoplada em relação de fluxo de fluido relativa a uma fonte de ar, e uma fonte de gás combustível. Ainda adicionalmente, uma membrana de permuta de próton polimérico 51, 261 é posicionada dentro da cavidade do alojamento de módulo, e em que a membrana de permuta de próton polimérico tem um anódio e um lado de catódio oposto. Nesse arranjo, a fonte de ar é fornecida ao lado de catódio da membrana de permuta de próton polimérico 51, 261, e a fonte de gás combustível é fornecida ao lado de anódio da membrana de permuta de próton polimérico. Na presente invenção, um revestimento de catalisador 71 (figura 6) é posicionado em relação justaposta relativa a cada um dos lados de anódio e catódio da membrana de permuta de próton polimérico 51, 261; e um substrato eletricamente condutivo cerâmico poroso 63 é posicionado em relação de cobertura relativa ao revestimento de catalisador. O substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso 63 é localizado no lado de anódio e catódio da membrana de permuta de próton polimérico 51, 261 e é adicionalmente posicionado em contato elétrico ôhmico com o mesmo. A camada de catalisador, e o substrato eletricamente condutivo cerâmico poroso formam um eletrodo de difusão de gás cerâmico 61, 62, 262 e 263 para os lados

de anódio e catódio da membrana de permuta de próton polimérico. No arranjo como descrito, quando o módulo de célula de combustível PEM 10, 200 é tornado operacional, o módulo gera uma saída de corrente elétrica, energia de calor e água como subprodutos. A membrana de permuta de próton polimérico 51, 262 requer uma quantidade de hidratação para gerar a saída de energia elétrica, e os respectivos eletrodos de difusão de gás cerâmico 62, 262 atuam cada um como depósitos de calor para efetivamente transmitir uma porção da energia de calor gerada durante operação do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10, 200 no sentido oposto à membrana de permuta de próton polimérico 51, 261 de modo a manter a hidratação da membrana de permuta de próton polimérico em uma quantidade que facilita a geração da saída de corrente elétrica desejada. Além do acima, os eletrodos de difusão de gás cerâmicos respectivos retêm água líquida suficiente durante operação do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton 10,200 de modo a tornar o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton de umidificação própria. Em uma forma da invenção 200, os lados de catódio das respectivas membranas de permuta de próton polimérico 261 são dispostas em relação próxima espaçada, uma relativa à outra, e os respectivos lados de anódio 262 são relacionadas de forma distal. Em outra forma da invenção 10, o inverso é o caso, isto é, os lados de anódio das respectivas membranas de permuta de próton polimérico são dispostas em relação proximal espaçada, uma em relação à outra, e os respectivos lados de catódio são rela-

cionados de forma distal, um em relação ao outro.

Portanto, será visto que os presentes módulos de célula de combustível 10 e 200 quando utilizados com um sistema de energia de célula de combustível tem inúmeras vantagens em relação aos ensinamentos da técnica anterior como encontrado nas patentes US nos. 6.030.718 e 6.468.682, cujos ensinamentos são incorporados a título de referência aqui.

Essas vantagens incluem a eliminação de muitas partes e montagens necessárias para a operação nesses dispositivos da técnica anterior e maior simplicidade em construção e montagem. Além disso, em vista do modo altamente eficiente no qual energia de calor é dissipada a partir dos módulos de célula de combustível PEM como discutido aqui, e corrente elétrica é coletada a partir dos mesmos, densidades de corrente aumentada são obtidas, e além disso, a presente invenção é operável para uso em um ambiente de temperatura amplamente divergente. Finalmente, a presente invenção provê muitas vantagens em relação às células de combustível da técnica anterior que empregam arranjos como pilhas pela redução ou eliminação de várias medidas de controle e equilíbrio de exigência de usina que são necessárias para tornar esses arranjos operacionais.

REIVINDICAÇÕES

1. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, **CARACTERIZADA** por compreender:

5 uma membrana de permuta de próton tendo lados de anódio e catódio opostos; e

eletrodos individuais justapostos em relação a cada um dos lados de anódio e catódio, e em que pelo menos um dos eletrodos é fabricado, pelo menos em parte, de um material cerâmico eletricamente condutivo, poroso.

10 2. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, compreende um diboreto de metal de transição do grupo IVB-VIB que é termicamente condutivo.

15 3. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o material cerâmico eletricamente condutivo poroso é selecionado do grupo que compreende diboreto de titânio, diboreto de zircônio.

20 4. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o material cerâmico eletricamente condutivo poroso, tem uma resistividade elétrica menor do que aproximadamente 60 micro-ohm-centímetro.

25 5. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, tem uma porosidade maior do que aproximadamente

1 Gurley segundo.

6. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a célula de combustível com membrana de permuta de próton, durante operação, gera água como subpro-
5 duto, e em que o material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, absorve e retém uma quantidade da água para tornar a célula de combustível com membrana de próton substancialmente de umidificação própria.

10 7. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o material cerâmico eletricamente condutivo poroso tem uma superfície voltada para o interior, e em que uma camada de catalisador é aplicada à superfície voltada
15 para o interior do material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, para formar o eletrodo.

8. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a camada de catalisador é selecionado a
20 partir do grupo que compreende negro de platina, platina em carbono, e/ou material de metal nobre compósito.

9. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que cada eletrodo tem uma topologia de superfí-
25 cie definida por uma pluralidade de poros, e em que a membrana de permuta de próton é formada por fundição de uma dispersão de condução de próton fluido sobre os eletrodos individuais, e subsequente criar condições que conver-

tem a dispersão de condução de próton de fluido em uma membrana de permuta de próton tendo lados de anódio e catódio, e que substancialmente se conforma à topologia superficial de cada um dos eletrodos.

5 10. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que cada eletrodo tem uma topologia superficial definida por uma pluralidade de poros, e em que a célula de combustível com membrana de permuta de próton compreende a-
10 inda:

 um separador eletricamente isolante, poroso, posicionado entre os eletrodos individuais, e em que a membrana de permuta de próton é feita integral com o separador eletricamente isolante poroso, e em que a membrana de permuta
15 de próton se conforma substancialmente à topologia superficial de cada um dos eletrodos.

 11. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a temperatura operacional da membrana de
20 permuta de próton é menor do que aproximadamente 200 graus C.

 12. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os eletrodos tanto de anódio como de catódio são fabricados a partir do material cerâmico elétrica-
25 mente condutivo, poroso, e em que cada material cerâmico eletricamente condutivo tem uma camada de catalisador aplicada ao mesmo.

 13. Célula de combustível com membrana de permuta

de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a célula de combustível com membrana de permuta de próton gera energia de calor durante operação e em que o material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, 5 é termicamente condutivo e atua como um depósito de calor, e remove ainda uma preponderância da energia de calor gerada pela célula de combustível com membrana de permuta de próton durante operação.

14. Célula de combustível com membrana de permuta 10 de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que cada eletrodo tem uma topologia superficial, e em que a membrana de permuta de próton conforma-se substancialmente, pelo menos em parte, à topologia superficial de pelo menos um dos eletrodos.

15 15. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a célula de combustível, quando tornada operacional tem uma ótima saída de energia elétrica, e em que a ótima saída de energia elétrica é obtida sem a aplicação 20 de força externa apreciável aplicada aos eletrodos de anódio e catódio.

16. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que cada um dos eletrodos de anódio e catódio é 25 fabricado a partir do material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, e em que os respectivos eletrodos de anódio e catódio mantêm contato elétrico ôhmico efetivo com a membrana de permuta de próton sem a aplicação de uma força externa.

17. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a célula de combustível com membrana de permuta de próton, durante operação, gera corrente elétrica e em que pelo menos um eletrodo que é fabricado pelo menos em parte, do material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, atua simultaneamente como um coletor de corrente elétrica para a célula de combustível com membrana de permuta de próton.

18. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a célula de combustível com membrana de permuta de próton consome oxigênio, e gera água líquida como um subproduto durante operação, e em que pelo menos um eletrodo que é fabricado pelo menos em parte do material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, é o eletrodo de catódio, e em que o material cerâmico eletricamente condutivo, poroso, tem um tamanho de poro que aumenta a retenção de oxigênio na água líquida, e que retém ainda e dissipa água líquida suficiente de modo a tornar a célula de combustível com membrana de permuta de prótons substancialmente de umidificação própria.

19. Célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que pelo menos um eletrodo que é fabricado, pelo menos em parte, do material cerâmico eletricamente condutivo tem um tamanho de poro de aproximadamente 5 a aproximadamente 200 microns.

20. Eletrodo para uso em uma célula de combustível com membrana de permuta de próton e que tem uma membrana de permuta de próton, **CARACTERIZADO** por compreender:

um substrato cerâmico eletricamente condutivo, poroso, que é disposto em contato elétrico ôhmico com a membrana de permuta de próton, e que atua simultaneamente como um depósito de calor, camada de difusão de gás, e como um coletor de corrente; e

uma camada de catalisador aplicada ao substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso.

21. Eletrodo, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o eletrodo é incorporado em uma célula de combustível com membrana de permuta de próton que opera em uma temperatura menor do que aproximadamente 200 graus C, e que produz calor e água como subprodutos, e em que o substrato cerâmico eletricamente condutivo, poroso, é formado em um formato, e tem ainda um tamanho de poro de aproximadamente 5 a aproximadamente 200 microns, e em que o eletrodo retém água líquida suficiente para tornar a célula de combustível com membrana de permuta de próton substancialmente de umidificação própria.

22. Eletrodo, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso tem uma espessura menor do que aproximadamente 10mm.

23. Eletrodo, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso é fabricado a partir do grupo que

compreende diboreto de titânio e/ou diboreto de zircônio.

24. Eletrodo, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso tem uma resistividade elétrica menor do que aproximadamente 60 micro-ohm-centímetro.

25. Eletrodo, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o eletrodo é incorporado em uma célula de combustível com membrana de permuta de próton que gera energia de calor durante operação, e tem uma temperatura operacional resultante, e gera adicionalmente água como subproduto durante operação, e em que o substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso tem um tamanho de poro que facilita a retenção de água suficiente na temperatura operacional de modo a evitar substancialmente que a membrana de permuta de próton se torne operavelmente desidratada, e atua ainda como um depósito de calor de modo a remover uma preponderância da energia de calor gerada durante operação.

26. Eletrodo, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a célula de combustível com membrana de permuta de próton inclui uma membrana de permuta de próton polimérico, e em que o substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso, atuando como um depósito de calor, remove calor suficiente a partir da membrana de permuta de próton polimérico de modo a evitar substancialmente que a membrana de permuta de próton polimérico se torne operacionalmente degradada.

27. Eletrodo, de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o substrato cerâmico elettri-

camente condutivo poroso é selecionado do grupo que compreende diboreto de titânio e/ou diboreto de zircônio, e em que o substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso mantém uma resistência ôhmica substancialmente ótima menor do que
5 aproximadamente 150 micro-ohm-centímetro com a membrana de permuta de próton polimérico sem o uso de quaisquer montagens de aplicação de força mecânica.

28. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, **CARACTERIZADO** por compreender:

10 um alojamento de módulo que define uma cavidade, e que é acoplado em relação de fluxo de fluido relativa a uma fonte de ar, e uma fonte de um gás combustível;

uma membrana de permuta de próton polimérico posicionada dentro da cavidade do alojamento de módulo, e em que
15 a membrana de permuta de próton polimérico tem um anódio e um lado de catódio oposto, e em que a fonte de ar é fornecida ao lado de catódio da membrana de permuta de próton polimérico, e a fonte de gás combustível é fornecida ao lado de anódio da membrana de permuta de próton polimérico;

20 um revestimento de catalisador posicionado em relação justaposta relativa a cada um dos lados de anódio e catódio da membrana de permuta de próton polimérico; e

um substrato eletricamente condutivo, cerâmico, poroso posicionado em relação de cobertura relativa ao re-
25 vestimento de catalisador que é localizado nos lados de anódio e catódio da membrana de permuta de próton polimérico, e que é adicionalmente posicionado em contato elétrico ôhmico com cada um dos lados de anódio e catódio da membrana de

permuta de próton polimérico, e em que a camada de catalisador, e o substrato eletricamente condutivo cerâmico, poroso formam um eletrodo de difusão de gás cerâmico para os lados de anódio e catódio da membrana de permuta de próton polimérico.

29. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, quando tornado operacional, gera uma saída de corrente elétrica, energia de calor, e água como subprodutos, e em que a membrana de permuta de próton polimérico requer uma quantidade de hidratação para gerar a saída de corrente elétrica, e em que os respectivos eletrodos de difusão de gás cerâmicos atuam, individualmente, como um depósito de calor para efetivamente transmitir uma porção da energia de calor gerada durante operação do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton no sentido oposto à membrana de permuta de próton polimérico de modo a manter a hidratação da membrana de permuta de próton polimérico em uma quantidade que facilita a geração da saída de corrente elétrica.

30. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton é dotado de um fluxo de ar, e gera ainda uma saída de energia elétrica, energia de calor, e água como subprodutos, quando tornado operacional e em que os respectivos eletrodos de difusão de gás ce-

râmico dissipam uma preponderância da energia de calor gerada durante operação de módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton para o fluxo de ar, e atua ainda simultaneamente como coletores de corrente individuais para o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, e em que os respectivos eletrodos de difusão de gás cerâmicos retêm água líquida suficiente durante operação do módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton de modo a tornar o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton substancialmente de umidificação própria.

31. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os eletrodos de difusão de gás eletricamente condutivos, cerâmicos, porosos são fabricados, pelo menos em parte de diboreto de titânio e/ou diboreto de zircônio.

32. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os eletrodos de difusão de gás eletricamente condutivos cerâmicos, porosos, respectivos mantêm contato elétrico ôhmico com a membrana de permuta de próton polimérico sem o uso de quaisquer montagens de aplicação de força mecânica.

33. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o alojamento de módulo define um par de cavidades espaçadas, e em que a membrana de permuta

ta de próton polimérico inclui um par de membranas de permuta de próton polimérico que são individualmente posicionadas em cada uma das cavidades, e em que o alojamento de módulo define ainda uma passagem que é posicionada entre as respectivas cavidades, e que se comunica adicionalmente em relação
5 de fluxo de fluido relativa a cada uma das cavidades.

34. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 33, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a fonte do gás combustível é
10 fornecida à passagem, e em que os lados de anódio das respectivas membranas de permuta de próton polimérico são dispostos em relação proximal, espaçada, um relativo ao outro, e os respectivos lados de catódio são relacionados de forma distal, um relativo ao outro.

15 35. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 33, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a fonte de ar é fornecida à passagem, e em que os lados de catódio das respectivas membranas de permuta de próton polimérico são dispostos em relação proximal espaçada, um em relação ao outro, e os respectivos
20 lados de anódio são relacionados de forma distal, um em relação ao outro.

36. Módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o módulo de célula de combustível com membrana de permuta de próton é utilizado em combinação com um sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton que emprega uma pluralida-
25

de de módulos de célula de combustível de permuta de próton, e em que o sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton, em operação, é disposto de modo que cada um dos módulos de célula de combustível com
5 membrana de permuta de próton pode ser facilmente desacoplado eletricamente a partir do sistema de energia de célula de combustível com membrana de permuta de próton, com a mão, enquanto os módulos de célula de combustível com membrana de permuta de próton restantes continuam a operar.

10 37. Método de formar uma célula de combustível, **CARACTERIZADO** por compreender:

fornecer um par de substratos cerâmicos eletricamente condutivos, porosos, cada um tendo superfícies voltadas para o interior e exterior, e posicionar o par de substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos em relação
15 espaçada, um relativo ao outro;

aplicar um revestimento de catalisador à superfície voltada para o interior de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos; e

20 fornecer uma membrana de permuta de próton polimérico tendo lados de anódio e catódio opostos, e posicionar a membrana de permuta de próton polimérico entre os mesmos e em contato elétrico ôhmico relativo a cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos para formar a célula de combustível.
25

38. Método, de acordo com a reivindicação 37, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o substrato cerâmico eletricamente condutivo poroso tem um tamanho de poro de aproxima-

damente 5 a aproximadamente 200 microns, e uma topologia superficial, e em que a etapa de aplicar o revestimento de catalisador compreende ainda:

5 fornecer condições que são eficazes para o revestimento de catalisador para conformar-se substancialmente à topologia superficial, e penetrar uma distância para dentro dos poros da superfície voltada para o interior de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos, porosos.

39. Método, de acordo com a reivindicação 38,
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma abertura é definida entre as superfícies voltadas para o interior dos respectivos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos, e em que a etapa de fornecer a membrana de permuta de próton polimérico compreende ainda:

15 fornecer e conter uma dispersão de condução de próton polimérico, fluida para dentro da abertura; e

fornecer condições que são eficazes para converter a dispersão de condução de próton polimérico, fluida, para dentro de uma membrana de permuta de próton polimérico sólido tendo lados de ânodo e cátodo, e que se conforma substancialmente à topologia superficial das respectivas superfícies voltadas para o interior de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos.

40. Método, de acordo com a reivindicação 38,
25 **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma abertura é definida entre as superfícies voltadas para o interior dos respectivos substratos cerâmicos eletricamente condutivos, porosos, e em que a etapa de fornecer a membrana de permuta de próton po-

limérico compreende ainda:

fornecer uma membrana de permuta de próton polimérico tendo lados opostos;

5 aplicar um revestimento de uma dispersão de condução de próton polimérico, fluida, que é compatível com a membrana de permuta de próton polimérico, em cada um dos lados opostos da membrana de permuta de próton polimérico; e

10 fornecer condições que sejam eficazes para converter a dispersão de condução de próton polimérico, fluida para dentro de uma porção da membrana de permuta de próton polimérico, e que se conforma substancialmente à topologia superficial das respectivas superfícies voltadas para o interior de cada um dos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos.

15 41. Método, de acordo com a reivindicação 38, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma abertura é definida entre as superfícies voltadas para o interior dos respectivos substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos, e em que a etapa de fornecer a membrana de permuta de próton polimérico compreende ainda:

20 fornecer um substrato eletricamente isolante poroso e que tem lados opostos;

25 fornecer uma dispersão de condução de próton, polimérico, fluida, e incorporar a dispersão de condução de próton polimérico fluida para dentro do substrato eletricamente isolante poroso;

após a etapa de fornecer a dispersão de condução de próton polimérico fluido, posicionar o substrato eletri-

camente isolante incorporando a dispersão de condução de próton polimérico fluido na abertura que é definida entre o par de substratos eletricamente condutivos cerâmicos, porosos;

5 posicionar individualmente os substratos eletricamente condutivos cerâmicos porosos respectivos em contato físico com os lados opostos do substrato eletricamente isolante poroso para fornecer uma montagem resultante; e

 fornecer condições que são eficazes para mudar a dispersão de condução de próton polimérico de fluido em uma
10 membrana de permuta de próton polimérico sólido que é disposto em contato elétrico ôhmico com cada um dos substratos eletricamente condutivos cerâmicos, porosos.

 42. Método, de acordo com a reivindicação 37, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a membrana de permuta de próton polimérico tem uma pluralidade de espaços vazios inter-
15 nos, e em que o método compreende ainda:

 fornecer um líquido iônico e encher pelo menos alguns dos espaços internos vazios da membrana de permuta de próton polimérico com o fluido iônico.

20 43. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido iônico inclui ainda uma pluralidade de fluidos iônicos.

 44. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o líquido iônico compreende
25 um líquido iônico hidrofóbico tendo um cátion e um ânion, e em que o cátion é selecionado do grupo que compreende Píridínio; Piridazínio; Pirimidínio; Pirazínio; Imidazólio; Pirazólio; Tiazólio; Oxazólio; e Triazólio; e o ânion é um á-

cido não Lewis contendo um ânion poliatômico tendo um volume van der Waals que excede 100 angstroms cúbicos.

45. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o líquido deslocado iônico compreende um sal tendo dois ou mais cátions sendo separados por grupos espaçadores, e em que os cátions são selecionados do grupo que compreende Piridínio; Piridazínio; Pirimidínio; Pirazínio; Imidazólio; Pirazólio; Tiazólio; Oxazólio; e Triazólio; e em que o sal também compreende ânions em número apropriado para manter a neutralidade de carga, e em que o ânion é um ânion poliatômico tendo um volume van der Waals que excede 100 angstroms cúbicos.

46. Método, de acordo com a reivindicação 37, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os substratos eletricamente condutivos cerâmicos, porosos, são individualmente fabricados a partir de diboreto de titânio e/ou diboreto de zircônio.

47. Método, de acordo com a reivindicação 37, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de fornecer o par de substratos eletricamente condutivos cerâmicos, porosos, compreende ainda:

fornecer uma fonte de partículas cerâmicas eletricamente condutivas tendo um tamanho predeterminado;

fornecer um artefato definindo uma cavidade e depositando a fonte de partículas cerâmicas eletricamente condutivas em uma profundidade predeterminada dentro do artefato;

aplicar pressão nas partículas cerâmicas eletricamente condutivas dentro da cavidade para obter uma porosida-

de dada; e

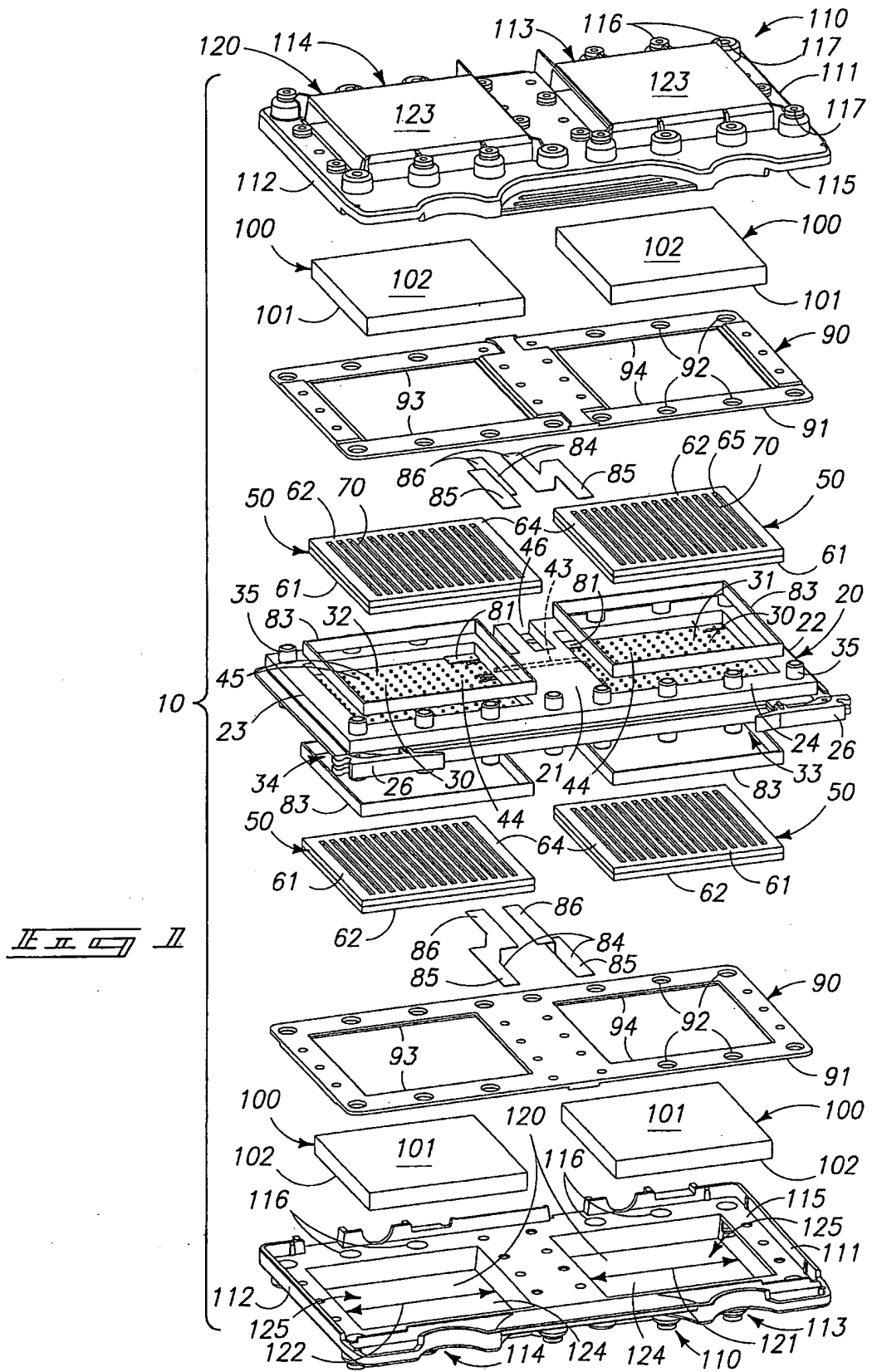
sinterizar as partículas cerâmicas para produzir os substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos, resultantes.

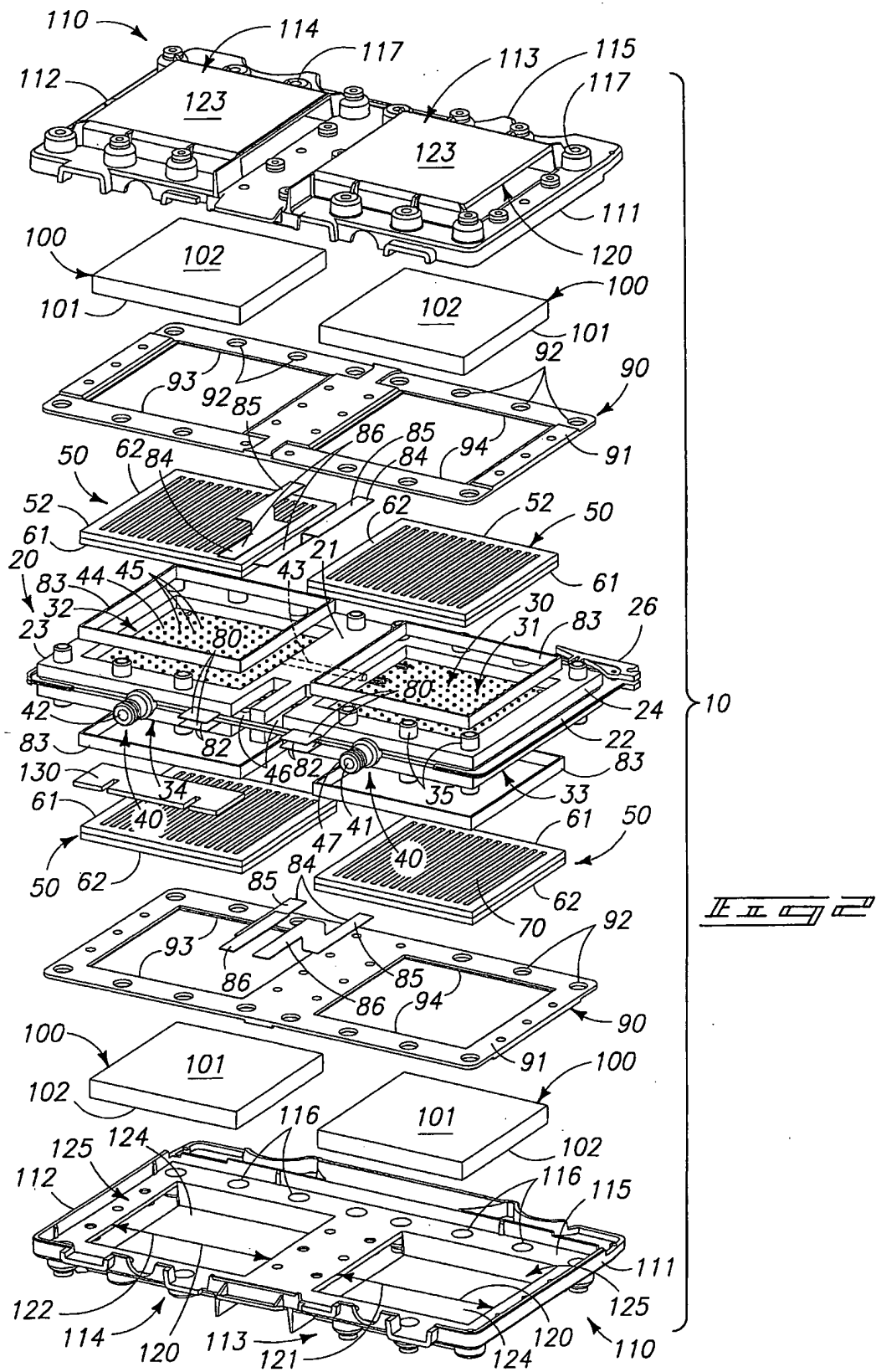
5 48. Método, de acordo com a reivindicação 47, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as partículas cerâmicas eletricamente condutivas têm um tamanho de aproximadamente 4 a aproximadamente 35 microns.

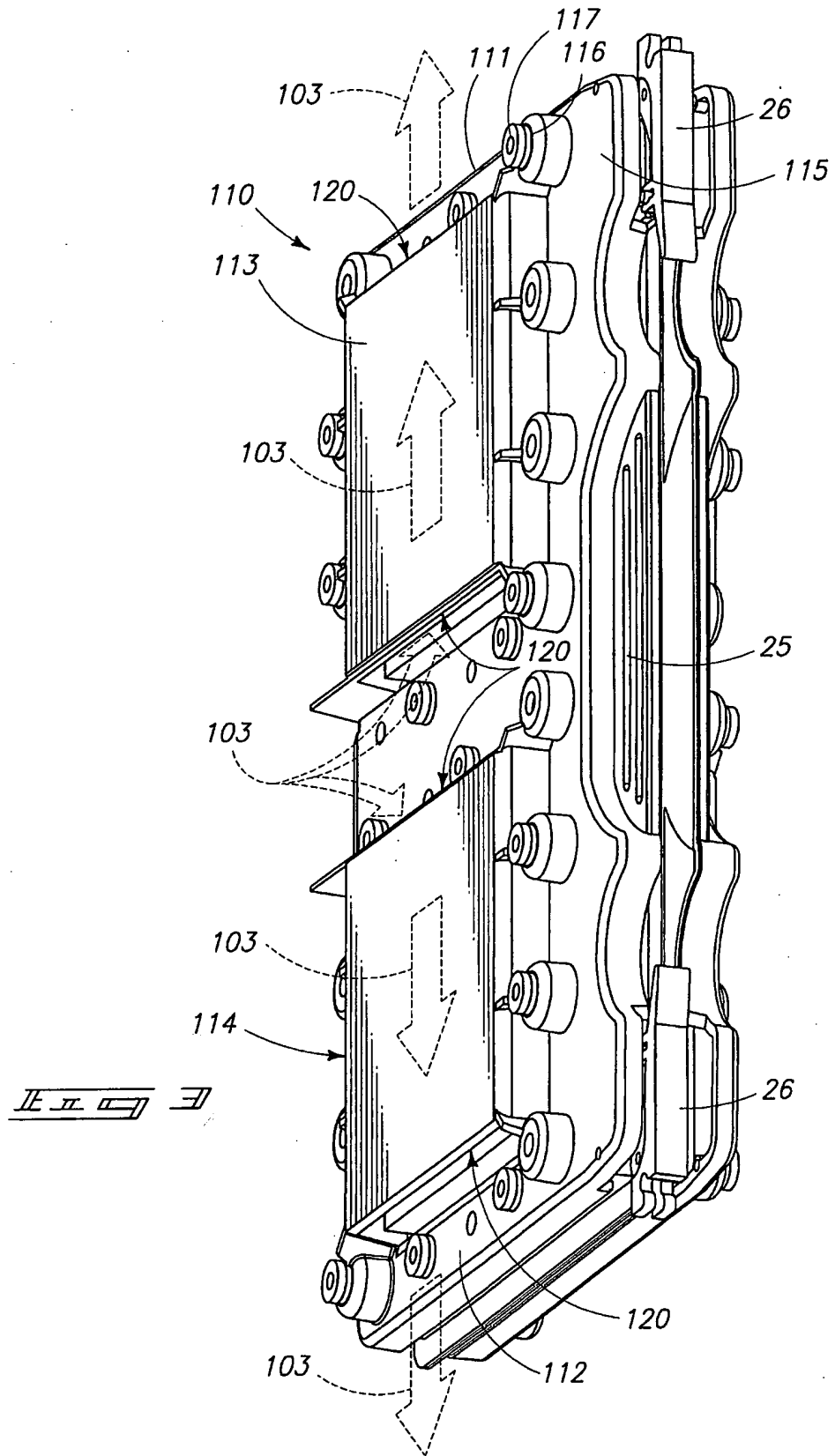
10 49. Método, de acordo com a reivindicação 47, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os substratos cerâmicos eletricamente condutivos, porosos, resultantes, têm individualmente uma porosidade de aproximadamente 1 a aproximadamente 1000 Gurley segundos.

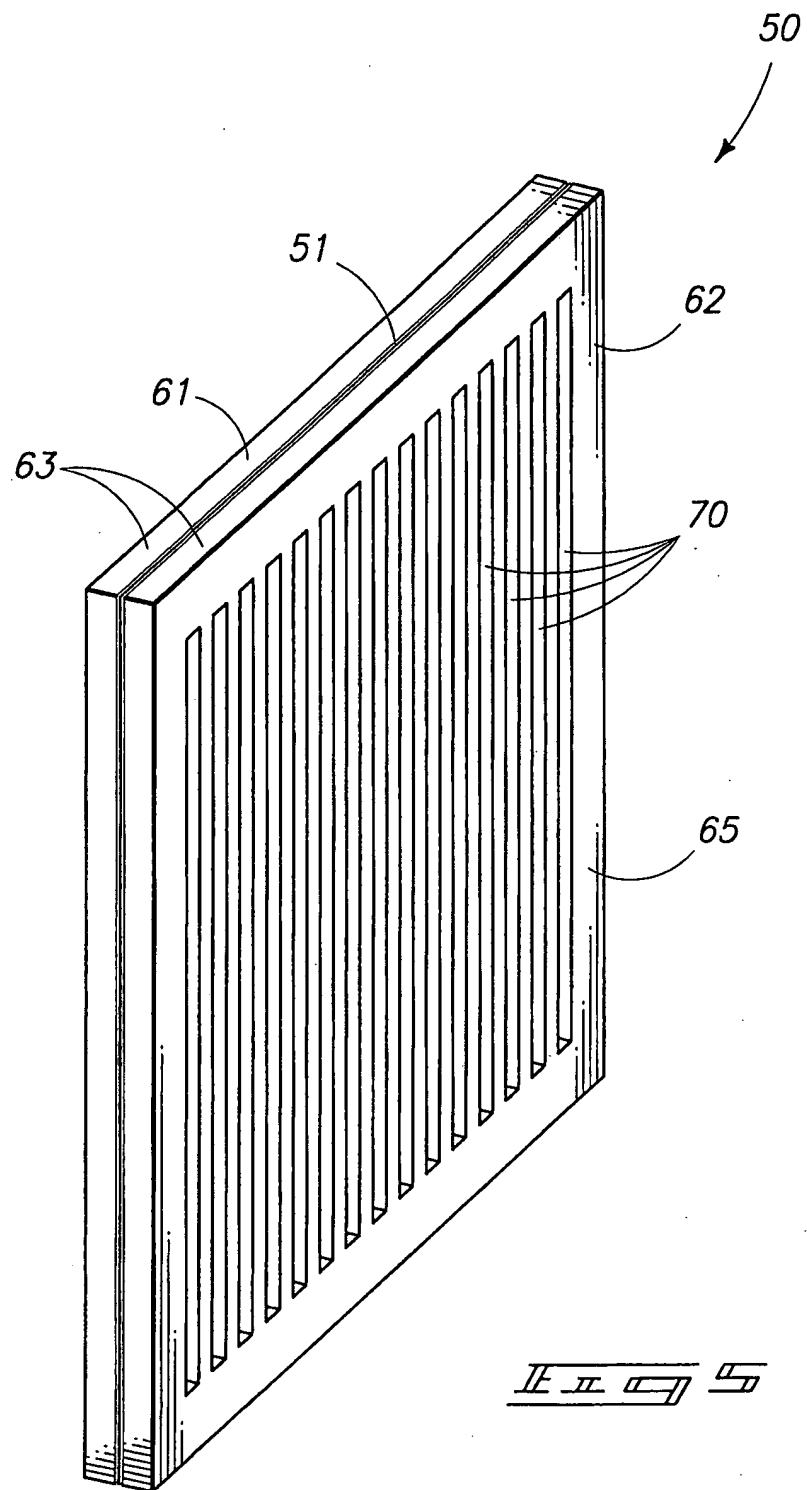
15 50. Método, de acordo com a reivindicação 47, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o artefato compreende um molde.

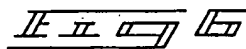
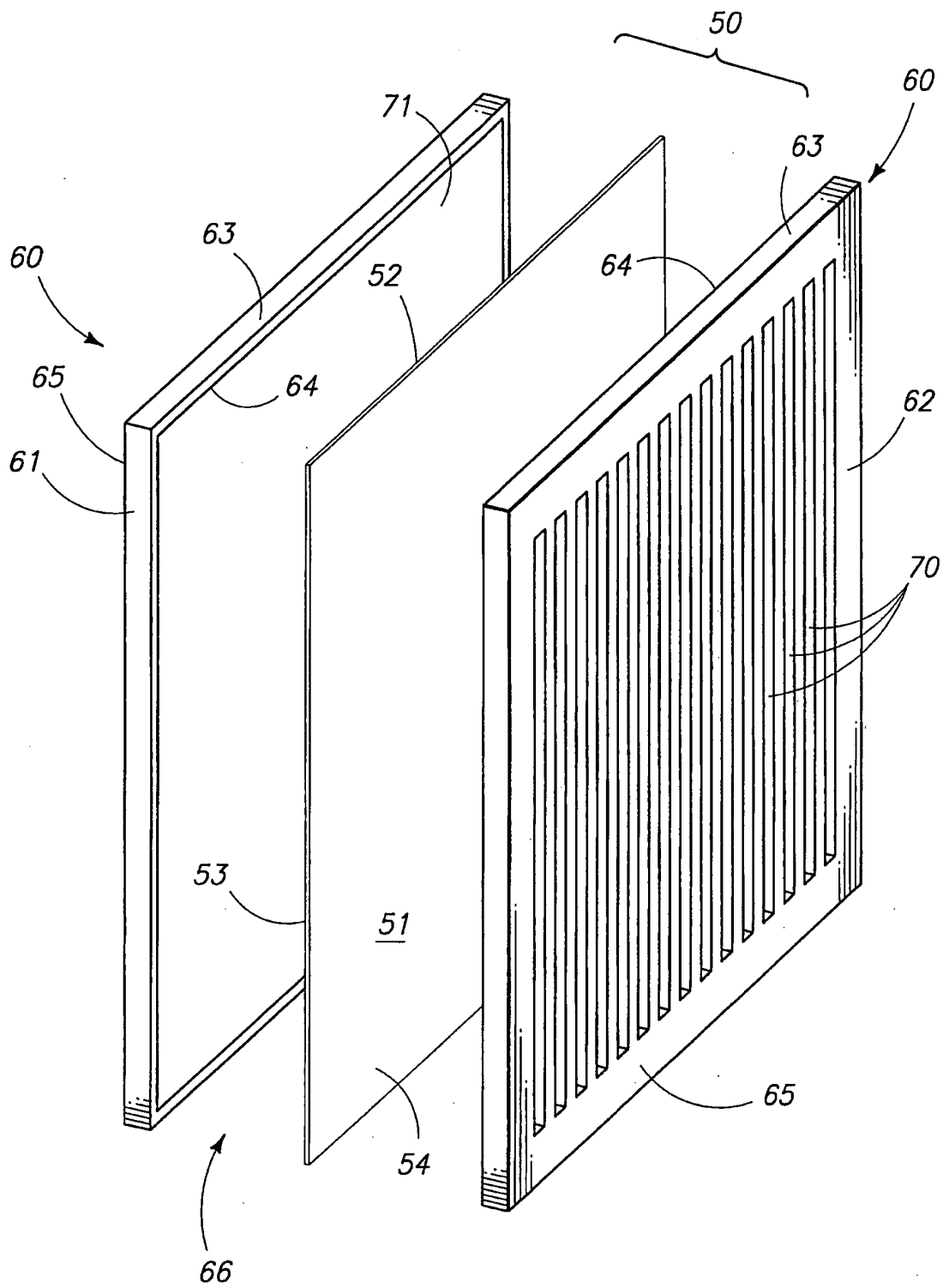
51. Método, de acordo com a reivindicação 47, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os substratos cerâmicos eletricamente condutivos porosos resultantes têm individualmente uma espessura menor do que aproximadamente 10 mm.

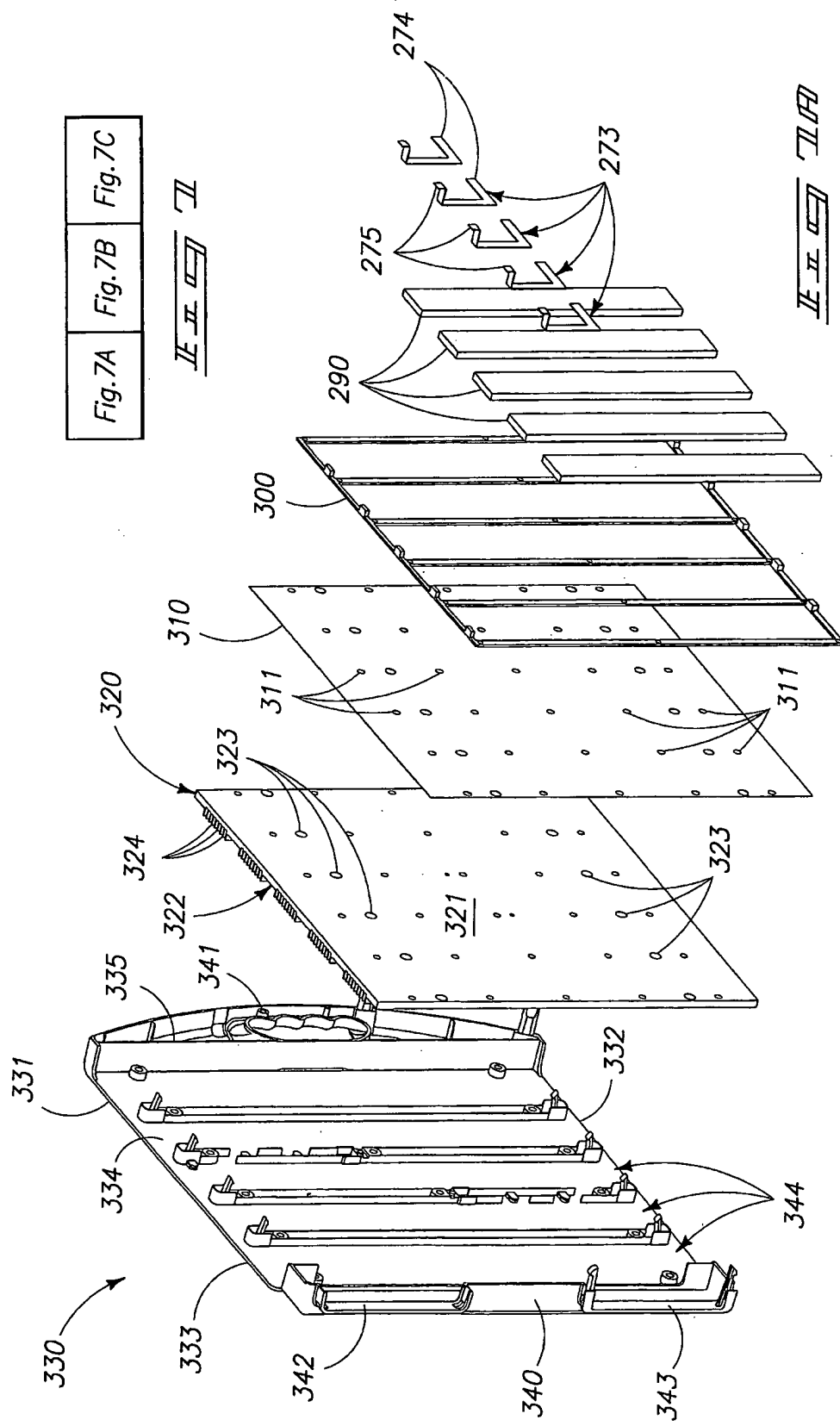


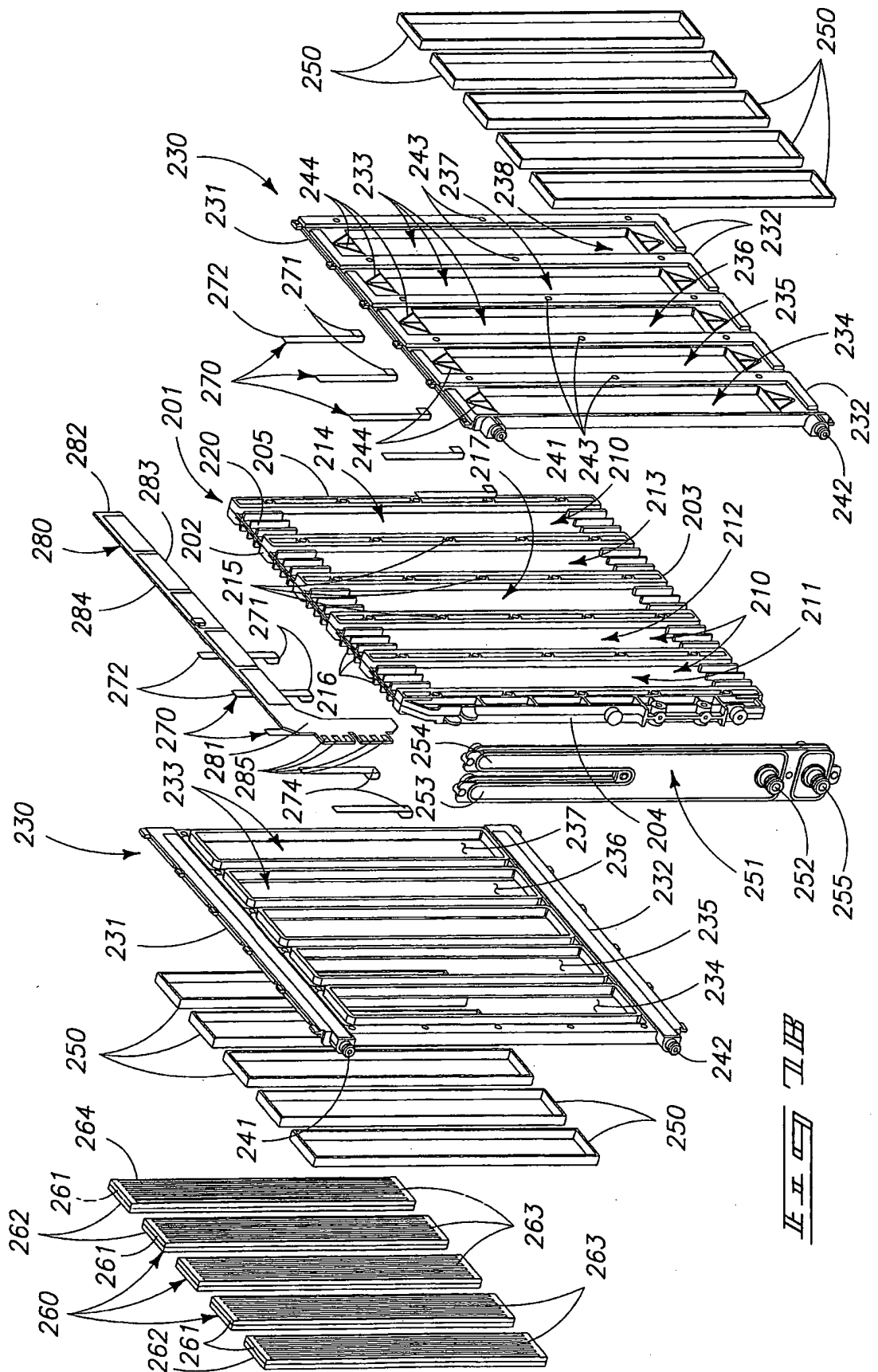


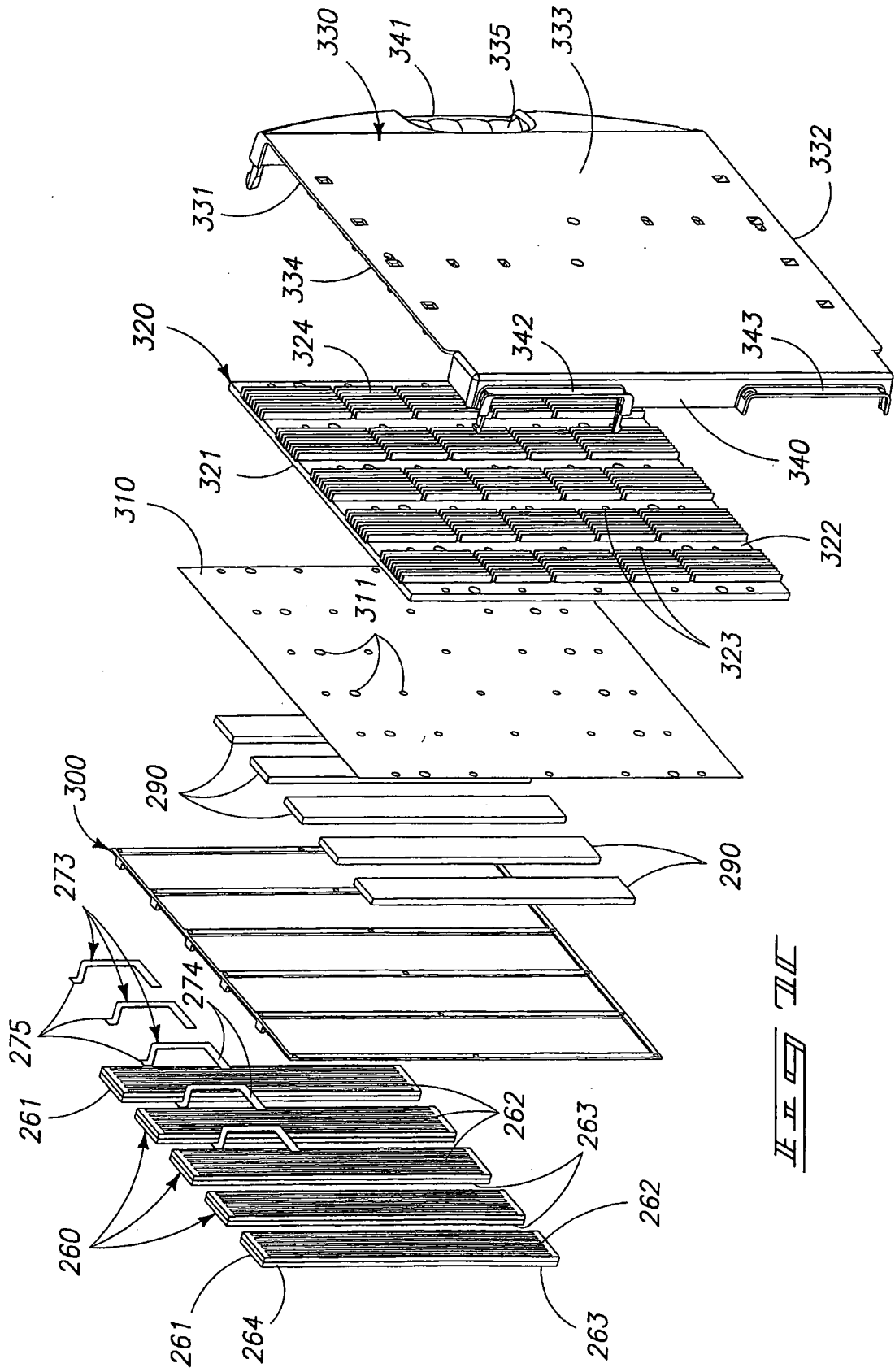


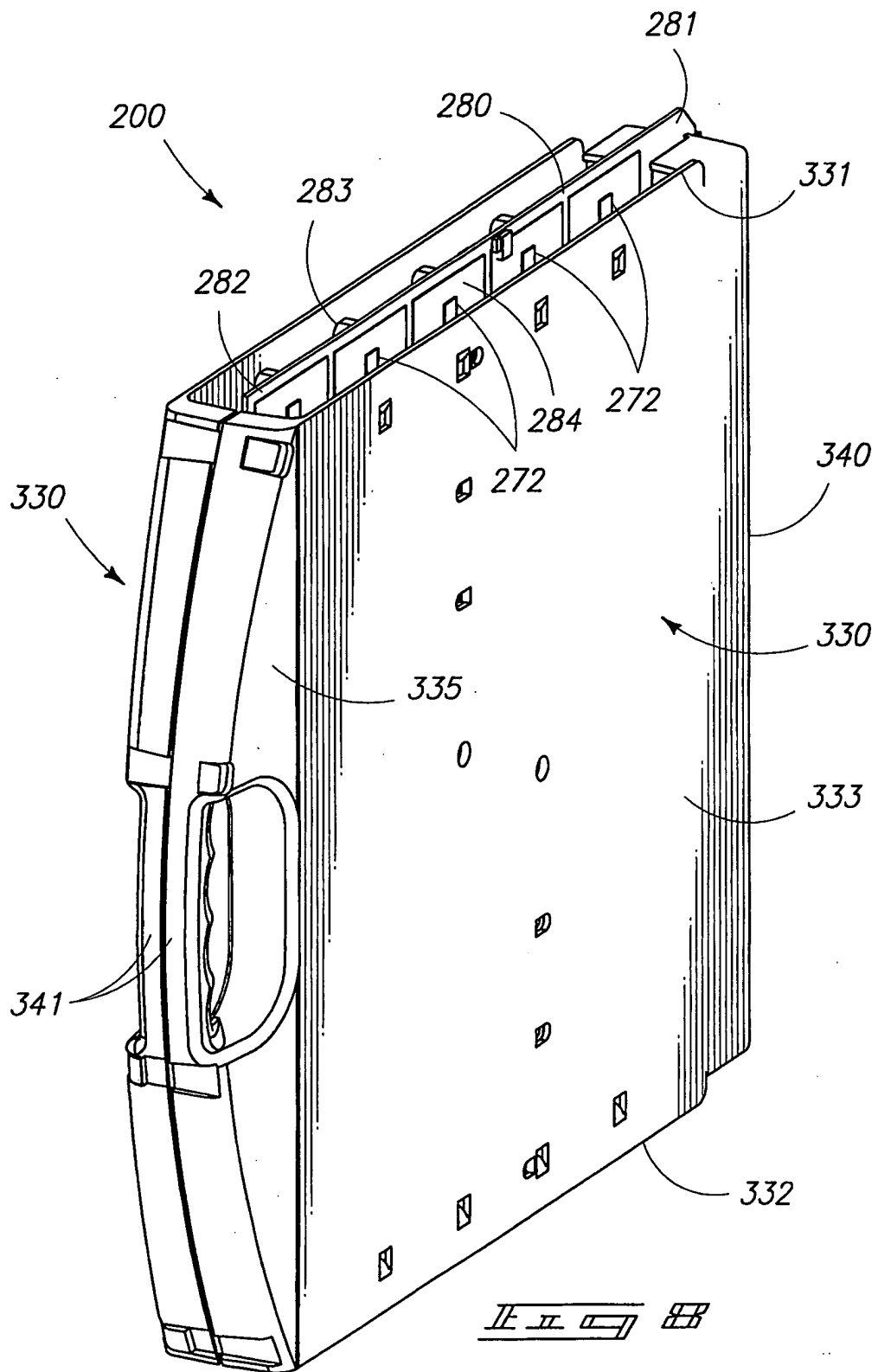












RESUMO

"CÉLULA DE COMBUSTÍVEL COM MEMBRANA DE PERMUTA DE PRÓTONS E MÉTODO DE FORMAR UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL"

Uma célula de combustível com membrana de permuta
 5 de próton e método para formar uma célula de combustível são
 revelados e que incluem, em seu aspecto mais amplo, uma mem-
 brana de permuta de próton tendo lados de anódio e catódio
 opostos; e eletrodos individuais em relação justaposta a ca-
 da um dos lados de anódio e catódio, e em que pelo menos um
 10 dos eletrodos é fabricado, pelo menos em parte, de um mate-
 rial cerâmico eletricamente condutivo. A presente metodolo-
 gia, como revelado, inclui as etapas de fornecer um par de
 substratos cerâmicos eletricamente condutivos, aplicar um
 revestimento de catalisador na superfície voltada para o in-
 15 terior do mesmo; e fornecer uma membrana de permuta de pró-
 ton polimérico, e posicionar a membrana de próton polimérico
 entre os mesmos e em contato elétrico ôhmico relativo ao
 mesmo para formar uma célula de combustível PEM resultante.