

República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0821502-2 A2



(22) Data do Depósito: 23/12/2008

(43) Data da Publicação Nacional: 03/12/2019

(54) Título: CÉLULAS A COMBUSTÍVEL UNITÁRIAS MODULARES

(51) Int. Cl.: H01M 8/04; H01M 8/24; H01M 4/86.

(30) Prioridade Unionista: 28/12/2007 US 11/966.887.

(71) Depositante(es): ALTERGY SYSTEMS.

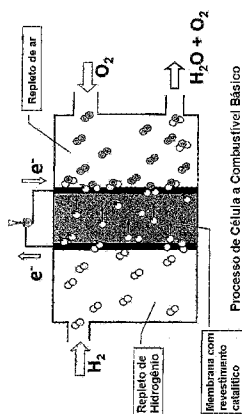
(72) Inventor(es): PETER DAVID DEVRIES.

(86) Pedido PCT: PCT US2008088231 de 23/12/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/086420 de 09/07/2009

(85) Data da Fase Nacional: 29/06/2010

(57) Resumo: CÉLULAS A COMBUSTÍVEL UNITÁRIAS MODULARES Uma célula a combustível unitária modular é divulgada, a qual compreende um conjunto eletrodo-membrana (MEA), um coletor de corrente/camada porosa de transporte (PTL) anódico, uma placa separadora bipolar (BSP), uma estrutura de transporte e resfriamento com mola aletada, um coletor de corrente/PTL catódico e uma estrutura anódica. Nesta modalidade, o ar é passado através da estrutura de transporte e resfriamento com mola aletada e o ar atua tanto como reagente catódico quanto como um refrigerante.



CÉLULAS A COMBUSTÍVEL UNITÁRIAS MODULARES

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

Esta invenção se refere a células a combustível de membranas eletrolíticas poliméricas (PEM) e a métodos para a produção dos componentes das mesmas. Mais particularmente, esta invenção refere-se à modelagem e construção de células a combustível unitárias modulares que reduzem os custos de produção.

2. Descrição da Técnica Relacionada

Uma célula a combustível de membrana eletrolítica polimérica (PEM) é um dispositivo eletroquímico compreendendo um eletrodo anódico, um eletrodo catódico e um eletrólito na forma de uma membrana polimérica fina disposto entre o eletrodo anódico e o eletrodo catódico. As unidades de células a combustível ou células a combustível de membranas eletrolíticas poliméricas individuais são empilhadas com placas de separador bipolar separando o eletrodo anódico de uma célula a combustível unitária a partir do eletrodo catódico de uma célula a combustível unitária adjacente para produzir pilhas de células a combustível de membranas eletrolíticas poliméricas.

As células eletroquímicas compreendendo membranas eletrolíticas poliméricas podem ser operadas como células a combustível em que um combustível e um oxidante são eletroquimicamente convertidos em eletrodos de células para produzir energia elétrica ou como eletrolizadores em que uma corrente elétrica externa é passada entre os eletrodos da célula, normalmente através de água, resultando na geração de hidrogênio e oxigênio nos respectivos eletrodos das células. As células a combustível são dispositivos de conversão de energia que usam hidrogênio e oxigênio, geralmente a partir do ar, para gerar eletricidade através de um processo de conversão química, sem combustão e sem emissões nocivas. A tensão e a corrente de saída dependem do número de células na pilha, da superfície total ativa e da eficiência. O processo básico para uma única célula é mostrado na FIG. 1.

As pilhas de células a combustível tradicionais 10, ver FIGS. 2, 3 e 4 são feitas de muitas células individuais 20 que são empilhadas em conjunto. Essas células a combustível têm normalmente uma placa separadora bipolar (BSP) 12 feita de grafite usinado, um conjunto eletrodo-membrana (MEA) 14, gaxetas 16, 18, um distribuidor de combustível 24 e podem ter um oxidante e um distribuidor refrigerante. Veja FIGS. 3 e 4.

Para o bom funcionamento das células a combustível, o gás hidrogênio deve ser selado no interior da célula e separado do gás oxidante (ar ou oxigênio). Em algumas células a combustível o resfriamento é necessário devido ao calor gerado durante a

operação normal. Este calor é comumente retirado das pilhas de célula a combustível por refrigeração líquida, comumente usando a água como refrigerante.

Além disso, é fundamental que o BSP 12 esteja em contato elétrico contínuo íntimo com o MEA 14.

5 Como mostrado na FIGS. 2 e 4, as pilhas de células a combustível têm normalmente usado uma estrutura de “filtro-prensa”, onde “placas de extremidade” pesada e espessa 32, 34 são colocadas nas extremidades de cada pilha de célula a combustível 10 e são mantidas juntas por tirantes pesados ou parafusos 38 e porcas 40, ou outros fixadores.

10 A estrutura de “filtro prensa” é uma tentativa de servir a dois propósitos:

(i) a vedação de hidrogênio, do oxidante e do líquido refrigerante, se usado, e (ii) manter contato elétrico íntimo entre os BSPs 12 e os MEAs 14, ver FIGS. 2 e 4. A desmontagem e análise das pilhas de célula a combustível construídas pelos métodos tradicionais revelam que o arranjo do “filtro prensa” não executa muito bem a função.

15 Essa análise revelou evidência de contato elétrico incompleto entre os BSPs 12 e os MEAs 14, resultando em má condução elétrica e baixo desempenho da célula. A análise também mostrou indícios de vazamento de gás e líquido.

BREVE RESUMO DA INVENÇÃO

Um aspecto da invenção é um conjunto de células a combustível unitárias modulares de PEM, compreendendo: um conjunto eletrodo-membrana (MEA) tendo um
20 lado anódico e um lado catódico, uma camada porosa de transporte anódica (PTL) tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás, bem como a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL anódica estando justaposto com e em contato elétrico com o lado anódico do
25 MEA, uma placa separadora bipolar condutora tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da placa separadora condutora justaposto e em contato elétrico com o segundo lado do campo de fluxo de gás anódico, uma estrutura de transferência de calor de aleta de mola tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da estrutura de transferência de calor justaposto ao segundo lado da placa separadora
30 condutora, e uma PTL catódica tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás, bem como a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL catódica estando justaposto com e em contato elétrico com o segundo lado da estrutura de transferência de calor de aleta de mola.

35 Um outro aspecto da invenção é um conjunto de células a combustível unitárias modulares de PEM, compreendendo: um conjunto eletrodo-membrana (MEA) tendo um

lado anódico e um lado catódico, uma camada porosa de transporte anódica (PTL) tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás, bem como a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL anódica estando justaposto com e em contato elétrico com o lado anódico do MEA, uma placa separadora bipolar condutora tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da placa separadora condutora justaposto e em contato elétrico com o segundo lado do campo de fluxo de gás do ânodo, uma estrutura de transferência de calor de aleta de mola tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da estrutura de transferência de calor justaposto para ao segundo lado da placa separadora condutora, e uma PTL catódica tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás, bem como a condução elétrica e de calor, o segundo lado da PTL catódica estando justaposto com e em contato elétrico com o lado catódico do MEA.

Um aspecto adicional da invenção é um conjunto de pilha de células a combustível compreendendo: uma primeira placa de extremidade e uma segunda placa de extremidade, a segunda placa de extremidade sendo alinhada com a primeira placa de extremidade; pelo menos um dos conjuntos de células a combustível unitárias modulares da reivindicação 1 ou da reivindicação 2 interpostos entre a primeira placa de extremidade e a segunda placa de extremidade e uma estrutura de compressão.

Aspectos adicionais da invenção serão apresentados nas partes seguintes da especificação em mediante a descrição detalhada com a finalidade de divulgar inteiramente modalidades preferidas da invenção sem colocar limitações nas mesmas.

BREVE DESCRIÇÃO DAS VÁRIAS VISTAS DOS DESENHOS

A invenção será mais bem compreendida por referência aos seguintes desenhos que são apenas para fins ilustrativos:

A FIG. 1 é uma representação esquemática do estado da técnica do processo básico de células a combustível convencional. A mesma mostra os íons de hidrogênio extraídos que combinam com o oxigênio através de uma membrana PEM para produzir energia elétrica.

A FIG. 2 mostra uma pilha de célula a combustível de PEM convencional de eletrodos comprimidos em conjunto com placas de extremidade pesada e parafusos tirantes.

A FIG. 3 é uma vista explodida de uma célula unitária de PEM convencional do estado da técnica de um conjunto de células a combustível.

A FIG. 4 é uma vista explodida de uma pilha de células a combustível de PEM convencional do estado da técnica de eletrodos mostrando o arranjo das partes internas e externas.

5 A FIG. 5 é uma reprodução ampliada de uma estrutura de rede reticulada tridimensional aberta ou de espuma.

A FIG. 6 é uma representação ampliada de um resfriamento por molas aletadas ou onduladas e da estrutura de transporte.

A FIG. 7 mostra uma seção transversal explodida dos elementos de uma célula unitária modular da presente invenção.

10 A FIG. 8 mostra um corte transversal dos elementos da FIG. 7 montados como uma célula unitária modular.

A FIG. 9 mostra um corte transversal das células unitárias modulares da FIG. 8 juntamente com as placas de extremidade e estrutura de terminação dispostas como uma pilha de célula a combustível.

15 A FIG. 10 mostra uma secção transversal explodida do elemento de pilha da FIG.9.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Referindo-se mais especificamente aos desenhos, para fins ilustrativos a presente invenção é incorporada no aparelho geralmente mostrado na FIG. 1 a FIG. 10. Será
20 apreciado que o aparelho pode variar conforme a configuração e conforme os detalhes das peças e que o método pode variar conforme a sequência e etapas específicas, sem se afastar dos conceitos básicos como divulgados aqui.

As FIGs. 7 e 8 mostram a modalidade preferida da célula a combustível unitária modular 45 da invenção. A vista explodida da FIG. 7 é mostrada para maior clareza. A
25 célula a combustível unitária modular 45 é compreendida de: um conjunto eletrodo-membrana (MEA) 62 com um lado anódico que está justaposto e em contato elétrico com um coletor de corrente anódica/camada porosa de transporte (PTL) 70, que está justaposto e em contato elétrico com uma placa separadora bipolar (BSP) 50, que está justaposta e em contato elétrico com uma estrutura de transporte e resfriamento por
30 molas aletadas (CTS) 85, que está justaposta com um coletor de corrente catódica / camada porosa de transporte 75 e um estrutura anódica 80 (não é mostrado na FIG. 8 para maior clareza). Em todas as modalidades o ar é passado através da estrutura de transporte resfriamento por molas aletadas 85 normal à vista e como é mostrado na FIG. 6 pela direção da seta 64 e o dito ar atua tanto como o reagente catódico quanto como o
35 refrigerante.

Em uma primeira modalidade alternativa (não mostrada) da célula a combustível unitária modular, a PTL catódica 75, ao invés de estar justaposta e em contato elétrico com o resfriamento por molas aletadas e a estrutura de transporte 85, está justaposta e em contato elétrico com o lado catódico do MEA 62, que está justaposto e em contato elétrico com uma PTL anódica 70, que está justaposta e em contato elétrico com o BSP 50, que está justaposto e em contato elétrico com o CTS 85.

Em uma segunda modalidade alternativa (não mostrada) a CTS 85, ao invés de ser justapostas e em contato elétrico com a BSP 50, é justaposta e contato elétrico com um primeiro lado da PTL catódica 75, a PTL catódica 75 tem um segundo lado que está justaposto e em contato elétrico com o lado catódico do MEA 62 que está justaposto e em contato elétrico com uma PTL anódica 70, que está justaposta e em contato elétrico com a BSP 50. Todas as modalidades resultam em uma célula a combustível unitária modular que pode ser montada antes de ser montada adicionalmente em uma pilha de célula a combustível 100, FIGs. 9 e 10.

O MEA 62, FIGs. 7 e 8, que pode ser construído de várias maneiras conhecidas por aqueles familiarizados com a arte consiste em uma membrana trocadora de prótons (PEM) 55, uma camada de difusão de gás anódica (GDL) 60 e uma camada de difusão de gás catódica 65, bem como um eletrodo anódico (não mostrado) e um eletrodo catódico (não mostrado). O MEA montado pode ou não ter uma borda em torno do perímetro que pode ou não ser reforçada. O MEA é normalmente construído em um dos dois métodos conhecidos para os versados na técnica.

O primeiro método é o da abordagem da membrana revestida com catalisador (CCM) em que um eletrodo anódico catalisado é aplicado a um primeiro lado da PEM 55 e um eletrodo catódico catalisado é aplicado ao segundo lado da PEM 55, as GDLs anódica e catódica 60, 65 são então aplicadas aos respectivos lados do CCM formando o MEA 62.

O segundo método de construção do MEA é o da abordagem do eletrodo de difusão de gás (GDE) no qual um eletrodo anódico catalisado é aplicado a um primeiro lado da GDL anódica 60 formando um GDE anódico e um eletrodo catódico catalisado é aplicado a um primeiro lado da GDL catódica 65 formando um GDE catódico. A lateral do eletrodo anódico catalisado do GDE anódico é aplicada a um primeiro lado de uma PEM 55 e a lateral do eletrodo catódico catalisado do GDE catódico é aplicada aos lados opostos da PEM 55 formando o MEA 62.

Tanto na primeira quanto na segunda abordagem, os componentes podem ser pré-montados antes de serem montados como um MEA 62 na célula unitária modular 45 da presente invenção ou podem ser montados em um MEA 62 durante a montagem da

célula unitária modular 45 da presente invenção. Os MEAs e componentes do MEA estão disponíveis a partir de vários fornecedores, por exemplo, 3M, DuPont, WA Gore, SGL Carbon, Ballard, Freudenberg, etc..

5 A BSP 50 é um componente metálico de chapa fina que pode ser produzido de forma barata por estampagem, supressão, corte e perfuração ou outras técnicas de trabalho com metais laminares conhecidas na arte. As placas bipolares podem ser feitas a partir de uma variedade de metais e ligas metálicas como o aço inoxidável, titânio, níquel ou ligas; vantajosamente e preferencialmente devido a considerações de custo, um material preferido é o aço inoxidável série 300.

10 O coletor de corrente/camada porosa de transporte (PTL) anódico 70 e o coletor de corrente/camada de transporte porosa 75 catódico permitem o transporte de reagentes para o eletrodo catalisado, a remoção de produtos de reação dos eletrodos, é fundamental para o transporte de calor da membrana, são condutores elétricos e distribuem uniformemente os estresses compressivos quando a célula a combustível unitária modular é comprimida em uma pilha de células a combustível. As PTLs podem ser uma estrutura reticulada, também chamada de espuma, uma malha de tecido ou
15 pano, um feltro de não tecido ou papel, material poroso, um material expandido ou outras estruturas porosas. A PTL pode ser de alumínio, níquel ou ligas de titânio ou aço inoxidável, carbono ou grafite, ou outros materiais eletricamente condutivos e pode ser fornecida por ERG, SGL, Toray, INCO Special Products, RECEMAT e outros. Uma
20 modalidade preferida é o uso de espuma de metal, FIG. 5, com um tamanho de célula entre 0,040 e 1,0 mm com uma espessura de 0,1 a 3 mm. As PTLs podem ou não ser do mesmo material e ser empregadas em várias combinações. Como um exemplo não limitante, a PTL anódica pode ser de espuma de metal e a PTL catódica pode ser um
25 papel ou feltro suportado por uma malha ou tecido de metal.

A estrutura de transporte e resfriamento por molas aletadas 85 permite o transporte do ar do catodo contendo oxigênio para a reação catódica, para a remoção dos produtos de reação, bem como a estrutura de resfriamento para remover o calor durante a operação de células a combustível pela passagem de reagente/resfriamento
30 através e passado pelas aletas. Isso também fornece um grau de deformação da mola na pilha de célula a combustível quando as células são empilhadas e pressionadas em conjunto. Além disso, a estrutura de refrigeração com mola aletadas 85, em uma modalidade preferida, é construída de um material com espessura de 0,05 a 0,25 mm, que pode ser de alumínio, níquel, titânio e suas ligas ou aço inoxidável
35 (preferencialmente da série 300). A altura é da ordem de 0,5 a 5 mm com um passo de

corrugação entre 0,25 a 3 mm. A fonte para tal estrutura aletada é de Robinson Fin Machines, Inc.

As estruturas anódicas 80 contêm a PTL anódica e incorporam canais para a alimentação de combustível de hidrogênio para a área eletroquimicamente ativa e canais para permitir a purga do combustível de hidrogênio e a remoção da água condensada em excesso que pode estar contida no ânodo. Os materiais de escolha para a estrutura anódica 80 incluem materiais poliméricos ou elastoméricos, tais como PVC, policarbonato, ABS, silicone, poliuretano, etc..

A modalidade da FIG. 8 mostra a célula a combustível unitária modular 45 da invenção como um conjunto completo. Na FIG. 8, a estrutura anódica 80 é omitida para maior clareza. Na montagem de componentes metálicos, ou seja, da PTL anódica 70, a BSP 50, a estrutura de transporte e resfriamento com mola aletada 85 e a PTL catódica podem ser montadas em paralelo com o restante da célula a combustível unitária modular 45 ou a estrutura metálica pode ser pré-montada como uma unidade completa, por meios metalúrgico tais como brasagem e soldagem ou outros meios conhecidos por aqueles versados na arte.

A célula a combustível unitária modular 45 é posteriormente montada em uma pilha de célula a combustível 100, FIG. 9. Uma vista explodida para a pilha de célula a combustível 100 mostrando os componentes da montagem é mostrada para maior clareza na FIG. 10. A pilha de célula a combustível 100 é composta de uma ou mais células a combustíveis unitárias modulares 45, duas placas de extremidade, uma placa de extremidade catódica 90 e uma placa de extremidade anódica 92, assim como uma estrutura de terminação catódica 95. De nota são a célula de extremidade catódica 96, a célula de extremidade anódica 98 e células de empilhamento central 94. A pilha pode conter uma única célula a combustível unitária modular 45, caso em que a única célula serve tanto como a célula de extremidade catódica 96 quanto a célula de extremidade anódica 98 com nenhuma célula de empilhamento central 94. Uma pilha de duas células contém uma célula de extremidade catódica separada 96 e uma célula de extremidade anódica separada 98, mas nenhuma célula de empilhamento central 94. Uma pilha com mais de duas células contém uma célula de extremidade catódica separada 96 e uma célula de extremidade anódica separada 98 e uma ou múltiplas célula de empilhamento central 94.

A estrutura de terminação catódica 95 é justaposta em contato elétrico com a placa de extremidade catódica 90 e célula de extremidade catódica 96. A estrutura de terminação catódica 95 consiste em uma estrutura de transporte e resfriamento com mola aletada 85 e é justaposta e em contato elétrico com um coletor de corrente catódica/

camada de transporte porosa 75. A estrutura de terminação catódica 95 pode ser montada por meios metalúrgicos tais como brasagem e soldagem ou por qualquer outro meio conhecido para aqueles versados na arte e que podem ou não estar no congresso metalúrgico com a placa de extremidade catódica 90 para formar o conjunto de terminação da placa de extremidade completa 99.

Na primeira modalidade alternativa de célula a combustível unitária modular (não mostrada), a estrutura de terminação catódica 95 não inclui a PTL catódica 75, apenas a estrutura de transporte e resfriamento com mola aletada 85 que é justaposta com a placa de extremidade catódica 90 e que pode ou não estar no congresso metalúrgico com a placa de extremidade catódica 90, a PTL catódica sendo incorporada com a modalidade alternativa de células a combustível unitárias modulares.

Na primeira modalidade alternativa de células a combustível unitárias modulares, uma PTL catódica 75 opcionalmente justaposta e em contato elétrico com a placa de extremidade anódica 92 e com a célula de extremidade anódica 98, e pode ou não estar no congresso metalúrgico com placa de extremidade anódica 92 e com a célula de extremidade anódica 98, ou pode estar em congresso metalúrgicos ou pode estar em congresso metalúrgico com a primeira modalidade alternativa de célula a combustível unitária modula ou com a placa de extremidade anódica 92 ou nenhum.

Na segunda modalidade alternativa da célula a combustível unitária modular (não mostrada), a estrutura de terminação catódica 95 não é empregada, mas sim uma estrutura de terminação anódica é usada. Um primeiro lado de uma estrutura de transporte e resfriamento 85 é justaposto e em contato elétrico com a BSP da célula de extremidade anódica 98 e um segundo lado é também justaposto e em contato elétrico com a placa de extremidade anódica 92. Esta estrutura de terminação anódica pode ou não estar no congresso metalúrgico com a placa de extremidade anódica 92 e com a célula de extremidade anódica 98, ou pode estar em congresso metalúrgico com a segunda modalidade alternativa de célula a combustível unitária modular ou a placa de extremidade anódica 92, ou nenhum.

Após a montagem, os componentes da pilha são presos em conjunto por meios bem conhecidos por aqueles versados na arte com uma tensão de compressão geralmente na faixa de 2,5 a 50 kg/cm². A placa de extremidade anódica 92 e placa de extremidade catódica 90 são ligadas a uma carga elétrica externa.

Enquanto apenas algumas modalidades da invenção têm sido mostradas e descritas aqui, se tornará evidente para os que são hábeis na arte que várias modificações e alterações podem ser feitas na fabricação da célula a combustível unitária modular 45 e sua modalidade subsequente em uma pilha de células a combustível para

fazer um dispositivo de célula a combustível em pleno funcionamento sem se afastar do sentido e escopo da presente invenção. Além disso, as dimensões, materiais e processos recitados aqui são para fins de ilustração e não se destinam a excluir o uso de outras dimensões, materiais ou processos.

Embora a descrição acima contenha muitos detalhes, estes não devem ser interpretados como a limitação do escopo da invenção, mas apenas como simples fornecimento de ilustrações de algumas das modalidades presentemente preferidas dessa invenção. Portanto, será apreciado que o escopo da presente invenção compreende plenamente outras modalidades que podem tornar-se óbvias para aqueles hábeis na arte, e que o escopo da presente invenção é, portanto, para ser limitado por nada além das reivindicações apensas, em que a referência a um elemento no singular, não se destina a significar "um e apenas um", a menos que seja explicitamente determinado, mas em vez disso, "um ou mais". Todas as estruturas, produtos químicos e equivalentes funcionais para os elementos da modalidade preferida descrita acima que são conhecidos por aqueles versados na arte são expressamente incorporados por referência e se destinam a ser abrangidos pelas presentes reivindicações. Além disso, não é necessário que um dispositivo ou método atenda cada um ou todos os problemas a serem resolvidos pela presente invenção, para ser abrangido pelas presentes reivindicações. Além disso, nenhum elemento, componente, etapa do método na presente divulgação se destina a ser dedicado ao público, independentemente de o elemento, componente ou etapa do método ser explicitamente recitado nas reivindicações. Nenhum elemento reivindicado aqui deve ser interpretado de acordo com o disposto no 35 USC 112, sexto parágrafo, a menos que o elemento seja expressamente recitado usando a frase "os meios para."

25 CONCEITOS

Em resumo, a presente divulgação descreve pelo menos os seguintes conceitos abrangentes:

Conceito 1. Conjunto de célula a combustível unitária modular de PEM compreendendo:

30 um conjunto eletrodo-membrana (MEA) tendo um lado anódico e um lado catódico;

uma camada porosa de transporte anódica (PTL) tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para difusão de gás, bem como a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL anódica estando justaposto e em contato elétrico com o lado anódico do MEA;

uma placa separadora bipolar condutora tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da placa separadora condutora justaposto e em contato elétrico com o segundo do campo de fluxo de gás anódico;

5 uma estrutura de transferência de calor de aleta de mola tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da estrutura de transferência de calor justaposto ao segundo lado da placa separadora condutora; e

10 uma PTL catódica tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás, bem como para a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL catódica estando justaposto e em contato elétrico com o segundo lado da estrutura de transferência de calor de aleta de mola.

Conceito 2. Conjunto de célula a combustível unitária modular de PEM compreendendo:

15 um conjunto eletrodo-membrana (MEA) tendo um lado anódico e um lado catódico;

uma camada porosa de transporte anódica (PTL) tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para difusão de , bem como para a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL anódica estando justaposto e em contato elétrico com o lado anódico do MEA;

20 uma placa separadora bipolar condutora tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da placa separadora condutora justaposto e em contato elétrico com o segundo lado do campo de fluxo de gás anódico;

25 uma estrutura de transferência de calor de aleta de mola tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da estrutura de transferência de calor justaposto ao segundo lado da placa separadora condutora; e

uma PTL catódica tendo um primeiro e um segundo lado compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás, bem como para a condução elétrica e de calor, o segundo lado da PTL catódica estando justaposto e em contato elétrico com o lado catódico do MEA.

30 Conceito 3. Conjunto de pilha de célula a combustível compreendendo:

uma primeira placa de extremidade e uma segunda placa de extremidade, a segunda placa de extremidade estando alinhada com a primeira placa de extremidade;

35 pelo menos um conjunto de células à combustível unitárias modulares conforme a reivindicação 1 e 2 interposto entre a primeira placa de extremidade e a segunda placa de extremidade, e

uma estrutura de compressão.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de célula a combustível unitária modular de PEM **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um conjunto eletrodo-membrana (MEA) tendo um lado anódico e um lado catódico;

uma camada porosa de transporte anódica (PTL) tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para difusão de gás e a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL anódica estando justaposto e em contato elétrico com o lado anódico do MEA;

uma placa separadora bipolar condutora tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da placa separadora condutora justaposto e em contato elétrico com o segundo lado da PTL anódica;

uma estrutura de transferência de calor tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da estrutura de transferência de calor justaposto ao segundo lado da placa separadora condutora; e

uma PTL catódica tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás, bem como para a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL catódica estando justaposto e em contato elétrico com o segundo lado da estrutura de transferência de calor.

2. Conjunto de célula a combustível unitária modular de PEM **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um conjunto eletrodo-membrana (MEA) tendo um lado anódico e um lado catódico;

uma camada porosa de transporte anódica (PTL) tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para difusão de gás e para a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL anódica estando justaposto e em contato elétrico com o lado anódico do MEA;

uma placa separadora bipolar condutora tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da placa separadora condutora justaposto e em contato elétrico com o segundo lado da PTL anódica;

uma estrutura de transferência de calor tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da estrutura de transferência de calor justaposto ao segundo lado da placa separadora condutora; e

uma PTL catódica tendo um primeiro e um segundo lado compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás e para a condução

elétrica e de calor, o segundo lado da PTL catódica estando justaposto e em contato elétrico com o lado catódico do MEA.

3. Conjunto de célula a combustível unitária modular de PEM, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

5 um conjunto eletrodo-membrana (MEA) tendo um lado anódico e um lado catódico;

 uma camada porosa de transporte anódica (PTL) tendo um primeiro e um segundo lado, compreendendo uma estrutura tridimensional aberta adequada para difusão de gás e para a condução elétrica e de calor, o primeiro lado da PTL anódica
10 estando justaposto e em contato elétrico com o lado anódico do MEA;

 uma placa separadora bipolar condutora tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da placa separadora condutora justaposto e em contato elétrico com o segundo lado da PTL anódica;

 uma PTL catódica tendo um primeiro e um segundo lado compreendendo uma
15 estrutura tridimensional aberta adequada para a difusão do gás e para a condução elétrica e de calor, o segundo lado da PTL catódica estando justaposto e em contato elétrico com o lado catódico do MEA, e

 uma estrutura de transferência de calor tendo um primeiro lado e um segundo lado, o primeiro lado da estrutura de transferência de calor justaposto com o primeiro lado
20 da PTL catódica.

4. Conjunto de célula a combustível, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que o MEA compreende uma membrana trocadora de próton (PEM) disposta entre uma camada de difusão de gás anódico e uma camada de difusão de gás catódico.

25 5. Conjunto de célula a combustível, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que a PTL catódica e a PTL anódica compreende uma estrutura reticulada configurada para distribuir o estresse compressivo uniformemente quando a célula a combustível unitária modular é comprimida em uma pilha de células a combustível.

30 6. Conjunto de célula a combustível, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que a estrutura de transferência de calor compreende uma pluralidade de ondulações que se estendem para fora da placa separadora condutora quando posicionadas adjacentes a placa separadora condutora, a pluralidade de ondulações espaçadas permitir que o fluido passe através das ondulações paralelas a
35 superfície planar da placa separadora condutiva, dito fluido agindo como um refrigerante.

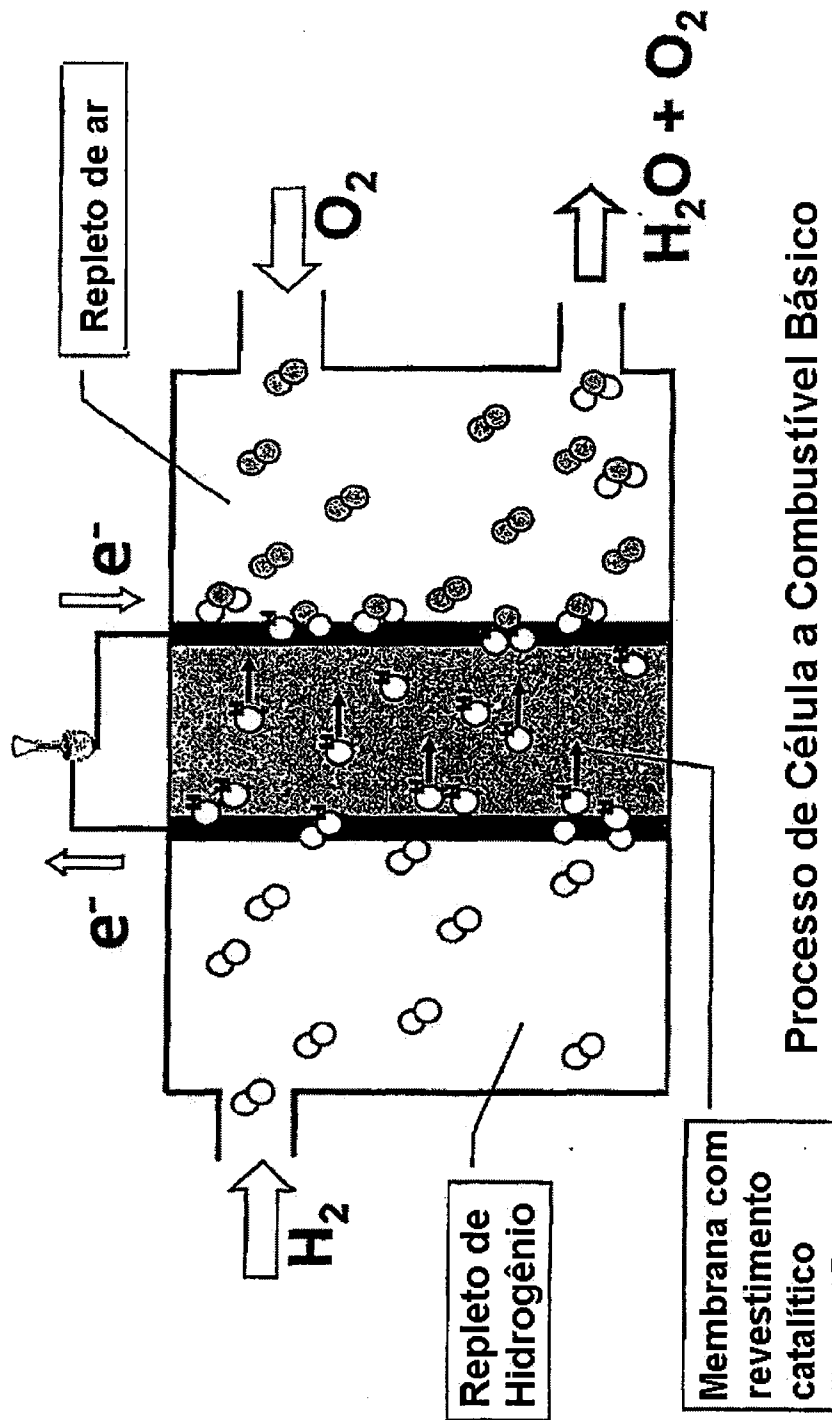


FIG. 1

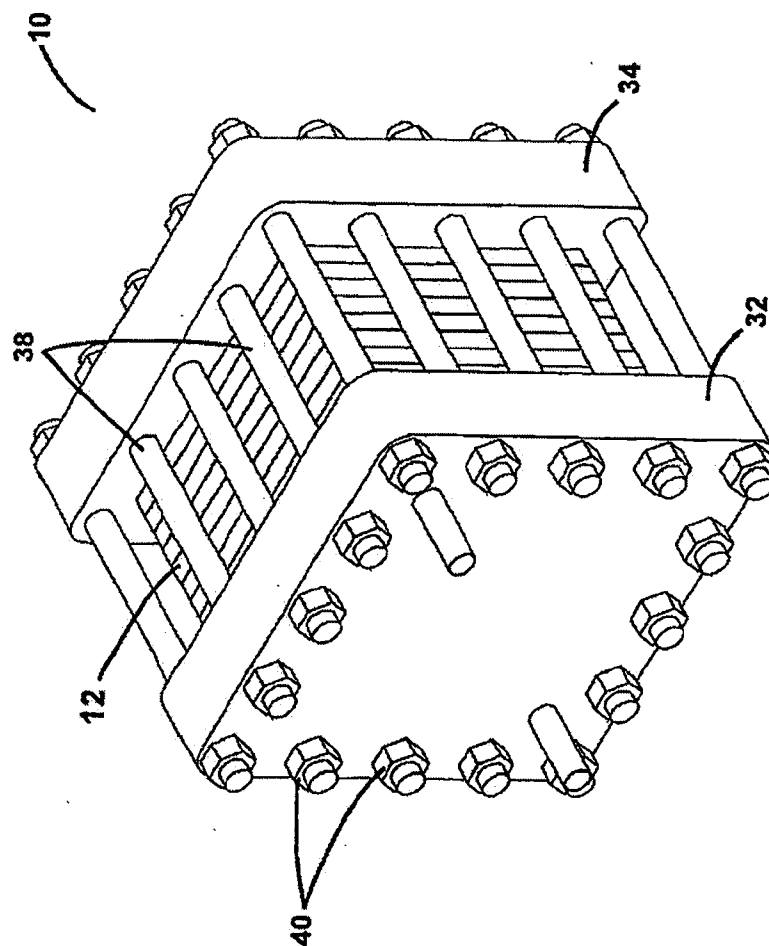


FIG. 2

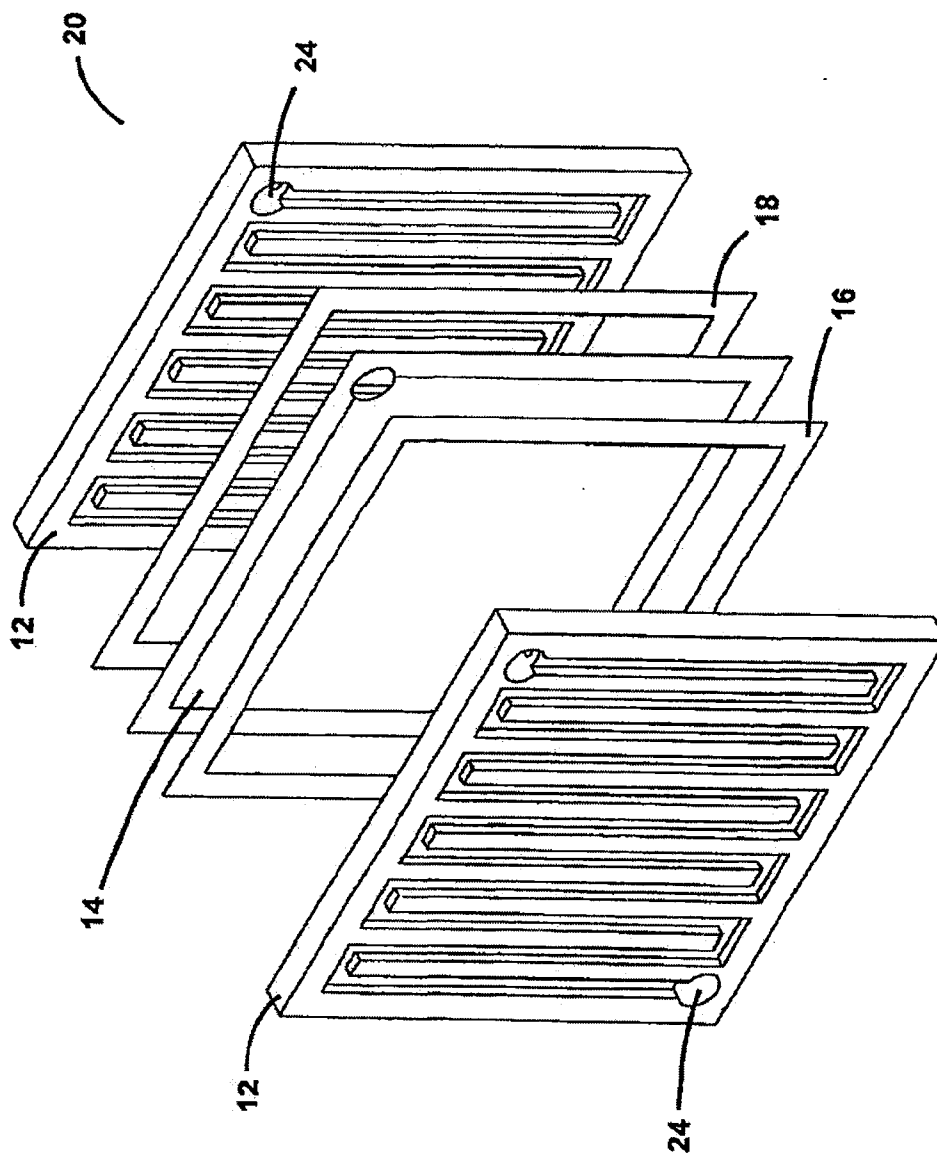


FIG. 3

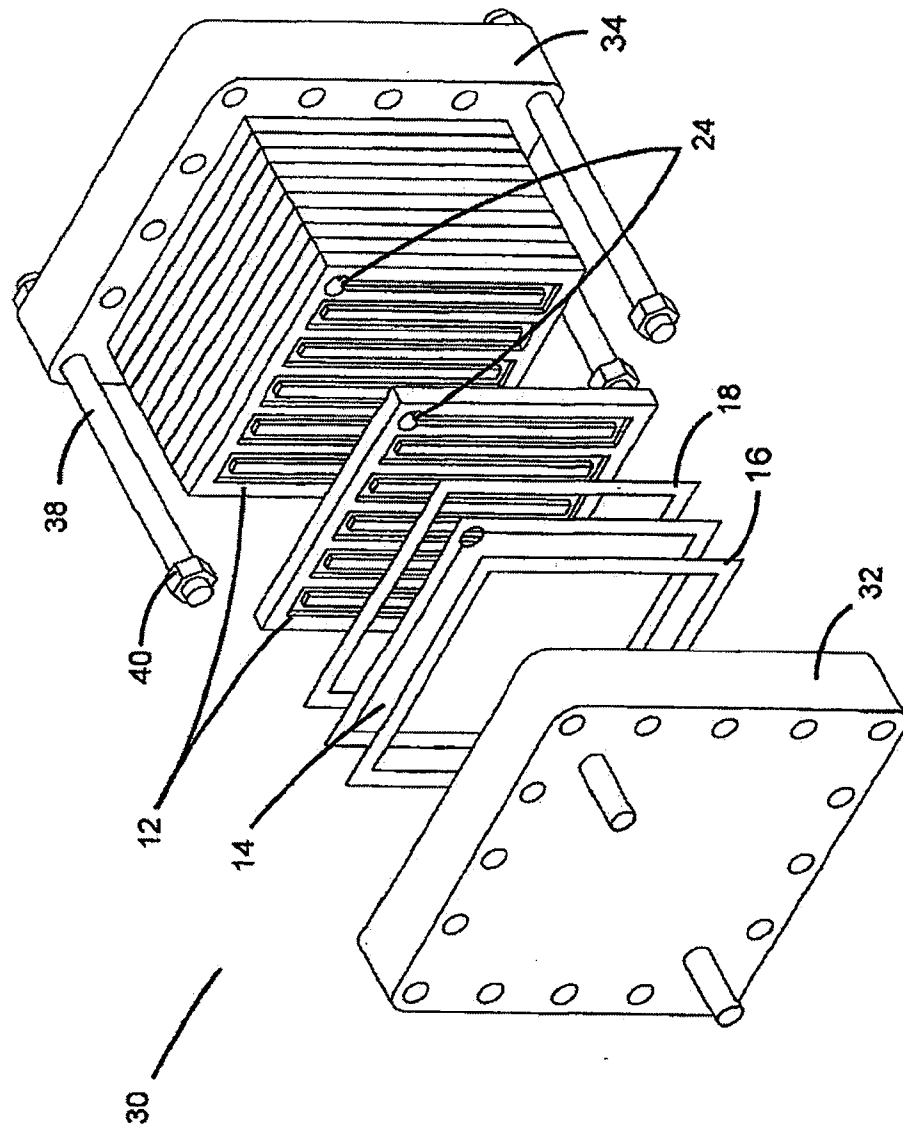


FIG. 4

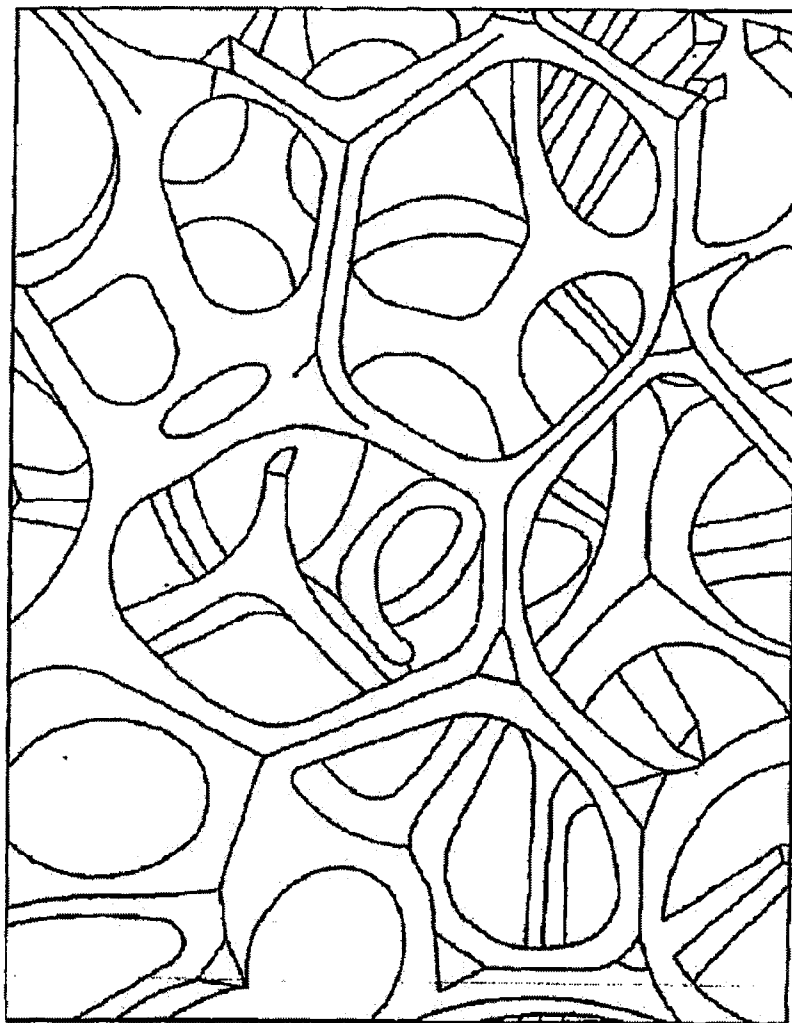


FIG. 5

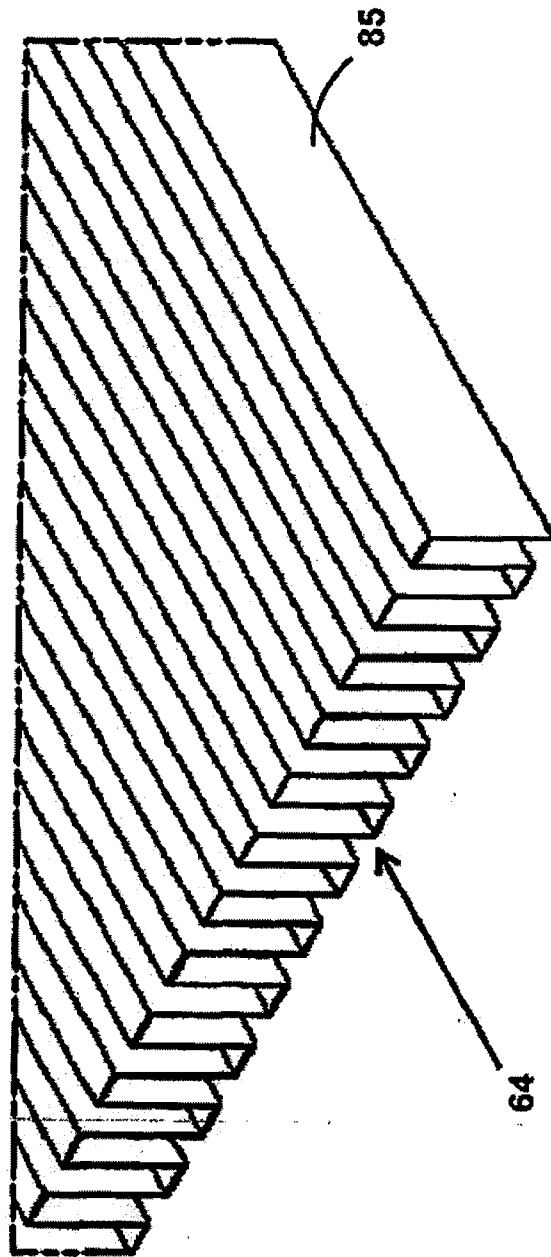


FIG. 6

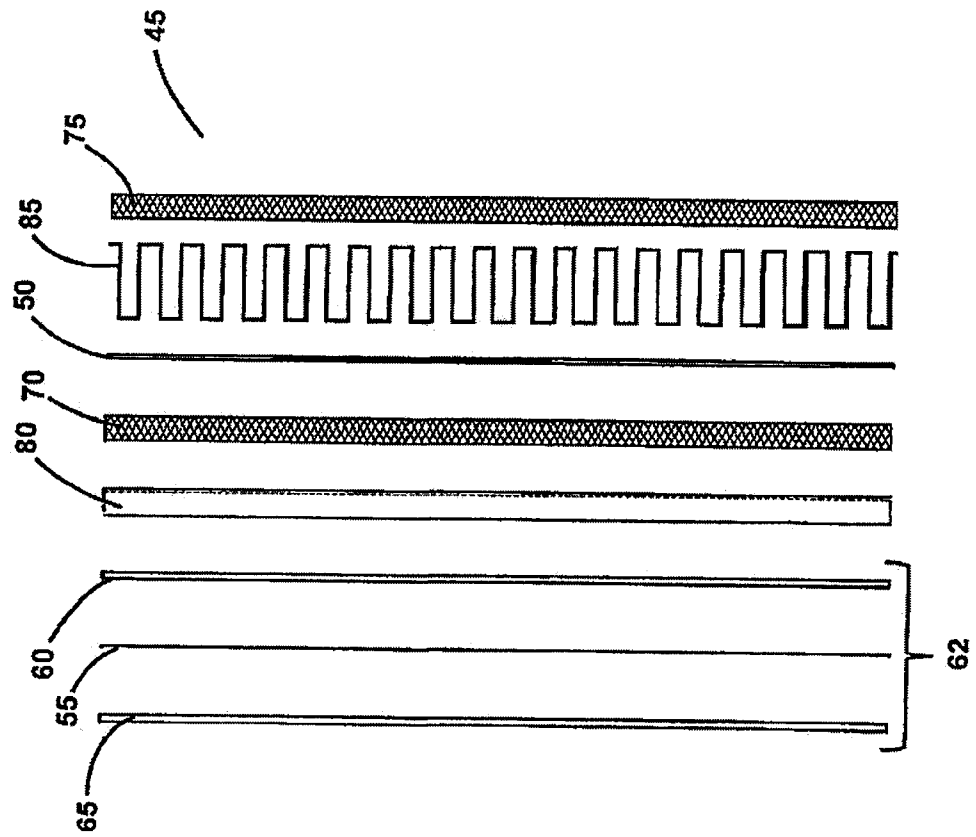


FIG. 7

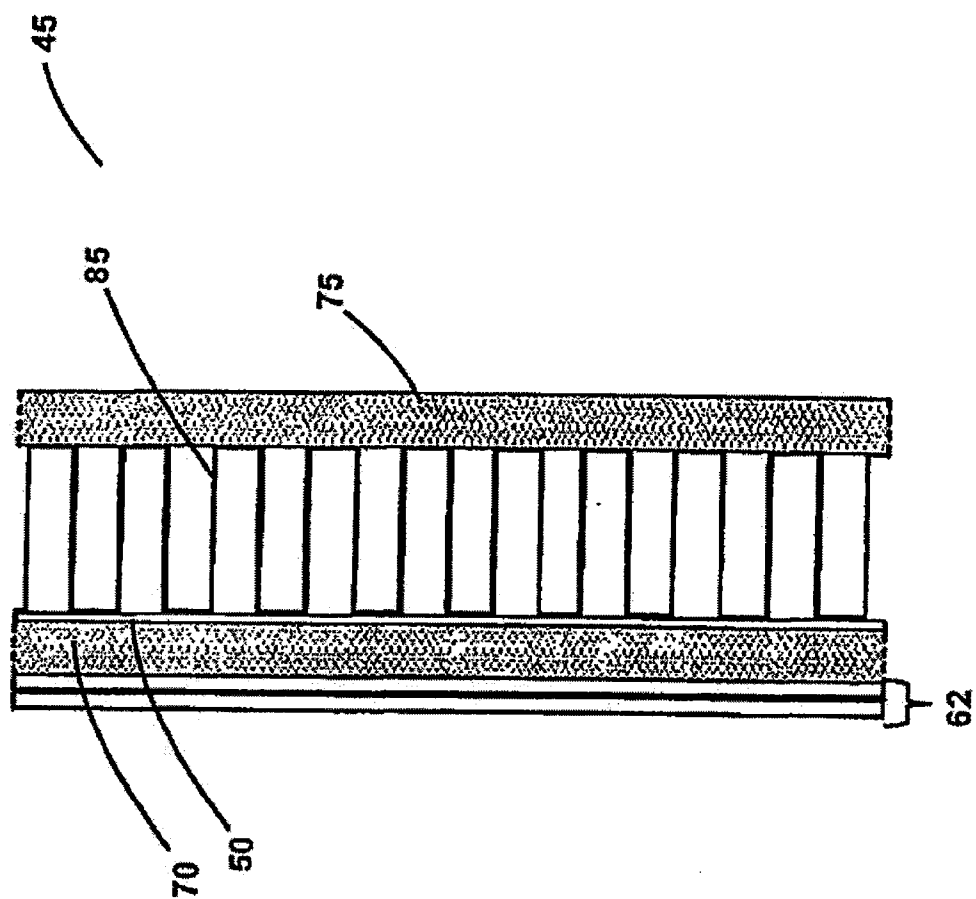


FIG. 8

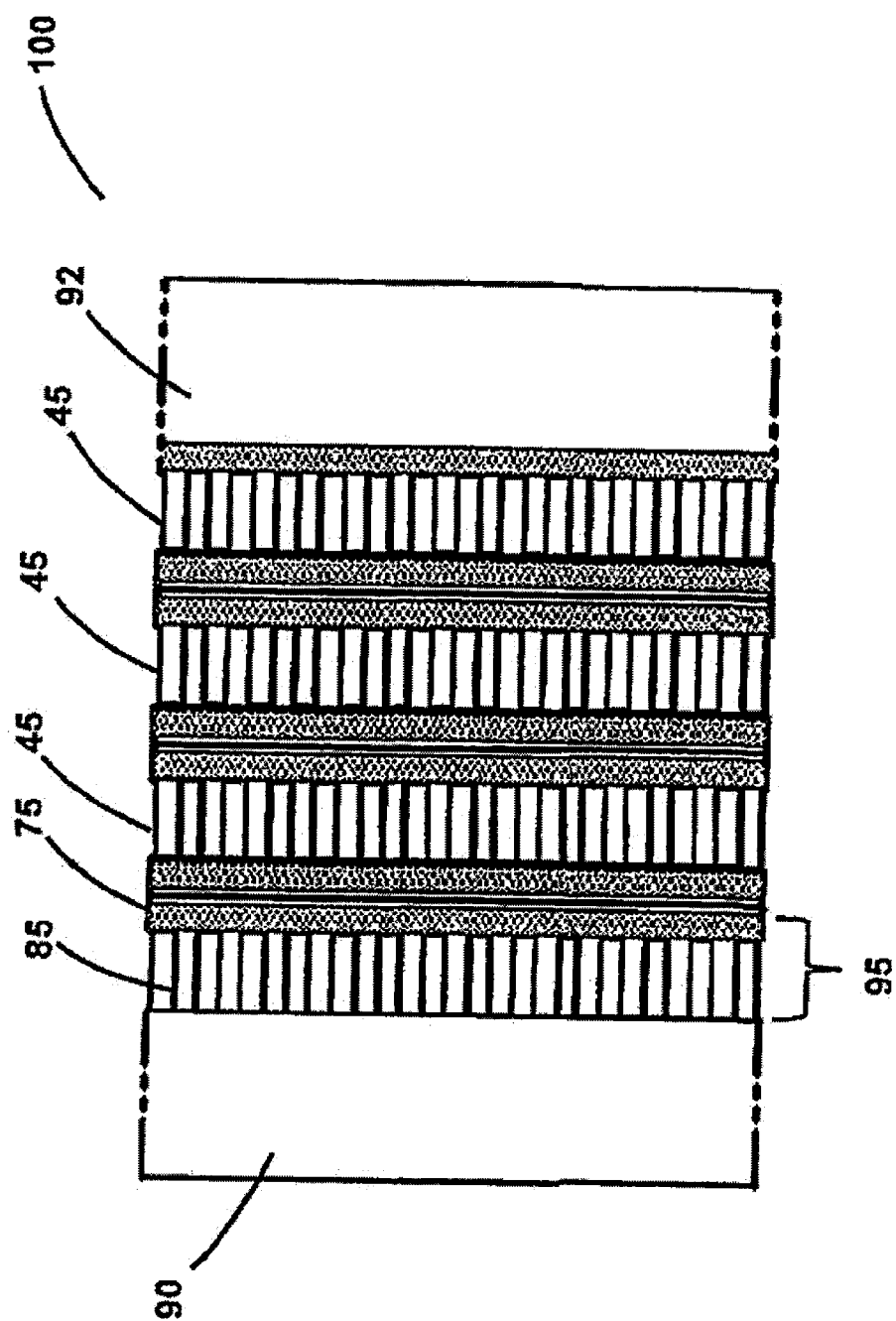


FIG. 9

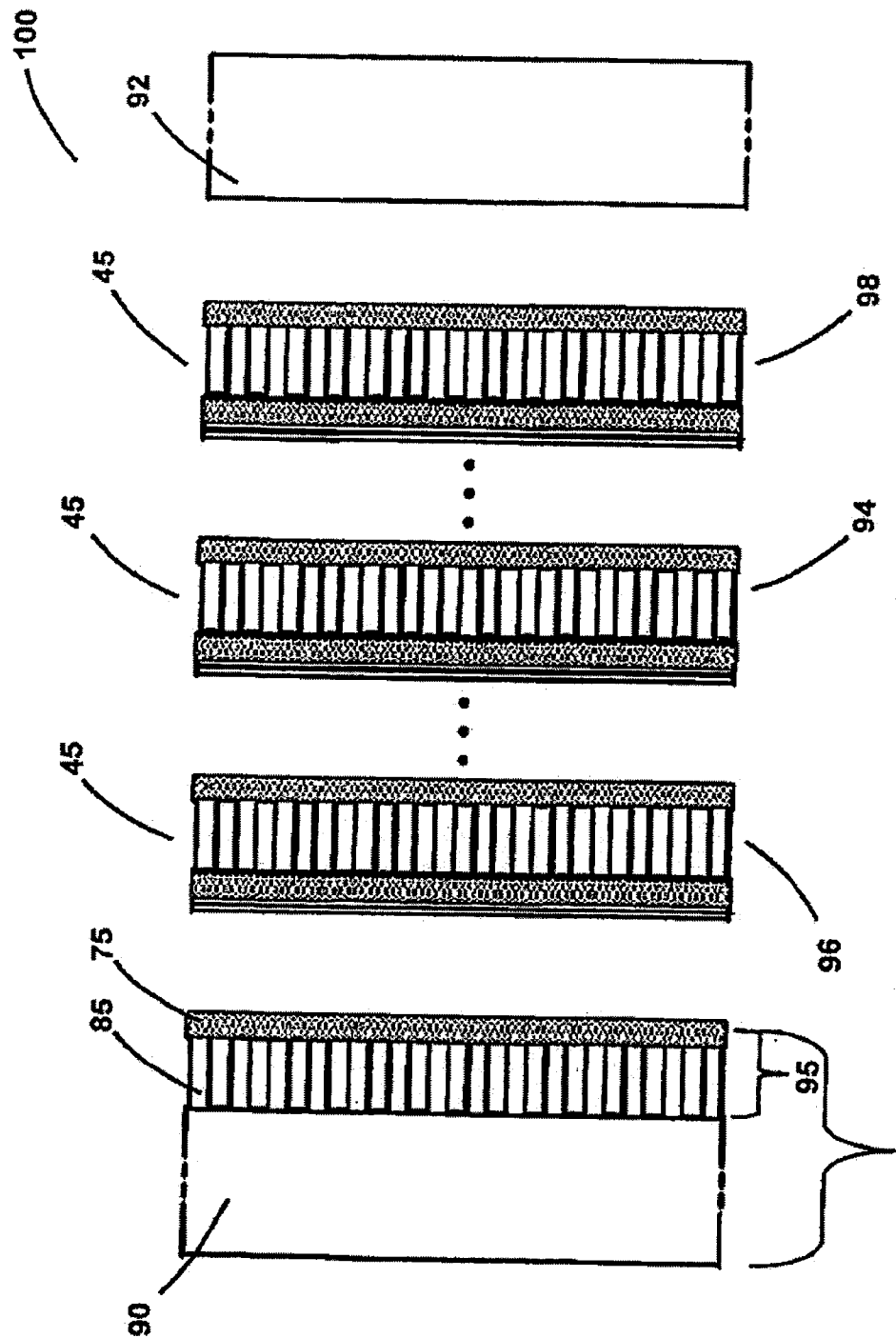


FIG. 10

CÉLULAS A COMBUSTÍVEL UNITÁRIAS MODULARES

- 5 Uma célula a combustível unitária modular é divulgada, a qual compreende um conjunto eletrodo-membrana (MEA), um coletor de corrente/camada porosa de transporte (PTL) anódico, uma placa separadora bipolar (BSP), uma estrutura de transporte e resfriamento com mola aletada, um coletor de corrente/PTL catódico e uma estrutura anódica. Nesta modalidade, o ar é passado através da estrutura de transporte e resfriamento com mola aletada e o ar atua tanto como reagente catódico quanto como um refrigerante.