



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

(21) **PI0711466-4 A2**



(22) Data de Depósito: 14/05/2007
(43) Data da Publicação: 16/11/2011
(RPI 2132)

(51) *Int.Cl.:*
H01M 8/02
H01M 8/10

(54) **Título:** CONJUNTO DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, GAXETA PARA VEDAR SUPERFÍCIES INTERNAS DE UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, E, MÉTODO DE FORMAÇÃO DE UM CONJUNTO DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

(30) **Prioridade Unionista:** 13/05/2006 GB 0609566.5

(73) **Titular(es):** Intelligent Energy Limited

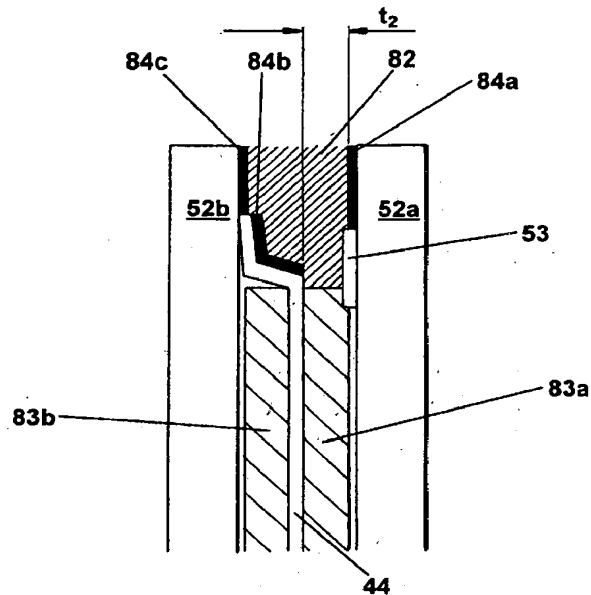
(72) **Inventor(es):** Peter David Hood, Simon Edward Foster

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT GB2007001759 de 14/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/132219de 22/11/2007

(57) **Resumo:** CONJUNTO DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, GAXETA PARA VEDAR SUPERFÍCIES INTERNAS DE UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, E, METODO DE FORMAÇÃO DE UM CONJUNTO DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL. Uma gaxeta para vedar superfícies internas de uma célula de combustível e formada de material compressível, a gaxeta compreendendo uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação para prover uma vedação de fluido contra faces opostas de uma primeira placa de campo de fluxo de fluido e uma segunda placa de campo de fluxo de fluido respectivamente, a gaxeta ainda compreendendo uma terceira superfície de vedação para vedar contra uma região de perímetro externo de uma primeira superfície de um conjunto de eletrodo de membrana, a terceira superfície de vedação sendo inteiramente encerrada em um limite definido por um perímetro interno da segunda superfície de vedação.





PI0711466-4

1

“CONJUNTO DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, GAXETA PARA VEDAR SUPERFÍCIES INTERNAS DE UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, E, MÉTODO DE FORMAÇÃO DE UM CONJUNTO DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL”

5 A presente invenção refere-se a gaxetas, e em particular gaxetas para uso em conjuntos de célula de combustível.

Células de combustível eletroquímicas convencionais convertem combustível e oxidante em energia elétrica e um produto de reação. Um esboço típico de uma célula de combustível convencional 10 é
10 mostrado na figura 1, a qual, por clareza, ilustra as várias camadas em forma explodida. Uma membrana de transferência de íons de polímero sólido 11 é ensanduichada entre um anodo 12 e um catodo 13. Tipicamente, o anodo 12 e o catodo 13 são, ambos, formados de um material poroso, condutor de eletricidade, tal como carbono poroso, ao qual pequenas partículas de platina
15 e/ou outro catalisador de metal precioso são ligadas. O anodo 12 e catodo 13 são freqüentemente ligados diretamente com respectivas superfícies adjacentes da membrana 11. Esta combinação é comumente referida coletivamente como o conjunto de membrana-eletrodo, ou MEA 17.

O ensanduichamento da membrana de polímero e camadas de
20 eletrodo porosas é uma placa de campo de fluxo de fluido de anodo 14 e uma placa de campo de fluxo de fluido de catodo 15. Camadas de suporte intermediárias 12a e 13a, também referidas como ‘difusores’ ou camadas difusoras, podem também ser empregadas entre a placa de campo de fluxo de fluido de anodo 14 e o anodo 12 e similarmente entre a placa de campo de
25 fluxo de fluido de catodo 15 e o catodo 13. As camadas de suporte de natureza porosa e fabricadas de forma a assegurar difusão eficaz de gás para e das superfícies de anodo e catodo bem como assistir na gestão de vapor d’água e água líquida.

As placas de campo de fluxo de fluido 14, 15 são formadas de

um material não poroso, condutor de eletricidade, por meio do qual contato elétrico pode ser feito com o respectivo eletrodo de anodo 12 ou eletrodo de catodo 13. Ao mesmo tempo, as placas de campo de fluxo de fluido facilitam o fornecimento e/ou exaustão de combustível fluido, oxidante e/ou produto de reação para ou dos eletrodos porosos 12, 13. Isto é convencionalmente efetuado por meio da formação de passagens de fluxo de fluido em uma superfície das placas de campo de fluxo de fluido, como ranhuras ou canais 16 na superfície apresentada para os eletrodos porosos 12, 13.

Com referência também à figura 2(a). Uma configuração convencional de canal de fluxo de fluido provê uma estrutura de serpentina 20 na face da placa de campo de fluxo de fluido de anodo 14 (ou catodo 15), tendo uma porta de entrada 21 e uma porta de saída 22, como mostrado na figura 2(a). De acordo com o projeto convencional, será entendido que a estrutura de serpentina 20 compreende um canal 16 na superfície da placa 14 (ou 15), enquanto as portas 21 e 22, cada, compreendem uma abertura através da placa de modo que fluido para o fornecimento para a, ou exaustão da estrutura de serpentina 20 pode ser comunicado através de toda a profundidade da pilha de placas em uma direção ortogonal à placa, como particularmente indicado por meio da seta na seção transversal sobre A-A mostrada na figura 2(b).

Com referência à figura 3, em um conjunto de célula de combustível convencional 30, pilhas de placas são montadas. Neste arranjo, placas de campo de fluxo de fluido de anodo e catodo, adjacentes, são combinadas de maneira convencional para formar uma placa bipolar única 31 tendo canais de anodo 32 em uma face e canais de catodo 33 na face oposta, cada adjacente a um respectivo conjunto de membrana-eletrodo (MEA) 34. As aberturas de porta de entrada 21 e aberturas de porta de saída 22 são, todas, justapostas para prover coletores de entrada e saída para toda a pilha. Os vários elementos da pilha são mostrados ligeiramente separados, para

clareza, embora seja entendido que, para as finalidades da presente invenção, eles serão comprimidos conjuntamente usando gaxetas de vedação.

Com referência à figura 4, uma vista parcial esquemática de um MEA convencional e conjunto de difusor 41 é mostrada, em que camadas difusoras 43 são providas sobre cada lado do MEA 44. Uma série de portas de fluido 42 é provida dentro do MEA 44. Estas portas de fluido 42 são providas para coincidir com portas de fluido em correspondentes placas de fluxo de fluido e gaxetas, as quais, quando montadas conjuntamente em uma pilha, formam coletores para comunicação fluídica em uma direção ortogonal aos planos dos MEAs. Estes coletores são usados para transportar fluidos através da profundidade da pilha para e a partir das camadas difusoras 43.

Uma seção indicada por meio da linha A-A' na figura 4 é mostrada em uma vista de seção transversal parcial esquemática na figura 5. O MEA 44, com camadas difusoras 43 a, 43b providas sobre qualquer face, é agora mostrado situado entre duas placas de campo de fluxo de fluido 52a, 52b. Superfícies de vedação 54a-d são providas entre o MEA 44 e as placas de fluxo de fluido 52a, 52b por meio de duas gaxetas 51a, 51b que estão situadas em qualquer lado do MEA 44 e fora da região definida pelas camadas difusoras 43a, 43b. Para evitar dúvida, essas vedações de fluido 54a-d e outras vedações de fluido ilustradas adiante, não são destinadas a indicar componentes separados de um conjunto de célula de combustível, mas a indicar áreas de contato com uma gaxeta onde uma vedação de fluido é formada quando o MEA 44, as gaxetas 51a, 51b e as placas de campo de fluxo de fluido 52a, 52b são colocadas sob compressão.

Uma cunha relativamente incompressível 53 pode ser provida sobre uma superfície de placa de fluxo de fluido 52a, por exemplo, para permitir fluxo de fluido para fora ou a partir da camada difusora 43a através de canais providos na cunha, e/ou para prevenir que a gaxeta 51a feche canais providos na placa de campo de fluxo de fluido 52a quando sob pressão. Uma

vedação de fluido pode também ser provida contra a cunha, embora isto seja menos importante para a operação da célula de combustível que as outras vedações de fluido 54a-d, uma vez que o volume que circunda a cunha 53 é tipicamente vedado de outra maneira. Esta vedação de fluido opcional não é, por conseguinte, indicada nesta e nas outras figuras.

Na figura 5 e figuras subseqüentes, a cunha 53 é mostrada estendendo-se para dentro de uma região pelo menos parcialmente ocupada pelo difusor 43a, que pode, por exemplo, corresponder a um lado de anodo ou catodo, no qual água de resfriamento deve ser injetada através de canais formados dentro da cunha 53. Tal água de resfriamento pode ser injetada através de outras portas (não mostradas) providas dentro das placas de campo de fluxo de fluido que estão também em comunicação fluídica com a cunha 53.

O arranjo convencional para um conjunto de célula de combustível como mostrado na figura 5 tem um total de quatro superfícies de vedação 54a-54d para cada MEA formado sobre duas gaxetas separadas 51a, 51b. Seria vantajoso poder prover a mesma funcionalidade com um reduzido número de superfícies de vedação e/ou um reduzido número de componentes, a fim de simplificar a montagem de uma célula de combustível e reduzir o custo total da célula de combustível.

Uma maneira de reduzir o número de componentes é unificar as gaxetas 51a, 51b em uma gaxeta única, como mostrado esquematicamente na figura 6. Neste arranjo, superfícies de vedação 64a, 64b são providas entre a gaxeta 61 e as placas de campo de fluxo de fluido 52a, 52b, mas as superfícies de vedação 64b, 64c entre a gaxeta 61 e o MEA 44 são providas dentro da mesma gaxeta 61, através da seção transversal da gaxeta 61 sendo na forma de um formato de c. A gaxeta moldada 61 efetivamente encapsula o perímetro externo do MEA 44. Para atingir um tal resultado, é requerido um estreito controle das dimensões de gaxeta de modo que a espessura da gaxeta

61 seja consistente com a dimensão de trabalho do MEA 44, conjuntamente com as camadas difusoras 43a, 43b. Embora uma redução no número de componentes possa ser atingida, isto é à custa de um aumento na complexidade do processo de fabricação. Adicionalmente, o ferramental e processamento requeridos para criar gaxetas moldadas 61 aumenta custos e reduz a flexibilidade de projeto da célula de combustível.

É um objetivo da presente invenção prover um projeto de gaxeta aperfeiçoado.

De acordo com um primeiro aspecto, a presente invenção provê um conjunto de célula de combustível compreendendo:

uma primeira placa de campo de fluxo de fluido:

uma segunda placa de campo de fluxo de fluido;

um conjunto de eletrodo de membrana tendo primeira e segunda faces opostas, interposto entre a primeira e segunda placas de campo de fluxo de fluido;

uma gaxeta estendendo-se entre a primeira e segunda placas de campo de fluxo de fluido e formando respectivas primeira e segunda superfícies de vedação com as mesmas,

a gaxeta também definindo uma terceira superfície de vedação, pela qual a gaxeta está em contato com somente com uma face do conjunto de eletrodo de membrana.

De acordo com um segundo aspecto, a presente invenção provê uma gaxeta para vedar superfícies internas de uma célula de combustível, compreendendo:

uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação em faces opostas da gaxeta, e

uma terceira superfície de vedação estando inteiramente dentro de um limite definido por um perímetro interno da segunda superfície de vedação,

em que a gaxeta define um perfil de degrau entre a segunda e terceira superfícies de vedação.

De acordo com um terceiro aspecto, a presente invenção provê um método de formação de um conjunto de célula de combustível, compreendendo as etapas seqüenciais de:

(i) prover uma primeira placa de campo de fluxo de fluido;

(ii) assentar uma gaxeta sobre a primeira placa de campo de fluxo de fluido, a gaxeta tendo uma primeira superfície de vedação, uma segunda superfície de vedação e uma terceira superfície de vedação, a terceira superfície de vedação estando inteiramente dentro de um limite definido por um perímetro interno da segunda superfície de vedação, a primeira superfície de vedação sendo assentada contra a primeira placa de campo de fluxo de fluido;

(iii) assentar um conjunto de membrana-eletrodo sobre a gaxeta, uma porção de borda de perímetro de uma primeira superfície do conjunto de membrana-eletrodo recobrimdo a terceira superfície de vedação da gaxeta;

(iv) posicionar uma segunda placa de campo de fluxo de fluido sobre o conjunto de eletrodo de membrana e a gaxeta, a segunda placa de campo de fluxo de fluido recobrimdo a segunda superfície de vedação e uma segunda superfície do conjunto de membrana-eletrodo; e

(v) aplicar pressão por compressão entre a primeira e segunda placas de campo de fluxo de fluido através da gaxeta e conjunto de eletrodo de membrana para prover vedações de fluido entre (i) a primeira superfície de vedação da gaxeta e a primeira placa de fluxo de fluido, (ii) a segunda superfície de vedação da gaxeta e a segunda placa de fluxo de fluido, e (iii) a terceira superfície de vedação da gaxeta e conjunto de membrana-eletrodo, a gaxeta vendando contra somente com uma face do conjunto de membrana-eletrodo.

Formas de realização da presente invenção serão agora descritas a título de exemplo e com referência aos desenhos acompanhantes, nos quais:

5 A figura 1 mostra uma vista de seção transversal esquemática através de uma parte de uma célula de combustível convencional;

a figuras 2(a) e 2(b) mostram, respectivamente, uma vista de simplificada plana e de seção transversal, de uma placa de campo de fluxo de fluido da célula de combustível da figura 1;

10 a figura 3 mostra uma vista de seção transversal através de uma pilha de célula de combustível convencional com placas bipolares;

a figura 4 mostra uma vista plana esquemática de uma porção de um conjunto de membrana-eletrodo;

15 a figura 5 mostra uma vista de seção transversal esquemática sobre a linha A-A' de uma porção do conjunto de membrana-eletrodo da figura 4 situado entre duas placas de campo de fluxo de fluido e vedado com gaxetas convencionais;

a figura 6 mostra uma vista de seção transversal esquemática de um arranjo de gaxeta para vedar um conjunto de membrana-eletrodo;

20 a figura 7 mostra uma vista de seção transversal esquemática de um outro arranjo de gaxeta para vedar um conjunto de membrana-eletrodo;

a figura 8 mostra uma vista de seção transversal esquemática de um outro arranjo de gaxeta para vedar um conjunto de membrana-eletrodo;

25 a figura 9 mostra uma vista plana esquemática de um conjunto de membrana-eletrodo em posição sobre uma forma de realização de uma gaxeta de acordo com a invenção;

a figura 10 mostra uma vista em perspectiva da construção de parte de uma gaxeta compreendendo uma pluralidade de cavidades;

a figura 11 mostra uma vista de seção transversal de uma porção da gaxeta da figura 10: e

A figura 12 mostra uma vista esquemática de seção transversal de uma porção de uma gaxeta da figura 10, enquanto está sob uma pressão aplicada.

Os projetos convencionais de placas de fluxo de fluido de anodo e catodo incorporando canais de fluxo de fluido em suas faces já foram discutidos em conexão com as figuras 1 a 3, e o arranjo de uma gaxeta típica para uso com tais placas em conexão com a figura 4 a 6.

A presente invenção leva em conta a observação que, para uma unidade de célula de combustível ser vedada, para permitir que ela funcione, uma vedação de fluido é somente requerida sobre uma superfície do MEA, em oposição a ambas as superfícies do MEA, como mostrado nas figuras 5 e 6, e isto pode ser atingido com uma gaxeta unitária. Um MEA 44 vedado sobre somente uma superfície 76 é ilustrado esquematicamente na figura 7, onde o MEA 44 é vedado contra uma gaxeta 72 ao longo de uma superfície de vedação 74b. Desde que esta superfície seja adequadamente vedada, a superfície oposta 75 do MEA não precisa ser vedada contra a gaxeta 72, uma vez que a superfície de vedação 74c previne indesejada passagem de fluido a partir de dentro ou sem o MEA, e uma superfície de vedação 74b previne a passagem de fluido a partir de um lado do MEA para o outro (a membrana do MEA 44 permitindo substancialmente somente condução protônica). Assim, a gaxeta 72, por estar em contato com ambas as placas de campo de fluxo de fluido 52a, 52b, efetivamente veda os compartimentos de catodo e anodo da célula de combustível (amplamente definidos por meio das camadas difusoras 73a, 73b). Os fluidos nos compartimentos de catodo e anodo são impedidos de se misturarem por meio de uma vedação de fluido formada por uma superfície de vedação 74b sobre uma primeira superfície 76 do MEA 44, com as superfícies conjugadas desta vedação de fluido sendo providas entre um perímetro do MEA 44 e a gaxeta 72.

Assim, pode ser visto que a gaxeta 72 é provida com uma

primeira superfície de vedação 74a sobre uma primeira face da gaxeta e uma segunda superfície de vedação 74c sobre uma face oposta da gaxeta 72. A gaxeta também tem uma terceira superfície de vedação 74b e define um perfil de degrau entre a segunda superfície de vedação e a terceira superfície de vedação. A primeira e segunda superfícies de vedação provêm vedações de fluido contra primeira e segunda placas de campo de fluxo de fluido, respectivamente. A terceira superfície de vedação 74b provê uma vedação de fluido contra somente uma primeira face 76 do MEA 44. A terceira superfície de vedação 74b é substancialmente plana e paralela à primeira 74a e segunda 74c superfícies de vedação. Uma segunda superfície 75 do MEA não forma uma vedação de fluido contra a gaxeta 72. No exemplo mostrado na figura 7, uma primeira porção 77 da gaxeta 72 estendendo-se entre a segunda superfície de vedação 74c e a primeira superfície de vedação 74a é de uma espessura t_1 que é maior que uma espessura t_2 de uma segunda porção 78 da gaxeta 72 estendendo-se entre a terceira superfície de vedação 74b e a primeira superfície de vedação 74a. Esta diferença em espessura ($t_1 - t_2$) é preferivelmente projetada para acomodar a espessura do MEA 44 e da camada difusora 73b de modo que a vedação de fluido 74b pode ser provida sem significativa distorção do material de gaxeta.

A gaxeta 72 pode ser formada por meio de, por exemplo, moldagem ou qualquer outro processo apropriado que pode resultar na requerida seção transversal de perfil de degrau com uma espessura reduzida na terceira superfície de vedação 74b.

Um arranjo de vedação alternativo que segue um princípio geral similar é mostrado esquematicamente na figura 8. Neste, uma gaxeta 82 é preferivelmente inicialmente de espessura uniforme, isto é, quando sob no pressão aplicada, mas é de um tipo que é de compressibilidade variável ou compressibilidade elevada. Exemplos de gaxetas com elevada compressibilidade variável são expostos no pedido de patente do Reino Unido

UK no. 0601986.3. Cavidades podem ser providas sobre pelo menos uma porção de uma ou ambas as superfícies da gaxeta 82 para aumentar a compressibilidade local do material de gaxeta nesta porção. Por exemplo, as cavidades podem ser providas em pelo menos a porção da gaxeta 82 definida por uma terceira superfície de vedação 84b. O aumento local em compressibilidade permite que a gaxeta 82 seja comprimida ainda mais sob a mesma pressão aplicada. A gaxeta 82 pode assim ser comprimida até uma espessura requerida t_2 para acomodar o MEA 44 na região definida por uma terceira superfície de vedação 84b sem uma capacidade reduzida para prover vedações de fluido em uma primeira superfície de vedação 84a e uma segunda superfície de vedação 84c. Este arranjo preferivelmente provê que a terceira superfície de vedação 84b seja pelo menos parcialmente obliquamente angulada em relação à primeira 84a e segunda 84c superfícies de vedação para evitar distorção indevida do MEA 44.

O uso de uma região de espessura reduzida, como na figura 7, ou uma região de compressibilidade aumentada, por exemplo, através de uma pluralidade de cavidades, como na figura 8, ou uma combinação de ambos, facilita uma adequada vedação de fluido em torno do MEA 44 usando uma gaxeta única sem requerer um perfil 'reentrante' ou em forma de c, como na gaxeta 61 da figura 6.

Em ambas das formas de realização das figuras 7 e 8 pode ser visto que a terceira superfície de vedação 74b, 84b é internamente adjacente à segunda superfície de vedação 74c, 84c, expressão esta que é destinada a indicar que terceira superfície de vedação é em direção ao centro da célula de combustível em comparação com a segunda superfície de vedação.

Uma vantagem da presente invenção, como descrita acima, é que o número de componentes requeridos para vedar uma célula de combustível é reduzido, através de uma redução no número de superfícies de vedação. Outras vantagens incluem uma redução em complexidade de

montagem de uma tal célula de combustível, e um projeto de MEA potencialmente mais eficaz em termos de custo através de uma redução na área total do MEA. A invenção também permite que uma célula de combustível seja montada em camadas seqüenciais, como detalhado abaixo.

5 A figura 9 ilustra esquematicamente um arranjo mostrando como um MEA 91, com a camada difusora 93 sobre ambos os lados do mesmo, pode ser posicionado no local sobre uma gaxeta 82. O MEA, neste exemplo, é reduzido em tamanho em comparação com aquele mostrado na figura 4. Um perímetro externo 95 do MEA 91 recobre a gaxeta 82, de modo
10 que um perímetro interno 96 da gaxeta 82 está situado inteiramente dentro do perímetro externo do MEA 95. Quando no local entre as duas placas de campo de fluxo de fluido 52a, 52b, a terceira superfície de vedação 84b é provida sobre uma superfície periférica interna da gaxeta 82, estendendo-se
15 entre o perímetro externo do MEA 95 e o perímetro interno de gaxeta 96, provendo assim uma vedação de fluido entre a superfície periférica interna da gaxeta 82 e uma superfície periférica externa do MEA 91. Este arranjo pode efetivamente vedar o perímetro externo do MEA 95 com respeito à atmosfera externa, o que limitará a desidratação da membrana do MEA, em uso.

 Em um aspecto geral, a gaxeta 82 não tem face interna reentrante para vedação contra o MEA 44. Com referência às figuras 7 e 8,
20 uma pilha de célula de combustível compreendendo a gaxeta 72, 82 pode ser montada por meio de colocação de camadas na seqüência: a placa de campo de fluxo de fluido 52a, a gaxeta 72, 82, a camada difusora 73b, 83b, o MEA 44, a camada difusora 73b, 83b e a placa de campo de fluxo de fluido 52b. A
25 gaxeta não precisa ser pré-formada sobre o MEA e, assim, não precisa ser customizada para uma exata configuração de célula.

 Uma forma de realização preferida onde a gaxeta 82 é provida com uma pluralidade de cavidades próxima a pelo menos uma porção de uma ou ambas as superfícies é ainda ilustrada nas figuras 10 a 12.

A figura 10 ilustra uma porção representativa de uma gaxeta 153 apropriada para a presente invenção. A gaxeta 153 tem uma primeira superfície de vedação 154 e uma segunda superfície de vedação 155. Uma primeira pluralidade de cavidades 156 é provida dentro da gaxeta 153 na primeira superfície de vedação e estende-se sobre a porção da gaxeta. As cavidades 156 se estendem em um arranjo regular sobre a porção da gaxeta 153 mostrada. Também mostrada é uma segunda pluralidade de cavidades 157 provida dentro da gaxeta na segunda superfície de vedação 155, sendo, neste exemplo, substancialmente similares em tamanho e disposição com a primeira pluralidade de cavidades.

Embora as cavidades 156 sejam mostradas na figura 10 como sendo providas na superfície 154, em outras formas de realização as cavidades 156 podem ser providas abaixo da superfície 154, mas suficientemente próximas à superfície, de forma a influenciar a compressibilidade de superfície local através da espessura da gaxeta 153.

As superfícies de vedação 154, 155 da gaxeta são definidas como sendo aquelas superfícies que entram em contato com a superfície de um componente, com respeito ao qual a gaxeta deve ser vedada. Uma superfície de vedação geralmente, por conseguinte, não inclui a superfície interior das cavidades 156, 157. Todavia, quando a pressão aplicada na gaxeta 153 é aumentada, uma porção da superfície interior das cavidades 156, 157 pode se tornar parte de uma superfície de vedação da gaxeta 153, proporção esta que aumenta com crescente pressão aplicada.

O termo "densidade de cavidade" é usado aqui como uma medida do número de cavidades presentes sobre qualquer definida área da gaxeta 153. A densidade de cavidade sobre uma primeira superfície de vedação 154 de uma porção da gaxeta 153 pode ser diferente da densidade de cavidade sobre uma segunda superfície de vedação 155 da mesma porção da gaxeta 153. Por exemplo, se a área da superfície de vedação 154 da gaxeta

153 da figura 10 for 1 cm^2 e o número de cavidades for 36, a densidade de cavidade sobre a primeira superfície de vedação é 36 cm^{-2} .

O termo "volume de cavidade", quando usado aqui, é o volume vazio total de qualquer cavidade dada, que pode ser utilmente dado em termos de uma figura média para cavidades na gaxeta 153 ou uma certa região da mesma.

Será reconhecido que a densidade de cavidade e o volume de cavidade em uma região da gaxeta irão, cada, pelo menos em parte, determinar a compressibilidade desta região da gaxeta.

10 A gaxeta da presente invenção preferivelmente compreende um material compressível que, em uso, tem suficiente compressibilidade para vedar contra as várias superfícies internas de um conjunto de célula de combustível no qual uma gaxeta deve ser usada.

O termo "material compressível" é destinado a abranger 15 materiais sólidos que podem ser significativamente deformados sob pressão por compressão aplicada, e cujas propriedades mecânicas e físicas podem ser caracterizadas por uma combinação de deformação elástica, isto é, recuperável, e plástica, isto é, permanente e não recuperável, sob uma pressão aplicada. Efeitos dependentes do tempo, tais como fluência e 20 viscoelasticidade podem também definir em parte as propriedades do material compressível. Um aumento na compressibilidade de uma região da gaxeta irá corresponder a uma redução na pressão necessária para comprimir a espessura total daquela região pelo mesmo grau. Alternativamente colocado, a mesma pressão aplicada irá causar com que a espessura total desta região seja 25 reduzida por um maior grau.

Mostrada na figura 11 é uma vista de seção transversal de um arranjo alternativo assimétrico de cavidades 162, 163 em uma gaxeta 161 apropriada para a presente invenção, em que o volume de cavidades são diferentes sobre a primeira superfície de vedação 164 e segunda superfície de

vedação 165. As cavidades 162 próximas à primeira superfície de vedação 164 são de diferentes dimensões em relação às cavidades 163 próximas à segunda superfície de vedação 165. O resultado deste tipo de variação em volume de cavidade será que o material de gaxeta 166 entre as maiores
5 cavidades 163 é capaz de ser comprimido ainda mais que o material de gaxeta 167 entre as menores cavidades 162, sob a mesma pressão aplicada.

Um efeito similar àquele mostrado na figura 11 pode ser obtido por meio de, em lugar da alteração do volume médio de cavidade embaixo de cada das primeira 164 e segunda 165 superfícies de vedação,
10 alteração do espaçamento entre as cavidades e afetando assim a densidade de cavidade.

A densidade de cavidade e / ou volume de cavidades podem ser diferentes sobre pelo menos porções selecionadas de superfícies opostas da gaxeta, próximas à primeira 164 e segunda 165 superfícies de vedação, as
15 porções de superfície opostas sendo regiões selecionadas da primeira 164 e segunda 165 superfícies de vedação que são substancialmente co-extensivas em superfícies de vedação opostas da gaxeta 161.

Em um tal arranjo assimétrico na gaxeta 161 da figura 11, as propriedades de adesão de superfície podem conseqüentemente ser solicitadas
20 em direção a uma superfície. A área de contato de uma superfície de vedação 164 da gaxeta 161, em comparação com a outra superfície de vedação 165, tenderá a preferir aderência com uma superfície sobre a outra sem a necessidade de adesivos ou preparações de superfícies.

Mostrada na figura 12 é uma vista esquemática em seção
25 transversal do comportamento de uma tal gaxeta 161 sob compressão entre um componente superior 177 e um componente inferior 176. A gaxeta 161 é situada entre duas superfícies de componente 174. 175. Sobre a superfície de componente inferior 174 é situada uma característica de superfície 173, que se projeta para fora do plano da superfície de componente 174. A aplicação de

pressão na direção indicada por meio da seta 171 causa com que o material de gaxeta na região de compensação 172 seja comprimido ainda mais que o material fora da região de compensação. Compressão adicional da gaxeta é acolhida dentro do volume da gaxeta propriamente dito, e não causa qualquer formação de bojo em torno do perímetro externo da gaxeta 161. As cavidades 163 permitem que o envolvimento de material de gaxeta dentro da região de compensação 172 se projetem para dentro das cavidades 163 ao longo de direções ortogonais à direção de aplicação de força. A característica de superfície 173 poderia, por exemplo, ser uma lâmina ou cunha de material relativamente incompressível, tal como uma lâmina de distribuição de água, posicionada para cobrir regiões selecionadas da placa de fluxo de fluido. Preferivelmente, para a finalidade da presente invenção, a característica de superfície é aquela da borda de perímetro 95 do MEA 91, como descrito em relação a 9. Uma vez que a gaxeta 161 é capaz de compressivelmente se deformar em torno da característica de superfície 173, a vedação em torno da característica de superfície 173 não é comprometida por sua presença.

A gaxeta 153, 161 pode preferivelmente compreender cavidades retangulares 156, 157, 162, 163 arranjadas em um arranjo regular, por exemplo, em um padrão quadrado substancialmente uniformemente espaçado, como é mostrado na figura 10. Outros tipos de padrões de repetição regulares, tais como padrões hexagonais ou triangulares são também contemplados. Padrões que não se repetem ou distribuições aleatórias de cavidades, que também podem ser caracterizadas por meio de uma densidade de cavidade e um volume de cavidade médio, são também concebidos para estar dentro do escopo da invenção.

Deve ser entendido que o termo "cavidades" é destinado a abranger definições que se aplicam a arranjos de cavidades individualmente isoladas através de uma gaxeta, bem como arranjos de cavidades interconectadas, formadas dentro de arranjos de pilares individualmente

isolados ou outras características elevadas. Uma gaxeta da presente invenção pode compreender qualquer um ou ambos os tipos de cavidades através de pelo menos uma porção de uma ou mais superfícies de vedação.

5 É concebido que uma variedade de materiais de gaxeta convencionais pode ser usada na presente invenção, tal como silicone, borrachas de nitrila ou butila. Todavia, outros materiais, tais como PTFE expandido, podem também ser usados.

A espessura da gaxeta é preferivelmente menor que 10 mm. Mais preferivelmente, a espessura de gaxeta não comprimida está situada 10 entre 0,1 e 3 mm e mais preferivelmente ainda entre 0,1 e 1 mm;

Preferivelmente, o volume médio das cavidades 156, 157, 162, 163 é menor que 5 mm, e mais preferivelmente está situado dentro da faixa de 0,001 a 1 mm. As cavidades são preferivelmente substancialmente cubóides em formato, embora as cavidades possam ser de qualquer formato apropriado, 15 e também preferivelmente têm uma dimensão linear média dentro da faixa de 0,1 a 1 mm.

As cavidades de uma gaxeta 53, 61 da presente invenção são preferivelmente formadas por meio da aplicação de uma textura na(s) superfície(s) de uma gaxeta de espessura uniforme. Esta texturização pode ser 20 realizada por meio de moldagem por compressão da gaxeta, por exemplo, entre placas conformadas sob condições de calor e pressão a fim de plasticamente deformar o material de gaxeta para o formato requerido. Alternativamente, várias técnicas conhecidas na arte podem ser usadas para formar o material de gaxeta da presente invenção, tal como moldagem, 25 moldagem por injeção ou rolamento/calandragem usando rolos texturizados.

Cavidades como descritas acima, podem ser providas em pelo menos a porção de uma gaxeta da presente invenção. Por exemplo, cavidades podem ser providas sobre a região de uma gaxeta definindo uma terceira superfície de vedação 84b, de modo que a espessura adicional do MEA 44

pode ser acomodada nesta região. Alternativamente, cavidades podem ser providas, sobre a maior porção de uma superfície da gaxeta, ou sobre porções ou todas de ambas as superfícies.

5 Outras formas de realização são concebidas que estão dentro do escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de célula de combustível, caracterizado pelo fato de que compreende:

uma primeira placa de campo de fluxo de fluido;

5 uma segunda placa de campo de fluxo de fluido;

um conjunto de eletrodo de membrana tendo primeira e segunda faces opostas, interposto entre a primeira e segunda placas de campo de fluxo de fluido;

10 uma gaxeta estendendo-se entre a primeira e segunda placas de campo de fluxo de fluido e formando respectivas primeira e segunda superfícies de vedação com as mesmas,

a gaxeta também definindo uma terceira superfície de vedação, pela qual a gaxeta está em contato com somente com uma face do conjunto de eletrodo de membrana.

15 2. Conjunto de célula de combustível de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a terceira superfície de vedação é internamente adjacente à segunda superfície de vedação.

20 3. Conjunto de célula de combustível de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a terceira superfície de vedação é substancialmente plana paralela à segunda superfície de vedação.

4. Conjunto de célula de combustível de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a terceira superfície de vedação é obliquamente angulada em relação à segunda superfície de vedação.

25 5. Conjunto de célula de combustível de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a gaxeta define um perfil de degrau entre a segunda e terceira superfícies de vedação.

6. Conjunto de célula de combustível de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a gaxeta tem uma região de

compressibilidade aumentada próxima à terceira superfície de vedação em comparação com a segunda superfície de vedação.

7. Gaxeta para vedar superfícies internas de uma célula de combustível, caracterizada pelo fato de que compreende:

5 uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação em faces opostas da gaxeta, e

 uma terceira superfície de vedação estando inteiramente dentro de um limite definido por um perímetro interno da segunda superfície de vedação,

10 em que a gaxeta define um perfil de degrau entre a segunda e terceira superfícies de vedação.

8. Gaxeta de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que uma primeira porção da gaxeta estendendo-se entre a segunda superfície de vedação e uma parte correspondente da primeira superfície de vedação é de uma espessura que é maior que aquela de uma segunda porção da gaxeta estendendo-se entre a terceira superfície de vedação e uma parte correspondente da primeira superfície de vedação.

9. Gaxeta de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que uma pluralidade de cavidades é provida próxima à terceira superfície de vedação para prover compressibilidade aumentada de uma porção da gaxeta na terceira superfície de vedação.

10. Gaxeta de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que uma pluralidade de cavidades é provida próxima à primeira e segunda superfícies de vedação para prover compressibilidade aumentada de porções da gaxeta respectivamente na primeira e segunda superfícies de vedação.

11. Método de formação de um conjunto de célula de combustível, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas seqüenciais de:

(i) prover uma primeira placa de campo de fluxo de fluido;

5 (ii) assentar uma gaxeta sobre a primeira placa de campo de fluxo de fluido, a gaxeta tendo uma primeira superfície de vedação, uma segunda superfície de vedação e uma terceira superfície de vedação, a terceira superfície de vedação sendo inteiramente encerrada em um limite definido por um perímetro interno da segunda superfície de vedação, a primeira superfície de vedação sendo assentada contra a primeira placa de campo de fluxo de fluido;

10 (iii) assentar um conjunto de membrana-eletrodo sobre a gaxeta, uma porção de borda de perímetro de uma primeira superfície do conjunto de membrana-eletrodo cobrindo a terceira superfície de vedação da gaxeta;

15 (iv) posicionar uma segunda placa de campo de fluxo de fluido sobre o conjunto de eletrodo de membrana e a gaxeta, a segunda placa de campo de fluxo de fluido recobrando a segunda superfície de vedação e uma segunda superfície do conjunto de membrana-eletrodo; e

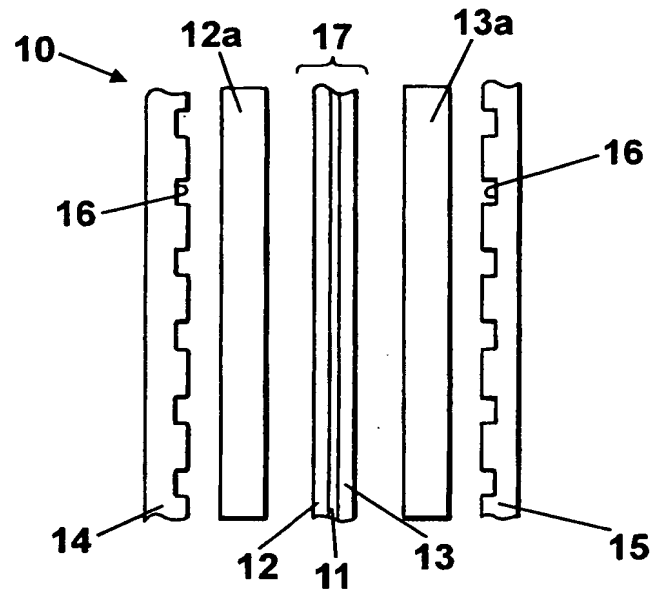
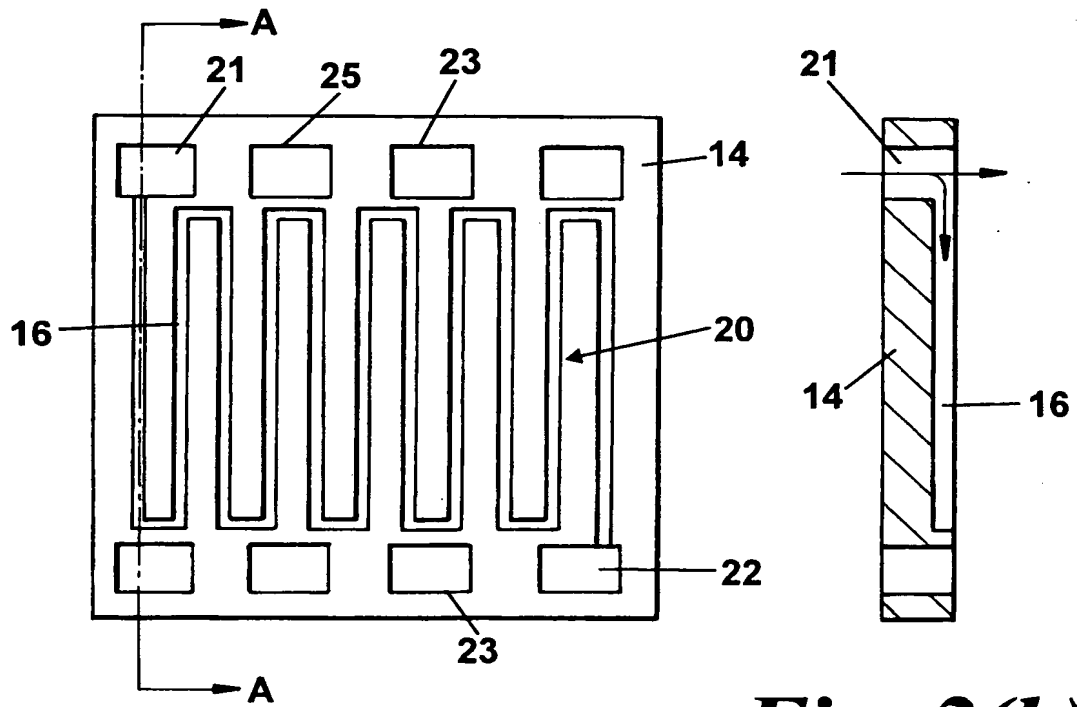
20 (v) aplicar pressão por compressão entre a primeira e segunda placas de campo de fluxo de fluido através da gaxeta e conjunto de eletrodo de membrana para prover vedações de fluido entre (i) a primeira superfície de vedação da gaxeta e a primeira placa de fluxo de fluido, (ii) a segunda superfície de vedação da gaxeta e a segunda placa de fluxo de fluido, e (iii) a terceira superfície de vedação da gaxeta e conjunto de membrana-eletrodo, a gaxeta vendando contra somente com uma face do conjunto de membrana-eletrodo.

25 12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que ainda inclui as etapas de:

assentar uma primeira camada difusora sobre a primeira placa de fluxo de fluido dentro da periferia interna da gaxeta, depois da etapa (1) ou etapa (ii); e

assentar uma segunda camada difusora sobre o conjunto de membrana-eletrodo depois da etapa (iii).

13. Gaxeta, caracterizada pelo fato de ser substancialmente como descrita aqui com referência aos desenhos acompanhantes nas figuras 7 a 12.

**Fig. 1****Fig. 2(a)****Fig. 2(b)**

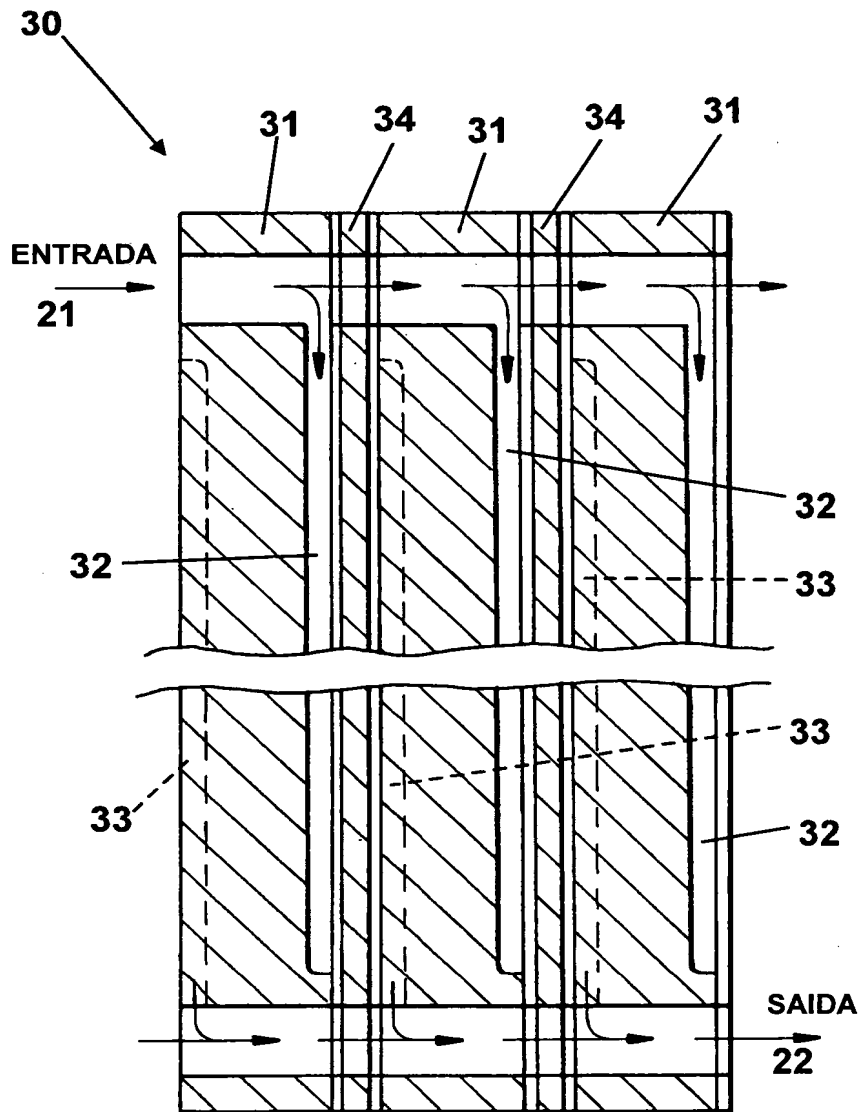


Fig. 3

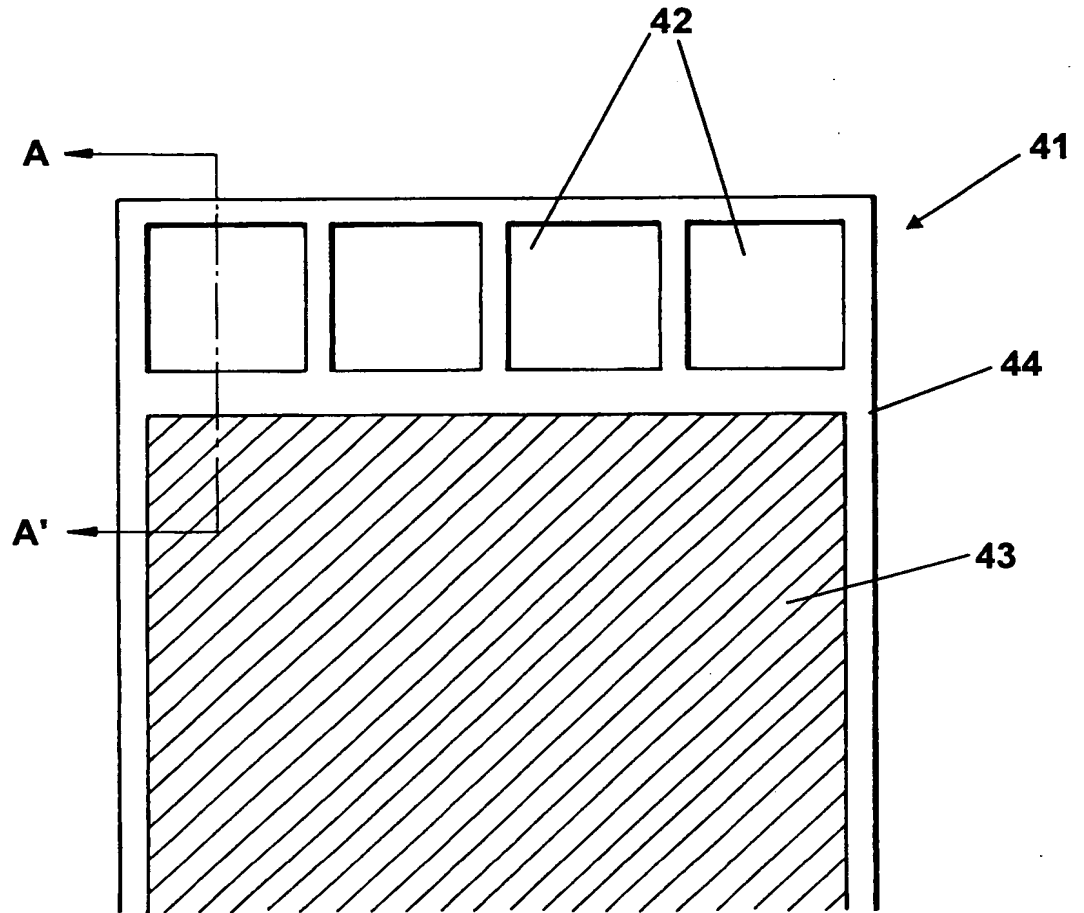
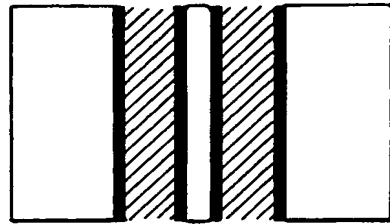


Fig. 4



42

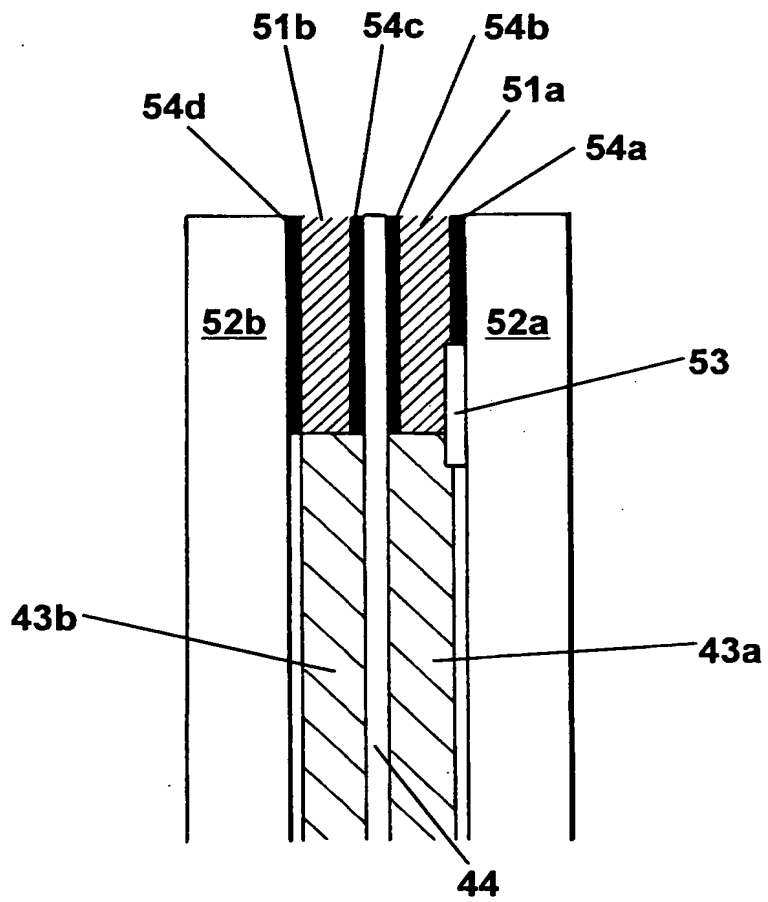


Fig. 5

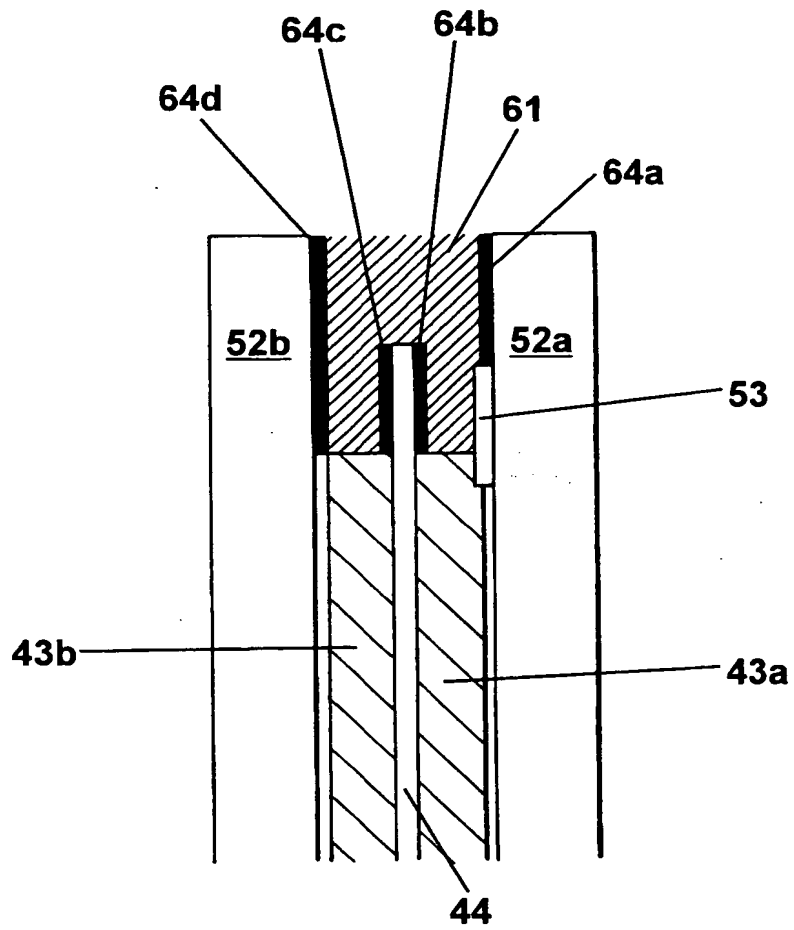
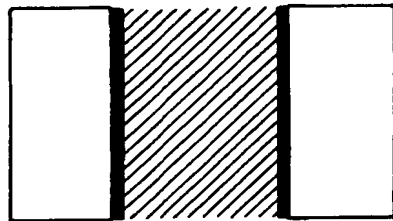


Fig. 6

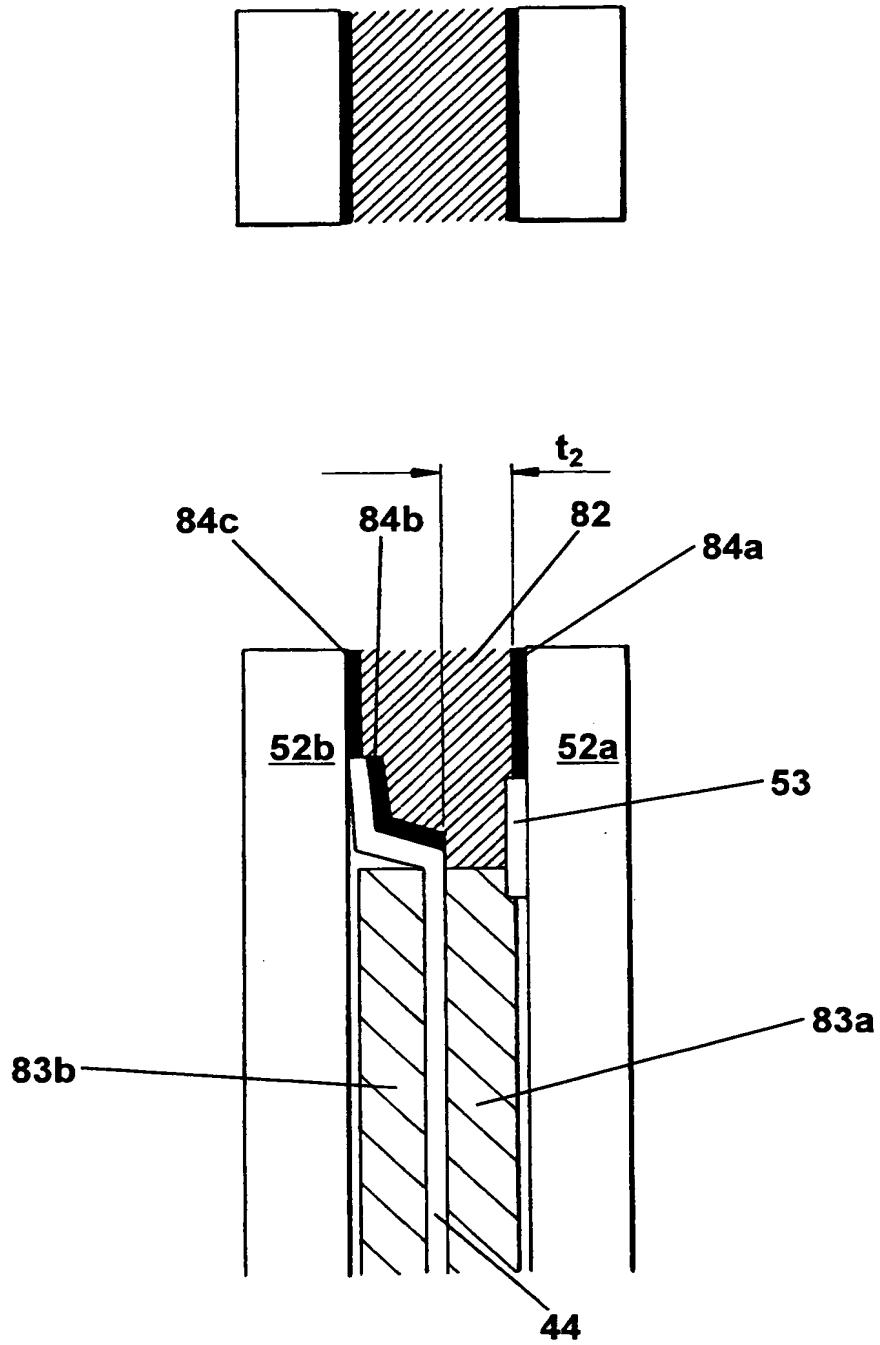


Fig. 8

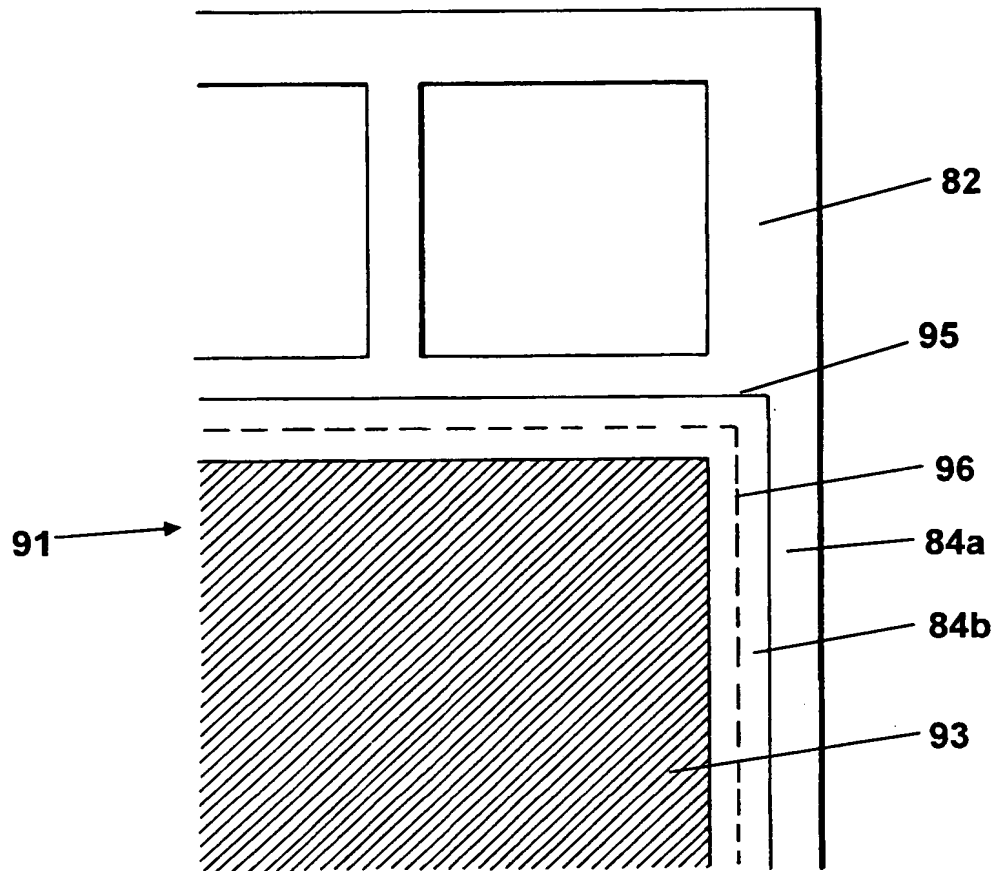


Fig. 9

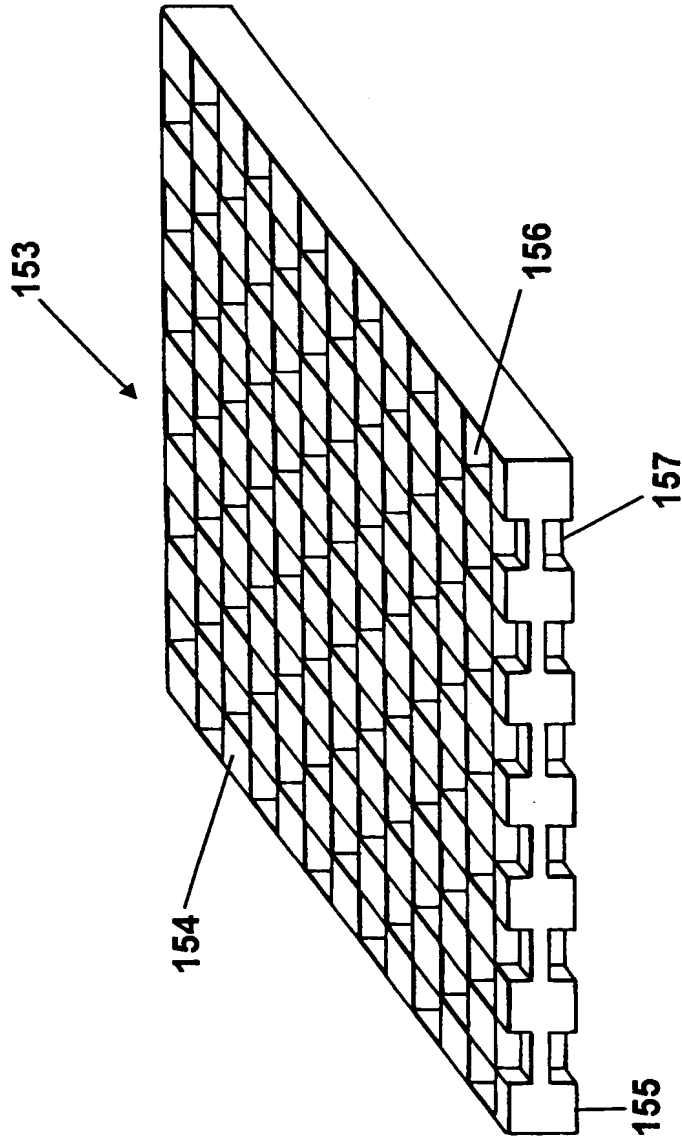


Fig. 10

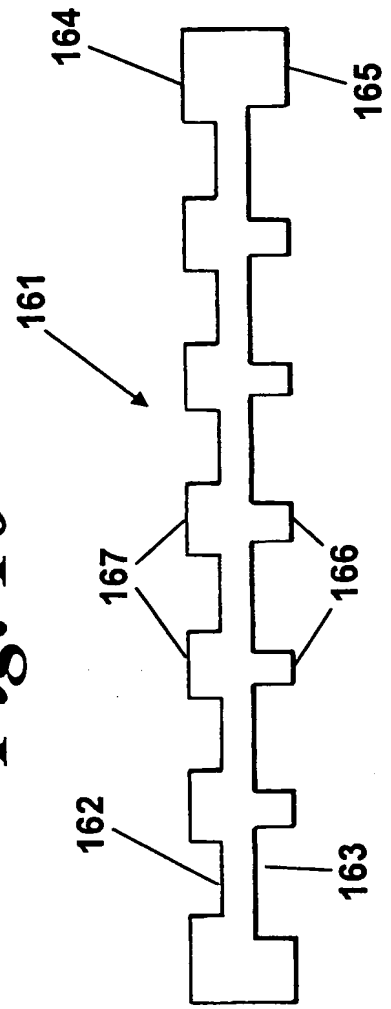


Fig. 11

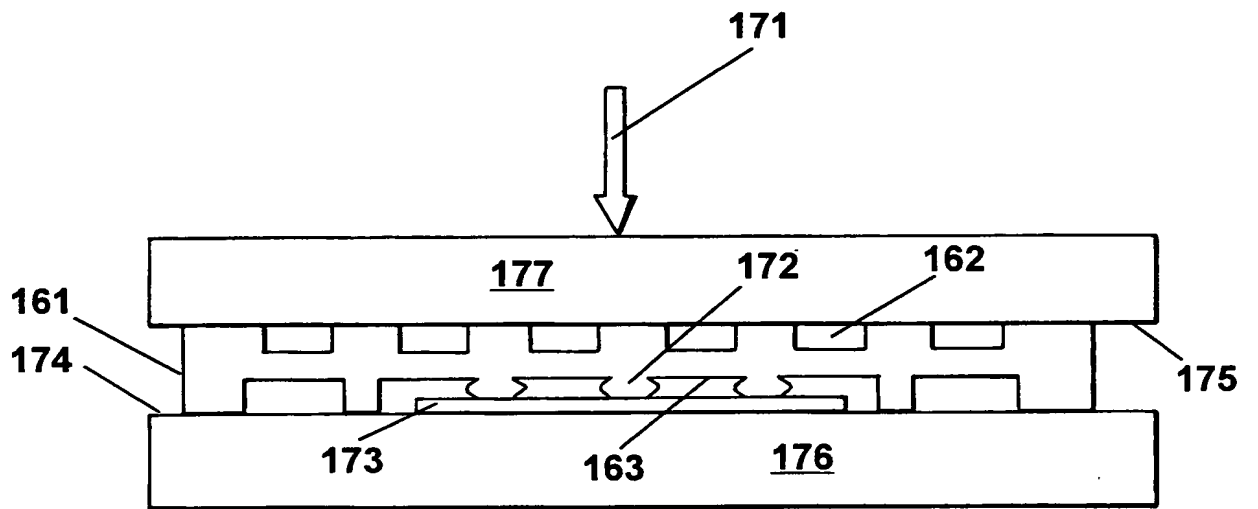


Fig. 12

RESUMO

“CONJUNTO DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, GAXETA PARA VEDAR SUPERFÍCIES INTERNAS DE UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, E, MÉTODO DE FORMAÇÃO DE UM CONJUNTO DE
5 CÉLULA DE COMBUSTÍVEL”

Uma gaxeta para vedar superfícies internas de uma célula de combustível e formada de material compressível, a gaxeta compreendendo uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação para prover uma vedação de fluido contra faces opostas de uma primeira placa de
10 campo de fluxo de fluido e uma segunda placa de campo de fluxo de fluido respectivamente, a gaxeta ainda compreendendo uma terceira superfície de vedação para vedar contra uma região de perímetro externo de uma primeira superfície de um conjunto de eletrodo de membrana, a terceira superfície de vedação sendo inteiramente encerrada em um limite definido por um
15 perímetro interno da segunda superfície de vedação.