



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

(21) **PI0611036-3 A2**

(22) Data de Depósito: 26/04/2006
(43) Data da Publicação: 10/08/2010
(RPI 2066)



(51) *Int.Cl.:*
H01M 8/04
H01M 8/10

(54) Título: **CÉLULAS A COMBUSTÍVEL**

(30) Prioridade Unionista: 25/05/2005 US 11/137,848

(73) Titular(es): THE GILLETTE COMPANY

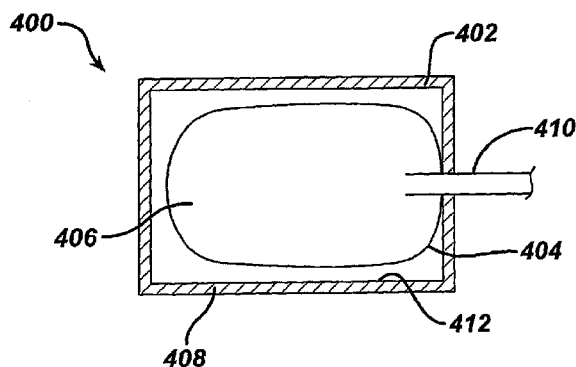
(72) Inventor(es): ANDREW G. GILCINSKI, ANNA MARIA BOFINGER, JAVIT A. DRAKE, LESLIE J. PINNELL, STEVEN J. SPECHT

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2006015886 de 26/04/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/127201 de 30/11/2006

(57) **Resumo:** A presente invenção refere-se a um cartucho que inclui um primeiro invólucro (402), um segundo invólucro (404) dentro do primeiro invólucro e um colorante (408). O primeiro invólucro tem uma superfície interna e uma superfície externa e o segundo invólucro contém um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível, e tem uma superfície interna e uma superfície externa. O colorante é sustentado por pelo menos uma parte da superfície interna do primeiro invólucro. A invenção refere-se também a um cartucho que compreende um invólucro, uma mistura que compreende um primeiro colorante e um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível dentro do invólucro do cartucho, e uma membrana impermeável a líquidos.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "CÉLULAS A COMBUSTÍVEL".

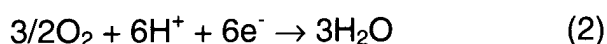
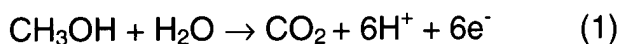
A invenção refere-se a células a combustível e a métodos afins.

Fundamentos da Invenção

5 Uma célula a combustível é um dispositivo capaz de oferecer energia elétrica a partir de uma reação eletroquímica, tipicamente, entre dois ou mais reagentes. Geralmente, uma célula a combustível inclui dois eletrodos, denominados ânodo e cátodo, e um eletrólito sólido disposto entre os ditos eletrodos. O ânodo contém um catalisador de ânodo, e o cátodo contém um catalisador de cátodo. O eletrólito, como um eletrólito de membrana, é tipicamente ionicamente condutor, porém eletronicamente não-condutor. Os eletrodos e o eletrólito sólido podem estar dispostos entre duas camadas de difusão de gás (CDG).

15 Durante o funcionamento da célula a combustível, os reagentes são introduzidos nos eletrodos adequados. No ânodo, o(s) reagente(s) (reagentes do ânodo) interage(m) com o catalisador de ânodo e formam intermediários de reação, como íons e elétrons. Os intermediários da reação iônica podem fluir do ânodo, através do eletrólito e para o cátodo. Os elétrons, no entanto, fluem do ânodo para o cátodo através de uma carga externa que conecta eletricamente o ânodo e o cátodo. Conforme os elétrons fluem através da carga externa, é produzida energia elétrica. No 20 cátodo, o catalisador de cátodo interage com o(s) outro(s) reagente(s) (reagente(s) do cátodo), os intermediários formados no ânodo e os elétrons, para completar a reação da célula a combustível.

25 Por exemplo, em um tipo de célula a combustível, às vezes denominada célula a combustível direta de metanol (DMFC), os reagentes do ânodo incluem metanol e água, e o reagente do cátodo inclui oxigênio (por exemplo, do ar). No ânodo, o metanol é oxidado e no cátodo, o oxigênio é reduzido:





Conforme mostrado na Equação (1), a oxidação do metanol produz dióxido de carbono, prótons e elétrons. Os prótons podem fluir do ânodo, através do eletrólito e para o cátodo. Os elétrons fluem do ânodo para o cátodo através de uma carga externa, resultando assim em energia elétrica. No cátodo, os prótons e elétrons reagem com oxigênio para formar água (Equação 2). A Equação 3 mostra a reação geral da célula a combustível.

Sumário

A invenção refere-se a células a combustível e a métodos afins.

10 Em um aspecto, a invenção refere-se a um cartucho que inclui um primeiro invólucro, um segundo invólucro dentro do primeiro invólucro, e um primeiro colorante. O primeiro invólucro tem uma superfície interna e uma superfície externa e o primeiro colorante é sustentado por pelo menos uma parte da superfície interna do primeiro invólucro. O segundo invólucro
15 contém um álcool combustível (por exemplo, metanol) ou um hidrocarboneto combustível e tem uma superfície interna e uma superfície externa.

Em outro aspecto, a invenção refere-se a um cartucho que inclui um primeiro invólucro, um segundo invólucro dentro do primeiro invólucro, e um colorante. O primeiro invólucro tem uma superfície interna e uma
20 superfície externa. O segundo invólucro contém um álcool combustível (por exemplo, metanol) ou um hidrocarboneto combustível, e tem uma superfície interna e uma superfície externa. O colorante é sustentado por pelo menos uma parte da superfície externa do segundo invólucro.

Em um aspecto adicional, a invenção refere-se a um cartucho
25 que inclui um envoltório de cartucho, uma mistura dentro do invólucro de cartucho, e uma membrana impermeável a líquidos. A mistura dentro do invólucro de cartucho inclui um primeiro colorante e um álcool combustível (por exemplo, metanol) ou um hidrocarboneto combustível.

Em um outro aspecto, a invenção refere-se a um método que
30 inclui escoar um álcool combustível (por exemplo, metanol) ou um

hidrocarboneto combustível a partir de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana. O cartucho contém uma mistura de um primeiro colorante e o álcool combustível ou o hidrocarboneto combustível. Substancialmente a totalidade (por exemplo, pelo menos

5 aproximadamente 95 por cento, pelo menos aproximadamente 97 por cento, pelo menos aproximadamente 99 por cento, pelo menos aproximadamente 99,5 por cento) do primeiro colorante permanece no cartucho, enquanto que o álcool combustível ou o hidrocarboneto combustível escoam através da membrana.

10 Em outro aspecto, a invenção refere-se a um método que inclui escoar um álcool combustível (por exemplo, metanol) ou um hidrocarboneto combustível a partir de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana. O cartucho contém uma mistura de um primeiro colorante e o álcool combustível ou o hidrocarboneto combustível, e o método inclui

15 ainda aumentar a concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho.

Em um aspecto adicional, a invenção refere-se a um método que inclui escoar um álcool combustível (por exemplo, metanol) ou um hidrocarboneto combustível a partir de um cartucho até uma célula a

20 combustível através de uma membrana. O cartucho contém uma mistura de um primeiro colorante e o álcool combustível ou o hidrocarboneto combustível. O método inclui ainda detectar uma mudança (por exemplo, um aumento) na concentração do primeiro colorante na membrana.

Em outro aspecto, a invenção refere-se a um método que

25 inclui escoar um álcool combustível (por exemplo, metanol) ou um hidrocarboneto combustível a partir de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana. O cartucho contém uma mistura de um primeiro colorante e o álcool combustível ou o hidrocarboneto combustível, e o método inclui ainda medir a concentração do primeiro

30 colorante na mistura dentro do cartucho.

Em outro aspecto, a invenção refere-se a uma pilha de células a combustível que inclui um colorante.

As modalidades podem incluir um ou mais dos recursos apresentados a seguir.

O cartucho e/ou a mistura podem incluir ainda um segundo colorante. O segundo colorante pode ser igual ao primeiro colorante ou pode ser diferente do primeiro colorante.

O colorante (por exemplo, o primeiro colorante, o segundo colorante) pode ser sustentado por pelo menos uma parte da superfície interna do primeiro invólucro e/ou por pelo menos uma parte da superfície externa do segundo invólucro. Em certas modalidades, o colorante pode ficar em contato com a superfície interna do primeiro invólucro e/ou com a superfície externa do segundo invólucro. Em algumas modalidades, o colorante pode estar na forma de pó. Como um exemplo, o colorante pode ser um corante iônico em pó. Em certas modalidades, o colorante pode estar na forma líquida. Como um exemplo, o colorante pode ser um colorante líquido baseado em um polímero ou uma tinta de impressão baseada em água. Em certas modalidades, a cor do colorante e/ou a intensidade da cor da mistura pode mudar (por exemplo, significativamente o suficiente para ser visível por um observador) quando a porcentagem em peso do álcool combustível ou do hidrocarboneto combustível na mistura diminui em pelo menos aproximadamente 50 por cento em peso (por exemplo, pelo menos aproximadamente 60 por cento em peso, pelo menos aproximadamente 70 por cento em peso, pelo menos aproximadamente 80 por cento em peso, pelo menos aproximadamente 90 por cento em peso).

Em certas modalidades, o colorante na pilha de células a combustível pode estar na forma de uma camada sobre uma superfície (por exemplo, uma superfície interna) da pilha de células a combustível. Em certas modalidades, a pilha de células a combustível pode incluir um compartimento (por exemplo, um compartimento anódico) e/ou um cátodo pressurizado, e o colorante pode ficar localizado no compartimento e/ou no cátodo pressurizado (por exemplo, na forma de uma camada sobre uma superfície interna do compartimento e/ou sobre uma superfície interna do cátodo pressurizado).

Em algumas modalidades, a mistura pode incluir no máximo aproximadamente 1% em peso (por exemplo, no máximo aproximadamente 0,5% em peso), e/ou pelo menos aproximadamente 0,1% em peso (por exemplo, pelo menos aproximadamente 0,5% em peso) do colorante (por exemplo, o primeiro colorante, o segundo colorante).

A membrana pode ser permeável a vapores e/ou impermeável a líquidos. Em certas modalidades, a membrana pode ser impermeável a um colorante (por exemplo, o primeiro colorante, o segundo colorante). A membrana pode ser uma membrana com pervaporação. A membrana pode incluir silicone. Em algumas modalidades, a membrana pode incluir poli(dimetil)-silicone e/ou poli(trimetil)-silil-propino. A membrana pode incluir um polímero de fluorcarboneto, polietileno, polipropileno, um policarbonato, uma poliimida, um polissulfono, um polissulfeto, uma poliuretana, um poliéster, celulose (por exemplo, papel), ou uma combinação deles.

O método pode incluir ainda medir a concentração do colorante (por exemplo, do primeiro colorante) na membrana e/ou na mistura dentro do cartucho. Em algumas modalidades, medir a concentração do colorante na mistura dentro do cartucho pode incluir detectar de forma espectroscópica a concentração do colorante na dentro do cartucho.

As modalidades podem incluir uma ou mais das vantagens apresentadas a seguir.

O cartucho pode ser relativamente seguro para estocar, manusear e/ou usar. Em algumas modalidades, o cartucho pode emitir um sinal claro (por exemplo, um sinal visual) de um vazamento de combustível do cartucho. Depois de notar este sinal, um usuário do cartucho pode responder adequadamente (por exemplo, tomando medidas apropriadas de segurança).

Em algumas modalidades, o cartucho pode ser usado para abastecer uma célula a combustível em um dispositivo portátil, tal como um telefone celular. O dispositivo portátil pode ser capaz de funcionar por um período de tempo relativamente longo antes de precisar substituir o cartucho.

Em algumas modalidades, o colorante pode ser solúvel em um combustível contido no cartucho. Em algumas dessas modalidades, o combustível consegue solubilizar rapidamente o colorante no caso de um vazamento de combustível, e desta forma notificar prontamente a um usuário sobre o vazamento de combustível. Em certas modalidades, o colorante pode ser relativamente estável (por exemplo, o colorante pode ser não-volátil). Um colorante relativamente estável pode ser capaz de enviar um sinal de um vazamento de combustível por um período de tempo relativamente longo (por exemplo, um mês, dois meses, três meses).

Em certas modalidades, o cartucho pode fornecer um sinal (por exemplo, um sinal visual) que pode permitir que um usuário determine de forma relativamente fácil quanto combustível permanece no cartucho. Como resultado, o usuário consegue planejar a troca oportuna do cartucho. Em algumas modalidades, o sinal pode ser fornecido independentemente da orientação do cartucho.

O colorante pode ser relativamente atóxico e/ou improvável de causar manchas (por exemplo, em roupas). Em certas modalidades, o colorante pode ser removido da roupa simplesmente lavando a roupa. Em algumas modalidades, o colorante pode ser relativamente econômico e/ou facilmente disponível.

Outros aspectos, características e vantagens da invenção estão nos desenhos, na descrição e nas reivindicações.

Descrição dos Desenhos

A figura 1 é um diagrama esquemático de uma modalidade de um sistema de células a combustível.

A figura 2 é um diagrama esquemático de uma modalidade de um sistema de células a combustível.

As figuras 3A-3C ilustram a operação de uma modalidade de um sistema de células a combustível.

As figuras 4A e 4B são vistas em perspectiva de uma modalidade de um telefone celular, a figura 4C é uma ilustração de uma modalidade de um gráfico da quantidade de combustível.

A figura 5A é um diagrama esquemático de uma modalidade de um aparelho para medir a concentração de colorante.

A figura 5B é um diagrama esquemático de uma modalidade de um aparelho para medir a concentração de colorante.

5 A figura 5C é um diagrama esquemático de uma modalidade de um aparelho para medir a concentração de colorante.

A figura 6 é uma vista lateral de seção transversal de uma modalidade de uma fonte de combustível.

10 A figura 7 é uma vista lateral de seção transversal de uma modalidade de uma fonte de combustível.

A figura 8 é uma vista lateral de seção transversal de uma modalidade de uma fonte de combustível.

A figura 9 é uma vista lateral de seção transversal de uma modalidade de uma fonte de combustível.

15 A figura 10 é uma vista lateral de seção transversal de uma modalidade de uma fonte de combustível.

A figura 11 é um diagrama esquemático de uma modalidade de um sistema de células a combustível.

20 A figura 12 é um diagrama esquemático de uma modalidade de um sistema de células a combustível.

Descrição Detalhada

Com referência à figura 1, é mostrado um sistema de células a combustível 20, como um sistema de células a combustível diretas de metanol (DMFC). O sistema de células a combustível 20 inclui uma pilha 22
25 de células a combustível, uma fonte de combustível 24 (por exemplo, um cartucho) em comunicação fluida com a pilha de células a combustível por intermédio de uma entrada de combustível 26, uma saída de combustível 28, uma entrada 30 do reagente do cátodo (por exemplo, ar) em comunicação fluida com a pilha de células a combustível, e uma saída 31 do reagente do
30 cátodo. Por uma questão de clareza, a pilha de células a combustível 22 é mostrada tendo uma célula a combustível 32 (descrita a seguir), mas em outras modalidades a pilha de células a combustível inclui uma pluralidade

de células a combustível, (por exemplo, dispostas em série ou em paralelo). Em suma, a célula a combustível 32 inclui um ânodo 34 em comunicação fluida com a fonte de combustível 24, um cátodo 36, e um eletrólito 38 entre o ânodo e o cátodo. A célula a combustível 32 inclui, ainda, duas camadas de difusão de gás (CDGs) 40 e 42, uma disposta sobre cada lado do conjunto de eletrólito 38, ânodo 34 e cátodo 36.

Uma fonte de combustível, tal como a fonte de combustível 24, pode fornecer um combustível na fase de vapor ou um combustível líquido para uma célula a combustível ou uma pilha de células a combustível. Em algumas modalidades, uma fonte de combustível pode incluir uma composição rígida de combustível que é capaz de distribuir um combustível na fase vapor (por exemplo, vapor de metanol) para uma célula a combustível ou uma pilha de células a combustível. A composição de combustível pode ser preparada a partir de uma composição precursora líquida que inclui metanol (um combustível), um material polimerizável (por exemplo, um polímero inorgânico, um polímero orgânico ou um seu híbrido), e um ou mais catalisadores (por exemplo, a solução diluída de um ácido, tal como H_2SO_4 0,10 N, uma solução diluída de uma base tal como KOH 0,10 N, HCl, HNO_3 , um ácido orgânico, uma amina orgânica). A composição precursora líquida pode ser solidificada, por exemplo, curando termicamente a composição para formar uma matriz polimérica rígida, na qual o metanol fica retido nos interstícios definidos pela matriz polimérica. Em certas modalidades, uma fonte de combustível pode incluir uma composição de combustível rígida que inclui um combustível (por exemplo, metanol) solidificado em uma matriz de sílica reticulada.

Em algumas modalidades, uma fonte de combustível pode incluir um combustível que está em uma forma não-gasosa (por exemplo, um líquido ou um gel) e que tem uma pressão de vapor suficiente para fornecer um combustível na fase vapor para uma célula a combustível ou para uma pilha de células a combustível. Um gel de combustível é um material viscoso (por exemplo, entre aproximadamente 0,05 centipoises e aproximadamente 200.000 centipoises, capaz de emitir uma concentração pura e alta de

moléculas de combustível na fase vapor. A viscosidade pode ser, for exemplo, pelo menos aproximadamente 10.000 centipoises (por exemplo, pelo menos aproximadamente 25.000 centipoises, pelo menos aproximadamente 50.000 centipoises, pelo menos aproximadamente 100.000 centipoises, pelo menos aproximadamente 150.000 centipoises, e/ou no máximo aproximadamente 200.000 centipoises (por exemplo, no máximo aproximadamente 150.000 centipoises, no máximo aproximadamente 100.000 centipoises, no máximo aproximadamente 50.000 centipoises, no máximo aproximadamente 25.000 centipoises. Um exemplo de uma composição de gel combustível inclui um combustível (por exemplo, metanol), um diluente (por exemplo, água desmineralizada), um espessante (por exemplo, o espessante hidróxi-propil-celulose, Carbopol EZ-3 (um poliacrilato ácido reticulado em pó modificado de forma hidrofóbica)), e um agente neutralizante (por exemplo, triisopropanol-amina). Outros géis combustíveis estão descritos na literatura da Noveon que descrevem exemplos do uso de modificadores de reologia Carbopol (fabricados pela BF Goodrich), e são exemplificados por combustíveis de cozinha (por exemplo, disponíveis na Sterno, e os exemplos de formulações listados pela Noveon). Um combustível líquido pode incluir metanol puro, ou uma solução incluindo metanol e água e/ou agente geleificante como componentes não-combustíveis. Em algumas modalidades, um combustível pode incluir ainda aditivos, tais como etanol, etilenoglicol, e/ou ácido fórmico, e componentes de combustíveis.

Em certas modalidades, uma fonte de combustível pode incluir um combustível líquido que é convertida em combustível na fase vapor ao ser passado através de uma membrana com pervaporação ou filme de distribuição de membrana. Por exemplo, a figura 2 ilustra um sistema de células a combustível 100 que inclui uma fonte de combustível 102 que contém um combustível líquido 108 e incluindo uma membrana com pervaporação 110. O sistema de células a combustível 100 inclui também uma pilha de células a combustível 104. A fonte de combustível 102 está em comunicação fluida com a pilha de células a combustível 104 por intermédio

de uma entrada 106 de combustível. À medida que o combustível 108 sai da fonte de combustível 102, o combustível 108 passa através da membrana de pervaporação 110, que transforma o combustível 108 líquido em um combustível na fase de vapor. O vapor de combustível resultante, então, atravessa a entrada 106 de combustível até a pilha de células a combustível 104.

A membrana de pervaporação 110 pode incluir, por exemplo, um ou mais polímeros. Em certas modalidades, a membrana de pervaporação 110 pode ser fabricada a partir de um filme não-poroso de silicone. Em algumas modalidades, a membrana de pervaporação 110 pode ser feita de um ou mais polímeros densos que permitem que o metanol pervapore, tal como poli(trimetil)-silil-propino (PTMSP), poli(dimetil)-silicone (PDMS), e/ou um poliuretano. Em certas modalidades, a membrana de pervaporação 110 pode incluir ainda um suporte (por exemplo, um suporte poroso). O suporte pode, por exemplo, proporcionar rigidez à membrana de pervaporação 110. Em algumas modalidades, o suporte pode incluir um ou mais polímeros. Os exemplos de polímeros que podem ser incluídos no suporte incluem poliolefinas, poliuretanas, e poliacrilonitrila.

A membrana de pervaporação 110 pode ter uma espessura de pelo menos aproximadamente 1 micron (por exemplo, pelo menos aproximadamente 5 microns, pelo menos aproximadamente 10 microns, pelo menos aproximadamente 25 microns, pelo menos aproximadamente 50 microns, pelo menos aproximadamente 75 microns, pelo menos aproximadamente 100 microns, pelo menos aproximadamente 125 microns, pelo menos aproximadamente 150 microns, pelo menos aproximadamente 175 microns), e/ou no máximo aproximadamente 200 microns (por exemplo, no máximo aproximadamente 175 microns, no máximo aproximadamente 150 microns, no máximo aproximadamente 125 microns, no máximo aproximadamente 100 microns, no máximo aproximadamente 75 microns, no máximo aproximadamente 50 microns, no máximo aproximadamente 25 microns, no máximo aproximadamente 10 microns, no máximo aproximadamente 5 microns). Por exemplo, a membrana de pervaporação

110 pode ter uma espessura de aproximadamente 127 microns (5×10^{-3} in). As membranas de pervaporação estão descritas, por exemplo, na publicação do pedido de patente nº US 2004/0209136 A1, publicado em 21 de outubro de 2004, que é aqui incorporada como referência em sua
5 totalidade.

Como assinalado acima, em certas modalidades, uma fonte de combustível pode fornecer um combustível líquido para uma célula a combustível ou para uma pilha de células a combustível. O combustível líquido pode partir da fonte de combustível atravessando uma entrada de
10 combustível, entrar na célula a combustível ou na pilha de células a combustível, e eventualmente, entrar em contato diretamente com um ânodo da célula a combustível. Em algumas modalidades, o combustível líquido pode atravessar um ou mais filtros antes de entrar em contato com o ânodo. O filtro pode ser, por exemplo, um filtro celulósico e/ou uma peneira
15 molecular. Em certas modalidades, o filtro pode incluir carvão ativado.

Uma fonte de combustível, tal como a fonte de combustível 24 (figura 1) pode conter um ou mais combustíveis. Os exemplos de combustíveis incluem álcoois (por exemplo, metanol, etanol, isopropanol), etilenoglicol, ácido fórmico, e outros hidrocarbonetos oxidáveis. Em certas
20 modalidades, uma fonte de combustível pode incluir metanol puro (99,5%). Como assinalado acima, em algumas modalidades, uma fonte de combustível pode incluir um combustível misturado com água. Por exemplo, uma fonte de combustível pode incluir metanol e água. O metanol pode ser, por exemplo, entre aproximadamente 85% em peso e aproximadamente
25 95% em peso (por exemplo, aproximadamente 90% em peso) da mistura. Em algumas modalidades, uma fonte de combustível pode incluir mais do que um tipo de combustível. Por exemplo, uma fonte de combustível pode incluir uma mistura de metanol e etanol. As fontes de combustíveis e os combustíveis estão descritos, por exemplo, no documento nº US 10/933.735,
30 depositado em 03 de setembro de 2004, e intitulado "Fuel Compositions" e no documento nº US 10/957.935, depositado em 04 de outubro de 2004, e intitulado "Fuel Sources, Fuel Cells and Methods of Operating Fuel Cells",

sendo ambos aqui incorporados como referência.

Como ilustrado nas figuras 3A-3C, em algumas modalidades, um sistema de células a combustível pode fornecer um sinal visual (por exemplo, para um usuário) da quantidade de combustível remanescente na sua fonte de combustível. As figuras 3A-3C ilustram um sistema de células a combustível 200 que inclui uma fonte de combustível 202 que contém uma mistura 204 de um combustível 206 e um colorante 208. A fonte de combustível 202 inclui ainda uma membrana de pervaporação 214. O sistema de células a combustível 200 inclui também uma pilha de células a combustível 210 e uma entrada de combustível 212 que conecta a fonte de combustível 202 à pilha de células a combustível 210. A mistura 204 cruza a membrana de pervaporação 214, a membrana de pervaporação converte o combustível líquido 206 em um vapor. O combustível 206, então, entra na entrada de combustível 212 na fase de vapor e percorre na direção da pilha de células a combustível 210.

Embora a membrana de pervaporação 214 seja permeável ao combustível 206, a membrana de pervaporação 214 é impermeável ao colorante 208. Como resultado, o colorante 208 permanece na fonte de combustível 202. Assim sendo, como o combustível 206 é consumido durante o uso da pilha de células a combustível 210, a concentração do colorante 208 na mistura 204 na fonte de combustível 202 aumenta. Por exemplo, a figura 3A ilustra a fonte de combustível 202 quando ela contém uma quantidade relativamente alta de combustível 206 (por exemplo, no início da operação da pilha de células a combustível 210). Assim sendo, a concentração do colorante 208 na mistura 204 é relativamente baixa. Entretanto, à medida que o combustível 206 é consumido durante a operação do sistema de células a combustível 200, a concentração do colorante 208 na mistura 204 aumenta. Por exemplo, a figura 3B ilustra o sistema de células a combustível 200 quando a fonte de combustível 202 inclui uma quantidade intermediária do combustível 206, e a figura 3C ilustra o sistema de células a combustível 200 quando a fonte de combustível 202 inclui uma quantidade baixa do combustível 206. Este aumento na

concentração do colorante 208 na mistura 204 pode fazer com que a cor da mistura 204 mude de intensidade (de um matiz mais claro para um matiz mais escuro). Por exemplo, em algumas modalidades, a mistura 204 pode mudar de amarelo-pálido para amarelo-escuro. Esta mudança na intensidade da cor da mistura 204 pode produzir um sinal visual da quantidade de combustível remanescente na fonte de combustível 202.

Em algumas modalidades, a concentração de colorante na mistura 204 pode aumentar em pelo menos aproximadamente duas vezes (por exemplo, pelo menos aproximadamente cinco vezes, pelo menos aproximadamente 10 vezes, pelo menos aproximadamente 50 vezes, pelo menos aproximadamente 100 vezes, pelo menos aproximadamente 500 vezes, pelo menos aproximadamente 1.000 vezes, pelo menos aproximadamente 5.000 vezes, pelo menos aproximadamente 10.000 vezes, pelo menos aproximadamente 50.000 vezes), e/ou no máximo aproximadamente 100.000 vezes (por exemplo, no máximo aproximadamente 50.000 vezes, no máximo aproximadamente 10.000 vezes, no máximo aproximadamente 5.000 vezes, no máximo aproximadamente 1.000 vezes, no máximo aproximadamente 500 vezes, no máximo aproximadamente 100 vezes, no máximo aproximadamente 50 vezes, no máximo aproximadamente 10 vezes, no máximo aproximadamente 5 vezes), durante o uso da pilha de células a combustível 210.

Em certas modalidades (por exemplo, antes do uso da pilha de células a combustível 210), a mistura 204 pode incluir no máximo aproximadamente 1% em peso (por exemplo, no máximo aproximadamente 0,5% em peso), e/ou pelo menos aproximadamente 0,1% em peso (por exemplo, pelo menos aproximadamente 0,5% em peso), do colorante 208. Em algumas modalidades (por exemplo, quando o colorante 208 é um colorante em pó), a mistura 204 pode incluir no máximo aproximadamente 100 ppm (por exemplo, aproximadamente 67 ppm) do colorante 208. Em certas modalidades, tal como durante ou depois do uso da pilha de células a combustível 210, a mistura 204 pode incluir no máximo aproximadamente 100% em peso (por exemplo, no máximo aproximadamente 50% em peso,

no máximo aproximadamente 25% em peso, no máximo aproximadamente 10% em peso, no máximo aproximadamente 5% em peso, no máximo aproximadamente 1% em peso, no máximo aproximadamente 0,5% em peso), e/ou pelo menos aproximadamente 0,02% em peso (por exemplo, pelo menos aproximadamente 0,5% em peso, pelo menos aproximadamente 1% em peso, pelo menos aproximadamente 5% em peso, pelo menos aproximadamente 10% em peso, pelo menos aproximadamente 25% em peso, pelo menos aproximadamente 50% em peso), do colorante 208.

Em algumas modalidades, um usuário consegue de maneira relativamente fácil visualizar uma mudança na intensidade da cor da mistura 204 à medida que o combustível 206 está sendo consumido. Por exemplo, a figura 4A ilustra um telefone celular 700 que inclui um invólucro 702. O invólucro 702 inclui um visor 704 que exibe o conteúdo de uma fonte de combustível (não ilustrada) dentro do envoltório. A fonte de combustível contém uma mistura 708 de combustível, que inclui um colorante 706 e um combustível 707. A figura 4A ilustra o telefone celular 700 quando a fonte de combustível contém uma quantidade relativamente alta de combustível. Assim sendo, a concentração de colorante 706 na mistura 708 de combustível é relativamente baixa. Entretanto, a figura 4B ilustra o telefone celular 700 quando a quantidade de combustível na fonte de combustível é relativamente baixa, e a concentração de colorante 706 na mistura 708 de combustível é, portanto, relativamente alta. Esta mudança na concentração pode proporcionar para um usuário um sinal visual da quantidade de combustível remanescente na fonte de combustível.

Em algumas modalidades, uma tabela de matizes de cores pode ser fornecida junto com um dispositivo eletrônico (por exemplo, um dispositivo eletrônico portátil), tal como um telefone celular 700, de tal modo que um usuário possa determinar de forma relativamente fácil a quantidade de combustível remanescente na fonte de combustível do dispositivo. Por exemplo, a figura 4C ilustra uma tabela 750 que exibe cinco matizes diferentes, 752, 754, 756, 758, e 760, de uma cor da mistura de combustível. O matiz 752 indica 100% de combustível remanescentes na fonte de

combustível, o matiz 754 indica 80% remanescentes, o matiz 756 indica 60% remanescentes, o matiz 758 indica 40% remanescentes, e o matiz 760 indica 20% remanescentes.

Em certas modalidades, pode-se usar espectroscopia para
5 indicar a quantidade de combustível remanescente em uma fonte de
combustível. Com um exemplo, a figura 5A ilustra um sistema de célula a
combustível 901 que inclui uma fonte de combustível 900 conectada a uma
célula a combustível 902 por uma entrada de combustível 904. A célula a
combustível 902 inclui um espectrofotômetro na região visível 906 e uma
10 fibra óptica 908 que se estende a partir do espectrofotômetro 906. A fonte de
combustível 900 inclui uma fibra óptica 910. Durante a operação, o
espectrofotômetro 906 envia um sinal de excitação de entrada que percorre
ao longo da fibra óptica 908, atravessa um afastamento 912 entre a fonte de
combustível 900 e a célula a combustível 902, e ao longo da fibra óptica 910.
15 O espectrofotômetro 906, então, recebe um sinal de medição refletido, que
pode ser usado para determinar a quantidade de combustível na fonte de
combustível 900.

Embora um sistema de célula a combustível com uma fonte de
combustível e uma célula a combustível, tendo fibras ópticas separadas,
20 tenha sido ilustrado, em algumas modalidades, um sistema de célula a
combustível pode incluir uma fonte de combustível e uma célula a
combustível que são conectadas por uma fibra óptica. Por exemplo, a figura
5B ilustra um sistema de célula a combustível 920 que inclui uma fonte de
combustível 922 conectada a uma célula a combustível 924 por uma entrada
25 de combustível 926. A célula a combustível 924 inclui um espectrofotômetro
928 a partir do qual se estende uma fibra óptica 930. A fibra óptica 930 se
estende através da célula a combustível 924, atravessa um afastamento 932
entre a célula a combustível 924 e a fonte de combustível 922, e vai para
dentro da fonte de combustível 922.

30 Como ilustrado nas figuras 5A e 5B, em certas modalidades,
uma célula a combustível pode incluir um espectrofotômetro. Em algumas
modalidades, uma fonte de combustível pode ser usada para abastecer uma

célula a combustível e depois pode ser substituída por outra fonte de combustível (por exemplo, quando a primeira fonte de combustível está com combustível esgotado). Em algumas dessas modalidades, incluir o espectrofotômetro na célula a combustível pode permitir que o mesmo
5 espectrofotômetro seja usado para medir a quantidade de combustível remanescente em múltiplas fontes de combustível diferentes que são usadas para abastecer a célula a combustível.

Embora tenham sido ilustradas células a combustível que incluem espectrofotômetros, em certas modalidades, uma fonte de
10 combustível pode incluir um espectrofotômetro. Por exemplo, a figura 5C ilustra um sistema de célula a combustível 950 que inclui uma fonte de combustível 952 conectada a uma célula a combustível 954 ou uma entrada de combustível 956. A fonte de combustível 952 inclui um espectrofotômetro 958, a partir do que se estende uma fibra óptica 960. O espectrofotômetro
15 958 e a fibra óptica 960 podem ser usados para medir a quantidade de combustível remanescente na fonte de combustível 952.

Em algumas modalidades, uma fonte de combustível e também uma célula a combustível em um sistema de célula a combustível podem incluir espectrofotômetros.

20 Uma mistura de combustível pode incluir inúmeros colorantes diferentes. Em algumas modalidades, uma mistura de combustível pode incluir múltiplos colorantes (por exemplo, dois, três, quatro, cinco). Em certas modalidades, o colorante ou os colorantes podem de forma relativamente improvável causar manchas (por exemplo, sobre a roupa) no caso de um
25 vazamento, e/ou podem ser atóxicos. O colorante ou os colorantes podem ter um pH, por exemplo, entre aproximadamente 5,5 e aproximadamente 8,5 (por exemplo, entre aproximadamente 6,0 e aproximadamente 8,5, entre aproximadamente 6,0 e aproximadamente 6,5). O colorante ou os colorantes podem ser iônicos, ou podem ser não-iônicos.

30 Em algumas modalidades, um colorante pode estar na forma de pó. Em certas modalidades, um colorante em pó pode ser não-volátil. Os exemplos de colorantes em pó incluem corantes iônicos em pó, tais como os

corantes iônicos em pó que podem ser usados em anticongelantes e/ou detergentes para lavagem de pára-brisas. Os exemplos de colorantes em pós disponíveis comercialmente incluem os seguintes, todos disponíveis na Robert Koch Industries, Inc. (Bennett, CO, EUA): Hi-pH Uranine 6313, Hi-pH Pyranine 6314, Hi-pH Light Green 6230, Brilliant Green AF 2339, Hi-pH Brilliant Green 6228, Emerald Green AF 2344, Hi-pH Fluorite Green 6235, Hi-pH Dark Green 6250, Hi-pH Aqua 6271, Blue Lace 2321, Hi-pH Blue 6010, Hi-pH True Blue 6020, Brilliant Blue 2649, Hi-pH Yellow 6505, Hi-pH Golden Yellow 6528, Hi-pH Red 6365, Hi-pH Ruby Red 6345, Antifreeze Red 2529, e Brilliant Orange 2258.

Em certas modalidades, um colorante pode estar na forma líquida (por exemplo, na forma de um concentrado líquido). Em algumas modalidades, o colorante pode ser uma tinta de impressão baseada em água, tal como uma tinta de impressão baseada em água, solúvel em álcalis e/ou que contém amônia. Em certas modalidades, um colorante líquido pode ser não-volátil e/ou pode ser combinado com um ou mais solventes (por exemplo, propanol, propilenoglicol, dimetil-etanol-amina, água) para formar uma solução de colorante. Em algumas modalidades, um colorante líquido pode incluir um ou mais polímeros. Os exemplos de soluções de colorantes disponíveis comercialmente, constituídos de um solvente e um líquido, incluem os seguintes: Colorsafe® Stain Resistant Colorants, todos disponíveis na Robert Koch Industries, Inc. (Bennett, CO, EUA): Azure Blue 3021 Liquid, Royal Blue 3027 Liquid, Pink 3306 Liquid, Red 3326 Liquid, Red St 3320 Liquid, Hot Magenta 3328 Liquid, Kelly Green 3226 Liquid, Brilliant Orange 3425, Teal 3291 Liquid, Yellow 3516 Liquid, Sundrop Yellow 3518 Liquid, and Violet 3146 Liquid.

Em algumas modalidades, uma solução de colorante pode ser produzida a partir de um ou mais colorantes em pó e um ou mais solventes. Os exemplos de soluções de colorantes disponíveis comercialmente, produzidos a partir de um solvente e um colorante em pó, incluem os seguintes, todos disponíveis na Robert Koch Industries, Inc. (Bennett, CO, EUA): Brilliant Orange 2257 15% Liquid, Hi-pH Hot Pink 6326 20% Liquid,

Hi-pH Uranine 6312 40% Liquid, Hi-pH Blue 6011 25% Liquid, Brilliant Blue 2651 20% Liquid, e Blue Lace 4325 50% Liquid.

Outros exemplos de soluções de colorantes disponíveis comercialmente incluem as seguintes tintas de impressão baseadas em água, todas disponíveis na Environmental Inks and Coatings® (Morganton, NC, EUA): Poly Screen ES Process Blue FR (Product PSX10200), Poly Screen ES DNA Orange FR (Product PSX10320), e Aqua Max Fluorescent 804 Orange (Código do Produto: AMFSO804).

Em certas modalidades, um colorante ou solução de colorante pode ser solúvel em um ou mais combustíveis (por exemplo, metanol), em água, e/ou em solução alcalina (por exemplo, água saponácea). Os exemplos de soluções de colorantes que são solúveis em metanol incluem todas as soluções de colorantes descritas acima, que estão disponíveis comercialmente na Robert Koch Industries, Inc., e na Environmental Inks and Coatings®. Os exemplos de soluções de colorantes que são solúveis em água incluem os seguintes, todos disponíveis na Robert Koch Industries, Inc. (Bennett, CO, EUA): Azure Blue 3021 Liquid, Royal Blue 3027 Liquid, Pink 3306 Liquid, Red 3326 Liquid, Red St 3320 Liquid, Hot Magenta 3328 Liquid, Kelly Green 3226 Liquid, Brilliant Orange 3425, Teal 3291 Liquid, Yellow 3516 Liquid, Sundrop Yellow 3518 Liquid, e Violet 3146 Liquid. Em algumas modalidades, um colorante ou uma solução de colorante pode ser substancialmente insolúvel em água.

Embora o uso de um colorante para sinalizar a quantidade de combustível remanescente em uma fonte de combustível tenha sido descrito, em algumas modalidades, um colorante pode ser usado para outros propósitos. Como um exemplo, em certas modalidades, um ou mais colorantes podem ser usados para indicar quando um combustível está vazando de uma fonte de combustível. Por exemplo, a figura 6 ilustra uma fonte de combustível 300 que inclui um invólucro externo 302 e um invólucro interno 304 dentro do invólucro externo. Outro invólucro 302 e/ou invólucro interno 304 pode ser reduzido a partir de, por exemplo, um ou mais metais e/ou plásticos. Em certas modalidades, o invólucro interno 304 pode ser

relativamente flexível (por exemplo, o invólucro interno 304 pode estar na forma de uma bexiga flexível). O invólucro interno 304 contém um combustível 306. Uma entrada de combustível 310 se estende através do invólucro externo 302 e do invólucro interno 304, e está em comunicação fluida com o combustível 306. Sobre sua superfície externa 312, o invólucro interno 304 tem um revestimento 308 que inclui um colorante. Caso o combustível 306 vaze do invólucro interno 304 e/ou pela saída de combustível 310, e entre em contato com o revestimento 308, então o combustível se misturará com o colorante no revestimento, de tal modo que o combustível fique colorido, e o vazamento de combustível se torne desta forma visível.

Embora um invólucro interno revestido tenha sido ilustrado, em algumas modalidades, uma fonte de combustível pode incluir alternativamente ou adicionalmente um revestimento em uma área diferente da fonte de combustível. Como um exemplo, a figura 7 ilustra uma fonte de combustível 400 que inclui um invólucro externo 402 e um invólucro interno 404 dentro do invólucro externo. O invólucro interno 404 contém um combustível 406. Uma entrada de combustível 410 se estende através do invólucro externo 402 e também através do invólucro interno 404, e está em comunicação fluida com o combustível 406. Sobre sua superfície interna 412, o invólucro externo 402 tem um revestimento 408 que inclui um colorante.

Na qualidade de outro exemplo, a figura 8 ilustra uma fonte de combustível 500 com um invólucro interno 502, um invólucro externo 504, e uma entrada de combustível 505. Sobre sua superfície externa 506, o invólucro interno 502 tem um revestimento 508 que inclui um colorante, e sobre sua superfície interna 510, o invólucro externo 504 tem um revestimento 512 que inclui um colorante. Os revestimentos 508 e 512 podem incluir o mesmo colorante ou colorantes diferentes.

Como um outro exemplo, a figura 9 ilustra uma fonte de combustível 600 com um invólucro interno 602, um invólucro externo 604, e uma saída de combustível 606. Uma parte da superfície externa 608 da

saída de combustível 606 é revestida com um revestimento 610 que inclui um colorante.

Em algumas modalidades, um revestimento sobre uma fonte de combustível pode ser relativamente fino (por exemplo, de tal modo que uma quantidade relativamente alta de combustível possa ser incluída na fonte de combustível, e ao mesmo tempo, ainda permitindo a detecção de vazamentos). Em certas modalidades, um revestimento pode ter uma espessura de pelo menos aproximadamente 0,5 micron (por exemplo, pelo menos aproximadamente 1 micron, pelo menos aproximadamente 2 microns, pelo menos aproximadamente 5 microns, pelo menos aproximadamente 6 microns, pelo menos aproximadamente 10 microns, pelo menos aproximadamente 15 microns, pelo menos aproximadamente 20 microns), e/ou no máximo aproximadamente 25 microns (por exemplo, no máximo aproximadamente 20 microns, no máximo aproximadamente 15 microns, no máximo aproximadamente 10 microns, no máximo aproximadamente 6 microns, no máximo aproximadamente 5 microns, no máximo aproximadamente 2 microns, no máximo aproximadamente 1 micron). Por exemplo, um revestimento pode ter uma espessura entre aproximadamente 2 microns e aproximadamente 6 microns (por exemplo, entre aproximadamente 3 microns e aproximadamente 6 microns). Em certas modalidades, um revestimento que inclui um colorante em pó pode ter uma espessura de aproximadamente 6 microns, e/ou um revestimento que inclui um colorante líquido pode ter uma espessura entre aproximadamente 2 microns e aproximadamente 3 microns.

Um revestimento sobre uma fonte de combustível pode ocupar uma quantidade relativamente pequena do volume da fonte de combustível. Em certas modalidades, um revestimento que inclui um colorante pode ocupar menos do que aproximadamente 1% em volume (por exemplo, menos do que aproximadamente 0,5% em volume, menos do que aproximadamente 0,3% em volume, menos do que aproximadamente 0,1% em volume) de uma fonte de combustível. Em algumas modalidades, uma fonte de combustível (por exemplo, uma fonte de combustível que tem um

volume menor do que aproximadamente 40 cm³) pode incluir no máximo aproximadamente 100 mg (por exemplo, no máximo aproximadamente 75 mg, no máximo aproximadamente 50 mg, no máximo aproximadamente 25 mg) de um colorante ou colorantes.

- 5 Um revestimento que inclui um colorante pode ser produzido de inúmeras maneiras diferentes. Em algumas modalidades, um revestimento pode ser produzido a partir de um pó que inclui um ou mais colorantes. O pó pode ser aplicado sobre uma fonte de combustível usando, por exemplo, um método de revestimento por *spray* eletrostático. Em certas modalidades, o
- 10 pó pode ser aplicado sobre uma fonte de combustível aglutinando o pó em uma matriz polimérica e revestindo a fonte de combustível com o composto polimérico resultante. Em algumas modalidades, o pó pode ser aplicado sobre a fonte de combustível misturando o pó com um agente de pegajosidade e/ou um adesivo, e revestindo (por exemplo, aspergindo) a
- 15 fonte de combustível com a mistura resultante. Os exemplos de agentes de pegajosidade incluem breus, resinas hidrocarbônicas e resinas terpênicas. Os exemplos de breus incluem breus parcialmente hidrogenados. Outros exemplos de breus incluem breus completamente hidrogenados, tais como Foral 85-E ou Foralyn 90 (ambos disponíveis na Eastman Chemical). Os
- 20 exemplos de resinas hidrocarbônicas incluem resinas aromáticas (por exemplo, as resinas hidrocarbônicas PLASTOLYN[®] ou as resinas hidrocarbônicas ENDEX[®], ambas disponíveis na Eastman Chemical), misturas de resinas de matérias-primas alifáticas/aromáticas (por exemplo, Picco HM100, disponível na Eastman Chemical), e resinas hidrocarbônicas
- 25 hidrogenadas. Os exemplos de resinas que podem ser usadas, por exemplo, como agentes de pegajosidade sobre uma superfície de poliolefina incluem resinas de pegajosidade relativamente não-reativas, tais como as resinas hidrocarbônicas EASTOTAC[®] e as resinas hidrocarbônicas REGALITE[®] (ambas disponíveis na Eastman Chemical). Os exemplos de adesivos
- 30 incluem polímeros adesivos, tais como sistemas de resinas epóxi, adesivos baseados em etileno/acetato de vinila, e poli(álcool vinílico). Em certas modalidades, a mistura (incluindo um pó e um agente de pegajosidade e/ou

um adesivo) pode ser curada (por exemplo, curada termicamente) à medida que está sendo aplicada sobre a fonte de combustível e/ou depois que ela foi aplicada sobre a fonte de combustível. Em algumas modalidades, a mistura pode ser aspergida com um revestimento polimérico fino depois que a mistura foi aplicada sobre a fonte de combustível. O revestimento polimérico fino pode, por exemplo, reduzir a pega do revestimento da mistura. Em certas modalidades, o pó pode ser aplicado sobre a fonte de combustível aplicando partículas com o pó e depois aplicando as partículas sobre a fonte de combustível (por exemplo, usando métodos de aspersão). Os exemplos de partículas incluem partículas de negro-de-fumo (por exemplo, os produtos MONARCH® ou BLACK PEARLS® da Cabot), partículas de silício (por exemplo, SNOWTEX® da Nissan Chemical), e partículas de óxidos metálicos (por exemplo, ALUMINASOL® da Nissan Chemical). Em algumas modalidades, um colorante em pó pode representar menos do que aproximadamente 1% em peso (por exemplo, menos do que aproximadamente 0,5% em peso, menos do que aproximadamente 0,1% em peso, menos do que aproximadamente 0,05% em peso) de um revestimento.

Embora os colorantes em pó tenham sido descritos, em certas modalidades, um colorante líquido pode ser usado para revestir uma fonte de combustível. Por exemplo, em algumas modalidades, um revestimento pode ser formado misturando um concentrado de colorante líquido e um solvente. O revestimento pode incluir, por exemplo, menos do que aproximadamente 1% em peso (por exemplo, menos do que aproximadamente 0,5% em peso, menos do que aproximadamente 0,3% em peso, menos do que aproximadamente 0,1% em peso, menos do que aproximadamente 0,05% em peso) do colorante líquido.

Em algumas modalidades, um revestimento pode ser formado aplicando uma solução de colorante que inclui um ou mais colorantes em pó e/ou líquidos e um ou mais solventes sobre uma fonte de combustível. Os exemplos de solventes incluem combustíveis (por exemplo, metanol), água, ou outros líquidos nos quais o colorante é solúvel. Em certas modalidades, o solvente pode evaporar da solução depois que a solução é aplicada à fonte

de combustível.

Um revestimento que inclui um colorante pode ser adicionado a uma fonte de combustível usando, por exemplo, métodos de imersão, aspersão e/ou espalhamento. Em algumas modalidades, o revestimento pode ser deixado secar sobre a fonte de combustível em uma temperatura de aproximadamente 25°C depois da aplicação à fonte de combustível. Em certas modalidades, um revestimento pode ser aquecido depois de ser adicionado a uma fonte de combustível. Por exemplo, um revestimento líquido pode ser aquecido de tal modo que ele seque sobre a fonte de combustível. O revestimento pode ser aquecido até uma temperatura, por exemplo, de pelo menos aproximadamente 30°C (por exemplo, pelo menos aproximadamente 40°C, pelo menos aproximadamente 50°C, pelo menos aproximadamente 75°C, pelo menos aproximadamente 100°C, pelo menos aproximadamente 125°C, pelo menos aproximadamente 150°C, pelo menos aproximadamente 175°C, pelo menos aproximadamente 190°C) e/ou até no máximo aproximadamente 200°C (por exemplo, no máximo aproximadamente 190°C, no máximo aproximadamente 175°C, no máximo aproximadamente 150°C, no máximo aproximadamente 125°C, no máximo aproximadamente 100°C, no máximo aproximadamente 75°C, no máximo aproximadamente 50°C, no máximo aproximadamente 40°C). Em algumas modalidades, aquecer um revestimento produzido a partir de uma solução de colorante pode aumentar a velocidade de evaporação do solvente na solução. Em certas modalidades, um revestimento de colorante pode ser espalhado enquanto o revestimento de colorante está secando sobre uma fonte de combustível (por exemplo, para limitar ou impedir o acúmulo de gotículas do revestimento sobre a superfície da fonte de combustível).

Os colorantes que são usados em um revestimento podem ser, por exemplo, qualquer um dos colorantes mencionados acima com relação à detecção da quantidade de combustível. Em algumas modalidades, um revestimento que inclui um colorante pode ser não-volátil.

Fazendo referência novamente à figura 1, um exemplo de célula a combustível 32 será agora descrito. A célula a combustível 32 inclui um

eletrólito 38, um ânodo 34 ligado a um primeiro lado do eletrólito, e um cátodo 36 ligado a um segundo lado do eletrólito. O eletrólito 38, o ânodo 34 e o cátodo 36 estão dispostos entre as camadas de difusão de gás (CDGs) 40 e 42.

5 O eletrólito 38 precisa ser capaz de permitir que os íons fluam através do mesmo, ao mesmo tempo em que proporciona uma substancial resistência ao fluxo de elétrons. Em algumas modalidades, o eletrólito 38 é um polímero sólido (por exemplo, uma membrana de troca iônica em polímero sólido), como uma membrana de troca protônica em polímero sólido (por exemplo, um polímero sólido contendo grupos de ácido sulfônico). Essas membranas estão disponíveis comercialmente junto à E.I. DuPont de Nemours Company (Wilmington, DE, EUA) sob a marca registrada NAFION. Alternativamente, o eletrólito 38 também pode ser preparado a partir do produto comercial GORE-SELECT, disponível junto à 15 W. L. Gore & Associates (Elkton, MD, EUA).

 O ânodo 34 pode ser formado a partir de um material, como um catalisador, capaz de interagir com metanol e água para formar dióxido de carbono, prótons e elétrons. Exemplos desses materiais incluem, por exemplo, platina, ligas de platina (como Pt-Ru, Pt-Mo, Pt-W ou Pt-Sn) e 20 platina dispersa em negro-de-fumo. O ânodo 34 pode incluir, ainda, um eletrólito, como um material ionomérico material, por exemplo, NAFION, que permita que o ânodo conduza prótons. Alternativamente, uma suspensão é aplicada à superfície das camadas de difusão de gás (descrito a seguir) que estão voltadas para o eletrólito sólido 38, e a dita suspensão é, então, 25 secada. O método para preparação do ânodo 34 pode incluir, ainda, o uso de pressão e temperatura para obter a aglutinação.

 O cátodo 36 pode ser formado a partir de um material, como um catalisador, capaz de interagir com oxigênio, elétrons e prótons para formar água. Exemplos desses materiais incluem, por exemplo, platina, ligas de 30 platina (como Pt-Co, Pt-Cr ou Pt-Fe) e metais nobres dispersos em negro-de-fumo. O cátodo 36 pode incluir, ainda, um eletrólito, como um material ionomérico, (por exemplo, NAFION), que permita que o cátodo conduza

prótons. O cátodo 36 pode ser preparado conforme descrito acima no que se refere ao ânodo 34.

As camadas de difusão de gás (CDGs) 40 e 42 podem ser formadas a partir de um material que seja permeável tanto a gases como a líquidos. Exemplos de GDLs estão disponíveis em várias empresas tais como Etek em Natick, MA, EUA, SGL em Valencia, CA, EUA, e Zoltek em St. Louis, MO, EUA. As CDGs 40 e 42 podem ser eletricamente condutoras, de tal modo que os elétrons possam fluir de um ânodo 34 para uma placa de campo de fluxo do ânodo (não ilustrada) e de uma placa de campo de fluxo do cátodo (não ilustrada) para o cátodo 36.

Outras modalidades de células a combustível diretas de metanol e sistemas de células a combustível, incluindo métodos de uso, estão descritos, for exemplo, no pedido de patente comumente cedido nº de série US 10/779.502, depositado em 13 de fevereiro de 2004, e intitulado "Fuel Cell", "Fuel Cell Systems Explained", J. Laraminie, A. Dicks, Wiley, New York, 2000, "Direct Methanol Fuel Cells: From a Twentieth Century Electrochemist's Dream to a Twenty-first Century Emerging Technology", C. Lamy, J. Leger, S. Srinivasan, Modern Aspects of Electrochemistry, Nº 34, editado por J. Bockris et al., Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York (2001) pp. 53-118, e "Development of a Miniature Fuel Cell for Portable Applications", S. R. Narayanan, T. I. Valdez and F. Clara, in Direct Methanol Fuel Cells, S. R. Narayanan, S. Gottesfeld e T. Zawodzinski, Editores, Electrochemical Society Proceedings, 2001-4 (2001) Pennington, NJ, EUA, todos aqui incorporados como referência.

Durante a operação do sistema de célula a combustível 20, o combustível da fonte de combustível 24 é introduzido no ânodo 34, um reagente do cátodo (tal como ar) é introduzido no cátodo 36, e a energia elétrica é produzida a partir das respectivas reações de oxidação e redução, como descrito acima. O excesso de combustível e de reagente do cátodo sai por meio das saídas 28 e 31, respectivamente.

Outras Modalidades

Embora certas modalidades tenham sido descritas, outras

modalidades são possíveis.

Na qualidade de um exemplo, em algumas modalidades, um colorante pode ser incorporado entre as camadas de um invólucro com múltiplas camadas que é parte de uma fonte de combustível. Por exemplo, a

5 figura 10 ilustra uma fonte de combustível 800 que inclui um invólucro externo 802 e um invólucro interno 804 dentro do invólucro externo. Em certas modalidades, o invólucro interno 804 pode ser relativamente flexível (por exemplo, o invólucro interno 804 pode estar na forma de uma bexiga flexível). O invólucro interno 804 contém um combustível 806. Uma entrada

10 de combustível 810 se estende através do invólucro externo 802 e também através do invólucro interno 804, e está em comunicação fluida com o combustível 806. O invólucro interno 804 é produzido a partir de uma estrutura com múltiplas camadas 801 que inclui duas camadas poliméricas 803 e 805, e um colorante 808. Caso o combustível 806 vaze do invólucro

15 interno 804 e/ou pela saída de combustível 810 e entre em contato com o colorante 808, então o combustível pode se misturar com o colorante 808, de tal modo que o combustível fique colorido, e o vazamento de combustível se torne desta forma visível. Embora uma estrutura com múltiplas camadas, incluindo duas camadas poliméricas e um colorante, tenha sido ilustrada, em

20 algumas modalidades, uma estrutura com múltiplas camadas pode incluir mais do que duas camadas poliméricas (por exemplo, três camadas, quatro camadas, cinco camadas) e/ou pode incluir mais do que um colorante (por exemplo, dois colorantes, três colorantes, quatro colorantes, cinco colorantes). Em certas modalidades, um invólucro externo, tal como o

25 invólucro externo 802, pode ser formado a partir de uma estrutura com múltiplas camadas que inclui um colorante.

Na qualidade de um exemplo, embora os sistemas de células a combustível diretas de metanol tenham sido descritas em algumas modalidades, um colorante pode ser usado em uma célula a combustível de

30 hidrogênio, tal como uma célula a combustível de hidrogênio com membrana eletrolítica polimérica (PEM). As células a combustível de hidrogênio estão descritas, por exemplo, na publicação do pedido de patente nº US

2004/0229090, publicada em 18 de novembro de 2004, e na publicação de pedido de patente nº US 2004/0229101, publicada em 18 de novembro de 2004, sendo ambas aqui incorporadas como referência.

Na qualidade de outro exemplo, em certas modalidades, uma fonte de combustível que contém uma mistura de combustível que inclui um ou mais colorantes pode fornecer uma indicação visual de vazamento da mistura de combustível. Assim sendo, o colorante ou os colorantes podem servir como indicadores da quantidade de combustível e também como indicadores do vazamento de combustível.

Como um exemplo adicional, em algumas modalidades, uma mistura de combustível e/ou um revestimento sobre uma fonte de combustível pode incluir um ou mais colorantes fluorescentes. Os exemplos de colorantes fluorescentes disponíveis comercialmente incluem os seguintes colorantes em pó, todos disponíveis na Robert Koch Industries, Inc.: Hi-pH Fluorescent Green 6220, Hi-pH Fluorescent Kelly Green 6225, e Hi-pH Fluorescent Gold 6525. Os exemplos adicionais de colorantes fluorescentes disponíveis comercialmente incluem os seguintes colorantes líquidos, estando ambos disponíveis na Robert Koch Industries, Inc.: Fluorescent Deep Orange 2270 15% Liquid, e Fluorescent Orange 2272 15% Liquid. Em certas modalidades, uma mistura combustível e/ou um revestimento sobre uma fonte de combustível pode incluir um ou mais colorantes fluorescentes que são visíveis sob iluminação incandescente iluminação de quarto escuro. Um dispositivo (por exemplo, um dispositivo eletrônico portátil, tal como um telefone celular), que usa tal mistura de combustível e/ou fonte de combustível, pode emitir luz (por exemplo, luz incandescente de baixa potência), para, por exemplo, indicar melhor a presença de um vazamento de combustível. Em algumas modalidades, um revestimento e/ou uma mistura de combustível pode incluir múltiplos colorantes, tal como um colorante fluorescente e um colorante não-fluorescente.

Na qualidade de outro exemplo, embora uma membrana com pervaporação tenha sido descrita, em algumas modalidades, um sistema de

células a combustível, uma fonte de combustível e/ou uma célula a combustível pode incluir alternativamente ou adicionalmente um ou mais outros tipos de membranas. Tipicamente, a membrana ou as membranas podem ser permeáveis a combustíveis. Os exemplos de materiais que
5 podem ser usados em membranas permeáveis a combustíveis (por exemplo, membranas permeáveis a metanol) incluem polímeros de fluorcarbonetos, polietileno, polipropileno, policarbonato, poliimidas, polissulfonos, polissulfetos, poliuretanas, poliésteres, e celulose (por exemplo, papel). Os materiais permeáveis a combustíveis estão descritos ainda, por exemplo, no
10 pedido de patente nº de série 10/957.935, depositado em 4 de outubro de 2004, e intitulado "Fuel Sources, Fuel Cells and Methods of Operating Fuel Cells". Em certas modalidades, a membrana ou as membranas em um sistema de células a combustível, fonte de combustível e/ou célula a combustível podem ser permeáveis a vapores e/ou impermeáveis a líquidos.
15 Em certas modalidades, nas quais a membrana é impermeável a líquidos, a membrana pode estar na forma de um filme contínuo e/ou pode não ter quaisquer furos nela. A membrana ou as membranas podem ser impermeáveis a um ou mais colorantes.

Como um exemplo adicional, em algumas modalidades, um
20 sistema de células a combustível, uma célula a combustível e/ou uma fonte de combustível pode incluir uma membrana que retém o colorante de uma mistura combustível/colorante à medida que a mistura atravessa a membrana, e ao mesmo tempo, permitindo que o combustível da mistura atravesse a membrana. Em algumas dessas modalidades, um aumento na
25 concentração de colorante na membrana no decorrer do tempo pode ser usado para sinalizar a quantidade de combustível remanescente em uma fonte de combustível. Os exemplos de materiais que podem ser usados em membranas retentoras de colorantes incluem materiais filtrantes de carvão e resinas de troca iônica. Em certas modalidades, uma membrana retentora de
30 colorante pode ser uma membrana de osmose reversa.

Como um outro exemplo, em certas modalidades, um sistema de células a combustível, uma fonte de combustível e/ou uma célula a

combustível pode incluir uma membrana ou filtro removível (por exemplo, destacável). Por exemplo, uma fonte de combustível pode incluir uma membrana removível com pervaporação.

5 Como outro exemplo, em algumas modalidades, uma mistura que contém um combustível e um colorante pode mudar de cor à medida que a concentração do colorante na mistura muda. Assim sendo, à medida que o combustível na mistura é consumido e a concentração do colorante na mistura aumenta, a cor da mistura pode mudar (por exemplo, de amarelo para verde, de azul para vermelho), fornecendo desta forma um sinal da
10 quantidade de combustível remanescente na mistura. Em algumas modalidades, a mistura pode incluir uma combinação de colorantes, tais como Acid Yellow 1, ou Naphthol Yellow S, e Solvent Blue 37. Os colorantes estão descritos, por exemplo, na publicação do pedido de patente nº US 2003/0134162 A1, publicada em 17 de julho de 2003, que é aqui incorporada
15 como referência.

Na qualidade de um exemplo adicional, embora fontes de combustível que incluem colorantes tenham sido descritas, em algumas modalidades, outros componentes de um sistema de células a combustível (por exemplo, uma pilha de células a combustível) podem incluir um ou mais
20 colorantes, tais como os colorantes descritos acima.

Por exemplo, a figura 11 ilustra um sistema de células a combustível 820 que inclui uma pilha de células a combustível 822, uma fonte de combustível 824 em comunicação fluida com a pilha de células a combustível por intermédio de uma entrada de combustível 826, uma saída
25 de combustível 828, uma entrada de reagente do cátodo (por exemplo, ar) 830 em comunicação fluida com a pilha de células a combustível, uma saída do reagente do cátodo 831. Como ilustrado, a pilha de células a combustível 822 inclui uma célula a combustível 832 que inclui um ânodo 834 em comunicação fluida com a fonte de combustível 824, um cátodo 836, um
30 eletrólito 838 entre o ânodo e o cátodo, e duas camadas de difusão de gás (GDL) 840 e 842. A pilha de células a combustível 822 inclui ainda um compartimento anódico 862 que tem uma superfície interna 864, e um

cátodo pressurizado 852 que tem uma superfície interna 854. Como ilustrado na figura 11, uma parte da superfície interna 864 é revestida com uma camada de colorante 860, e uma parte da superfície interna 854 é revestida com uma camada de colorante 850. Caso o combustível entre em contato com a camada de colorante 860 e/ou com a camada de colorante 850, então o colorante ou os colorantes nas camadas de colorante podem se misturar com o combustível, fornecendo uma indicação visual de um vazamento de combustível.

Em algumas modalidades, uma célula a combustível pode incluir um colorante em um ou mais locais. Por exemplo, a figura 12 ilustra uma modalidade de um sistema de células a combustível 1020 que inclui uma pilha de células a combustível 1022, uma fonte de combustível 1024 em comunicação fluida com a pilha de células a combustível por intermédio de uma entrada de combustível 1026, uma saída de combustível 1028, um entrada de reagente do cátodo (por exemplo, ar) 1030 em comunicação fluida com a pilha de células a combustível, e uma saída do reagente do cátodo 1031. Como ilustrado, a pilha de células a combustível 1022 inclui uma célula a combustível 1032 que inclui um ânodo 1034 em comunicação fluida com a fonte de combustível 1024, um cátodo 1036, um eletrólito 1038 entre o ânodo e o cátodo, e duas camadas de difusão de gás (GDL) 1040 e 1042. A pilha de células a combustível 1022 inclui ainda um compartimento 1050 (por exemplo, feito de um material transparente) que tem uma superfície interna 1051. Uma parte da superfície interna 1052 é revestida com uma camada de colorante 1052. Caso o combustível vaze para dentro do compartimento 1050 e entre em contato com a camada de colorante 1052, então o colorante ou os colorantes na camada de colorante podem se misturar com o combustível, fornecendo uma indicação visual de um vazamento de combustível.

Todas as referências mencionadas neste documento, como pedidos de patente, publicações e patentes, estão aqui incorporados a título de referência em sua totalidade.

Outras modalidades estão nas reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Cartucho compreendendo: um primeiro invólucro que tem uma superfície interna e uma superfície externa, um segundo invólucro dentro do primeiro invólucro, sendo que o segundo invólucro contém um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível e tem uma superfície interna e uma superfície externa, e um primeiro colorante sustentado por pelo menos uma parte da superfície interna do primeiro invólucro.

5
 2. Cartucho, de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro colorante fica em contato com a superfície interna do primeiro invólucro.
 3. Cartucho, de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro colorante é ainda sustentado por pelo menos uma parte da superfície externa do segundo invólucro.

10
 4. Cartucho, de acordo com a reivindicação 3, em que o primeiro colorante fica em contato com a superfície externa do segundo invólucro.
 5. Cartucho, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda: um segundo colorante sustentado por pelo menos uma parte da superfície externa do segundo invólucro.

15
 6. Cartucho, de acordo com a reivindicação 5, em que o segundo colorante fica em contato com a superfície externa do segundo invólucro.

20
 7. Cartucho, de acordo com a reivindicação 5, em que o segundo colorante é diferente do primeiro colorante.
 8. Cartucho, de acordo com a reivindicação 1, em que o segundo invólucro contém um álcool combustível.
 9. Cartucho, de acordo com a reivindicação 8, em que o álcool combustível compreende metanol.

25
 10. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro colorante compreende um colorante líquido ou um colorante em pó.
 11. Cartucho compreendendo: um primeiro invólucro que tem uma superfície interna e uma superfície externa, um segundo invólucro dentro do primeiro invólucro, sendo que o segundo invólucro contém um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível e tem uma superfície
- 30

interna e uma superfície externa, e um colorante sustentado por pelo menos uma parte da superfície externa do segundo invólucro.

12. Cartucho, de acordo com a reivindicação 11, em que o colorante fica em contato com a superfície externa do segundo invólucro.

5 13. Cartucho, de acordo com a reivindicação 11, em que o segundo invólucro contém um álcool combustível.

14. Cartucho, de acordo com a reivindicação 13, em que o álcool combustível compreende metanol.

10 15. Cartucho, de acordo com a reivindicação 11, em que o colorante compreende um colorante líquido ou um colorante em pó.

16. Cartucho compreendendo: um invólucro de cartucho, uma mistura que compreende um primeiro colorante e um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível dentro do invólucro do cartucho, e uma membrana impermeável a líquidos.

15 17. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que a membrana é permeável a vapores.

18. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que a membrana é uma membrana de pervaporação.

20 19. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que a membrana é impermeável ao primeiro colorante.

20. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que a membrana compreende silicone.

21. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que a membrana compreende poli(dimetil)-silicone ou poli(trimetil)-silil-propino.

25 22. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que a membrana compreende um material selecionado no grupo que consiste em polímeros de fluorcarbonetos, polietileno, polipropileno, policarbonatos, poliimidas, polissulfonas, polissulfetos, poliuretanos, poliésteres, celulose, e combinações dos mesmos.

30 23. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que o primeiro colorante compreende um colorante líquido ou um colorante em pó.

24. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16,

compreendendo ainda um segundo colorante diferente do primeiro colorante.

25. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que a mistura compreende no máximo aproximadamente 1%, em peso, do primeiro colorante.

5 26. Cartucho, de acordo com a reivindicação 16, em que a mistura compreende um álcool combustível.

27. Cartucho, de acordo com a reivindicação 26, em que o álcool combustível compreende metanol.

28. Método compreendendo: escoar um álcool combustível ou
10 um hidrocarboneto combustível de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana, sendo que o cartucho contém uma mistura de um primeiro colorante com o álcool combustível ou o hidrocarboneto combustível, de modo que substancialmente todo o primeiro colorante permanece no cartucho enquanto o álcool combustível ou o
15 hidrocarboneto combustível escoa através da membrana.

29. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que o método compreende: escoar um álcool combustível a partir de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana.

30. Método, de acordo com a reivindicação 29, em que o álcool
20 combustível compreende metanol.

31. Método, de acordo com a reivindicação 28, compreendendo ainda a medição da concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho.

32. Método, de acordo com a reivindicação 31, em que a
25 medição da concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho compreende detectar de forma espectroscópica a concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho.

33. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que a membrana é impermeável a líquidos.

30 34. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que a membrana é permeável a vapores.

35. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que a

membrana é impermeável ao primeiro colorante.

36. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que a membrana é uma membrana com pervaporação.

5 37. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que a membrana compreende silicone.

38. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que a membrana compreende poli(dimetil)-silicone ou poli(trimetil)-silil-propino.

10 39. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que a membrana compreende um material selecionado no grupo que consiste em polímeros de fluorcarbonetos, polietileno, polipropileno, policarbonatos, poliimidas, polissulfonas, polissulfetos, poliuretanos, poliésteres, celulose, e combinações dos mesmos.

40. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que o primeiro colorante compreende um colorante líquido ou um colorante em pó.

15 41. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que a mistura compreende ainda um segundo colorante que é diferente do primeiro colorante.

20 42. Método compreendendo: escoar um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível a partir de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana, sendo que o cartucho contém uma mistura de um primeiro colorante e o álcool combustível ou o hidrocarboneto combustível, e aumentar a concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho.

25 43. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que o método compreende: escoar um álcool combustível a partir de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana.

44. Método, de acordo com a reivindicação 43, em que o álcool combustível compreende metanol.

30 45. Método, de acordo com a reivindicação 42, compreendendo ainda: medir a concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho.

46. Método, de acordo com a reivindicação 45, em que a

medição da concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho compreende detectar de forma espectroscópica a concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho.

5 47. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que a membrana é impermeável a líquidos.

48. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que a membrana é permeável a vapores.

49. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que a membrana é uma membrana com pervaporação.

10 50. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que a membrana é impermeável ao primeiro colorante.

51. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que a membrana compreende silicone.

15 52. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que a membrana compreende poli(dimetil)-silicone ou poli(trimetil)-silil-propino.

53. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que a membrana compreende um material selecionado do grupo que consiste em polímeros de fluorcarbonetos, polietileno, polipropileno, policarbonatos, poliimidas, polissulfonas, polissulfetos, poliuretanos, poliésteres, celulose, e
20 combinações destes.

54. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que o primeiro colorante compreende um colorante líquido ou um colorante em pó.

25 55. Método, de acordo com a reivindicação 42, em que a mistura compreende ainda um segundo colorante que é diferente do primeiro colorante.

56. Método compreendendo escoar um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível a partir de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana, sendo que o cartucho contém uma mistura de um primeiro colorante e o álcool combustível ou o hidrocarboneto
30 combustível, e medir a concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho.

57. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que o método

compreende escoar um álcool combustível a partir de um cartucho até uma célula a combustível através de uma membrana.

58. Método, de acordo com a reivindicação 57, em que o álcool combustível compreende metanol.

5 59. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a medição da concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho compreende detectar de forma espectroscópica a concentração do primeiro colorante na mistura dentro do cartucho.

10 60. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a membrana é impermeável a líquidos.

61. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a membrana é permeável a vapores.

62. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a membrana é uma membrana com pervaporação.

15 63. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a membrana é impermeável ao primeiro colorante.

64. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a membrana compreende silicone.

20 65. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a membrana compreende poli(dimetil)-silicone ou poli(trimetil)-silil-propino.

66. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a membrana compreende um material selecionado no grupo que consiste em polímeros de fluorcarbonetos, polietileno, polipropileno, policarbonatos, poliimidas, polissulfonas, polissulfetos, poliuretanas, poliésteres, celulose, e
25 combinações dos mesmos.

67. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que o primeiro colorante compreende um colorante líquido ou um colorante em pó.

30 68. Método, de acordo com a reivindicação 56, em que a mistura compreende ainda um segundo colorante que é diferente do primeiro colorante.

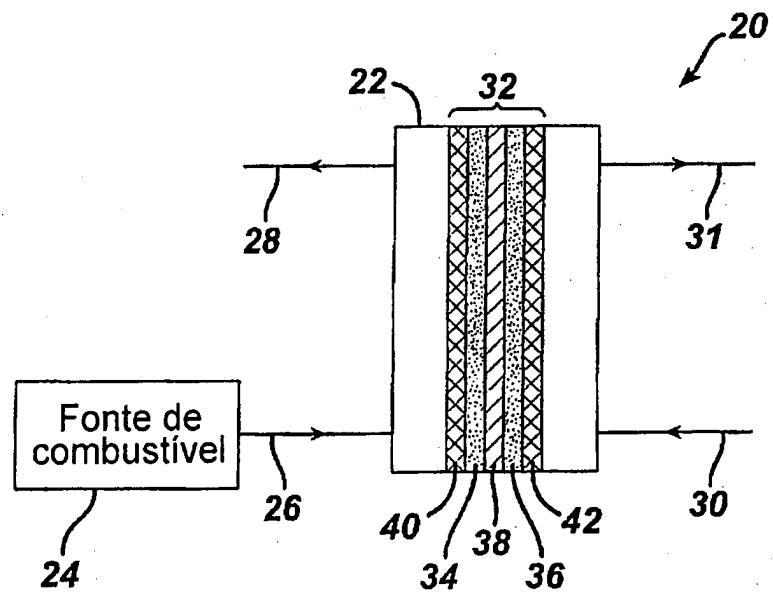
FIG. 1

FIG. 2

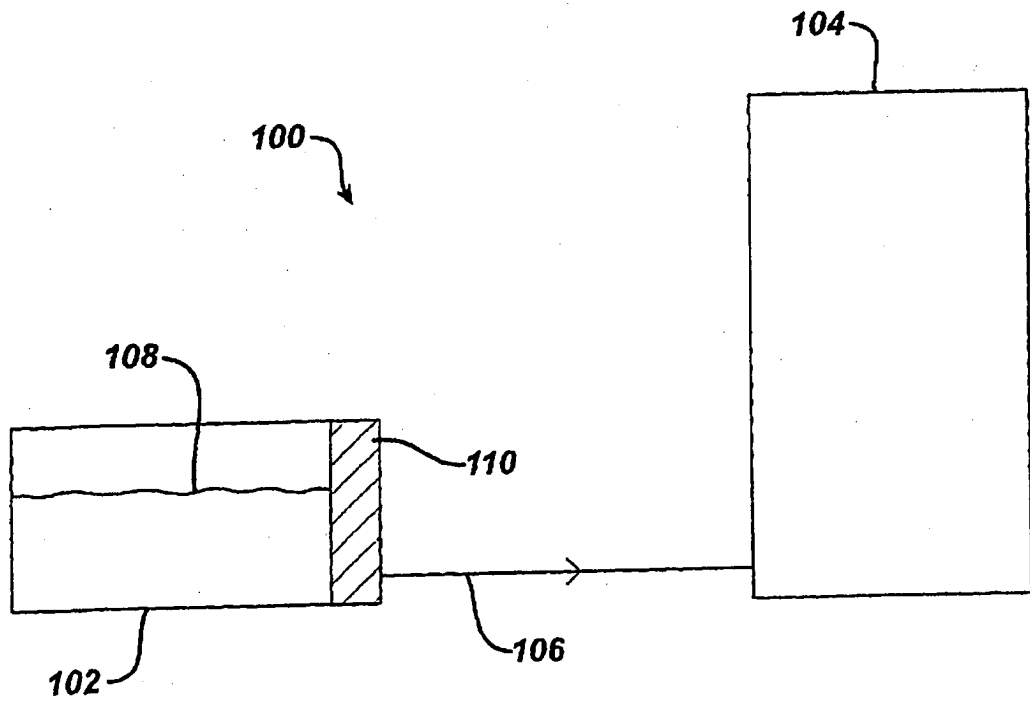


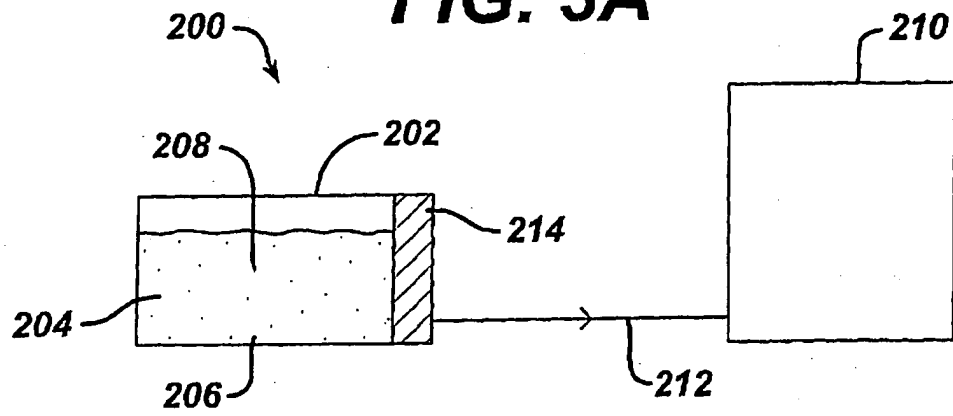
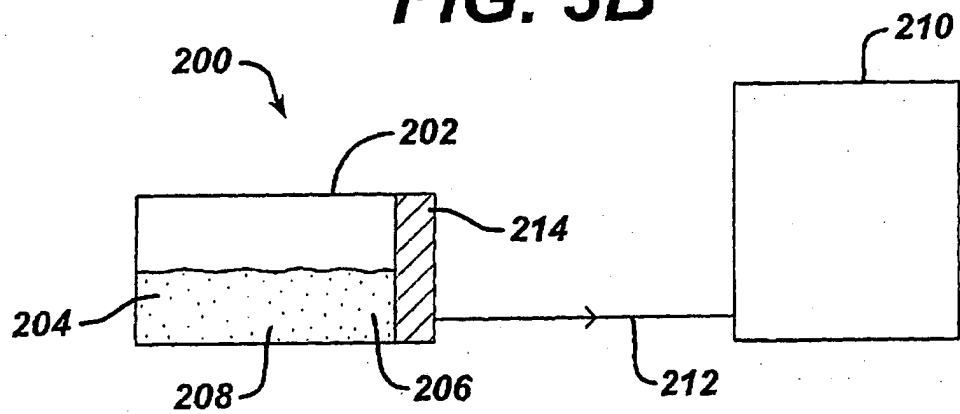
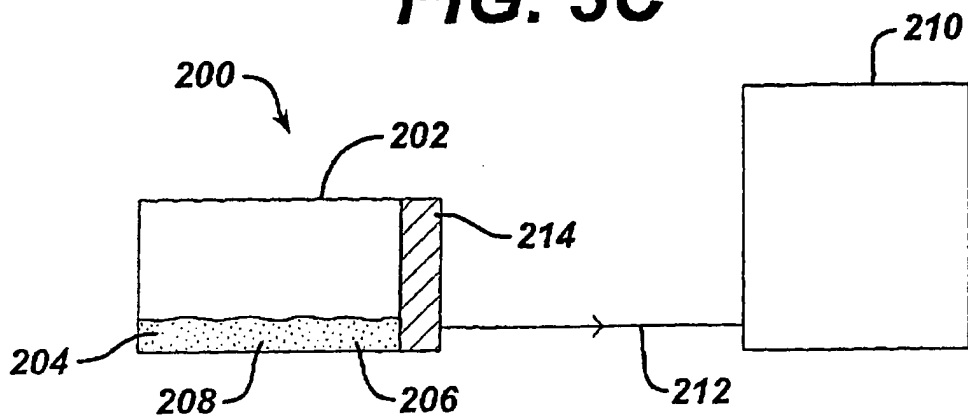
FIG. 3A**FIG. 3B****FIG. 3C**

FIG. 4A

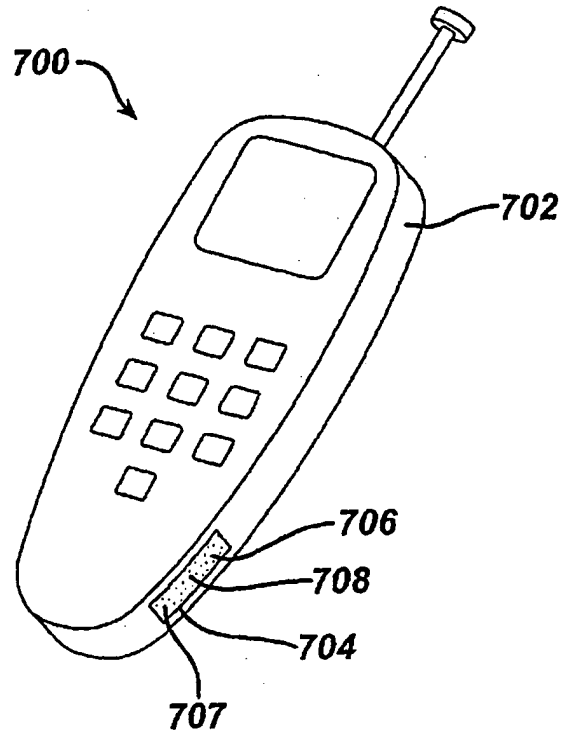


FIG. 4B

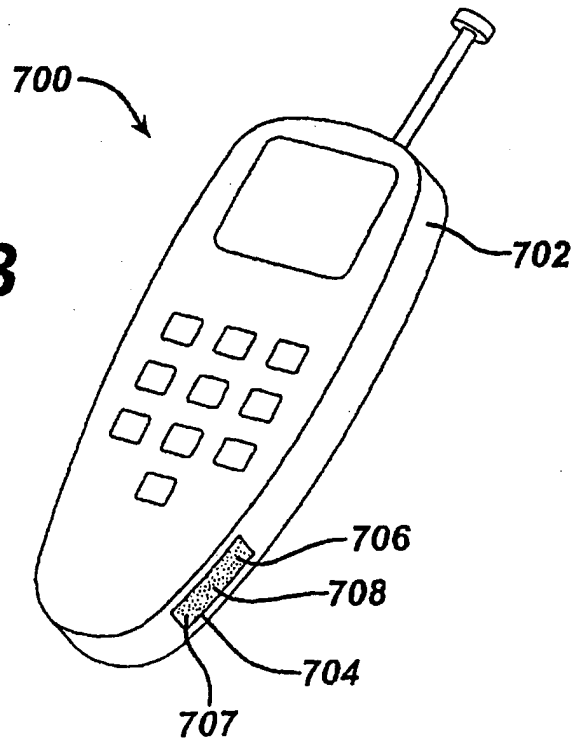


FIG. 4C

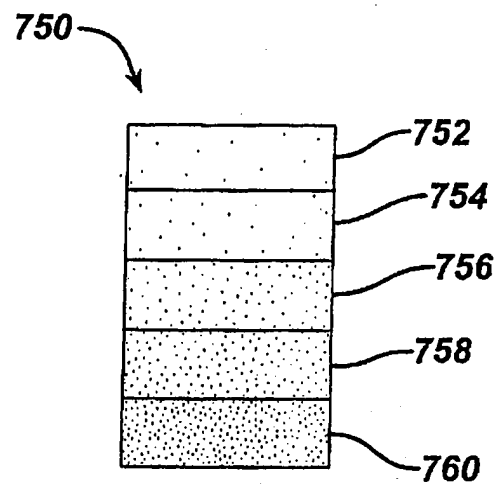


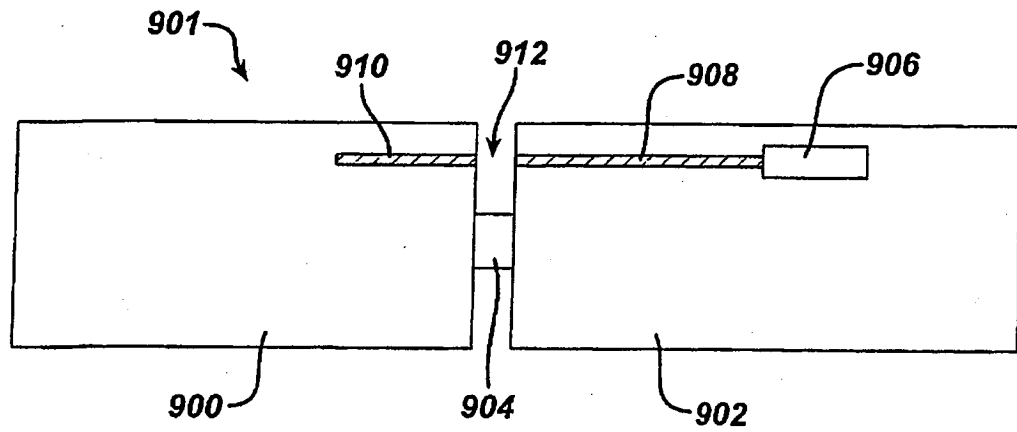
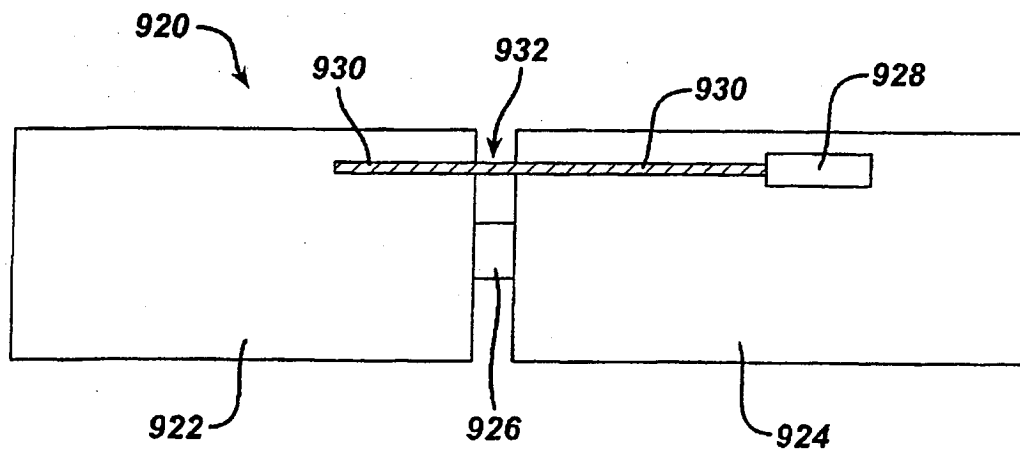
FIG. 5A**FIG. 5B**

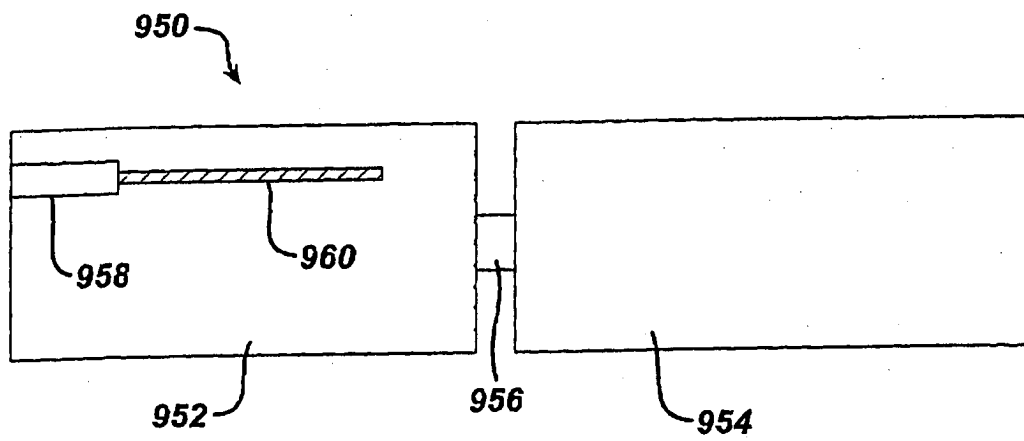
FIG. 5C

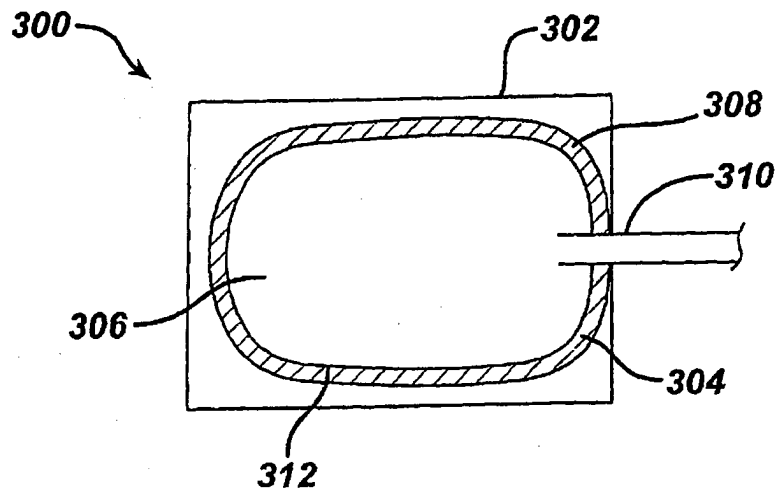
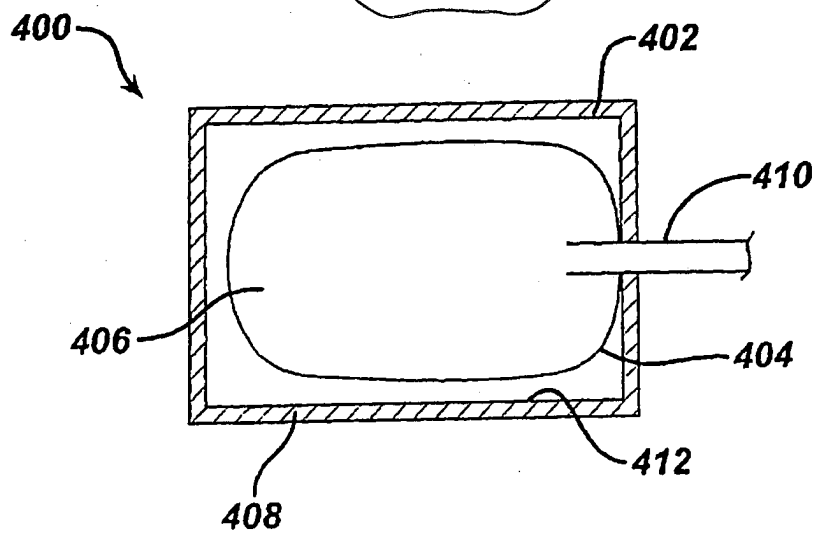
FIG. 6**FIG. 7**

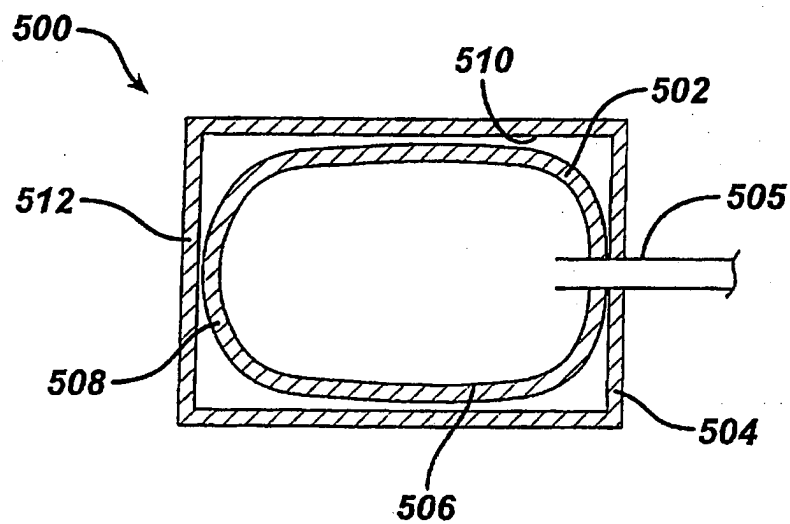
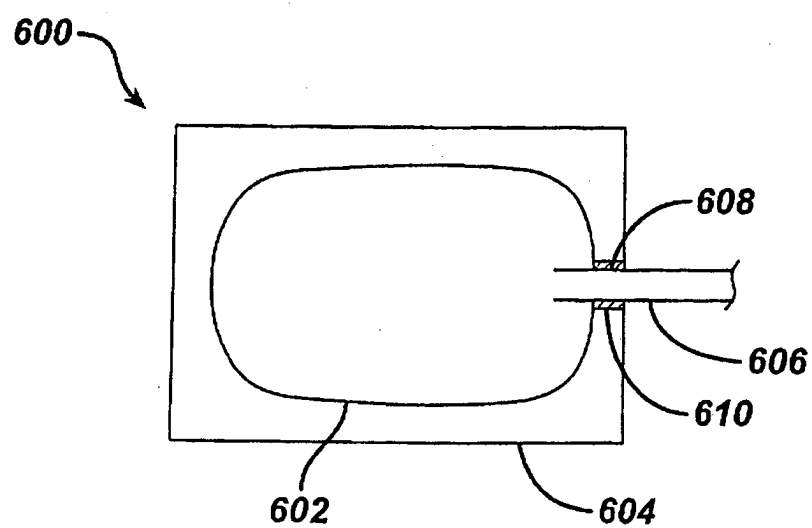
FIG. 8**FIG. 9**

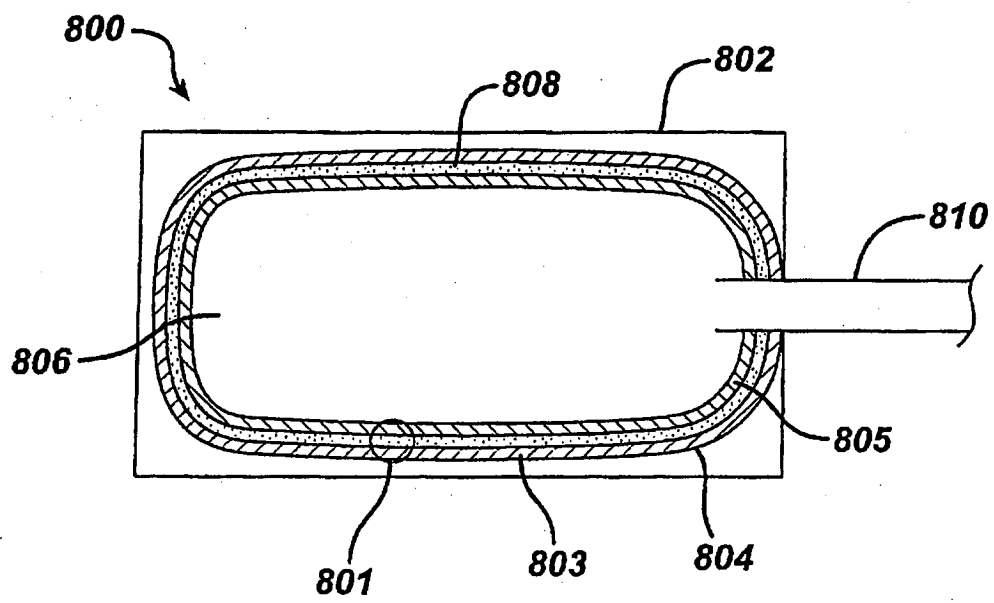
FIG. 10

FIG. 11

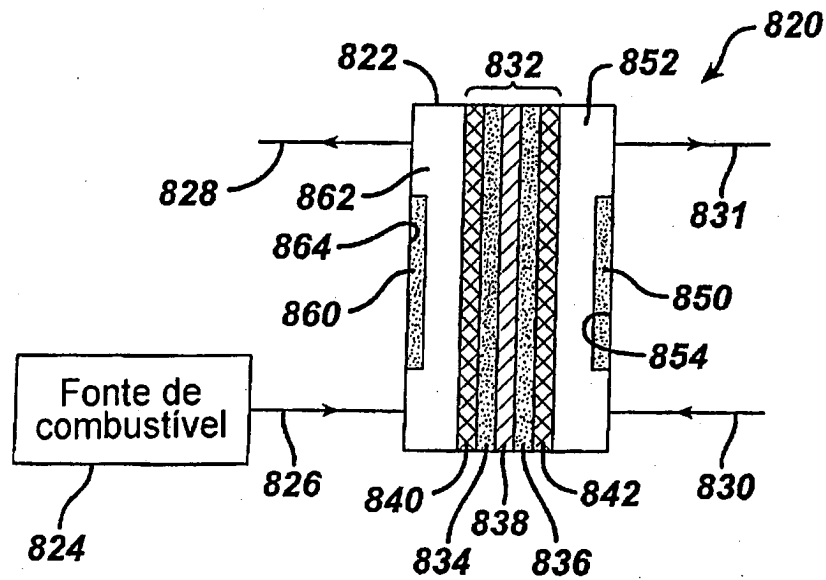
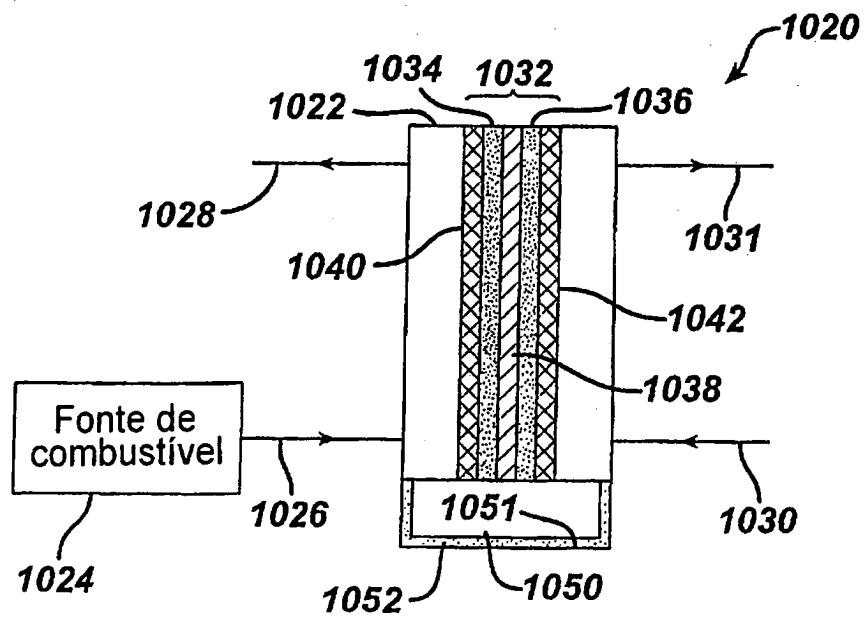


FIG. 12



RESUMO

Patente de Invenção: "**CÉLULAS A COMBUSTÍVEL**".

A presente invenção refere-se a um cartucho que inclui um primeiro invólucro (402), um segundo invólucro (404) dentro do primeiro invólucro e um colorante (408). O primeiro invólucro tem uma superfície interna e uma superfície externa e o segundo invólucro contém um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível, e tem uma superfície interna e uma superfície externa. O colorante é sustentado por pelo menos uma parte da superfície interna do primeiro invólucro. A invenção refere-se também a um cartucho que compreende um invólucro, uma mistura que compreende um primeiro colorante e um álcool combustível ou um hidrocarboneto combustível dentro do invólucro do cartucho, e uma membrana impermeável a líquidos.