



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

(11) PI 0910014-8 B1



(22) Data do Depósito: 15/05/2009

(45) Data de Concessão: 16/07/2019

(54) Título: SUPERCAPACITOR, CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR, DISPOSITIVO DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR E MÉTODO

(51) Int.Cl.: C02F 1/469; B01D 61/44; H01G 9/00.

(52) CPC: C02F 1/4691; B01D 61/44; C02F 1/4693; C02F 2201/46115; H01G 9/155.

(30) Prioridade Unionista: 04/07/2008 CN 200810132992.8; 24/06/2008 CN 200810126310.2.

(73) Titular(es): BL TECHNOLOGIES, INC..

(72) Inventor(es): JIANYUN LIU; HAI YANG; SU LU; WEI CAI.

(86) Pedido PCT: PCT US2009044139 de 15/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/008670 de 21/01/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/12/2010

(57) Resumo: SUPERCAPACITOR, CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DO SUPERCAPACITOR, DISPOSITIVO DE DESSALINIZAÇÃO DO SUPERCAPACITOR E MÉTODO O supercapacitor compreende um primeiro eletrodo, um segundo eletrodo, um primeiro transportador iônico configurado para contatar o primeiro eletrodo para proporcionar uma primeira via condutora de íons para o transporte de íons de e para o primeiro eletrodo, e uma primeira camada de retenção configurada para reter o primeiro transportador iônico entre o primeiro eletrodo e a primeira camada de retenção. Além disso, o supercapacitor compreende um eletrólito disperso entre o primeiro e o segundo eletrodos para fornecer os íons, um coletor de primeira corrente configurado para contatar o primeiro eletrodo e um coletor de segunda corrente configurado para contatar o segundo eletrodo. Um método para fazer o supercapacitor também é apresentado.

**“SUPERCAPACITOR, CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE
SUPERCAPACITOR, DISPOSITIVO DE DESSALINIZAÇÃO DE
SUPERCAPACITOR E MÉTODO”**

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] Esta invenção refere-se de modo geral a um supercapacitor e um método para fazer o mesmo. Mais particularmente, esta invenção refere-se à célula de dessalinização de supercapacitor e um método para fazer o mesmo.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Os supercapacitores são comumente usados como células de armazenamento de energia. Geralmente, os supercapacitores são de um tipo de camada dupla, no qual um par de eletrodos normalmente composto de partículas de carvão ativado são separadas por um elemento separador microporoso, elétron isolante, condutor de íons, compreendendo um componente de eletrólito uniformemente disperso. A estrutura do supercapacitor típico ainda compreende elementos coletores de corrente eletricamente condutivos em contato íntimo com os respectivos eletrodos.

[003] Aplicar um potencial elétrico através dos eletrodos causa o acúmulo de cargas na dupla camada, que existe na interface do eletrodo/eletrólito. No supercapacitor, a resistência interna, muitas vezes existe entre os eletrodos e o elemento separador, assim como no interior dos eletrodos. Assim, ao carregar ou descarregar o supercapacitor, especialmente a célula de dessalinização de supercapacitor, uma grande quantidade de energia pode ser consumida de modo a superar a resistência interna para impelir ânions e cátions no eletrólito a se moverem para os eletrodos respectivos ou desassociar dos eletrodos para o eletrólito.

[004] Foram feitas tentativas para reduzir a resistência interna no supercapacitor através de uma forma de unificar as partículas de composição

de eletrodo de carbono e coletores condutores. Um processo de sinterização de alta temperatura dos elementos para alcançar esse fim está descrito no documento US Pat. nº 5115378, no entanto, como é evidente, as etapas de processamento extenso e de consumo de alta energia levam a indesejabilidade econômica desta abordagem. O que limita mais a aceitação geral do processo é a intratabilidade do sólido resultante e do corpo do capacitor inflexível pré-formado, que não podem ser facilmente moldados para atender aos requisitos especiais de diversos dispositivos usados.

[005] Portanto, há uma necessidade de uma estrutura nova e melhorada do supercapacitor e um método para fazer o mesmo reduzir a resistência dele.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[006] Um supercapacitor de acordo com uma realização da invenção é fornecido. O supercapacitor compreende um primeiro eletrodo, um segundo eletrodo, um primeiro portador iônico configurado para contatar o primeiro eletrodo para proporcionar uma primeira via condutora de íons para o transporte de íons de e para o primeiro eletrodo, e uma primeira camada de retenção configurada para reter o primeiro portador iônico entre o primeiro eletrodo e a primeira camada de retenção. Além disso, o supercapacitor compreende um eletrólito disperso entre o primeiro e o segundo eletrodos para fornecer os íons, um primeiro coletor de corrente configurado para contatar o primeiro eletrodo e um segundo coletor de corrente configurado para contatar o segundo eletrodo.

[007] Uma célula de dessalinização de supercapacitor de acordo com outra realização da invenção é fornecida. A célula de dessalinização do supercapacitor compreende um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo ambos configurados para adsorver íons em um estado de carregamento da célula e dessorver íons em um estado de descarregamento da célula. A célula

de dessalinização de supercapacitor ainda compreende um primeiro portador iônico configurado para contatar o primeiro eletrodo para proporcionar uma primeira via condutora de íons para o transporte dos íons para e a partir do primeiro eletrodo, e uma primeira camada de retenção configurada para reter o primeiro portador iônico entre o primeiro eletrodo e a primeira camada de retenção. Além disso, a célula de dessalinização do supercapacitor compreende um primeiro coletor de corrente configurado para contatar o primeiro eletrodo e um segundo coletor de corrente configurado para contatar o segundo eletrodo.

[008] Um dispositivo de dessalinização de supercapacitor de acordo com ainda outra realização da invenção é fornecido. O dispositivo de dessalinização de supercapacitor compreende uma célula de dessalinização de supercapacitor que compreende um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo ambos configurados para adsorver íons em um estado de carregamento da célula e dessorver íons em um estado de descarregamento da célula. A célula de dessalinização de supercapacitor ainda compreende um primeiro portador iônico configurado para contatar o primeiro eletrodo para proporcionar uma primeira via condutora de íons para o transporte dos íons para e a partir do primeiro eletrodo, uma primeira camada de retenção configurada para reter o primeiro portador iônico entre o primeiro eletrodo e a primeira camada de retenção, um primeiro coletor corrente configurado para contatar o primeiro eletrodo e um segundo coletor corrente configurado para contatar o segundo eletrodo. Além disso, o dispositivo de dessalinização de supercapacitor compreende uma fonte de alimentação configurado para energizar o primeiro e o segundo eletrodos para polaridades elétricas opostas e uma fonte de líquido configurado para passar um líquido através da célula para a dessalinização.

[009] Além disso, um método, de acordo com ainda outra realização é fornecido. O método compreende fornecer um primeiro eletrodo e

um segundo eletrodo, proporcionando um primeiro portador iônico configurado para contatar o primeiro eletrodo para proporcionar uma primeira via condutora de íons para o transporte de íons para e a partir do primeiro eletrodo, e uma primeira camada de retenção configurada para reter o primeiro portador iônico entre o primeiro eletrodo e a primeira camada de retenção. O método inclui ainda proporcionar um primeiro coletor de corrente configurado para contatar o primeiro eletrodo e um segundo coletor de corrente configurado para contatar o segundo eletrodo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010]Os aspectos acima referidos e outros aspectos, recursos e vantagens da presente divulgação se tornará mais evidente à luz da seguinte descrição detalhada quando levada em conjunto com os desenhos que as acompanham, nos quais:

a FIG. 1 é um diagrama de seção transversal esquemático de um supercapacitor de acordo com uma realização da invenção;

a FIG. 2 é um diagrama de seção transversal esquemático do supercapacitor de acordo com outra realização da invenção;

a FIG. 3 é uma vista em perspectiva de uma célula de dessalinização de supercapacitor de acordo com uma realização da invenção;

a FIG. 4 é uma curva experimental de uma célula de dessalinização de supercapacitor sem portador iônico;

a FIG. 5 é uma curva experimental de uma célula de dessalinização de supercapacitor com PSS e PDDA;

a FIG. 6 é um diagrama experimental que mostra a estabilidade da célula de dessalinização de supercapacitor com SSP e PDDA; e

a FIG. 7 é um vista esquemática planar montada de uma

pluralidade de células de dessalinização de supercapacitor.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[0011] As realizações preferidas da presente divulgação serão descritas adiante com referência aos desenhos que a acompanham. Na descrição a seguir, as funções conhecidas ou construções não estão descritas em detalhes para evitar o obscurecimento da divulgação em detalhes desnecessários.

[0012] Como está ilustrado na FIG. 1, o supercapacitor 10 compreende um primeiro coletor de corrente 11, um segundo coletor de corrente 12, um primeiro eletrodo 13, um segundo eletrodo 14, um primeiro portador iônico 15, um segundo portador iônico 16, uma primeira camada de retenção 17 e uma segunda camada de retenção 18. O primeiro coletor de corrente 11 pode ser conectado a um terminal positivo de uma fonte de energia 19, e o segundo coletor de corrente 12 pode ser conectado a um terminal negativo da fonte de energia 19. Em uma realização, uma solução eletrolítica 20, como cloreto de sódio, etc, pode ser dispersa entre o primeiro e o segundo eletrodos 13 e 14 do supercapacitor 10.

[0013] Na realização ilustrada, os primeiro e segundo coletores de correntes 11 e 12 estão em íntimo contato com o primeiro e segundo eletrodos 13 e 14 respectivamente, de modo que o primeiro eletrodo 13 pode agir como um eletrodo positivo (ânodo) e o segundo eletrodo 14 pode agir como um eletrodo negativo (cátodo). O primeiro portador iônico 15 é posicionado entre o primeiro eletrodo 13 e a primeira camada de retenção 17 para o transporte de ânions. O segundo portador iônico 16 é posicionado entre o segundo eletrodo 14 e a segunda camada de retenção 18 para o transporte de cátions. Tanto a primeira como a segunda camadas de retenção 17 e 18 são para troca iônica e podem ser transitáveis tanto por ânions quanto por cátions no eletrólito 20, ou seja, para permitir que os íons viajem para os eletrodos a partir da solução 20

contatando as camadas de retenção 17 e 18 . Em particular, a primeira camada de retenção 17 pode ser apenas transitável por ânions e o segundo espaço de isolamento 18 pode ser apenas transitável por cátions. Enquanto isso, a primeira e segunda camadas de retenção 17 e 18 podem proteger os portadores iônicos 15 e 16, tal como de vazamento de macromolécula polieletrólito através das camadas de retenção, de modo perder a eficácia. Em certas realizações, os primeiro e segundo portadores iônicos 15 e 16 podem transportar ambos os ânions e os cátions.

[0014] Em particular, o supercapacitor 10 compreende ainda um espaçador 100, que pode ser qualquer material não condutivo eletronicamente, íon permeável, incluindo membranas e materiais porosos e não porosos para separar a primeira camada de retenção 17 e a segunda camada de retenção 18. O espaçador 100 pode ter ou pode ser um espaço para acomodar os eletrólitos 20 ou um canal de fluxo através do qual um líquido passa entre as primeira e segunda camadas de retenção, 17 e 18, especialmente quando uma distância entre elas for pequena.

[0015] Em um estado de carregamento do supercapacitor 10, as cargas elétricas positivas e negativas da fonte de energia 19 são acumuladas nas superfícies dos primeiro e segundo eletrodos, 13 e 14, respectivamente. Enquanto isso, as cargas elétricas positivas e negativas atraem os ânions e cátions no eletrólito ionizado 20 para fazer com que eles sejam adsorvidos nas superfícies dos primeiro e segundo eletrodos 13 e 14. Em um estado de descarregamento do supercapacitor 10, os ânions e cátions adsorvidos se dissociam das superfícies dos primeiro e segundo eletrodos 13 e 14, para voltarem ao eletrólito 20. Enquanto isso, a energia liberada pode ser utilizada para acionar um dispositivo elétrico, tal como uma lâmpada, ou recuperada por meio de uma célula de recuperação de energia, tal como um conversor CC-CC bidirecional.

[0016] No exemplo ilustrado, as superfícies opostas do portador de ânion 15, contatam o ânodo 13 e a primeira camada de retenção 17, respectivamente. E as superfícies opostas do portador de cátion 16 contatam o cátodo 14 e a segunda camada de retenção 18, respectivamente. Em particular, os portadores iônicos 15 e 16 podem dispersar no ânodo 13 e no cátodo 14, respectivamente, ou seja, os portadores iônicos 15 e 16 podem se interpenetrar e se estender desde espaços intersticiais dos respectivos eletrodos para as camadas de retenção 17 e 18. Nas realizações da invenção, os portadores iônicos 15 e 16 são para produzir a primeira e a segunda vias de transporte condutoras de íons de e para e a partir dos eletrodos 13 e 14 para reduzir a resistência interna entre os respectivos eletrodos e camadas de retenção durante os ciclos de carregamento e descarregamento. Assim, no estado de carregamento, uma quantidade relativamente pequena de energia pode ser consumida para adsorver os ânions e cátions no eletrólito 20 às superfícies dos primeiro e segundo eletrodos 13 e 14. E no estado de descarregamento, os ânions e cátions adsorvidos podem dissociar-se das superfícies dos eletrodos 13 e 14 para voltar para o eletrólito 20 consumindo apenas uma quantidade relativamente pequena de energia.

[0017] Em certas realizações, o primeiro portador iônico 15 pode ser um polímero iônico incluindo um grupo de cátions, tais como um grupo amina quaternária, para a transmissão dos ânions. O segundo portador iônico 16 pode ser um polímero iônico, incluindo um grupo aniônico, como um grupo de ácido sulfônico (SO_3H) ou um grupo ácido carboxílico (COOH^-), para a transmissão dos cátions. Na realização ilustrada, o primeiro e segundo polímeros iônicos 15 e 16 incluem a primeira e a segunda solução de polieletrólito, respectivamente. A primeira solução de polieletrólito pode incluir uma solução poli(cloreto de dialildimetil amônio) (PDDA), e a segunda solução de polieletrólito pode incluir uma solução de poliestireno sulfato de sódio (PSS).

O PSS também pode ser referido como a forma de sódio do poliestireno sulfonado. Além disso, os portadores iônicos 15 e 16 podem ser um polímero iônico, como um anfólito macromolecular, como polifosfato para facilitar a transmissão de ambos os ânions e cátions no eletrólito 20 para os eletrodos 13 e 14.

[0018] Ao montar os elementos do supercapacitor 10, dispor as soluções de polieletrólitos sobre os respectivos eletrodos 13 e 14, ou imergir os eletrodos 13 e 14 nas soluções de polieletrólito por um período de tempo, como duas horas ou dois dias, e em seguida, pressionar as camadas de retenção 17 e 18 sobre os eletrodos 13 e 14 tratados, respectivamente, pode formar a estrutura do supercapacitor 10.

[0019] Durante o carregamento ou descarregamento, a camada de retenção 17 ou 18 pode bloquear os íons macromoleculares na solução PSS ou PDDA de vazarem para que o PSS ou PDDA seja confinado entre o eletrodo 13 ou 14 e a camada de retenção 17 ou 18 para facilitar a transmissão dos ânions ou cátions do eletrólito 20 e para reduzir o consumo de energia.

[0020] Em uma realização, o polímero iônico 15 ou 16 está em uma forma distinta da forma de solução, como um gel ou uma forma semi-endurecida. O gel polieletrólito 15 ou 16 pode ser formado na superfície e no interior do eletrodo 13 ou 14 por polimerização no local, do monômero polieletrólito, ou pela adição de um reagente reticulador, tais como N, N'-metilenobisacrilamida ou divinil benzeno para reticular o polieletrólito molecular, que pode ser realizado por um técnico no assunto. Em algumas realizações, quando os polímeros iônicos 15 e 16 estão em forma de gel, as camadas de retenção 17 e 18 podem não ser necessárias. Para realizações particulares, as camadas de retenção 17 e 18 são utilizadas para prevenir a frágil camada de gel polieletrólito de se fragmentar e perder a eficácia deste modo. Além disso, o espaçador 100 também pode ser empregado.

[0021] Em certas realizações, as camadas de retenção 17 e 18 são membranas feitas de polímeros íons-condutores, isolantes elétricos, tais como o polietileno, policloreto de vinil, polipropileno, náilon, Teflon, ou quaisquer combinações dos mesmos. Além disso, as camadas de retenção 17 e 18 podem ter a forma de uma malha, ou uma folha.

[0022] Além disso, os coletores de corrente 11 e 12 podem ser configurados como uma placa, uma malha, uma folha, ou lâmina formada de um metal ou liga metálica. O metal pode incluir titânio, platina, irídio ou ródio. As ligas metálicas podem incluir aço inoxidável. Em uma realização, os coletores de corrente 11 e 12 compreendem grafite. Alternativamente, os coletores de corrente 11 e 12 compreendem um material plástico, como uma poliolefina, que pode incluir polietileno. Os coletores de corrente plásticos 11 e 12 podem ser misturados com partículas condutoras de carbono pretas ou metálicas para atingir o nível necessário de condutividade solicitada.

[0023] Assim como na realização ilustrada, os eletrodos 13 e 14 estão na forma de placas que são dispostas em paralelo entre si para formar uma estrutura empilhada. Em certas realizações, o primeiro e o segundo eletrodos 13 e 14 podem ter formas variadas, como de uma folha, um bloco ou um cilindro. Além disso, os eletrodos podem ser dispostos em diferentes configurações. Por exemplo, o primeiro e segundo eletrodos podem ser dispostos de forma concêntrica, com uma espiral e um espaço contínuo entre eles.

[0024] O primeiro e o segundo eletrodos 13 e 14 podem incluir materiais condutores de eletricidade, que podem ou não ser condutores térmicos. Em uma realização, o material condutor pode incluir materiais de carbono, ou à base de carbono. Além disso, os materiais à base de carbono podem incluir partículas de carbono ativado, partículas de carbono poroso, fibras de carbono, ou combinações dos mesmos. Além disso, os materiais

condutores podem incluir a realização de um composto condutor, como óxidos de manganês, ferro, ou ambos, ou carbonetos de titânio, zircônio, vanádio, tungstênio, ou combinações dos mesmos.

[0025] Os materiais condutores podem ter partículas com tamanhos menores e grandes áreas de superfícies. Como será apreciado, devido a grandes áreas de superfície, estes materiais condutores podem resultar em uma alta capacidade de adsorção, alta densidade energética e alta capacitância do supercapacitor 10. Nas realizações da invenção, os materiais condutores dos eletrodos 13 e 14 podem ser depositados nos coletores de corrente 11 e 12, empregando uma ou mais técnicas de deposição, como aspersão, pulverização, cobertura por rotação (spin coating), calandragem ou impressão.

[0026] Como ilustrado na FIG. 2, de acordo com outra realização da invenção, um supercapacitor 21 é fornecido. Os mesmos números de referência nas realizações apresentadas nas Figuras. 1-2 podem indicar os mesmos elementos. Nesta realização, o supercapacitor 21 compreende o primeiro coletor de corrente 11, o segundo coletor de corrente 12, o primeiro eletrodo 13 acoplado ao primeiro coletor de corrente 11, o segundo eletrodo 14 acoplado ao segundo coletor de corrente 12, um portador iônico 22 posicionado entre o primeiro eletrodo 13 e o segundo eletrodo 14, e uma camada de retenção 23 acoplado ao portador iônico 22 para manter o portador iônico 22 entre o primeiro eletrodo 13 e a camada de retenção 23. Os coletores de corrente 11 e 12 podem ser conectados aos terminais positivo e negativo da fonte de energia 19 (mostrado na FIG.1), respectivamente. O eletrólito 20 (mostrado na FIG.1) pode ser disperso no supercapacitor 21.

[0027] Em uma realização, o portador iônico 22 pode também ser um polímero iônico, como o anfólito macromolecular incluindo polifosfato ou polissilicato, para facilitar a transmissão de ambos os ânions e cátions do

eletrólito 20. De modo alternativo, o portador iônico 22 pode ser apenas para troca de ânion ou de cátion em determinadas situações, por exemplo, para acelerar a adsorção de uma espécie de íons específicos, como uma impureza iônica em um líquido. Na realização ilustrada da FIG. 2, o portador iônico 22 pode estar em forma de gel ou solução. Em particular, o espaçador 100 (mostrado na FIG.1) pode ser empregado para separar a camada de retenção 23 e o eletrodo 14.

[0028] Nas realizações da invenção, os supercapacitores podem ser usados como um dispositivo de armazenamento de energia. Alternativamente, os supercapacitores podem também ser utilizados como um dispositivo de dessalinização de supercapacitores (SCD). O dispositivo SCD se refere a um supercapacitor que é empregado para a dessalinização da água do mar ou desionização de outras águas salobras para reduzir a quantidade de sal para um nível aceitável para o uso doméstico e industrial. Além disso, o dispositivo SCD pode remover ou reduzir outras impurezas carregadas ou iônicas de um líquido, tais como esgotos ou efluentes de processos agrícolas, industriais ou municipais.

[0029] A FIG. 3 mostra um diagrama em perspectiva do dispositivo de dessalinização de supercapacitores (SCD). Tendo como exemplo o supercapacitor 10, o dispositivo SCD 3 compreende a célula SCD 10. A fonte de energia 19 é fornecida para energizar o primeiro e o segundo eletrodos 13 e 14 para polaridades elétricas opostas. Durante o estado de carregamento, quando um líquido de entrada de uma fonte de líquido 30, como o cloreto de sódio, tendo espécies carregadas passa entre os eletrodos 13 e 14, os cátions 31 se movem no sentido do cátodo 14, e os ânions 32 se movem em direção ao ânodo 13. Como resultado deste acúmulo de carga no interior da célula SCD 10, um fluxo de saída 33, que é um líquido diluído que sai da célula SCD 10, tem uma menor concentração de espécies carregadas, em comparação

com o líquido de entrada. Em certas realizações, o líquido diluído 33 pode ser novamente submetido à desionização, sendo alimentado através de outra célula SCD. Em uma realização, o espaçador 100 é empregado para definir um canal de fluxo (não mostrado) sobre eles para que o líquido de entrada possa passar quando a distância entre as primeira e segunda camadas de retenção 17 e 18 for pequena.

[0030] Durante o estado de descarregamento, os íons adsorvidos dissociam das superfícies do primeiro e segundo eletrodos 13 e 14. Em uma realização, durante o estado de descarregamento da célula SCD 10, a polaridade do primeiro e segundo eletrodos, 13 e 14 podem ser mantidos os mesmos, um curto-circuito pode ser aplicado entre os dois eletrodos de modo que os ânions e cátions 32 e 31 desorvem do primeiro e segundo eletrodos 13 e 14. Em outra realização, as polaridades do primeiro e segundo eletrodos, 13 e 14 podem ser revertidas. Assim, os cátions 31 acumulados no segundo eletrodo 14 se movem em direção ao primeiro eletrodo 13 e os ânions 32 acumulados no primeiro eletrodo 13 se movem em direção ao segundo eletrodo 14. Como resultado, o fluxo de saída 33 pode ter uma concentração maior de espécies carregadas em comparação com o líquido de entrada.

[0031] A FIG. 4 mostra uma curva experimental de uma célula de dessalinização de supercapacitor sem portador iônico. A FIG. 5 mostra uma curva experimental de uma célula de dessalinização de supercapacitor com PSS e PDDA. Na FIG. 4, quando uma corrente elétrica de 80mA é aplicada à célula de dessalinização do supercapacitor sem o portador iônico sob um fluido que passa, seu salto de tensão VAC é de cerca de 0,4V, e sua tensão VAB de circuito aberto (OCV) é de cerca de 0,1V, assim, a resistência da sua célula pode ser expressa como $(0,4V - 0,1V) / 0,08A = 3,75\Omega$. Na FIG. 5, quando a mesma corrente elétrica 80mA é aplicada à célula de dessalinização de supercapacitor com PSS e PDDA sob o mesmo fluido passando por ela, seu

salto de tensão VDE é cerca de 0,2 V, e seu OCV é muito pequeno e não pode ser calculado, assim, a resistência da célula pode ser expressa como $0,2V/0,08A = 2,5\text{Ohm}$. Evidentemente, a resistência interna da célula de dessalinização de supercapacitor com PSS e PDDA tem redução de 30% em comparação com a da célula de dessalinização de supercapacitor sem o portador iônico. Assim, os portadores iônicos 15 e 16 podem reduzir a resistência interna da célula SCD 10. Assim, uma quantidade significativa de energia pode ser economizada, especialmente quando se trata de uma grande quantidade do líquido de entrada.

[0032] Como ilustrado na FIG. 6, quando a célula de dessalinização de supercapacitor fornecida pela invenção compreendendo PSS e PDDA mostra-se operacionalmente robusta em mais de 600 ciclos, a resistência da célula permanece na faixa de 2,0 a 2,6 Ohm. Os dados apresentados na FIG. 6 demonstram que a eficiência da célula de dessalinização de supercapacitor 10 com PSS e PDDA pode ser bastante estável.

[0033] A FIG. 7 mostra uma vista esquemática planar montada de uma pluralidade de células de dessalinização de supercapacitor. O conjunto de dessalinização de supercapacitor emprega um recipiente 71. As células de dessalinização de supercapacitor 72 estão dispostas lado a lado no recipiente 71, e cada célula 72 pode ser conectada a uma fonte de energia respectiva (não apresentada), semelhante à fonte de energia 19. Além disso, a montagem 70 tem separadores isolantes 73 dispostos entre cada duas células adjacentes 72 para isolar eletricamente as duas células adjacentes 72. Alternativamente, as células de dessalinização de supercapacitor 72 podem ser conectadas a uma fonte de energia, e todas as células 72 podem ser conectadas em série. O recipiente 71 define uma entrada 74 e uma saída 75 para o líquido de entrada e o fluxo de saída 33 (mostrado na FIG. 3) que entram e saem, respectivamente.

No exemplo ilustrado, a célula de dessalinização de supercapacitor 72 pode ser a mesma da célula 10 ou 21, ou outras realizações descritas acima. Como pode ser apreciado, o líquido de entrada pode ser guiado no interior da recipiente 71, usando forças externas, tais como bombeamento. Além disso, as células 72 também podem ser dispostas em uma configuração em que um fluxo de saída de uma célula pode ser usada como um líquido de entrada para outra célula.

[0034] Enquanto a divulgação foi descrita e ilustrada em realizações típicas, não se destina a estar limitada aos detalhes mostrados, já que diversas modificações e substituições podem ser feitas sem se afastar de qualquer forma do espírito da presente divulgação. Desta forma, alterações da divulgação adicionais e equivalentes das divulgadas no presente documento podem ocorrer ao técnico no assunto utilizando não mais do que a experimentação de rotina, e todas essas modificações e equivalentes são considerados dentro do espírito e alcance da divulgação, como é definido pelas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. SUPERCAPACITOR (10, 21), caracterizado por compreender:

um primeiro eletrodo (13);

um segundo eletrodo (14);

um primeiro portador iônico (15) compreendendo um primeiro polieletrólito e configurado para contatar o primeiro eletrodo (13) para proporcionar uma primeira via condutora de íons para o transporte de íons de e para o primeiro eletrodo (13);

um eletrólito (20) disperso entre o primeiro e o segundo eletrodos (13, 14) para fornecer os íons;

uma primeira camada de retenção (17) transitável para íons transportando-se em direção ao primeiro eletrodo (13) a partir do eletrólito (20) em contato com a primeira camada de retenção (17), mas intransitável para o primeiro polieletrólito;

a primeira camada de retenção (17) configurada para reter o primeiro portador iônico (15) entre o primeiro eletrodo (13) e a primeira camada de retenção (17);

um primeiro coletor de corrente (11) configurado para contatar o primeiro eletrodo (13); e

um segundo coletor de corrente (12) configurado para contatar o segundo eletrodo (14).

2. SUPERCAPACITOR (10, 21), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender um segundo portador iônico (16) compreendendo um segundo polieletrólito e uma segunda camada de retenção (18) transitável para íons transportando-se para o segundo eletrodo (14) a partir do eletrólito (20) em contato com a segunda camada de retenção (18), mas intransitável para o segundo polieletrólito, sendo o segundo portador

iônico (16) configurado para contatar o segundo eletrodo (14) para fornecer uma segunda via condutora de íons para o transporte dos íons para e a partir do segundo eletrodo (14), e a segunda camada de retenção (18) sendo configurada para reter o segundo portador iônico (16) entre o segundo eletrodo (14) e a segunda camada de retenção (18).

3. SUPERCAPACITOR (10, 21), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo primeiro polieletrólito compreender poli(cloreto de dialildimetil amônio) e o segundo polieletrólito compreender poliestireno sulfato de sódio.

4. SUPERCAPACITOR (10, 21), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelas primeira e segunda camadas de retenção (17, 18) compreenderem membranas de troca iônica e serem configuradas para proteger os respectivos primeiro e segundo portadores iônicos (15, 16) de perderem a eficácia.

5. SUPERCAPACITOR (10, 21), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelas primeira e segunda vias serem configuradas para reduzir a resistência entre os eletrodos (13, 14) e as respectivas camadas de retenção (17, 18).

6. SUPERCAPACITOR (10, 21), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pela primeira camada de retenção (17) ser transitável apenas para ânions e uma segunda camada de retenção (18) ser transitável apenas para os cátions.

7. SUPERCAPACITOR (10, 21), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por compreender ainda um espaçador (100) disposto entre as primeira e segunda camadas de retenção (17, 18).

8. SUPERCAPACITOR (10, 21), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo primeiro portador iônico (15) ser em forma de gel ou em forma de solução.

9. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR

(72), caracterizada por compreender:

um primeiro eletrodo (13) configurado para adsorção de íons em um estado de carregamento da célula (72) e dessorção de íons em um estado de descarregamento da célula (72);

um segundo eletrodo (14) configurado para adsorver os íons em um estado de carregamento da célula (72) e dessorção de íons em um estado de descarregamento da célula (72);

um primeiro portador iônico (15) compreendendo um primeiro polieletrólito e configurado para contatar o primeiro eletrodo (13) para proporcionar uma primeira via condutora de íons para o transporte dos íons para e a partir do primeiro eletrodo (13);

uma primeira camada de retenção (17) transitável para íons transportando-se em direção ao primeiro eletrodo (13) a partir de um eletrólito (20) em contato com a primeira camada de retenção (17), mas intransitável para o primeiro polieletrólito;

a primeira camada de retenção (17) configurada para reter o primeiro portador iônico (15) entre o primeiro eletrodo (13) e a primeira camada de retenção (17);

um primeiro coletor de corrente (11) configurado para contatar o primeiro eletrodo (13), e

um segundo coletor de corrente (12) configurado para contatar o segundo eletrodo (14).

10. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR

(72), de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo primeiro polieletrólito compreender um anfólito macromolecular.

11. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR

(72), de acordo com a reivindicação 9, caracterizada por compreender um

segundo portador iônico (16) compreendendo um segundo polieletrólito e uma segunda camada de retenção (18) transitável para íons transportando-se para o segundo eletrodo (14) a partir de um eletrólito (20) em contato com a segunda camada de retenção (18), mas intransitável para o segundo polieletrólito; o segundo portador iônico (16) sendo configurado para contatar o segundo eletrodo (14) para fornecer uma segunda via condutora de íons para o transporte dos íons para e a partir do segundo eletrodo (14), a segunda camada de retenção (18) sendo configurada para reter o segundo portador iônico (16) entre o segundo eletrodo (14) e a segunda camada de retenção (18).

12. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelas primeira e segunda vias serem para reduzir a resistência entre os respectivos eletrodos (13, 14) e camadas de retenção (17, 18).

13. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 11, caracterizada por compreender ainda um espaçador (100) disposto entre as primeira e segunda camadas de retenção (17, 18).

14. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo primeiro polieletrólito compreender grupos catiônicos e o segundo polieletrólito compreender grupos aniônicos.

15. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo primeiro polieletrólito compreender poli(cloreto de dialildimetil amônio) e o segundo polieletrólito compreender poliestireno sulfato de sódio.

16. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelas primeira e segunda

camadas de retenção (17, 18) compreenderem membranas de troca iônica e serem configuradas para proteger os respectivos primeiro e segundo portadores iônicos (15, 16) de perderem a eficácia.

17. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pela primeira camada de retenção (17) ser transitável apenas para ânions e uma segunda camada de retenção (18) ser transitável apenas para os cátions.

18. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo primeiro e o segundo portadores iônicos (15, 16) estarem em uma forma de solução.

19. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo primeiro e o segundo portadores iônicos (15, 16) estarem na forma de gel.

20. CÉLULA DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR (72), de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo primeiro portador iônico (15) ser em forma de gel ou em forma de solução.

21. DISPOSITIVO DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR, caracterizado por compreender:

uma célula de dessalinização de supercapacitor (72) compreendendo um primeiro eletrodo (13) e um segundo eletrodo (14) configurados para adsorção de íons em um estado de carregamento da célula (72) e dessorção de íons em um estado de descarregamento da célula (72), um primeiro portador iônico (15) compreendendo um primeiro polieletrólito e configurado para contatar o primeiro eletrodo (13) para proporcionar uma primeira via condutora de íon para o transporte dos íons para e a partir do primeiro eletrodo (13), uma primeira camada de retenção (17) transitável para íons transportando-se para o primeiro eletrodo (13) a partir de um eletrólito em contato com a primeira camada de retenção (17), mas intransitável para o

primeiro polieletrólito; a primeira camada de retenção (17) configurada para reter o primeiro portador iônico (15) entre o primeiro eletrodo (13) e a primeira camada de retenção (17), um primeiro e um segundo coletores de corrente configurados para contatar o primeiro eletrodo (13) e o segundo eletrodo (14), respectivamente;

uma fonte de energia (19) configurada para energizar o primeiro e o segundo eletrodos (13, 14) para polaridades elétricas opostas; e

uma fonte de líquido (30) configurada para passar um líquido através da célula para a dessalinização (72).

22. DISPOSITIVO DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pela célula de dessalinização de supercapacitor (72) incluir ainda um segundo portador iônico (16) compreendendo um segundo polieletrólito e uma segunda camada de retenção (18) transitável para íons transportando-se ao segundo eletrodo (14) a partir de um eletrólito em contato com a segunda camada de retenção (18), mas intransitável para o segundo polieletrólito; o segundo portador iônico (16) sendo configurado para contatar o segundo eletrodo (14) para fornecer uma segunda via condutora de íons para o transporte dos íons para e a partir do segundo eletrodo (14), a segunda camada de retenção (18) sendo configurada para reter o segundo portador iônico (16) entre o segundo eletrodo (14) e a segunda camada de retenção (18).

23. DISPOSITIVO DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pela célula de dessalinização de supercapacitor (72) compreender ainda um espaçador (100) disposto entre as primeira e segunda camadas de retenção (17, 18).

24. DISPOSITIVO DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo

primeiro polieletrólito compreender poli(cloreto de dialildimetil amônio) e o segundo polieletrólito compreender poliestireno sulfato de sódio.

25. DISPOSITIVO DE DESSALINIZAÇÃO DE SUPERCAPACITOR, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo primeiro portador iônico (15) ser em forma de gel ou em forma de solução.

26. MÉTODO, caracterizado por compreender:

fornecer um primeiro eletrodo (13) e um segundo eletrodo (14);

fornecer um primeiro portador iônico (15) compreendendo um primeiro polieletrólito e configurado para contatar o primeiro eletrodo (13) para proporcionar uma primeira via condutora de íons para o transporte de íons para e a partir do primeiro eletrodo (13);

fornecer uma primeira camada de retenção (17) transitável para íons transportando-se para o primeiro eletrodo (13) a partir de um eletrólito (20) em contato com a primeira camada de retenção (17), mas intransitável para o primeiro polieletrólito; a primeira camada de retenção (17) configurada para manter o primeiro portador iônico (15) entre o primeiro eletrodo (13) e a primeira camada de retenção (17);

fornecer um primeiro coletor de corrente (11) configurado para contatar o primeiro eletrodo (13); e

fornecer um segundo coletor de corrente (12) configurado para contatar o segundo eletrodo (14).

27. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado por compreender o fornecimento de um segundo portador iônico (16) compreendendo um segundo polieletrólito e configurado para contatar o segundo eletrodo (14) para fornecer uma segunda via condutora de íons para o transporte dos íons para e a partir do primeiro eletrodo (13), e uma segunda camada de retenção (18) transitável para íons transportando-se em direção ao segundo eletrodo (14) a partir de um eletrólito (20) em contato com a segunda

camada de retenção (18), mas intransitável para o segundo polieletrólito, a segunda camada de retenção (18) configurada para reter o segundo portador iônico (16) entre o segundo eletrodo (14) e a segunda camada de retenção (18).

28. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado por compreender ainda proporcionar um espaçador (100) disposto entre as primeira e segunda camadas de retenção (17, 18).

29. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo primeiro polieletrólito compreender uma solução de poli(cloreto de dialildimetil amônio) e o segundo polieletrólito compreender uma solução de poliestireno de sulfato de sódio.

30. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de a etapa de fornecer um primeiro portador iônico (15) compreende contatar o primeiro eletrodo (13) com um portador iônico em forma de solução ou por polimerização ou reticulação do portador iônico em contato com o primeiro eletrodo (13).

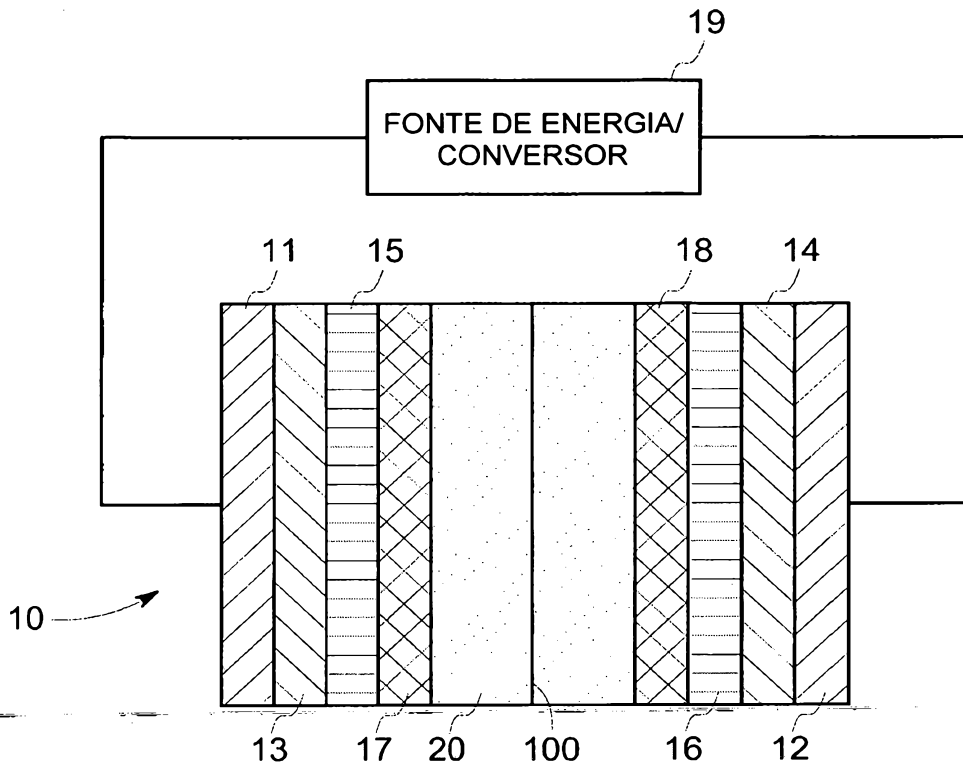


Fig. 1

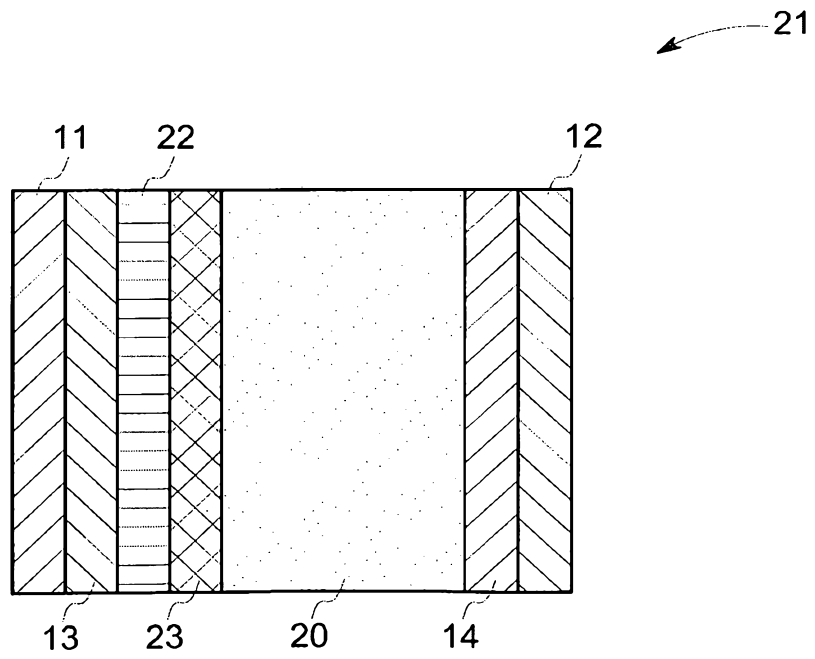


Fig. 2

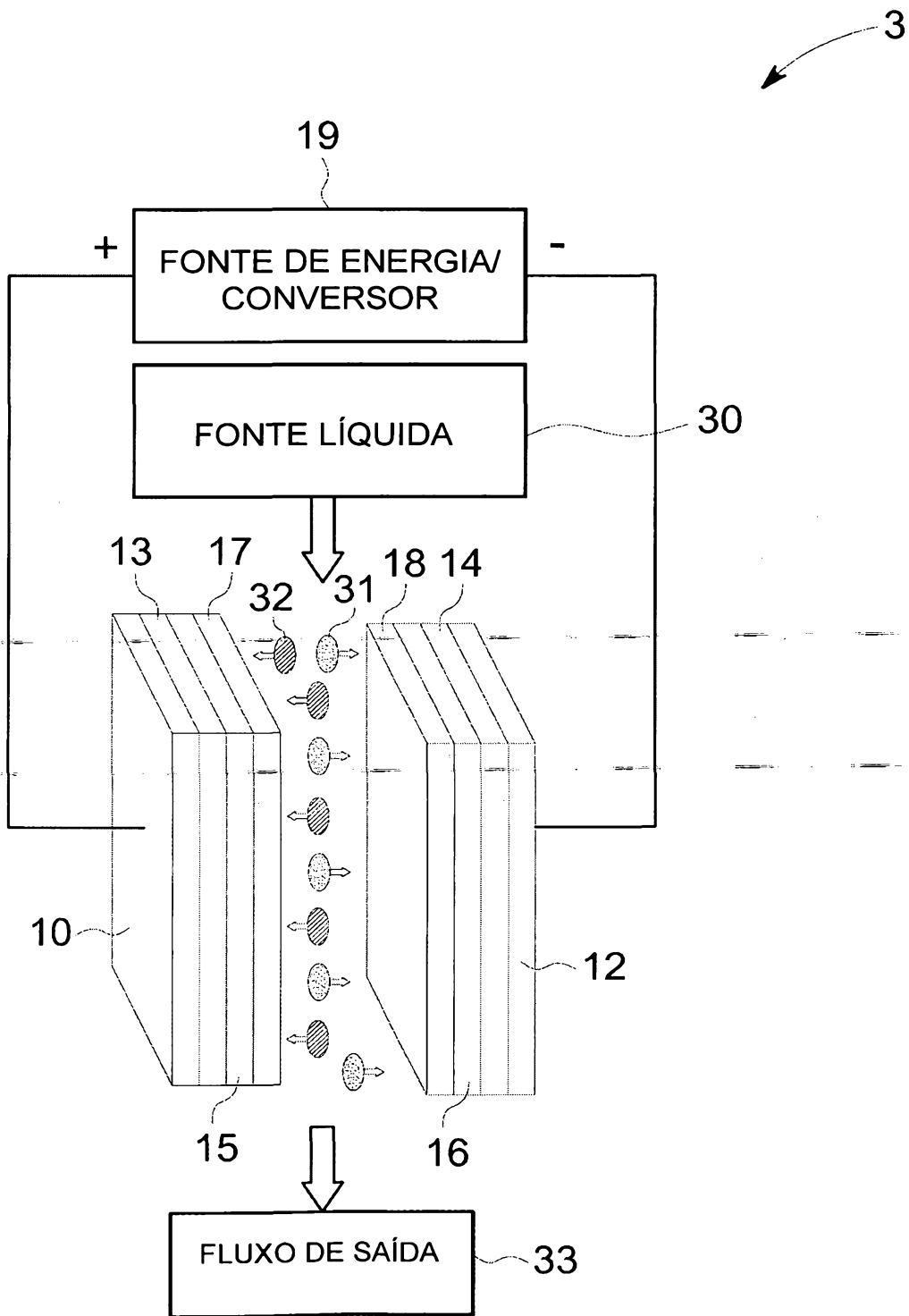
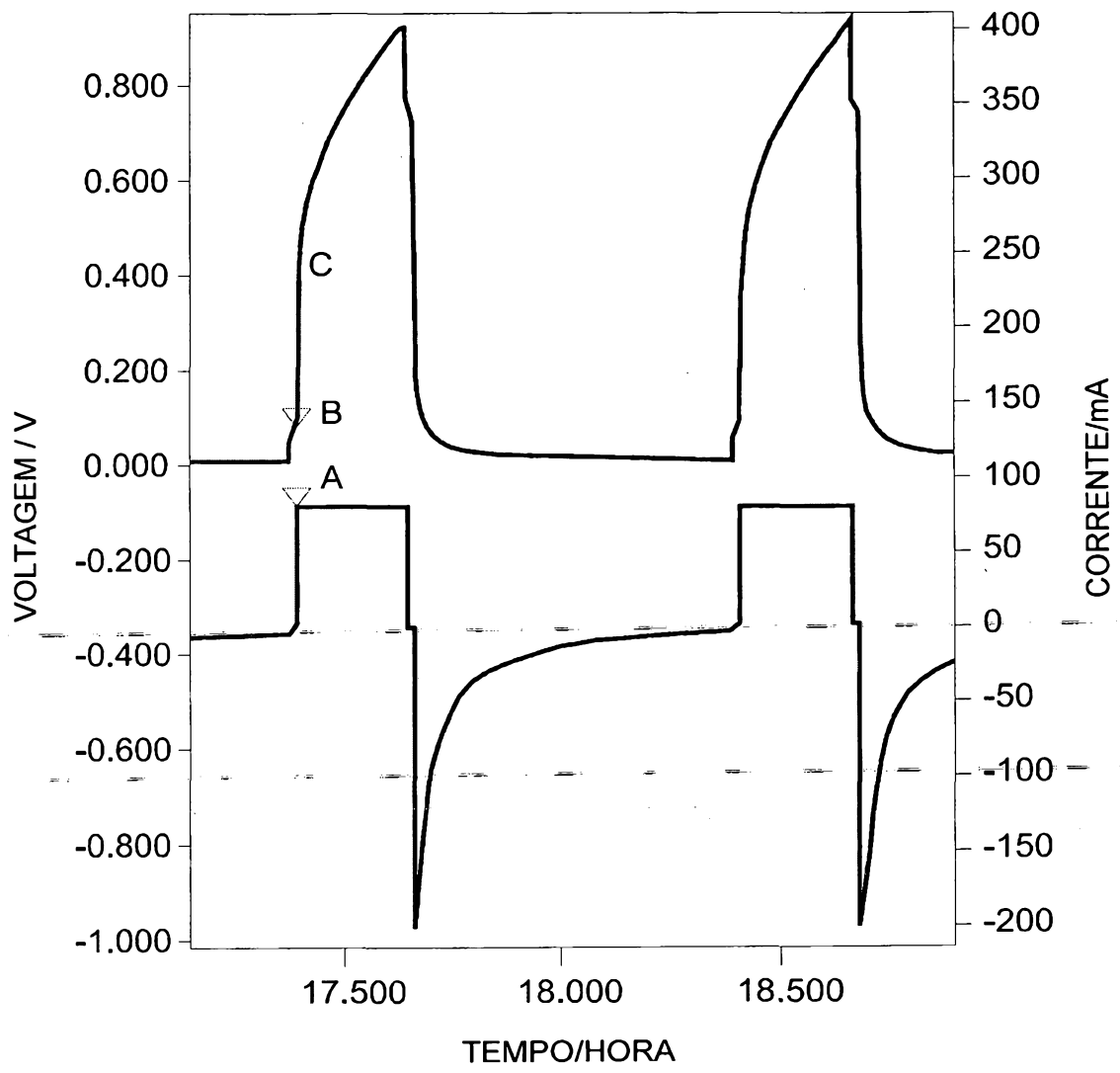
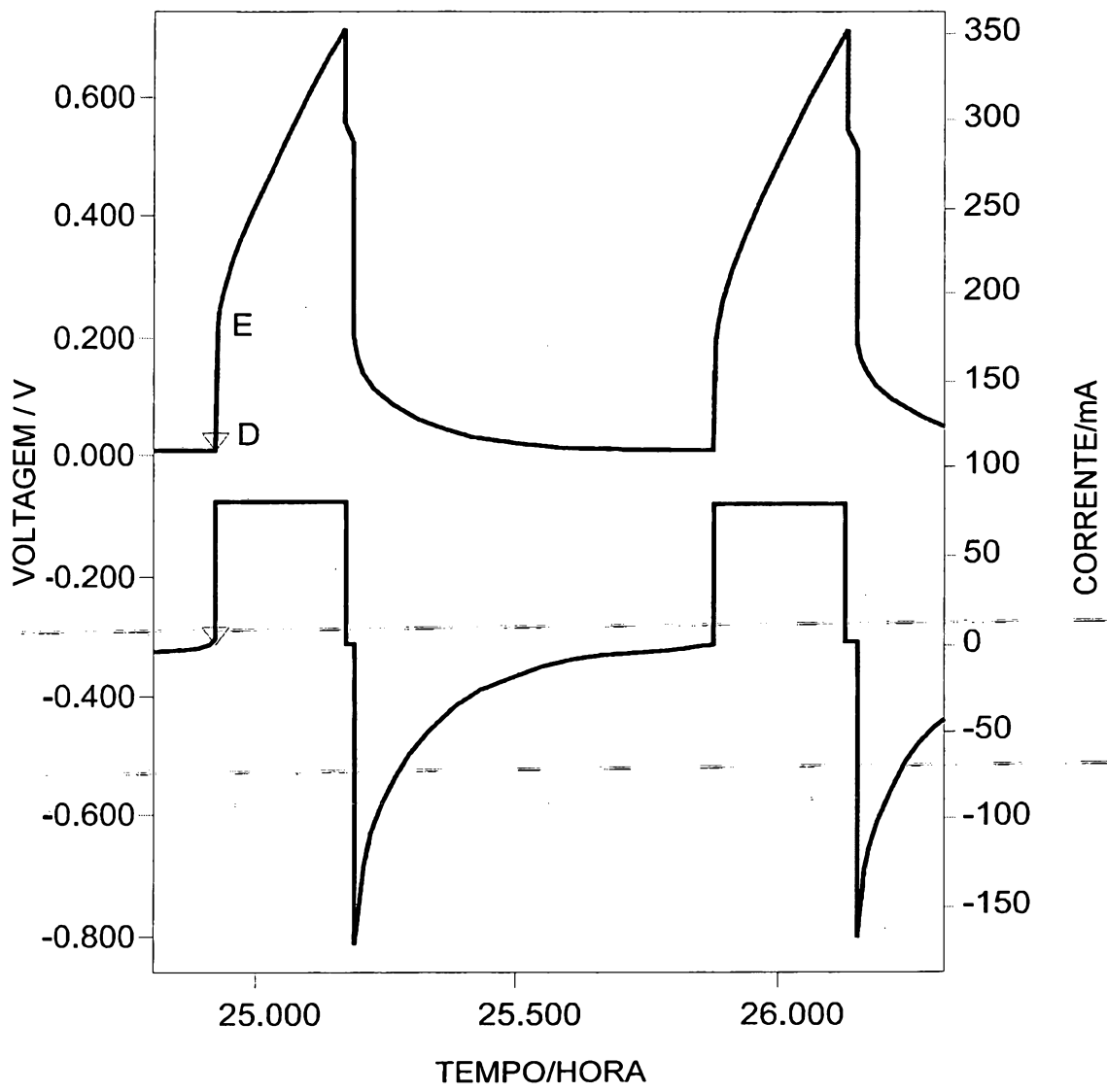


Fig. 3

**Fig. 4**

**Fig. 5**

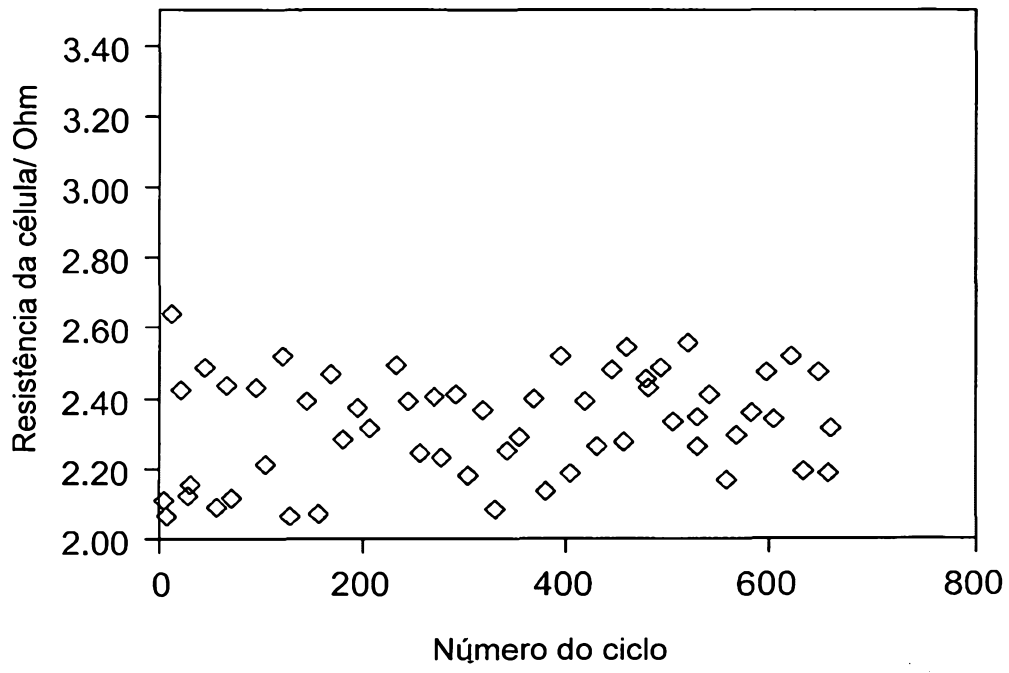


Fig. 6

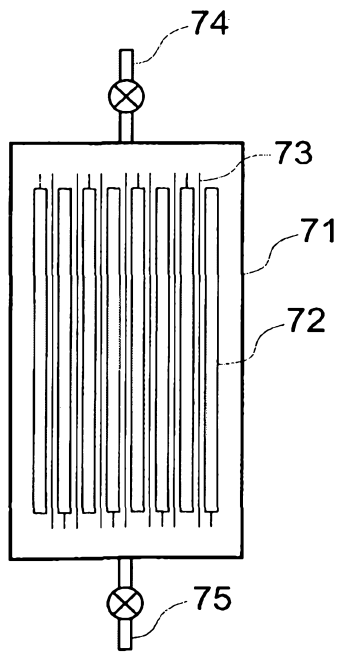


Fig. 7