

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2004.10.14	(73) Titular(es): GEN3 PARTNERS, INC.	
(30) Prioridade(s): 2003.10.14 US 510838 P	TEN POST OFFICE SQUARE, 9TH FLOOR	
(43) Data de publicação do pedido: 2006.07.12	SOUTHBOSTON, MA 02109	US
(45) Data e BPI da concessão: 2009.08.19 228/2009	(72) Inventor(es): ALEXANDER TIMONOV SERGEY LOGVINOV DMITRY PIVUNOV	RU RU RU
	(74) Mandatário: ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º AND 1249-235 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **ELÉCTRODO PARA DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA E SUPER-CONDENSADOR ELECTROQUÍMICO COM BASE NESSE ELÉCTRODO**

(57) Resumo:

DESCRIÇÃO

"Eléctrodo para dispositivos de armazenamento de energia e super-condensador electroquímico com base nesse eléctrodo"

Campo da invenção

A invenção aqui reivindicada refere-se a engenharia eléctrica e, mais especificamente, a eléctrodos e dispositivos de armazenamento de energia à base de eléctrodos e pode ser utilizada para a criação de dispositivos de armazenamento de energia electroquímica ou fontes secundárias de corrente, tais como super-condensadores.

Antecedentes da invenção

As fontes secundárias de corrente tornam possível acumular, armazenar e libertar energia eléctrica para um circuito eléctrico externo. Entre estas fontes secundárias encontram-se as baterias convencionais, os condensadores convencionais e os condensadores electroquímicos (também denominados super-condensadores ou ultra-condensadores).

Um super-condensador electroquímico compreende usualmente um invólucro fechado hermeticamente cheio com um electrólito, um eléctrodo positivo (cátodo) e um eléctrodo negativo (ânodo) colocados dentro do invólucro, um separador tal como uma membrana que separa o espaço do ânodo do espaço do cátodo e terminais especiais de chumbo que ligam o super-condensador a circuitos eléctricos externos.

Os super-condensadores electroquímicos são baseados no método capacitivo (não do tipo bateria) ou Farádico (do tipo bateria) para armazenar energia eléctrica. No primeiro caso, a capacidade da camada eléctrica dupla formada na fronteira electrólito/eléctrodo é utilizada para armazenamento de energia. Tipicamente, materiais de carbono que possuem uma grande superfície específica são utilizados em dispositivos capacitivos como eléctrodos. Durante o processo de carga/descarga num dispositivo capacitivo não têm lugar mudanças químicas ou de fase sobre a superfície do eléctrodo ou dentro do eléctrodo.

Nos dispositivos do segundo tipo, o processo de carga/descarga é acompanhado por reacções redox sobre as superfícies dos eléctrodos. Em contraste com as baterias, estes processos têm lugar dentro de uma camada fina de um composto electricamente activo sobre a superfície dos eléctrodos. Nos super-condensadores mais bem conhecidos deste tipo, a superfície dos eléctrodos é coberta com óxidos metálicos.

Tipicamente, ambos os métodos de acumulação de energia são implementados em dispositivos reais, no entanto, é sempre possível dizer qual dos métodos faz a maior contribuição para o processo de acumulação de energia e para a classificação do condensador pelo método de armazenamento de energia.

Os super-condensadores electroquímicos exibem uma potência específica muito elevada, tão elevada quanto 10 kW/kg e uma vida de serviço longa de até 1 milhão de ciclos de carga/descarga. Estas características proporcionam uma vasta gama de aplicações potenciais para esses super-condensadores electroquímicos.

No entanto, os super-condensadores electroquímicos conhecidos têm desvantagens, das quais a mais importante é a sua baixa capacidade de energia específica. O valor da capacidade de energia específica de produtos comercialmente disponíveis situa-se no intervalo de 1-10 W·h/kg.

Os valores máximos de capacidade de energia específica de cerca de 30 W·h/kg foram reivindicados para os super-condensadores electroquímicos do tipo Farádico compreendendo eléctrodos de carbono com óxido de ruténio na sua superfície. No entanto, o elevado custo do ruténio impede a aplicação alargada desses dispositivos.

As desvantagens descritas acima são baseadas em factores objectivos. Os valores máximos da capacidade de energia específica dos super-condensadores conhecidos são limitados principalmente pela natureza dos óxidos metálicos - os materiais utilizados na fabricação do eléctrodo que também contribuem para o custo elevado destes dispositivos.

Num pedido internacional "Eléctrodo modificado com polímero para dispositivos de armazenamento de energia e super-condensador electroquímico baseado no dito eléctrodo modificado com polímero", W003065536A2, um eléctrodo modificado quimicamente compreende um substrato condutor e uma camada de um polímero redox acumulador de energia depositado sobre a camada. O polímero redox é um composto complexo de polímero do tipo empilhado de um metal de transição possuindo pelo menos dois graus de oxidação diferentes. O polímero redox compreende também fragmentos de monómeros de uma estrutura planar com um sistema ramificado de ligações π conjugadas e o desvio do plano de não mais do que 0,1 nm.

Pode ser utilizado um complexo de metal e polímero com uma base de Schiff tetra-dentada, como composto complexo polimérico de um metal de transição - por exemplo, o composto do grupo: poli-[Me(R, R'-Salen)], em que:

Me- metal de transição;

Salen- resíduo de bis-(salicilaldeído)etilenodiamina em base de Schiff;

R - substituinte doador de electrões, por exemplo, CH₃O-, C₂H₅O-, HO- ou -CH₃;

R'-H ou halogéneo,

pode ser utilizado como dito complexo de polímero e metal.

Os dispositivos acumuladores de energia com eléctrodos que compreendem polímeros redox podem possuir as propriedades de diferentes tipos de super-condensadores e de baterias electroquímicas, i.e. uma potência específica elevada e uma capacidade de energia específica elevada, respectivamente. A principal característica distintiva do condensador electroquímico conhecido é a concepção dos seus eléctrodos - pelo menos um deles é feito como um eléctrodo quimicamente modificado.

Deverá notar-se que os exemplos apresentados no pedido internacional W003065536A2 não esgotam as vias possíveis de utilização dos complexos de polímero e metal com base de Schiff tetra-dentada substituída.

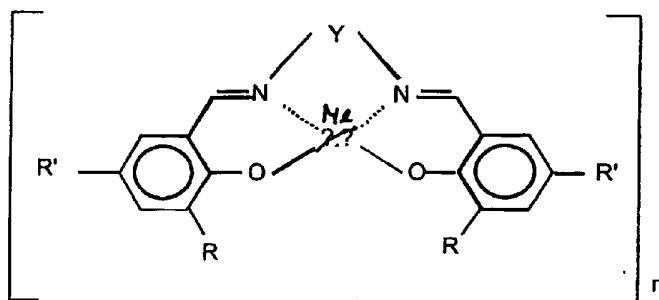
Sumário da invenção

A presente invenção proporciona um eléctrodo com uma capacidade de energia específica elevada, pela utilização de novos complexos de polímero e metal com uma base de Schiff tetra-dentada, assim como proporciona um condensador electroquímico baseado neste eléctrodo.

O eléctrodo para dispositivos de armazenamento de energia compreende um substrato condutor com uma camada depositada de um polímero redox acumulador de energia, o qual é um complexo de polímero e metal com uma base de Schiff tetra-dentada do grupo: $\text{poli}[\text{Me}(\text{R}, \text{R}'-\text{Y})]$,

em que: Me- metal de transição;
Y- um grupo de ponte que liga os átomos de azoto na base de Schiff;
R - um substituinte doador de electrões que é um grupo funcional $(\text{X})\text{O}-$, $-\text{COO}(\text{X})$, em que (X) é um metal alcalino, por exemplo, Li ou Na;
R'- H ou halogéneo;

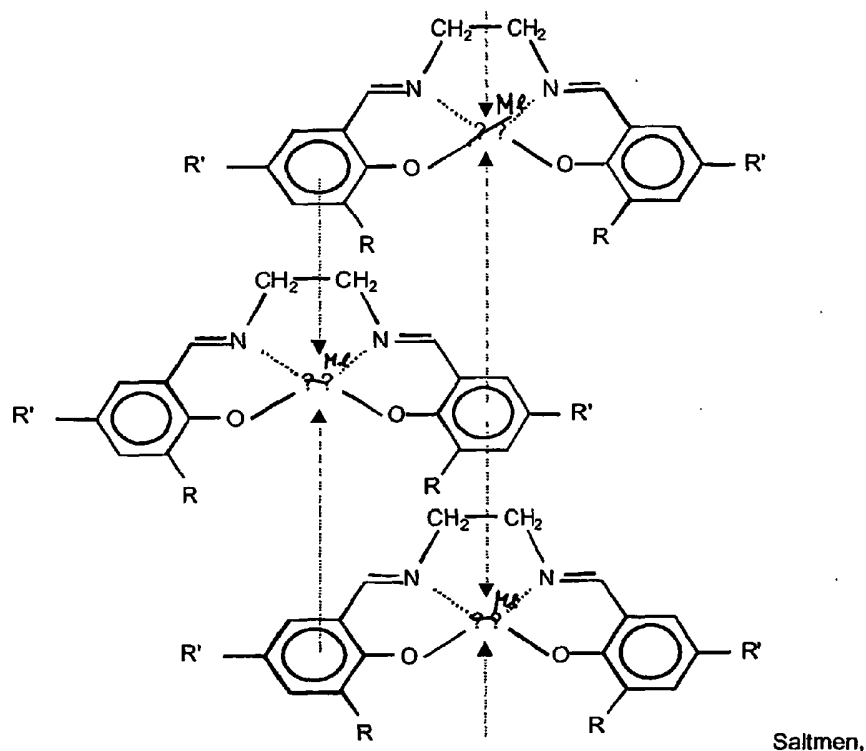
O complexo de polímero e metal tem a estrutura seguinte:



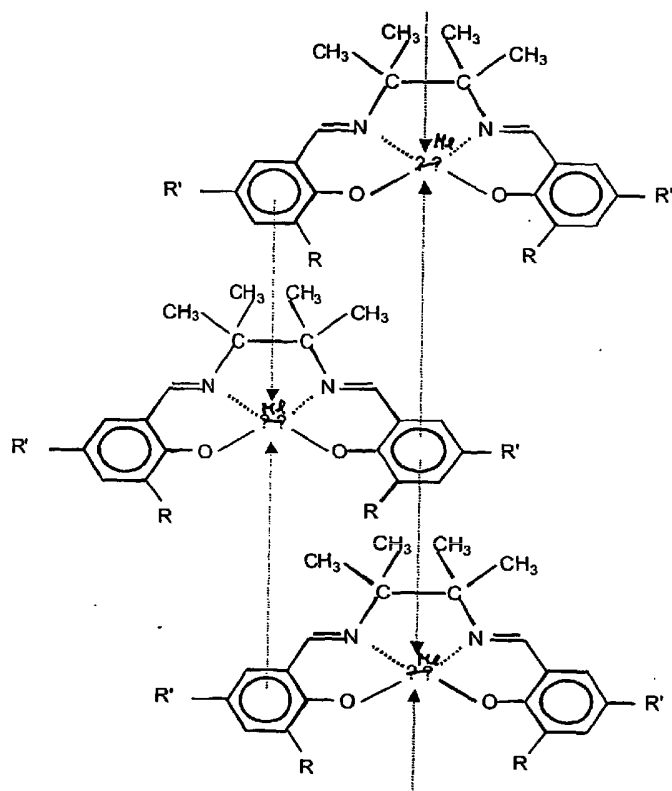
em que n pode tomar qualquer valor no intervalo de 2 a 50000.

O novo eléctrodo difere do descrito no pedido W003065536 no facto de ser utilizado um metal alcalino $-(\text{X})$, por exemplo Li ou Na, no grupo funcional $(\text{X})\text{O}-$, $-\text{COO}(\text{X})$ do substituinte doador de electrões R. A utilização de um metal alcalino permite aumentar a capacidade de energia específica do dispositivo de armazenamento de energia.

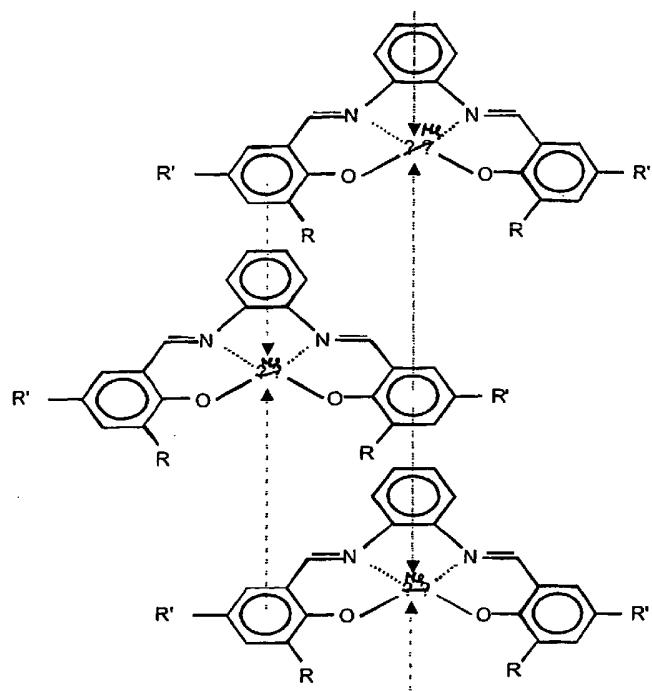
Salen, que é um resíduo de bis(salicilaldeído)-etilenodiamina, pode ser utilizado como grupo de ponte -Y que liga os átomos de azoto na base de Schiff. Neste caso, o composto tem a estrutura seguinte:



que é um resíduo de bis(salicilaldeído)-tetrametil-etilenodiamina, pode ser utilizado como um grupo de ponte -Y, que liga os átomos de azoto na base de Schiff. Neste caso, o composto tem a estrutura seguinte:



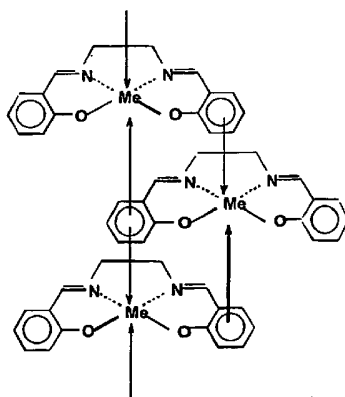
Salphen, que é um resíduo de bis(salicilaldeído)-o-fenilenodiamina pode ser utilizado como um grupo de ponte -Y, que liga os átomos de azoto na base de Schiff.



Um metal seleccionado de entre o grupo constituído por Ni, Pd, Co, Cu, e Fe pode ser utilizado como um metal de transição num composto complexo polimérico.

Uma estrutura possuindo uma superfície específica grande constituída por um material que seja electronicamente condutor e electroquimicamente inactivo dentro da gama de potenciais de -3,0 V a +1,5 V pode ser utilizada como substrato condutor (seguidamente os potenciais são dados em relação ao eléctrodo de referência de cloro-prata). Por exemplo, podem ser utilizados fibra de carbono e outros materiais de carbono com superfície específica elevada, materiais de carbono com revestimento metálico, eléctrodos metálicos com superfície de relevo complexo. Além disso, polímeros com condução electrónica na forma de filmes, estruturas porosas, espumas, etc., podem ser utilizados como material de substrato condutor.

Os tipos de complexos de polímero e metal utilizados no eléctrodo descrito acima pertencem à classe dos polímeros redox que têm uma condução redox electrónica dirigida. A formação das ligações entre os fragmentos pode ser considerada do ponto de vista da interacção intermolecular doador-aceitador entre um ligando de uma molécula e um centro metálico de outra molécula. Como resultado, tem lugar a formação do denominado "monómero" ou das macromoléculas "empilhadas". Faz-se notar que a formação das estruturas "empilhadas" do polímero, tal como também foi verificado pelos inventores, é apenas possível através da utilização de monómeros que possuem uma estrutura espacial quadrada planar. Esquemáticamente, este processo de formação pode ser representado da seguinte forma:



Do exterior, uma agregação destas macromoléculas tem o aspecto de um filme sólido transparente sobre a superfície do eléctrodo, o filme tendo uma cor diferente dependendo da natureza do metal e da presença de substituintes na estrutura do ligando.

Os complexos de polímero e metal são ligados à superfície do eléctrodo inerte em resultado de quimissorção.

A transferência de carga em complexos de polímero e metal acontece devido a "transferência electrónica" entre os centros metálicos com diferentes estados de carga e pode ser descrita em termos de um modelo de difusão. A oxidação ou redução de complexos de polímero e metal associada com a mudança do estado de carga dos centros metálicos e com a transferência de carga dirigida sobre a cadeia de polímero é acompanhada pela penetração dos contra-íões de compensação de carga no polímero ou pela sua saída do polímero. Os contra-íões de compensação de carga estão localizados na solução de electrólito que circunda o polímero.

O eléctrodo descrito acima pode ser empregue como um eléctrodo positivo do condensador electroquímico.

O condensador electroquímico compreende um invólucro que aloja um eléctrodo positivo e um negativo dispostos dentro do invólucro e um electrólito que preenche o espaço entre os eléctrodos.

O eléctrodo negativo pode ser feito por métodos diferentes.

Numa das concretizações da invenção, o eléctrodo negativo compreende um material activo contendo o mesmo metal alcalino contido na composição do substituinte doador de electrões do polímero redox acumulador de energia do eléctrodo positivo.

O material do eléctrodo é capaz de "absorver" o activo o metal, que é utilizado na composição do grupo funcional (o radical) R do eléctrodo positivo, a partir do electrólito de forma a reter na sua estrutura e a libertar, descrito acima.

Assim, por exemplo, se o grupo LiO- ou -COOLi for utilizado como R no polímero redox, então grafite ou qualquer outro material utilizado como material de eléctrodo negativo nas baterias de ião lítio comercialmente acessíveis pode ser utilizado como um material do eléctrodo negativo. Neste caso, o lítio será utilizado como material activo. No caso em que o grupo NaO- ou -COONa é utilizado como R do polímero redox, então qualquer material capaz de reter sódio na sua estrutura e de libertar sódio (*i.e.*, capaz de intercalação reversível) pode ser utilizado como um material activo do eléctrodo negativo.

Noutra concretização, o eléctrodo negativo é feito de um substrato condutor, sobre o qual é depositada uma camada de polímero redox acumulador de energia, o dito polímero redox sendo um complexo de polímero e metal com base de Schiff tetra-dentada substituída, do grupo: $\text{poli-[Me(R, R'-Y)]}$,

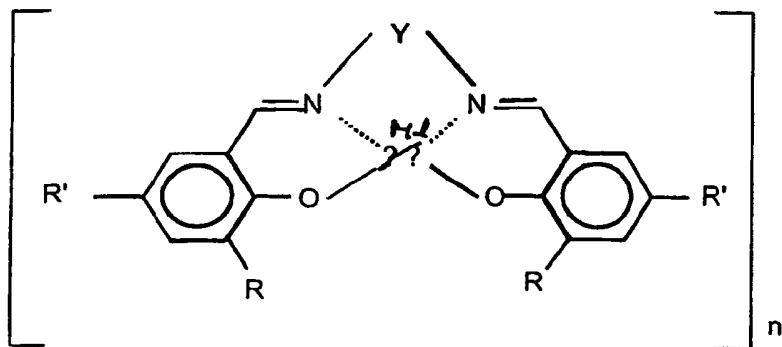
em que: Me- metal de transição;

Y- o grupo de ponte que liga os átomos de azoto na base de Schiff;

R - substituinte doador de electrões na forma de um grupo funcional $(\text{X})\text{O-}$, -COO(X) , em que (X)- um metal alcalino contido na composição do substituinte doador de electrões do polímero redox de acumulação de energia do eléctrodo positivo;

R'- H ou halogéneo;

em que o composto tem a estrutura seguinte:



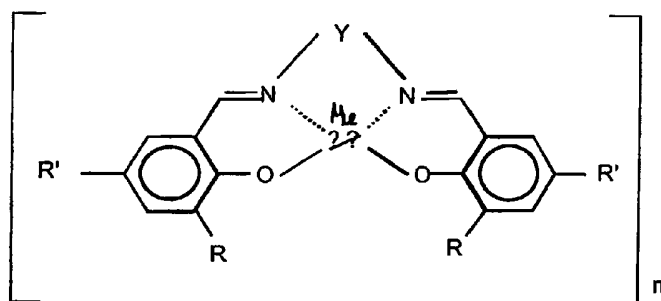
em que n pode ser qualquer valor no intervalo de 2 a 50000.

Salⁿ - resíduo de bis(salicilaldeído)etilenodiamina, ou Saltmⁿ - resíduo de bis(salicilaldeído)-tetrametil-etilenodiamina ou Salphen- resíduo de bis(salicilaldeído)-o-fenilenodiamina pode ser utilizado como um grupo de ponte --Y que liga os átomos de azoto na base de Schiff.

O eléctrodo negativo pode também ser feito como um substrato condutor, sobre o qual é depositada uma camada de polímero redox acumulador de energia, o dito polímero redox sendo um complexo de polímero e metal com uma base de Schiff tetra-dentada substituída do grupo: poli-[Me(R,R'-Y)],

em que: Me- metal de transição;
Y- um grupo de ponte que liga os átomos de azoto na base de Schiff;
R - substituinte doador de electrões na forma de um grupo funcional H, CH₃O-, C₂H₅O-, HO-, -CH₃;
R' - H ou halogéneo

em que a estrutura deste composto é como se segue:



em que n pode ter qualquer valor no intervalo de 2 a 50000.

Salen- resíduo de bis(salicilaldeído)etilenodiamina, ou Saltmen- resíduo de bis(salicilaldeído)-tetrametil-etilenodiamina, ou Salphen- resíduo de bis(salicilaldeído)-O-fenilenodiamina pode ser utilizado como um grupo de ponte -Y que liga os átomos de azoto na base de Schiff.

O electrólito é uma solução de um composto (num solvente orgânico) que é solúvel no dito solvente até uma concentração de não menos do que 0,01 mol/l e que contém os iões electroquimicamente inactivos (dentro do intervalo de potenciais de -3,0 a +1,5 V) - i.e. aniões assim como catiões

de um metal alcalino na sua composição. O metal alcalino é um componente do substituinte doador de electrões do polímero redox acumulador de electrões do eléctrodo positivo. Os sais do metal utilizado (por exemplo, os sais de lítio - percloratos, tetrafluoroboratos, hexafluorofosfatos e outros compostos que cumprem os requisitos acima) são os exemplos desses compostos.

Um solvente é escolhido de entre o grupo constituído por acetonitrilo, dimetilcetona, e carbonato de propileno pode ser utilizado como solvente orgânico.

Além disso, a composição de electrólito pode conter compostos adicionais - estabilizantes que prolongam a vida de serviço e aumentam a fiabilidade e estabilidade de propriedades e outros parâmetros. Espessantes que podem transformar o electrólito num estado do tipo gel, podem ser utilizados para melhorar as propriedades de serviço. Um electrólito em gel permite diminuir os requisitos de robustez do invólucro e deste modo criar dispositivos de armazenamento de energia compactos de várias formas.

Um separador que divide o espaço interno do condensador num espaço de cátodo e de ânodo pode ser disposto entre os eléctrodos de modo a prevenir qualquer curto-circuito entre os eléctrodos.

O invólucro do condensador é feito de um material resistente à acção do electrólito. Componentes auxiliares (e.g. um dispositivo para verter um electrólito, válvulas de segurança e elementos de fixação) são montados no invólucro do condensador.

Breve descrição dos desenhos

A invenção é ilustrada com os seguintes materiais gráficos.

A Fig. 1 apresenta um diagrama esquemático do super-condensador electroquímico.

A Fig. 2 ilustra um processo de carga e descarga do super-condensador electroquímico.

A Fig. 3 ilustra outro processo de carga e descarga do super-condensador electroquímico.

Descrição detalhada da invenção

O condensador consiste num invólucro 1, eléctrodos - 2 e 3, um electrólito 4, terminais de chumbo - 5 e 6, um separador 7, como ilustrado na Fig. 1.

Considere-se a operação da invenção aqui reivindicada baseada num exemplo do dispositivo de armazenamento de energia electroquímica tal como mostrado na Fig. 2, em que a função de um eléctrodo positivo é desempenhada por um eléctrodo 11. Qualquer dos ditos polímeros redox 13 possuindo o grupo LiO- ou -COOLi como R pode ser depositado sobre um substrato condutor 12, enquanto a função de um eléctrodo negativo é desempenhada por um eléctrodo de lítio no qual lítio metálico 16 é implantado numa base de carbono 15. O dispositivo é preenchido com um electrólito que contém um dos sais de lítio descritos acima como um composto utilizado para a criação de condutividade iónica do electrólito. O sal do electrólito é mostrado esquematicamente na forma de catiões 17 e aniões 18 de lítio.

Durante a carga do dispositivo (como mostrado na Fig. 2?) são fornecidos potenciais positivos e negativos ao eléctrodo positivo 11 e eléctrodo negativo 14; respectivamente. O intervalo de potenciais positivos pode ser de 0,85 V a 1,3 V, o intervalo de potenciais negativos pode ser de -2,7 V a -3,5 V. Sob estas condições o polímero redox 13 sobre o eléctrodo positivo 11 transita para o estado oxidado, os iões de lítio 17 separam-se das moléculas de polímero redox 13 sendo oxidados, compensando assim a mudança na sua carga, difundem para o eléctrodo negativo 14 e são reduzidos a partir do electrólito no volume de grafite 15 sobre o eléctrodo negativo 14.

Durante o processo de descarga do dispositivo (ver Fig. 2b), o polímero redox 13 é reduzido sobre o eléctrodo positivo 11, o lítio metálico 16 é oxidado sobre o eléctrodo negativo 14, os iões de lítio 17 retornam para o electrólito, difundem para o eléctrodo positivo 11 e são agregados com as

moléculas de polímero redox 13, compensando assim a mudança da sua carga.

Considere-se outro exemplo (apresentado na Fig. 3), quando a função de um eléctrodo positivo é desempenhada pelo eléctrodo 11, que é quimicamente modificado por qualquer dos polímeros redox descritos acima que têm o grupo LiO- ou -COOLi como R, enquanto a função de eléctrodo negativo é desempenhada por um eléctrodo 21, que é quimicamente modificado por qualquer dos polímeros redox e que tem o mesmo metal de transição que o polímero redox no eléctrodo positivo 11. A transferência dos iões de lítio 17 no processo de carga (ver Fig. 3a) e de descarga (ver Fig. 3b) terá lugar de acordo com o mecanismo descrito acima. A diferença está em que, se previamente (ver Fig. 2a) no processo de carga os iões de lítio 17 eram reduzidos na estrutura de grafite 15 a lítio metálico 16, agora o polímero redox 23 é reduzido sobre o eléctrodo 21 no processo de carga, enquanto os iões de lítio 24 são retidos próximos das moléculas de polímero 23 no espaço inter-empilhamento pelas forças electrostáticas (não são quimicamente agregados com as moléculas de ligando tal como fazem sobre o eléctrodo positivo 11) compensando a variação de carga do polímero redox.

A concepção do dispositivo de armazenamento de energia electroquímica descrito no exemplo com um eléctrodo negativo de grafite (lítio) é vantajosamente diferente das baterias de ião lítio conhecidas, porque tem uma capacidade de energia maior, a qual é conseguida devido aos maiores potenciais do eléctrodo positivo (1,1 V - 1,3 V em comparação com 0,4 V - 0,6 V) e uma maior potência. Esta última é conseguida devido ao facto de o polímero redox poder ser reduzido durante o decurso da descarga a uma velocidade que é muitas vezes maior do que a velocidade de redução do eléctrodo positivo das baterias de ião lítio. Este dispositivo tem também um custo mais baixo, uma vez que é empregue um eléctrodo baseado num polímero redox menos dispendioso em vez do eléctrodo dispendioso baseado nos óxidos de metais.

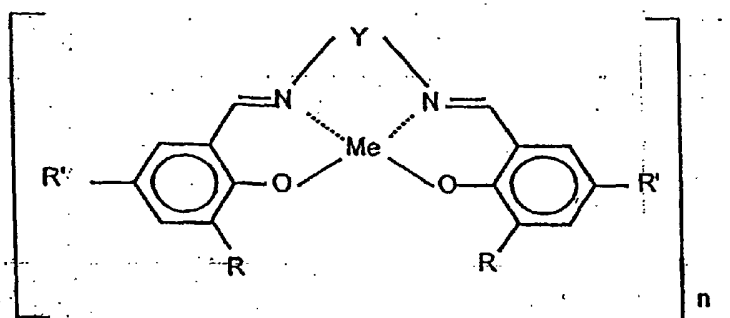
Lisboa, 2009-11-18

REIVINDICAÇÕES

1. Eléctrodo que compreende um substrato electricamente condutor, uma camada de polímero redox acumulador de energia depositada sobre o substrato, sendo o polímero redox um complexo de polímero e metal com uma base de Schiff tetradentada substituída seleccionada de entre o grupo: poli-[Me-(R,R'-Y)],

em que: Me é um metal de transição;
Y é um grupo de ponte que liga os átomos de azoto na base de Schiff;
R é um substituinte doador de electrões que compreende um grupo funcional (X)O-, -COO(X), em que (X) é um metal alcalino;
R' é hidrogénio ou halogéneo; e

em que o complexo de polímero e metal tem a estrutura seguinte:



com n seleccionado no intervalo de 2 a 50000.

2. Eléctrodo de acordo com a reivindicação 1, em que o metal alcalino é Li ou Na.

3. Eléctrodo de acordo com a reivindicação 2, em que o grupo de ponte Y que liga os átomos de azoto na base de Schiff compreende Salen, que é um resíduo de bis(salicilaldeído)etilenodiamina.

4. Eléctrodo de acordo com a reivindicação 2, em que Saltmen, que é um resíduo de bis(salicilaldeído)-tetrametil-etilenodiamina, é utilizado como grupo de ponte -Y, que liga os átomos de azoto na base de Schiff.

5. Eléctrodo de acordo com a reivindicação 2, em que o complexo de polímero e metal compreende o metal de transição seleccionado de entre o grupo constituído por Ni, Pd, Co, Cu e Fe.

6. Eléctrodo de acordo com a reivindicação 2, em que o substrato condutor é constituído por fibra de carbono ou metal e tem uma superfície de relevo complexo.

7. Eléctrodo de acordo com a reivindicação 2, em que o substrato condutor é constituído por carbono e tem um revestimento de metal.

8. Eléctrodo de acordo com a reivindicação 2, em que o substrato condutor é constituído por um polímero com condução electrónica feito como um filme, estrutura porosa ou espuma.

9. Condensador electroquímico que compreende um invólucro que aloja um eléctrodo positivo e um eléctrodo negativo dispostos dentro do invólucro e um electrólito que preenche o espaço entre os eléctrodos, em que o eléctrodo positivo é um eléctrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-8.

10. Condensador de acordo com a reivindicação 11, em que o eléctrodo negativo compreende um material activo que contém o mesmo metal alcalino contido na composição do substituinte doador de electrões do polímero redox do eléctrodo positivo.

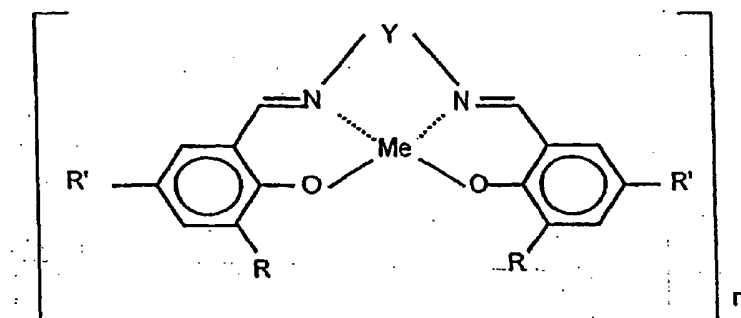
11. Condensador de acordo com a reivindicação 9, em que o eléctrodo negativo compreende um substrato electricamente condutor, uma camada de polímero redox acumulador de energia depositada sobre o substrato, compreendendo o polímero redox um complexo de polímero e metal com uma base de Schiff tetradentada substituída seleccionada de entre o grupo: poli-[Me(R,R'-Y)],

em que: Me é um metal de transição;
Y é um grupo de ponte que liga os átomos de azoto na base de Schiff;
R é um substituinte doador de electrões que compreende um grupo funcional (X)O-, -COO(X), em

que (X) é um metal alcalino contido na composição do substituinte doador de electrões do polímero redox de acumulação de energia do eléctrodo positivo;

R' é hidrogénio ou halogéneo;

e em que o complexo de polímero e metal tem a estrutura seguinte:



com n seleccionado no intervalo de 2 a 50000.

12. Condensador de acordo com a reivindicação 9, em que o eléctrodo negativo compreende um substrato condutor e uma camada de polímero redox que acumula energia depositada sobre o substrato, em que o polímero redox é um complexo de polímero e metal com uma base de Schiff tetra-dentada substituída, seleccionada de entre o grupo: poli-[Me(R,R'Y)], em que:

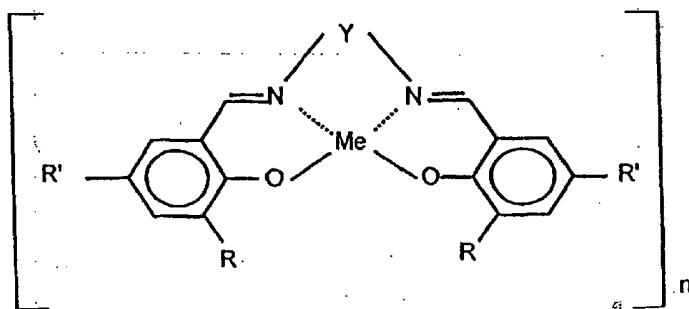
Me - metal de transição;

Y - o grupo de ponte que liga os átomos de azoto na base de Schiff;

R - substituinte doador de electrões na forma de um grupo funcional (X)O-, COO(X), em que (X)- um metal alcalino contido na composição do substituinte doador de electrões do polímero redox de acumulação de energia do eléctrodo positivo;

R' - H ou Hlg,

em que o composto tem a estrutura seguinte:



em que n pode ser qualquer valor no intervalo de 2 a 50000.

13. Condensador de acordo com a reivindicação 9, em que o electrólito é uma solução de um composto num solvente orgânico, composto esse que é solúvel no solvente até uma concentração de não menos do que 0,01 mol/l e que contém iões electroquimicamente inactivos dentro do intervalo de potenciais de -3,0 a +1,5 V.

14. Condensador de acordo com a reivindicação 13, em que o composto é um sal do metal alcalino contido no substituinte doador de electrões do polímero redox acumulador de energia do eléctrodo positivo, o sal do metal alcalino seleccionado de entre o grupo constituído por percloratos, tetrafluoroboratos e hexafluorofosfatos.

15. Condensador de acordo com a reivindicação 13, em que o solvente orgânico é seleccionado de entre o grupo constituído por acetonitrilo, dimetilcetona, e carbonato de propileno.

16. Condensador de acordo com a reivindicação 9, em que o electrólito compreende um estabilizante.

17. Condensador de acordo com a reivindicação 9, em que o electrólito compreende um espessante para fazer transitar o electrólito para um estado do tipo gel.

18. Condensador de acordo com a reivindicação 9, que compreende ainda um separador disposto entre os eléctrodos e que divide um espaço interno do condensador num espaço do cátodo e num espaço do ânodo.

19. Condensador de acordo com a reivindicação 9, em que o invólucro é feito de um material resistente à acção do electrólito.

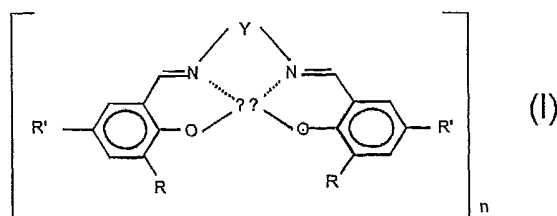
20. Condensador de acordo com a reivindicação 9, que compreende ainda um dispositivo para verter um electrólito, uma válvula de segurança e um elemento de fixação montado sobre o invólucro do condensador.

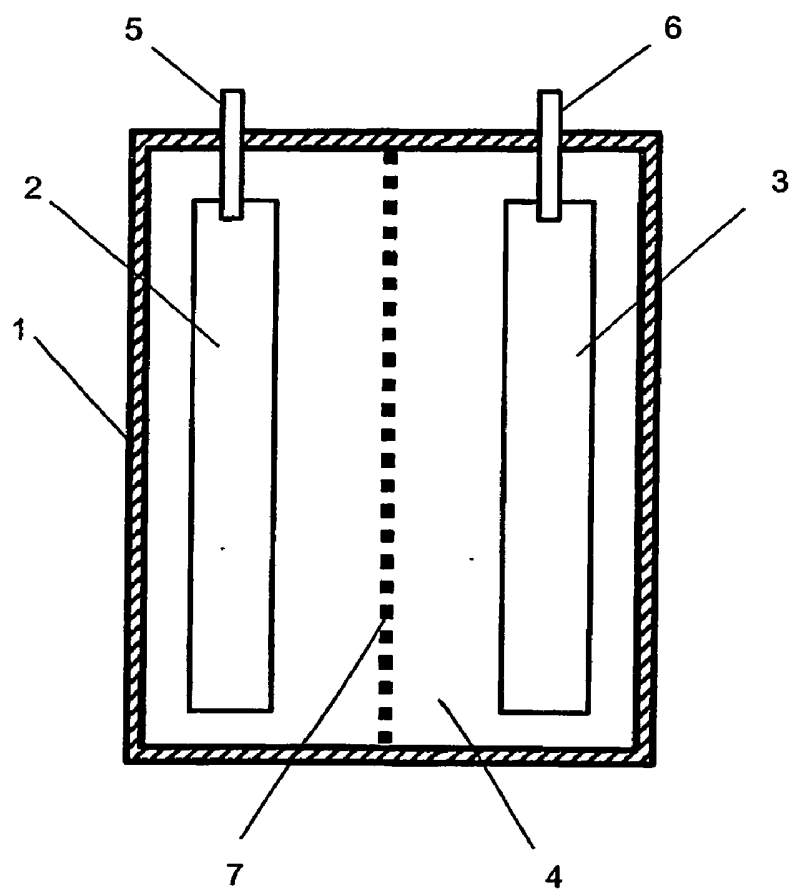
Lisboa, 2009-11-18

RESUMO

"Eléctrodo para dispositivos de armazenamento de energia e super-condensador electroquímico com base nesse eléctrodo"

Um eléctrodo compreende um substrato electricamente condutor, uma camada de polímero redox acumulador de energia depositada sobre o substrato, o polímero redox compreendendo um complexo de polímero e metal com uma base de Schiff tetradentada seleccionada de entre o grupo: poli-[Me(R,R'-Y)], em que M é um metal de transição; Y é um grupo de ponte que liga os átomos de azoto na base de Schiff; R é um substituinte doador de electrões que compreende um grupo funcional (X)O-, -COO(X), em que (X) é um metal alcalino; R' é hidrogénio ou halogéneo; e em que o complexo de polímero e metal tem a estrutura seguinte: Fórmula (I). O condensador electroquímico compreende um invólucro que aloja o eléctrodo positivo descrito acima e um eléctrodo negativo disposto dentro do invólucro e um electrólito que preenche o espaço entre os eléctrodos.



**Fig. 1**

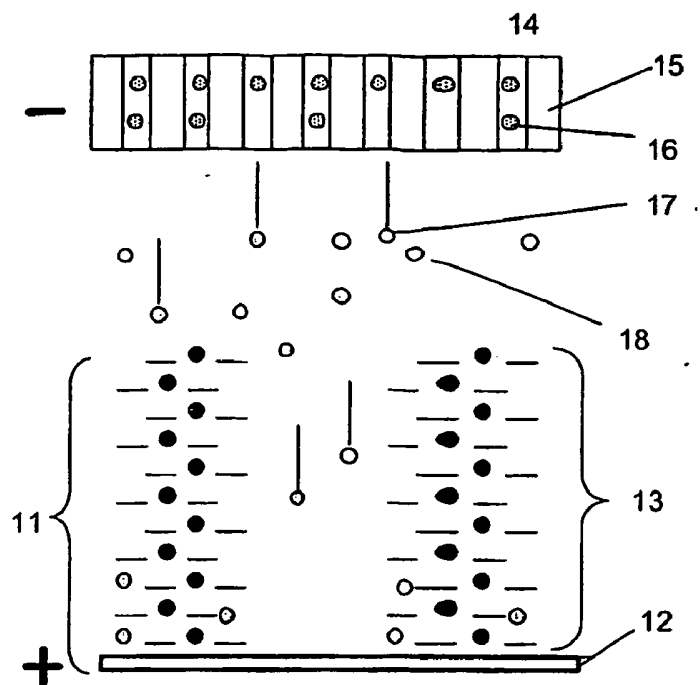


Fig. 2a

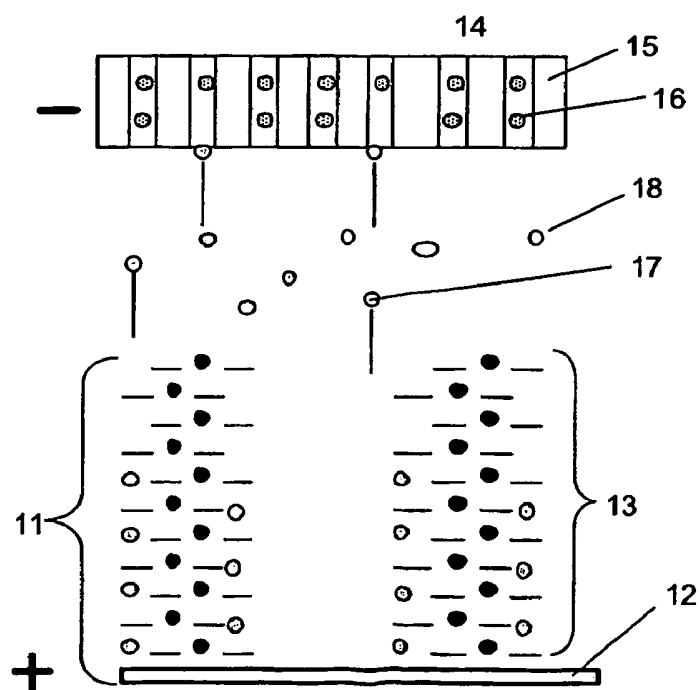


Fig. 2b

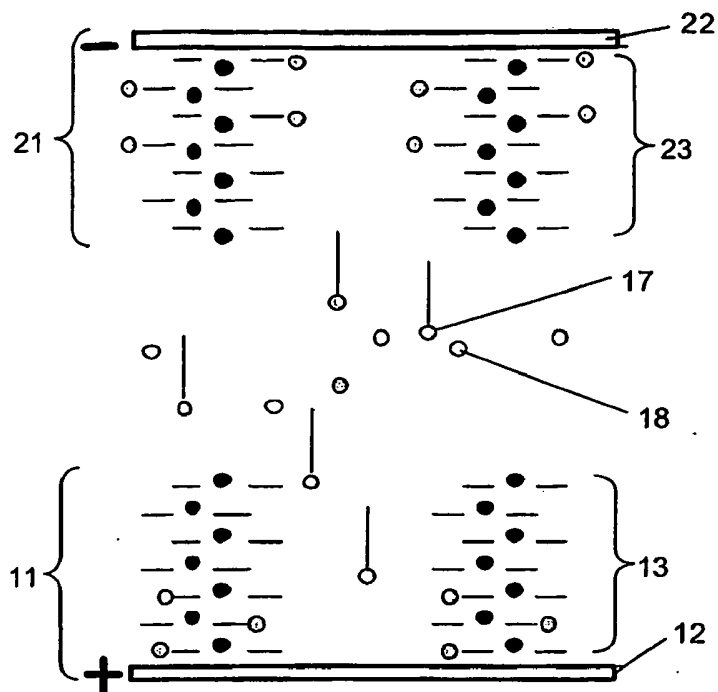


Fig. 3a

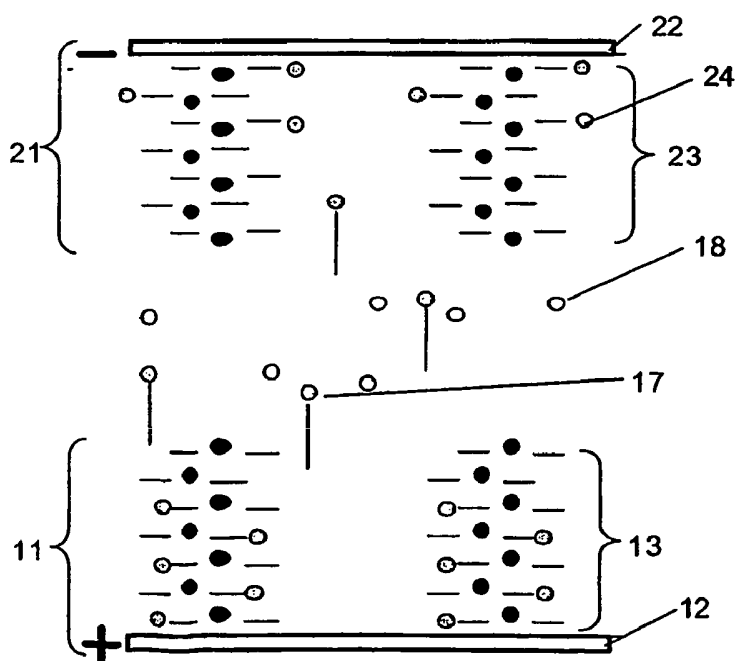


Fig. 3b