



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

(21) PI 0717380-6 A2



(22) Data de Depósito: 22/10/2007
(43) Data da Publicação: 29/10/2013
(RPI 2234)

(51) Int.Cl.:
H01G 9/04

(54) Título: ELETRODO NEGATIVO PARA
DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA
HÍBRIDA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 23/10/2006 US 60/853,439

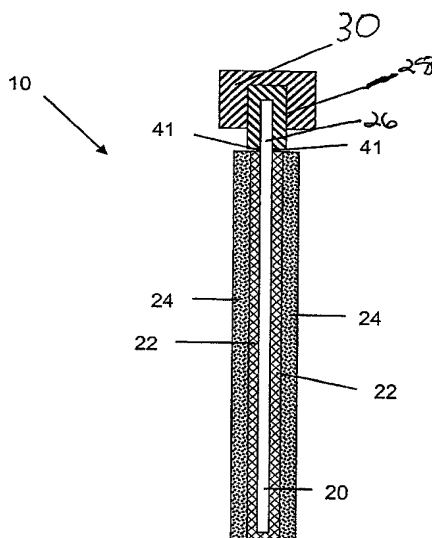
(73) Titular(es): Axion Power International, Inc.

(72) Inventor(es): Buiel, Edward, Cole, Joseph, Eshkenazi, Victor,
Rabinovich, Leonid, Sun, Wei, Swiecki, Adam, Vichnyakov, Vladimir

(74) Procurador(es): Claudio Szabas e Magnus Aspeby

(86) Pedido Internacional: PCT US2007082047 de
22/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/051885de
02/05/2008



**ELETRODO NEGATIVO PARA DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO DE
ENERGIA HÍBRIDA**

Este pedido internacional PCT reivindica a prioridade
5 do pedido provisório US nº de série 60/853.439 depositado
em 23 de outubro de 2006.

I. Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um eletrodo negativo
para um dispositivo de armazenamento de energia híbrida.

10 II. Antecedentes da Invenção

Dispositivos de armazenamento de energia híbrida,
também conhecidos como supercapacitores ou
bateria/supercapacitores híbridos, combinam eletrodos de
bateria e eletrodos de supercapacitor para produzir
15 dispositivos apresentando um conjunto especial de
características incluindo ciclo de vida, densidade de
potência, capacidade de energia, capacidade de recarga
rápida, e uma ampla faixa de temperatura de operação.
Dispositivos de armazenamento de energia chumbo-carbono
20 híbrida empregam eletrodos positivos de bateria de chumbo-
ácido e eletrodos negativos de supercapacitor. Ver, por
exemplo, as patentes US 6.466.426, 6.628.504, 6.706.079,
7.006.346 e 7.110.242.

O conhecimento convencional é que qualquer tecnologia
25 nova de bateria ou supercapacitor une componentes e utiliza
técnicas que são únicas a esta tecnologia. Além disto, o
conhecimento convencional é que dispositivos de
armazenamento de energia chumbo-carbono necessitam para
serem montados utilizando-se compressão relativamente alta
30 da célula ou células no interior do dispositivo. A alta

compressão é devida em parte à grande resistência de contato existente entre um material ativo de carbono ativado e um coletor de corrente de um eletrodo negativo. É também de conhecimento convencional que o equipamento
5 geralmente utilizado na a manufatura de baterias de chumbo-ácido e comumente empregado na indústria automotiva, energia motiva, estacionária, e outras aplicações de armazenamento de energia, não pode ser empregado na produção de dispositivos de armazenamento de energia
10 híbrida.

A presente invenção provê um eletrodo negativo para dispositivos de armazenamento de energia híbrida que é capaz de ser manufaturado utilizando-se equipamento de manufatura de bateria de chumbo-ácido convencional
15 disponível. Os inventores demonstraram que dispositivos de armazenamento de energia híbrida de célula única e de célula múltipla podem ser manufaturados utilizando-se Dispositivos de armazenamento de energia híbrida com modificações. O equipamento de moldagem pode ser adaptado
20 para manipular eletrodos negativos a base de carbono ativado de maneira semelhante a como são manipulados os eletrodos negativos de bateria a base de chumbo.

É um propósito da presente invenção prover eletrodos negativos para dispositivos de armazenamento de energia
25 híbrida que podem ser manufaturados utilizando-se equipamento de manufatura de bateria de chumbo-ácido convencional facilmente disponível e relativamente barato. Estes eletrodos negativos incorporam um desenho modificado para reduzir a necessidade de alta pressão de empilhamento
30 e para se obter uma performance eletroquímica aceitável.

Da mesma forma, os eletrodos negativos são compatíveis com técnicas de manufatura de bateria de chumbo-ácido.

III. Sumário da Invenção

É um objetivo da presente invenção prover um eletrodo
5 negativo para um dispositivo de armazenamento de energia híbrida.

É um outro objetivo da presente invenção prover eletrodos negativos para dispositivos de armazenamento de energia híbrida que sejam capazes de serem manufaturados
10 utilizando-se equipamento de manufatura de bateria de chumbo-ácido convencional.

Uma vantagem da presente invenção é que um material ativo do eletrodo negativo é laminado sobre um material de grafite expandido, desta forma eliminando a necessidade de
15 pressão de empilhamento alta e obtendo-se boas propriedades de resistência de contato.

Os objetivos e vantagens acima são satisfeitos por um eletrodo negativo para um dispositivo de armazenamento de energia híbrida compreendendo um coletor de corrente; um
20 revestimento condutor resistente à corrosão fixado a pelo menos uma face do coletor de corrente; e uma folha compreendendo carbono ativado aderida e em contato elétrico com o revestimento condutor resistente à corrosão. Uma parte em aba que se estende a partir de uma lateral do
25 coletor de corrente. Uma orelha de chumbo ou liga chumbo encapsula pelo menos parte da parte em aba.

Conforme utilizados aqui, os termos "substancialmente", "geralmente", "relativamente", "aproximadamente", e "cerca de", são modificadores
30 relativos destinados a indicar uma variação permissível da

característica assim modificada. Não se pretende que sejam limitados ao valor absoluto ou característica que modificam, mas, ao contrário, aproximam tal característica física ou funcional.

5 Referências a "uma realização" ou "em realizações" significam que a característica referida está incluída em pelo menos uma realização da invenção. Além disto, referências separadas a "uma realização" ou "em realizações" não necessariamente referem-se à mesma
10 realização; entretanto, nenhuma tais realizações são mutuamente exclusivas, a não ser que assim afirmado, e exceto como será óbvio aos especialistas na técnica. Desta forma, a invenção pode incluir qualquer variedade de combinações e/ou integrações das realizações descritas
15 aqui.

Na descrição a seguir, é feita referência aos desenhos anexos, os quais são mostrados para a ilustração de realizações específicas pelas quais a invenção pode ser praticada. As realizações ilustradas a seguir são
20 descritas em detalhes suficientes para possibilitar os especialistas na técnica a colocar em prática a invenção. Deve ser entendido que outras realizações podem ser utilizadas e que as alterações estruturais baseadas em equivalentes estruturais e/ou funcionais atualmente
25 conhecidos podem ser realizadas sem que se afaste do escopo da invenção.

IV. Breve Descrição dos Desenhos

A FIG. 1 é uma vista em seção transversal esquemática de um eletrodo negativo de acordo com uma realização da
30 presente invenção.

A FIG. 2 é uma vista esquemática de uma folha de grafite expandida do eletrodo negativo da FIG. 1.

A FIG. 3 mostra o vazamento ácido de uma folha de grafite expandida impregnada com parafina.

5 A FIG. 4 mostra nenhum vazamento ácido para uma folha de grafite expandida impregnada com parafina e resina.

A FIG. 5 mostra o vazamento ácido para uma folha de grafite expandida impregnada com furfural.

10 A FIG. 6 mostra a corrosão de um elemento aba de acordo com o estado da técnica.

A FIG. 7A mostra um revestimento de chumbo-estanho sobre um elemento aba de acordo com o estado da técnica.

A FIG. 7B mostra uma orelha encapsulando pelo menos parte de um elemento aba de acordo com a presente invenção.

15 V. Descrição Detalhada da Invenção

As FIGs. 1-7S ilustram um eletrodo negativo para um dispositivo de armazenamento de energia híbrida de acordo com a presente invenção.

20 A FIG. 1 ilustra um eletrodo negativo (10) de acordo com uma realização da presente invenção. O eletrodo negativo (10) compreende um coletor de corrente (20). O coletor de corrente (20) pode ser de qualquer formato geométrico específico, mas preferivelmente é plano e na forma de uma folha ou malha. Pelo menos uma parte
25 substancial, se não toda, da superfície de pelo menos uma face do coletor de corrente (20) é protegida contra corrosão por um revestimento condutor resistente à corrosão (22) fixado sobre si.

30 O eletrodo negativo compreende também um material eletroquimicamente ativo (24) aderido e em contato elétrico

com o revestimento condutor resistente à corrosão (22). Em certas realizações, o revestimento condutor resistente à corrosão (22) é enrolado em torno da parte inferior do coletor de corrente (20).

5 A. Coletor de Corrente

O coletor de corrente (20) compreende um material condutor. Por exemplo, o coletor de corrente (20) pode compreender um material metálico tal como berílio, bronze, bronze-chumbo comercial, cobre, liga de cobre, prata, ouro, 10 titânio, alumínio, ligas de alumínio, ferro, aço, magnésio, aço inoxidável, níquel, misturas destes, ou ligas destes. Preferivelmente, o coletor de corrente compreende cobre ou uma liga de cobre. O material do coletor de corrente (20) pode ser feito a partir de um material em malha (por 15 exemplo, malha de cobre) sobre a superfície do qual o revestimento (22) é pressionado para se obter um revestimento anti-corrosivo sobre o coletor de corrente.

O coletor de corrente pode compreender qualquer material condutor apresentando uma condutividade acima de 20 cerca de $1,0 \times 10^5$ siemens/m. Se o material exhibe condução anisotrópica, deve exibir uma condutividade acima de cerca de $1,0 \times 10^5$ siemens/m em qualquer direção.

B. Revestimento Resistente à Corrosão

O revestimento condutor resistente à corrosão (22) é 25 quimicamente resistente e eletroquimicamente estável na presença de um eletrólito, por exemplo, um eletrólito ácido tal como ácido sulfúrico ou qualquer outro eletrólito contendo enxofre. Desta forma, o fluxo iônico para ou proveniente do coletor de corrente é interrompido, enquanto 30 que a condutividade eletrônica é permitida.

O revestimento condutor resistente à corrosão (22) preferivelmente compreende um material em grafite impregnado. A grafite é impregnada com uma substância para tornar a folha de grafite resistente a ácido. A substância
5 pode ser uma substância não polimérica tal como parafina ou furfural. Em certas realizações, a substância de impregnação exibe propriedades termoplásticas e pode apresentar uma temperatura de fusão na faixa de cerca de 25°C a cerca de 400°C.

10 Preferivelmente, a grafite é impregnada com parafina e resina. Em realizações, a grafite pode ser impregnada com uma mistura de cerca de 90 a cerca de 99% em peso de parafina e cerca de 1 a cerca de 19% em peso de resina, preferivelmente cerca de 2 a cerca de 3% em peso de resina,
15 com base no peso da mistura. A resina auxilia que os poros da grafite sejam completamente vedados e, desta forma, não permeáveis a um eletrólito ácido.

A grafite pode estar na forma de uma folha feita de partículas de grafite expandida de alta densidade ou de
20 baixa densidade. Preferivelmente, o revestimento condutor resistente à corrosão compreende uma grafite de baixa densidade pelas razões a seguir.

A maior parte da condução de eletricidade a partir do material eletroquimicamente ativo (24) através do
25 revestimento condutor resistente à corrosão (22) e para o coletor de corrente (20) é normal ao plano do revestimento condutor resistente à corrosão (22). Como mostrado na FIG. 2, a grafite exibe condutividade anisotrópica. A orientação das camadas de grafeno em uma folha de grafite
30 expandida é tal que os planos do grafeno se alinham

substancialmente com a folha. Cada camada de grafeno é uma folha plana única de átomos de carbono apresentando uma estrutura hexagonal. Folhas de grafite expandida de alta densidade tendem a exibir maior alinhamento que folhas de grafite expandida de baixa densidade. Quando uma corrente é aplicada a uma folha de material de grafite de alta densidade, a corrente tende a um fluxo laminar em uma direção paralela ao plano da folha (isto é, através do plano). Desta forma, um material de grafite de alta densidade exibe resistividade ao fluxo de corrente em uma direção perpendicular ao plano da folha (isto é, no plano).

Para grafite de baixa densidade, a condutividade (ou resistividade) tende a ser aproximadamente a mesma ou paralela ou perpendicular ao plano da folha de grafite de baixa densidade. Da mesma forma, uma vez que o fluxo de corrente deve ser em uma direção perpendicular à face ou faces do coletor de corrente (isto é, no plano), grafite de baixa densidade é preferivelmente empregada. Desta forma, é vantajoso se utilizar grafite expandida de baixa densidade, de maneira a se obter uma proporção maior de camadas de grafeno com pelo menos algum componente da direção no plano alinhada com a direção normal da folha de grafite expandida, e, desta forma, reduzir a resistência do eletrodo negativo.

A densidade de uma folha de grafite expandida pode ficar na faixa de cerca de 0,1 a cerca de 2,0 g/cm³, preferivelmente cerca de 0,2 a cerca de 1,8 g/cm³, mais preferivelmente cerca de 0,5 a cerca de 1,5 g/cm³.

Em outras realizações, o revestimento condutor resistente à corrosão (22) pode compreender um revestimento

polimérico compreendendo um material condutor tal como negro de fumo. Alternativamente, o revestimento condutor resistente à corrosão (22) pode compreender um material condutor, mas resistente à corrosão, tal como sub-óxido de titânio ou materiais condutores de diamante. Nas realizações, o material de sub-óxido de titânio podem ser Ti_xO_{2x-1} (onde x é um valor numérico), por exemplo, Ti_4O_7 ou Ti_5O_9 . O sub-óxido de titânio é mais condutor, delgado e provê resistência elétrica menor que a grafite. Nas realizações, o material condutor de diamante pode ser uma camada ou filme depositado por um método de deposição química a partir da fase vapor (CVD) do filamento quente, método CVD de plasma em micro-ondas, método de jateamento de arco de plasma, ou método de deposição de vapor de plasma (PVD). O diamante condutor pode ser dopado, por exemplo, como boro.

Nas realizações, o revestimento condutor resistente à corrosão (22) pode compreender um material que, quando submetido a um agente corrosivo (por exemplo, um oxidante forte tal como ácido sulfúrico), forma uma camada resistente à corrosão impermeável a ácido. No caso de ácido sulfúrico, esta camada pode resultar da oxidação do chumbo para formar sulfato de chumbo.

C. Material Eletroquimicamente Ativo

O material ativo (24) do eletrodo negativo compreende carbono ativado. Carbono ativado refere-se a qualquer material predominantemente a base de carbono que exiba uma área de superfície maior que cerca de $100 \text{ m}^2/\text{g}$, por exemplo, cerca de $100 \text{ m}^2/\text{g}$ a cerca de $2500 \text{ m}^2/\text{g}$, conforme determinada utilizando-se técnicas BET de ponto único

convencionais (por exemplo, utilizando-se o equipamento Micromeritics FlowSorb III 2305/2310). Em certas realizações, o material ativo pode compreender carbono ativado, chumbo, e carbono condutor. Por exemplo, o material ativo pode compreender 5-95% em peso de carbono 5 ativado; 95-5% em peso de chumbo; e 5-20% em peso de carbono condutor.

O material ativo (24) pode ser na forma de uma folha que é aderida e em contato elétrico com o material do revestimento condutor resistente à corrosão (22). Nas 10 realizações, o material ativo é aderido ao revestimento condutor resistente à corrosão pela utilização de cola de fusão a quente.

De maneira a que o carbono ativado se fixe e esteja em contato elétrico com o revestimento condutor resistente 15 à corrosão, partículas de carbono ativado podem ser misturadas com uma substância ligante adequada tal como PTFE ou polietileno de peso molecular ultra alto (por exemplo, apresentando um peso molecular da ordem de 20 milhões, usualmente entre cerca de 2 e cerca de 6 milhões). Nas realizações, a quantidade de ligante pode ser de cerca de 3 a cerca de 25% em peso, preferivelmente cerca de 5 a cerca de 15% em peso (por exemplo, 10% em peso), com base no peso do material ativo e ligante. O material ligante 25 preferivelmente não exhibe propriedades termoplásticas ou exhibe propriedades termoplásticas mínimas.

O carbono ativado e ligante de PTFE ou de polietileno de peso molecular ultra alto reduz a pressão requerida para estabelecer uma boa condutividade elétrica entre o material 30 ativo e o revestimento condutor resistente à corrosão para

menos de cerca de 5 psi, preferivelmente menos de cerca de 3 psi. Em contraste, a utilização de ligantes de polietileno ou de polipropileno ou um eletrodo revestido com lama com ligantes acrílicos ou de butadieno, requer
5 mais de 5 psi para se obter um bom contato entre um material ativo e um revestimento condutor resistente à corrosão.

D. Parte em Aba

Uma parte em aba se estende a partir de uma lateral
10 do eletrodo negativo, por exemplo, a partir do coletor de corrente (20). Nas realizações, a parte em aba é uma extensão do coletor de corrente.

Uma orelha (28) de chumbo ou liga de chumbo é moldada sobre e encapsula pelo menos parte, preferivelmente toda, a
15 parte em aba (26). A orelha (28) pode ser aplicada antes do revestimento resistente à corrosão (22) e do material ativo (24) serem fixados ao coletor de corrente (20), limitando desta forma a exposição destes materiais a temperaturas altas necessárias para fundir o chumbo. A
20 aplicação da orelha (28) antes do revestimento condutor resistente à corrosão (22) e do material ativo (24), permite também que a cola de fusão a quente (41) seja aplicada sobre a orelha (28) quando da fixação do revestimento condutor resistente à corrosão e do material
25 ativo. Nas realizações, a orelha é aplicada à parte em aba por moldagem.

Nas realizações, a orelha pode apresentar uma espessura de cerca de 0,5 mm a cerca de 10 mm. A espessura da orelha (28) é escolhida para assegurar que a vedação da
30 parte em aba (26) e do revestimento resistente à corrosão

(22) não seja afetada pelo processamento térmico que ocorre durante a operação do tipo moldagem em cinta ("cast-on-strap") (COS). De acordo com a presente invenção, uma peça tipo moldada em cinta (30) feita de chumbo ou liga de chumbo pode ser moldada sobre pelo menos uma parte da orelha (28).

A orelha (28) assegura que o coletor de corrente (20) não sofra corrosão com um eletrólito. Em certas realizações, o chumbo da orelha irá reagir com um eletrólito de ácido sulfúrico para formar $PbSO_4$, formando uma barreira à corrosão. Com base em teste acelerado, a orelha provê cerca de 5 anos a cerca de 10 anos de proteção contra corrosão ao coletor de corrente. Em contraste, a utilização de uma folha de plástico para proteger uma parte em aba e o coletor de corrente falha rapidamente, quando o eletrólito ácido penetra rapidamente entre o plástico e a parte em aba.

EXEMPLOS

Exemplo 1: Revestimento Resistente à Corrosão de Grafite Impregnada

Nove eletrodos negativos foram obtidos sem um material ativo, mas com três diferentes tipos de folha de grafite ("grafoil"). Papel indicador foi cortado para se ajustar (enrolar em torno) a ambos os lados de um coletor de corrente de cobre. Quatro eletrodos foram feitos utilizando-se uma máquina de cola automática e 5 eletrodos foram feitos com a mesma cola, mas aplicada manualmente, de tal forma que se ocorrerem vazamentos da cola, poderia ser determinado se ocorre um processo falho de colagem ou uma falha na cola.

Todos os eletrodos foram saturados com ácido sulfúrico, comprimidos firmemente em uma caixa de bateria, e então pressurizados a 35 psi por 30 minutos. Após a despressurização, os eletrodos foram cuidadosamente enxaguados e a "grafoil" foi descascada do coletor de corrente de cobre para se observar sinais de vazamento.

Os 3 eletrodos feitos de "grafoil" com impregnação de 100% de cera de parafina sempre apresentaram vazamento no centro indicando falha na "grafoil", mas não da cola, como mostrado na FIG. 3. Os 3 eletrodos feitos de "grafoil" com impregnação com goma de 98% de parafina e 2% de resina não apresentaram qualquer evidência de vazamento de ácido, como mostrado na FIG. 4. Dois eletrodos feitos de "grafoil" impregnada com furfural não apresentaram vazamentos, no entanto a terceira apresentou vazamento próximo à borda inferior que foi provavelmente causado por uma aderência baixa da cola à "grafoil", como ilustrado na FIG. 5.

Exemplo 2: Orelha de Chumbo sobre a Parte em Aba

Um revestimento de chumbo-estanho foi utilizado para proteger uma aba de cobre contra corrosão, como ilustrado na FIG. 7A. O material de chumbo-estanho sofre corrosão e forma uma camada resistente à corrosão de sulfato de chumbo. Entretanto, um processo tipo moldagem em cinta resulta em um desgaste significativo do revestimento. Durante a operação COS, a aba é colocada em contato com chumbo derretido. O chumbo quente provoca um aquecimento significativo da aba resultando na fusão do revestimento protetor de chumbo-estanho que é levado para dentro da cinta de chumbo, deixando a aba de cobre com um revestimento protetor muito delgado. Como resultado, a aba

de cobre é corroída por um eletrólito de ácido sulfúrico, como mostrado na FIG. 6.

Uma orelha de chumbo foi moldada sobre uma aba de cobre em vez do revestimento de chumbo-estanho, como
5 ilustrado na FIG. 7B. A orelha de chumbo não funde durante uma operação COS e, desta forma, foi mantido um revestimento protetor.

VI. Aplicabilidade Industrial

Um eletrodo negativo compreende um coletor de
10 corrente; um revestimento condutor resistente à corrosão fixado a pelo menos uma face do coletor de corrente; uma folha compreendendo carbono ativado aderido ao revestimento condutor resistente à corrosão; e uma parte em aba que se estende a partir de uma lateral do eletrodo negativo como
15 descrito acima. O eletrodo negativo é particularmente adequado para dispositivos de armazenamento de energia híbrida.

Embora realizações específicas da invenção tenham sido descritas aqui, os especialistas na técnica entendem
20 que muitas outras modificações e realizações da invenção recairão no espírito da invenção, se beneficiando dos ensinamentos apresentados na descrição acima e associada aos desenhos.

Por esta razão, entende-se que a invenção não está
25 limitada às realizações específicas descritas aqui, e que várias modificações e outras realizações da invenção estão incluídas no escopo da invenção. Além disto, embora termos específicos sejam empregados aqui, são utilizados apenas no sentido genérico e descritivo, e não para propósito de
30 limitar a invenção descrita.

REIVINDICAÇÕES

1. Eletrodo negativo para um dispositivo de armazenamento de energia híbrida, **caracterizado** pelo fato de apresentar:
- um coletor de corrente;
 - um revestimento condutor resistente à corrosão fixado a pelo menos uma face do coletor de corrente;
 - uma folha compreendendo carbono ativado aderida ao revestimento condutor resistente à corrosão;
 - uma parte em aba que se estende a partir de uma lateral do dito eletrodo negativo; e
 - uma orelha feita de chumbo ou liga de chumbo que encapsula a parte em aba.
2. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da folha compreender:
- 5-95% em peso de carbono ativado,
 - 5-95% em peso de chumbo, e
 - 5-20% em peso de carbono condutor.
3. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato do revestimento condutor resistente à corrosão ser fixado em ambas as faces do dito coletor de corrente, e uma folha compreendendo carbono ativado estar aderida e em contato elétrico com os ditos revestimentos condutores resistentes à corrosão em ambas as faces do coletor de corrente.
4. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato do coletor de corrente compreender um material metálico.

5. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato do coletor de corrente compreender um material apresentando uma condutividade de $1,0 \times 10^5$ siemens/m.

5 6. Eletrodo negativo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato do coletor de corrente compreender cobre ou uma liga de cobre.

7. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato do revestimento condutor
10 resistente à corrosão compreender uma folha de grafite expandida impregnada com parafina ou resina.

8. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato da folha de grafite expandida compreender grafite de baixa densidade apresentando uma
15 densidade na faixa de cerca de 0,1 a cerca de 2,0 g/cm³.

9. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do coletor de corrente ser na forma de uma folha ou malha.

10 9, **caracterizado** pelo fato do coletor de corrente ser na forma de uma malha apresentando o revestimento condutor resistente à corrosão pressionado na malha.

11. Eletrodo negativo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato da folha de
25 carbono ativado compreender adicionalmente pelo menos um de um politetrafluor-etileno ou um polietileno de peso molecular ultra alto.

12. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato do revestimento condutor

resistente à corrosão compreender um sub-óxido de titânio representado pela fórmula Ti_xO_{2x-1} , onde x é um valor numérico.

13. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato do revestimento condutor
5 resistente à corrosão compreender um material de diamante condutor.

14. Eletrodo negativo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da orelha apresentar uma espessura de cerca de 0,05 mm a cerca de 10 mm.

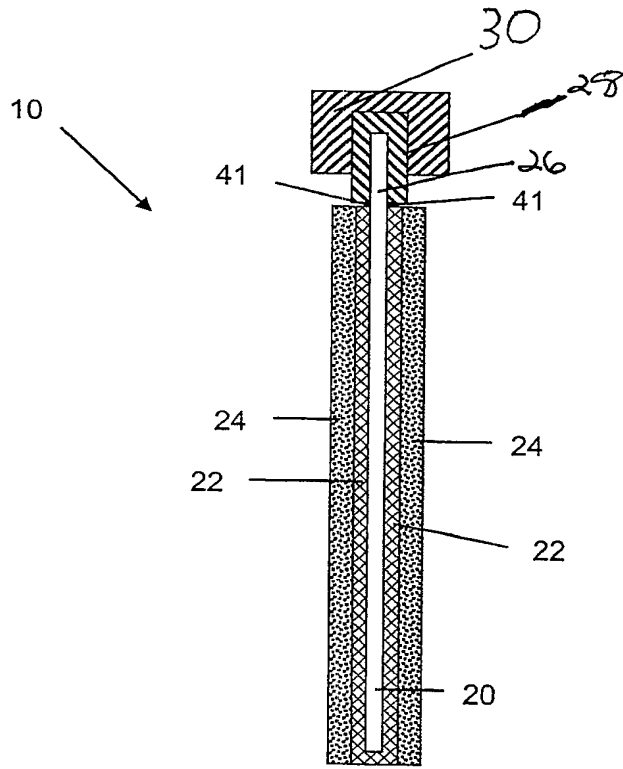


Fig. 1

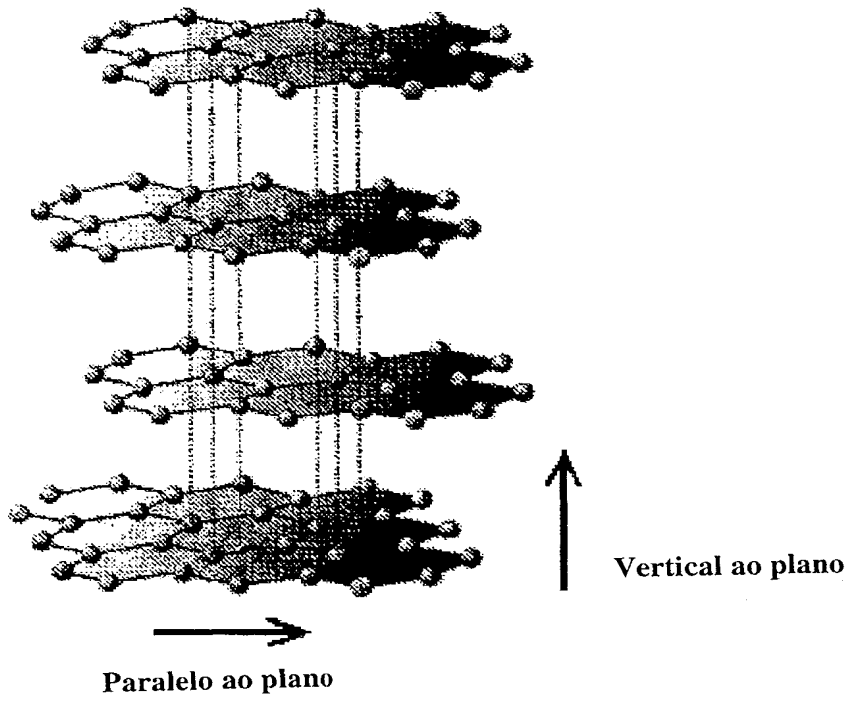


Fig. 2

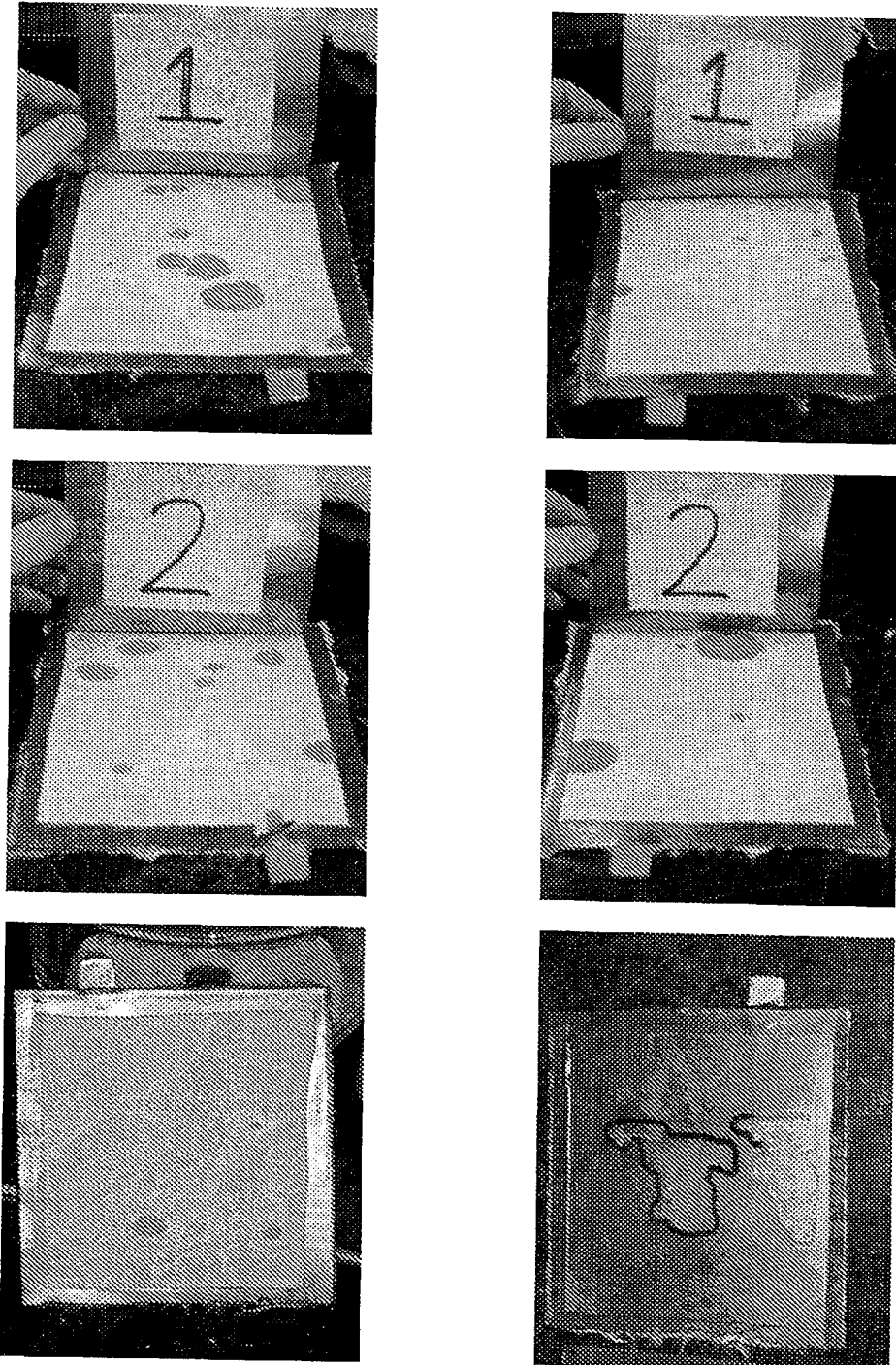


FIG. 3

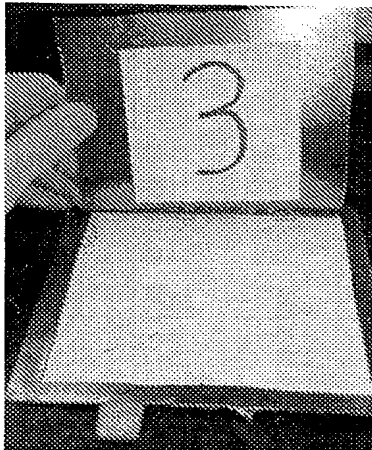
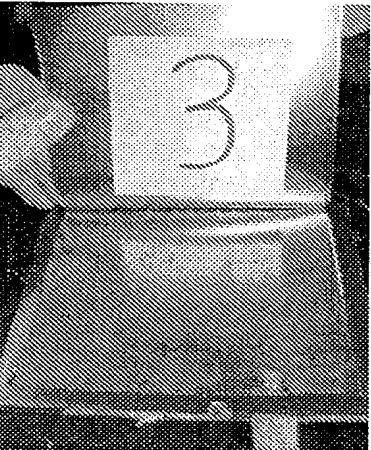
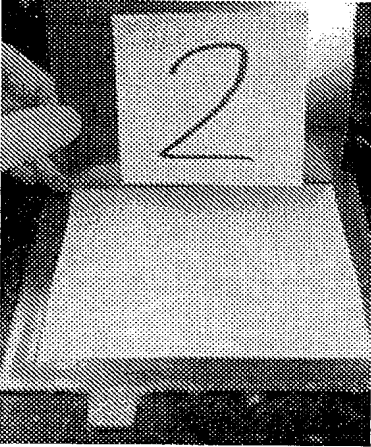
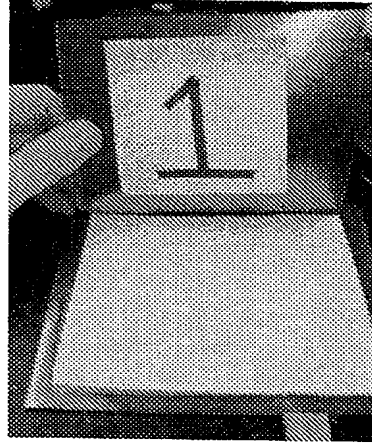
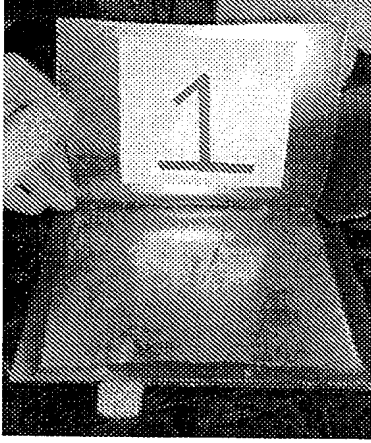


FIG. 4

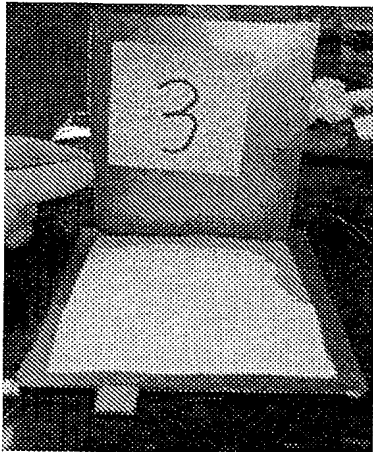
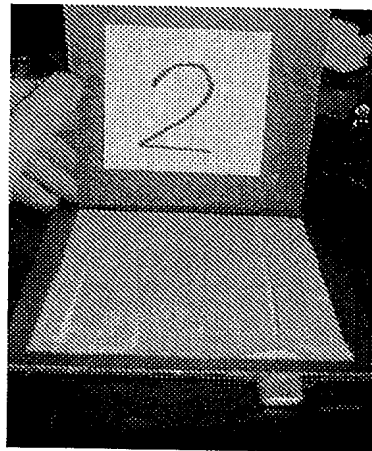
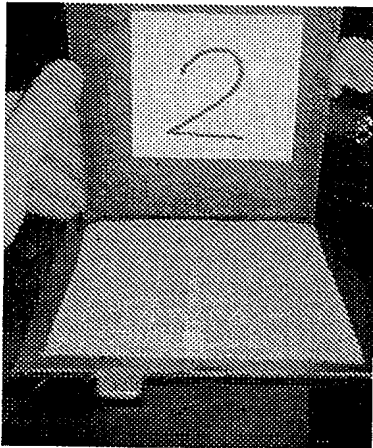
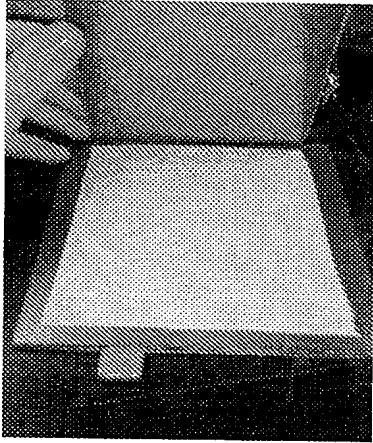


FIG. 5

Aba de cobre está corroída no local onde está completamente desconectada da moldagem em cinta

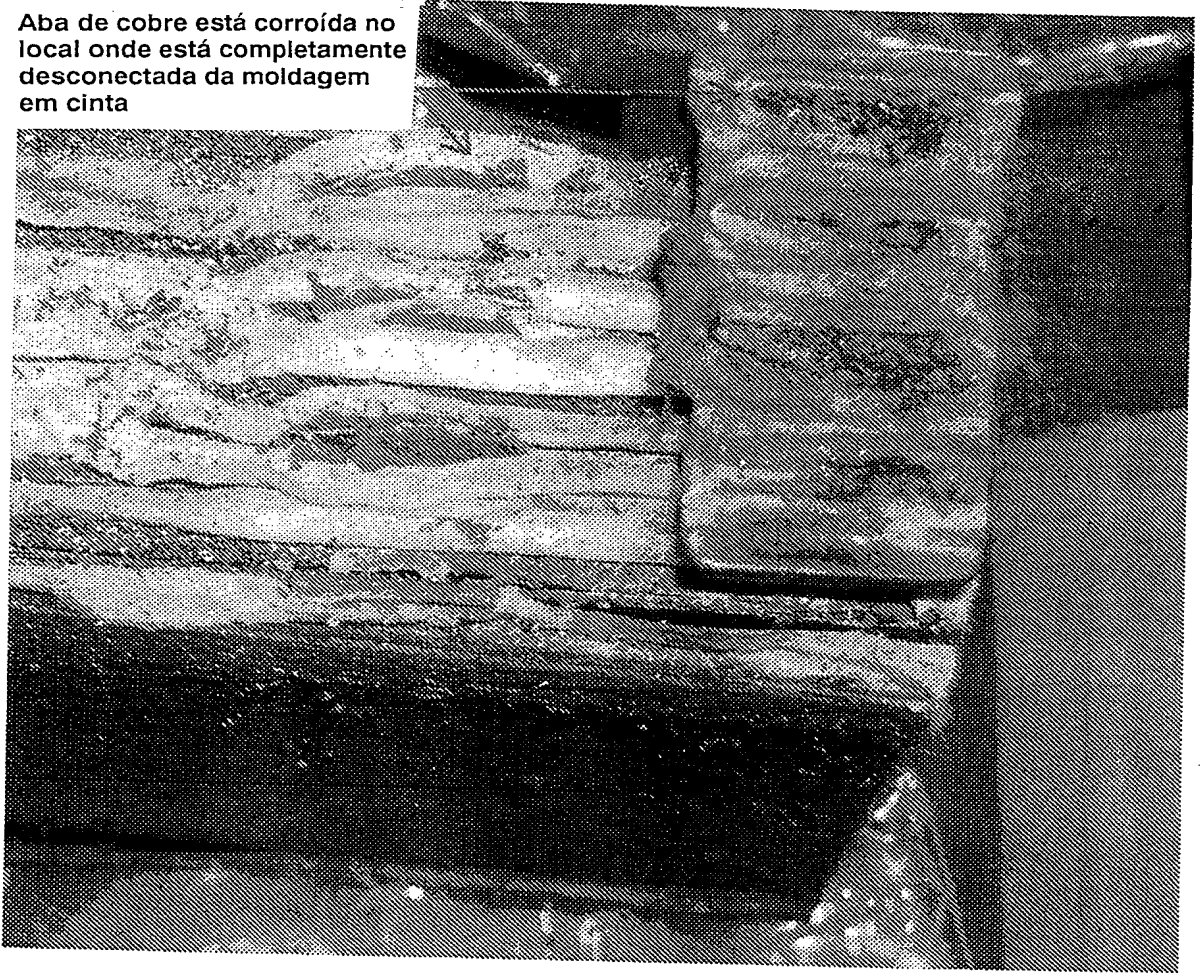


FIG. 6

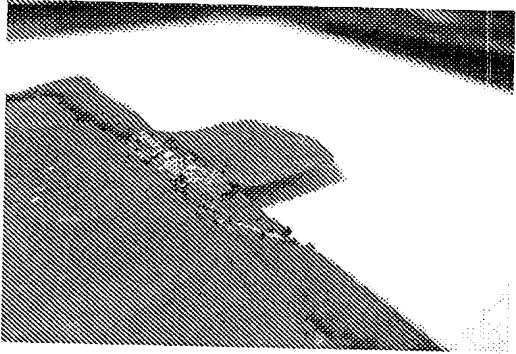


FIG. 7A
PRIOR ART

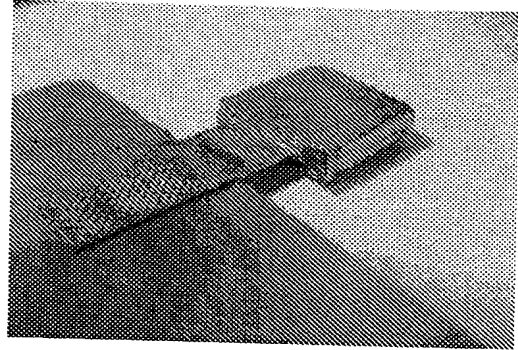


FIG. 7B

RESUMO

**ELETRODO NEGATIVO PARA DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO DE
ENERGIA HÍBRIDA**

5

A presente invenção refere-se a um eletrodo negativo (10) para um dispositivo de armazenamento de energia híbrida que inclui um coletor de corrente (20); um revestimento condutor (22) resistente à corrosão fixado a pelo menos uma face do coletor de corrente (20); uma folha compreendendo carbono ativado aderida ao revestimento condutor (22) resistente à corrosão; uma parte em aba (26) que se estende a partir de uma lateral do dito eletrodo negativo (10); e uma orelha feita de chumbo (28) ou liga de chumbo que encapsula pelo menos parte da parte em aba (26).

10
15