



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

(21) **PI0806419-9 A2**



\* B R P I O 8 0 6 4 1 9 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 05/02/2008  
(43) Data da Publicação: 06/09/2011  
(RPI 2122)

(51) *Int.Cl.:*  
H01M 2/14

(54) **Título:** SEPARADOR DE COMPOSTO ORGÂNICO/INORGÂNICO QUE POSSUI CAMADA DE REVESTIMENTO ATIVA POROSA E DISPOSITIVO ELETROMECCÂNICO CONTENDO O MESMO

(30) **Prioridade Unionista:** 05/02/2007 KR 10-2007-0011818

(73) **Titular(es):** LG CHEM, LTD.

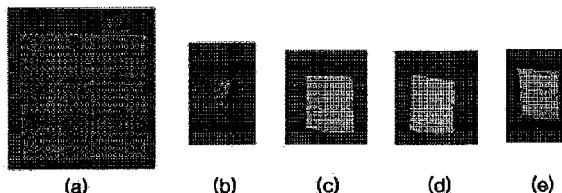
(72) **Inventor(es):** KIM, SEOK-KOO, PARK, JONG-HYEOK, Sohn, Joon-Yong

(74) **Procurador(es):** Pinheiro Neto - Advogados

(86) **Pedido Internacional:** PCT KR2008000706 de 05/02/2008

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/097013de 14/08/2008

(57) **Resumo:** SEPARADOR DE COMPOSTO ORGÂNICO/INORGÂNICO QUE POSSUI CAMADA DE REVESTIMENTO ATIVA POROSA E DISPOSITIVO ELETROMECCÂNICO CONTENDO O MESMO. Um separador de composto orgânico/inorgânico inclui (a) um substrato poroso de poliolefina que possui poros; e (b) uma camada ativa porosa que contém uma mistura de partículas inorgânicas e um polímero aglomerante, com a qual pelo menos uma superfície do substrato poroso de poliolefina é revestida, em que a camada ativa porosa tem uma força de esfoliação de 5 gf/cm ou maior, e uma redução térmica do separador depois de ser deixado sozinho em 150° por 1 hora é 50% ou menos em uma direção de máquina (MD) ou em uma direção transversal (TD) Este separador de composto orgânico/inorgânico resolve o problema de que partículas inorgânicas na camada ativa porosa formadas no substrato poroso sejam extraídas durante um processo de montagem de um dispositivo eletroquímico, e também pode impedir um curto-circuito elétrico entre cátodo e ânodo, quando o dispositivo eletroquímico é superaquecido.



(a)

(b)

(c)

(d)

(e)



PI0806419-9

**"SEPARADOR DE COMPOSTO ORGÂNICO/INORGÂNICO QUE POSSUI CAMADA DE REVESTIMENTO ATIVA POROSA E DISPOSITIVO ELETROME CÂNICO CONTENDO O MESMO"**

**Campo Técnico**

5 A presente invenção está relacionada a um separador de um dispositivo eletroquímico, tal como uma bateria secundária de lítio e um dispositivo eletroquímico que o contém. Mais especificamente, a presente invenção está relacionada a um separador de composto orgânico/inorgânico no qual uma camada ativa  
10 porosa é revestida com uma mistura de uma partícula inorgânica e um polímero sobre uma superfície de um substrato poroso, e um dispositivo eletroquímico que o contém.

**Técnica Anterior**

15 Recentemente, houve um interesse crescente em tecnologia de armazenamento de energia. Baterias foram extensamente usadas como fontes de energia nos campos de telefones celulares, filmadoras, computadores portáteis, PCs e carros elétricos, resultando em intensa pesquisa e desenvolvimento a elas relacionados. Dentro deste contexto, dispositivos eletroquímicos é  
20 um dos assuntos de grande interesse. Especificamente, o desenvolvimento de baterias secundárias recarregáveis foi o foco de atenção. Recentemente, a pesquisa e desenvolvimento em um novo eletrodo e uma nova bateria que podem melhorar a capacidade, densidade e energia específica foi realizada intensivamente no  
25 campo das baterias secundárias.

Entre baterias secundárias atualmente usadas, as baterias secundárias de lítio desenvolvidas no início dos anos 90 têm uma tensão de acionamento mais alta e uma densidade de energia muito mais alta do que aquelas de baterias convencionais que usam  
30 uma solução de eletrólito aquosa tal como baterias de Ni-MH, baterias de Ni-Cd e baterias de  $H_2SO_4$ -Pb. Por essas razões, as baterias secundárias de lítio foram usadas vantajosamente. Porém, tal bateria secundária de lítio apresenta desvantagens no que diz respeito aos eletrólitos orgânicos nela usados podem causar  
35 problemas relacionados à segurança que resultam em combustão e explosão das baterias e ao fato de que os processos para fabricar

tal bateria são complicados. Recentemente, baterias de polímero de íon de lítio foram consideradas como baterias de próxima geração, uma vez que as desvantagens mencionadas das baterias iônicas de lítio foram resolvidas. Porém, as baterias de polímero de íon de lítio têm uma capacidade de bateria relativamente mais baixa do que aquelas baterias iônicas de lítio e uma capacidade de descarga insuficiente em baixa temperatura; assim há necessidade premente de uma solução de tais desvantagens das baterias de polímero de íon de lítio.

Tais dispositivos eletroquímicos foram produzidos por muitas empresas e a estabilidade da bateria tem fases diferentes nos dispositivos eletroquímicos. Conseqüentemente, é importante avaliar e assegurar a estabilidade das baterias de polímero de íon de lítio. Em primeiro lugar, deve ser considerado que erros na operação das baterias não deveriam causar dano aos usuários. Para esse propósito, a Safety Regulation regula, de maneira severa, a ignição e a explosão nos dispositivos eletroquímicos. Dentre as características de estabilidade do dispositivo eletroquímico, o superaquecimento do dispositivo eletroquímico pode causar fuga térmica e a explosão pode acontecer quando um separador é puncionado. Em particular, um substrato poroso de poliolefina geralmente usado como um separador de um dispositivo eletroquímico mostra comportamento redutor térmico extremo em uma temperatura de 100°C ou maior, devido às características de seu material e de seu processo de fabricação, tal como prolongamento, assim pode acontecer um curto-circuito elétrico entre cátodo e ânodo.

Para resolver os mencionados problemas relacionados à segurança do dispositivo eletroquímico, foi proposto um separador de composto orgânico/inorgânico que possui uma camada ativa porosa formada pelo revestimento de pelo menos uma superfície de um substrato poroso de poliolefina que possui muitos poros com uma mistura de partículas inorgânicas e um polímero aglomerante (ver o Pedido de Patente Publicado No. 10-2006-72065 e 10-2007-231, por exemplo). As partículas inorgânicas na camada ativa porosa formadas no substrato poroso de poliolefina agem como um tipo de espaçador que mantém uma forma física da

camada ativa porosa; assim as partículas inorgânicas retêm redução térmica do substrato poroso de poliolefina quando o dispositivo eletroquímico é superaquecido. Ademais, volumes intersticiais existem entre as partículas inorgânicas, formando assim poros  
5 finos.

Como mencionado acima, pelo menos uma determinada quantidade de partículas inorgânicas deveria estar contida tal que a camada ativa porosa formada no separador de composto orgânico/inorgânico possa reter redução térmica do substrato  
10 poroso de poliolefina. Entretanto, à medida que o teor de partículas inorgânicas é aumentado, o teor de polímero aglomerante é relativamente diminuído, o que pode causar os seguintes problemas.

Em primeiro lugar, devido à tensão gerada em um  
15 processo de montagem de um dispositivo eletroquímico, tal como enrolamento, partículas inorgânicas podem ser extraídas da camada ativa porosa e as partículas inorgânicas extraídas agem como uma deficiência local do dispositivo eletroquímico, provendo assim uma influência ruim na estabilidade do dispositivo eletroquímico.

Em segundo lugar, a adesão entre a camada ativa  
20 porosa e o substrato poroso de poliolefina é enfraquecida, assim a capacidade da camada ativa porosa para reter redução térmica do substrato poroso de poliolefina é prejudicada. Assim, é difícil impedir um curto-circuito elétrico entre cátodo e ânodo,  
25 exatamente quando o dispositivo eletroquímico é superaquecido.

Pelo contrário, se o teor de polímero aglomerante na camada ativa porosa for aumentado para impedir extração de partículas inorgânicas, o teor de partículas inorgânicas é reduzido relativamente; assim a contenção térmica do substrato  
30 poroso de poliolefina pode não ser contida facilmente. Consequentemente, é difícil impedir um curto-circuito elétrico entre cátodo e ânodo e também o desempenho do dispositivo eletroquímico é prejudicado devido à redução de porosidade na camada ativa porosa.

35

## DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

### Problema Técnico

A presente invenção é projetada para resolver os problemas da técnica anterior e, assim, o objeto da invenção é prover um separador de composto orgânico/inorgânico capaz de impedir a extração de partículas inorgânicas em uma camada ativa porosa formada em um substrato poroso durante um processo de montagem de um dispositivo eletroquímico e também capaz de conter um curto-circuito elétrico entre cátodo e ânodo, mesmo quando o dispositivo eletroquímico for superaquecido.

#### **Solução Técnica**

Para realizar o primeiro objeto, a presente invenção provê um separador de composto orgânico/inorgânico que inclui (a) um substrato poroso de poliolefina que possui poros; e (b) uma camada ativa porosa que contém uma mistura de partículas inorgânicas e um polímero aglomerante, com a qual pelo menos uma superfície do substrato poroso de poliolefina é revestida, em que a camada ativa porosa tem uma força de esfoliação (peeling) de 5 gf/cm ou maior e uma redução térmica do separador depois de ser deixado sozinho a 150° por 1 hora é 50% ou menos em uma direção de máquina (MD) ou em uma direção transversal (TD).

O separador de composto orgânico/inorgânico da presente invenção pode resolver o problema de que partículas inorgânicas na camada ativa porosa sejam extraídas durante um processo de montagem de um dispositivo eletroquímico, entretanto partículas inorgânicas são contidas suficientemente além de um determinado teor. Ademais, a força adesiva entre a camada ativa porosa e o substrato poroso de poliolefina é forte, assim a redução térmica é contida em determinado grau apesar do dispositivo eletroquímico ser superaquecido, impedindo assim um curto-circuito elétrico entre o cátodo e o ânodo. Conseqüentemente, a estabilidade do dispositivo eletroquímico é grandemente melhorada.

No separador de composto orgânico/inorgânico de acordo com a presente invenção, o polímero aglomerante é preferivelmente uma mistura de um primeiro polímero aglomerante, tendo um ângulo de contato em relação a uma gota de água de 70° a 140° e um segundo polímero aglomerante que possui um ângulo de contato em relação a uma gota de água de 1° a 69°. Uma vez que os

primeiro e segundo polímeros aglomerantes com propriedades hidrófilas diferentes são usados em uma forma de mistura para controlar a propriedade hidrófila da mistura de polímero, pode ser obtido um efeito sinérgico de melhoria de estabilidade térmica do separador de composto orgânico/inorgânico.

O primeiro aglomerante mencionado acima pode ser qualquer polímero ou uma mistura de pelo menos dois polímeros selecionados a partir do grupo que consiste em fluoreto de polivinilideno, fluoreto-co-hexafluorpropeno de polivinilideno, fluoreto-co-tricloroetileno de polivinilideno, polimetilmetacrilato, poliacrilonitrila, polivinilacetato, acetato de polietileno-co-vinil, poli-imida e óxido de polietileno.

Também, o segundo polímero aglomerante mencionado acima pode ser qualquer polímero ou uma mistura de pelo menos dois polímeros que têm pelo menos um grupo polar selecionado a partir do grupo que consiste em grupo hidroxila (-OH), grupo carboxila (-COOH), grupo anidrido maleico (-COOOC-), grupo sulfonato (-SO<sub>3</sub>H) e grupo pirrolidona (-NCO-). Este segundo polímero aglomerante pode ser ciano-etil-pululan, ciano-etil-poli-vinil-álcool, ciano-etil-celulose, ciano-etil-sacarose, celulose de metil de carboxila, poli-vinil-álcool, ácido poliacrílico, anidrido poli-maleico, ou polivinilpirrolidona, por exemplo.

#### **Breve Descrição dos Desenhos**

Estes e outras características, aspectos, e vantagens de modalidades preferidas da presente invenção serão descritas mais completamente na descrição detalhada a seguir, tomada com os desenhos anexos. Nos desenhos:

As Figuras 1a a 1e são fotografias que mostram um separador fabricado de acordo com modalidades da presente invenção e exemplos comparativos que ilustram redução de calor depois que o separador é deixado sozinho por 1 hora em um forno de 150°C; e

A Figura 2 é uma fotografia que mostra um dispositivo de teste para medir uma força de esfoliação de uma camada ativa porosa formada em um separador composto orgânico/inorgânico fabricado de acordo com modalidades da presente invenção e exemplos comparativos.

### Melhor Modo de Realizar a Invenção

Em seguida, serão descritas modalidades preferidas da presente invenção recorrendo em detalhes aos desenhos anexos. Antes da descrição, deve ser entendido que os termos usados no Relatório Descritivo e nas reivindicações anexas não devem ser interpretadas como limitativas dos significados gerais de dicionário, mas interpretadas com base nos significados e conceitos que correspondem a aspectos técnicos da presente invenção com base do princípio de que ao inventor é permitido definir termos apropriados para melhor explicação. Então, a descrição proposta neste relatório é apenas um exemplo preferencial com a finalidade de ilustrar apenas, não se pretendendo limitar o escopo da invenção, assim deve ser entendido que equivalentes e modificações diferentes podem ser realizadas sem partir do espírito e escopo da invenção.

A presente invenção provê um separador de composto orgânico/inorgânico, que inclui (a) um substrato poroso de poliolefina que possui poros; e (b) uma camada ativa porosa que contém uma mistura de partículas inorgânicas e um polímero aglomerante, com a qual pelo menos uma superfície do substrato poroso de poliolefina é revestida, em que a camada ativa porosa tem uma força de esfoliação de 5 gf/cm ou maior, e uma redução térmica do separador depois de ser deixado sozinho a 150°C por 1 hora é 50% ou menos em uma direção de máquina (MD) ou em uma direção transversal (TD).

No separador de composto orgânico/inorgânico da presente invenção, a camada ativa porosa tem uma força de esfoliação de 5 gf/cm ou maior; assim a camada ativa porosa tem uma resistência de esfoliação excelente, resolvendo assim o problema de que partículas inorgânicas na camada ativa porosa são extraídas, ao passo que se monta um dispositivo químico de carga. Ademais, uma força adesiva entre a camada ativa porosa e o substrato poroso de poliolefina é forte. Assim, apesar da bateria estar superaquecida, a camada ativa porosa e o substrato poroso de poliolefina não são separados e a redução térmica do substrato poroso de poliolefina pode ser contida. Isto é, uma vez que o separador de composto orgânico/inorgânico mostra uma redução

térmica de 50% ou menos em uma direção de máquina (MD) ou em uma direção transversal (TD), é possível impedir um curto-circuito elétrico entre cátodo e ânodo. Ademais, apesar do substrato poroso estar superaquecido no dispositivo eletroquímico, ambos os  
5 eletrodos não entram completamente em curto-circuito, devido à camada ativa porosa. Mesmo se ocorrer um curto-circuito, a área em curto-circuito não é aumentada, melhorando assim a estabilidade do dispositivo eletroquímico.

No separador de composto orgânico/inorgânico da  
10 presente invenção, mais preferivelmente, a camada ativa porosa tem uma força de esfoliação de 10 gf/cm ou maior e uma redução térmica do separador depois de ser deixado sozinho a 150°C por 1 hora é preferivelmente 30% ou menos em uma direção de máquina (MD) ou em uma direção transversal (TD), no aspecto de estabilidade do  
15 dispositivo eletroquímico e resistência de esfoliação da camada ativa porosa.

No separador de composto orgânico/inorgânico da presente invenção, o polímero aglomerante usa preferivelmente uma mistura de um primeiro polímero aglomerante tendo um ângulo de  
20 contato em relação a uma gota de água de 70° a 140° e um segundo polímero aglomerante que possui um ângulo de contato em relação a uma gota de água de 1° a 69°. Na presente invenção, depois que um filme de amostra foi fabricado usando um polímero aglomerante correspondente, uma gota de água destilada caiu sobre ele e,  
25 assim, um ângulo de contato formado na relação da gota de água foi ajustado em 23 graus. Também, o ângulo de contato em relação na relação da gota de água foi medido usando um medidor de ângulo de contato modelo CA-DT-UM (mfd. produzido por Kyowa Kaimen Kagaku KK) sob a condição de 50% RH. Ângulos de contato foram medidos em  
30 dois pontos (isto é, pontos da esquerda e direita) de cada um de três filmes de amostra e foi calculada a média de seis valores medidos e ajustada como um ângulo de contato. A gota de água destilada tem um diâmetro de 2 mm e o valor de ângulo de contato exibido no medidor mostra um ângulo de contato medido 1 minuto  
35 depois que a gota de água destilada caiu.

Uma vez que os primeiro e segundo polímeros aglomerantes que têm propriedades hidrófilas diferentes são usados

em uma forma de mistura para controlar uma propriedade hidrófila da mistura de polímero como mencionado acima, é possível perceber um efeito sinérgico na melhoria da estabilidade térmica do separador de composto orgânico/inorgânico.

5 Mais preferivelmente, o primeiro polímero aglomerante tem um ângulo de contato em relação a uma gota de água de 90° a 110° e o segundo polímero aglomerante tem um ângulo de contato em relação a uma gota de água de 20° a 40°. Também, o primeiro polímero aglomerante e o segundo polímero aglomerante  
10 estão preferivelmente misturados em uma relação de peso de 95:5 a 5:95, mas não limitadamente.

O primeiro polímero aglomerante mencionado acima pode ser qualquer polímero ou uma mistura de pelo menos dois polímeros selecionados a partir do grupo que consiste em fluoreto de polivinilideno, fluoreto-co-hexaflúorpropeno de polivinilideno,  
15 fluoreto-co-tricloroetileno de polivinilideno, polimetilmetacrilato, poliacrilonitrila, polivinilacetato, acetato de polietileno-co-vinil, poli-imida e óxido de polietileno, mas não limitadamente.

20 Também, o segundo polímero aglomerante é preferivelmente um polímero ou uma mistura de pelo menos dois polímeros que têm pelo menos um grupo polar selecionado a partir do grupo que consiste em grupo hidroxila (-OH), grupo carboxila (-COOH), grupo anidrido maleico (-COOOC-), grupo sulfonato (-SO<sub>3</sub>H)  
25 e grupo pirrolidona (-NCO-). O segundo polímero aglomerante pode ser ciano-etil-pululan, ciano-etil-poli-vinil-álcool, ciano-etil-celulose, ciano-etil-sacarose, celulose de metil de carboxila, poli-vinil-álcool, ácido de poliacrílico, anidrido de poli-maleico, ou polivinilpirrolidona.

30 Ademais, no separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a presente invenção, o número de partículas inorgânicas por unidade de área da camada ativa porosa é preferivelmente  $1 \times 10^{15}$  a  $1 \times 10^{30}$  /m<sup>2</sup>, levando em consideração uma espessura comum da camada ativa porosa. Se o  
35 número de partículas inorgânicas por unidade de área da camada ativa porosa for menor que  $1 \times 10^{15}$ , a estabilidade térmica obtida pelas partículas inorgânicas pode ser prejudicada. Enquanto isso,

se o número de partículas inorgânicas por unidade de área da camada ativa porosa for maior que  $1 \times 10^{30}/\text{m}^2$ , dispersão em uma solução de revestimento e viabilidade de revestimento, requerida para formar a camada ativa porosa, pode ser prejudicada. Também, um peso das partículas inorgânicas por unidade de área da camada ativa porosa é preferivelmente 5 a  $100 \text{ g}/\text{m}^2$ .

No separador de composto orgânico/inorgânico de acordo com a presente invenção, a partícula inorgânica usada para formar a camada ativa porosa não é limitada especificamente se for estável químico-eletricamente. Isto é, uma partícula inorgânica utilizável na presente invenção não é limitada especialmente se a reação de oxidação ou redução não ocorrer em uma faixa de tensão operacional (por exemplo, 0 a 5V com base em  $\text{Li}/\text{Li}^+$ ) de um dispositivo eletroquímico aplicado. Em particular, no caso em que é usada uma partícula inorgânica com capacidade de transferência de íon, é possível aumentar o desempenho ao aumentar a condutividade de íon no dispositivo eletroquímico.

Ademais, no caso em que for usada uma partícula inorgânica com uma constante dielétrica alta, contribui para o aumento de dissociação de sal de eletrólito, por exemplo, sal de lítio, no eletrólito líquido, melhorando assim a condutividade de íon do eletrólito.

Devido às razões mencionadas, é preferível que as partículas inorgânicas sejam selecionadas a partir do grupo que consiste em partículas inorgânicas que têm uma constante dielétrica de 5 ou maior, preferivelmente 10 ou acima, partículas inorgânicas que possuem capacidade de transferência do íon de lítio, ou suas misturas. A partícula inorgânica que possui uma constante dielétrica de 5 ou maior é qualquer partícula inorgânica ou uma mistura de pelo menos duas partículas inorgânicas selecionadas a partir do grupo que consiste em  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  (PZT),  $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y\text{O}_3$  (PLZT),  $\text{PB}(\text{Mg}_3\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$  (PMN-PT), háfnio ( $\text{HfO}_2$ ),  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiC}$  e  $\text{TiO}_2$ , mas não limitadamente.

Em particular, as partículas inorgânicas, tais como,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  (PZT),  $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y\text{O}_3$  (PLZT),  $\text{PB}(\text{Mg}_3\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$  (PMN-PT) e háfnio ( $\text{HfO}_2$ ) mostram uma constante

dielétrica alta de 100 ou maior e tem piezeletricidade, uma vez que são geradas cargas para estabelecer uma diferença de potencial entre ambas as superfícies, quando uma determinada pressão é aplicada para estendê-las ou reduzi-las, assim as partículas inorgânicas acima podem impedir a geração de um curto-circuito interno de ambos os eletrodos causado por um impacto externo e, assim, podem melhorar ainda mais a estabilidade do dispositivo eletroquímico. Ademais, no caso em que as partículas inorgânicas que têm uma constante dielétrica alta estão misturadas com as partículas inorgânicas que têm capacidade de transferência de íon de lítio, o seu efeito sinérgico pode ser dobrado.

Na presente invenção, a partícula inorgânica que possui capacidade de transferência do íon de lítio significa uma partícula inorgânica que contém átomo de lítio e possui uma função de mover um íon de lítio sem armazenar o lítio. A partícula inorgânica que possui capacidade de transferência do íon de lítio pode transferir e mover íons de lítio devido a um tipo de deficiência que existe na estrutura de partícula; assim é possível melhorar a condutividade de íon de lítio na bateria e também melhorar o desempenho da bateria. A partícula inorgânica que possui capacidade de transferência do íon de lítio é qualquer partícula inorgânica ou uma mistura de pelo menos duas partículas inorgânicas selecionadas a partir do grupo que consiste em fosfato de lítio ( $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ), fosfato de titânio de lítio ( $\text{Li}_x\text{Ti}_y(\text{PO}_4)_3$ ,  $0 < x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ), fosfato de titânio de alumínio de lítio ( $\text{Li}_x\text{Al}_y\text{Ti}_z(\text{PO}_4)_3$ ,  $0 < x < 2$ ,  $0 < y < 1$ ,  $0 < z < 3$ ), vidro tipo ( $\text{LiAlTiP})_x\text{O}_y$  ( $0 < x < 4$ ,  $0 < y < 13$ ), titanato de lantânio de lítio ( $\text{Li}_x\text{La}_y\text{TiO}_3$ ,  $0 < x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ), trifosfato de germânio de lítio ( $\text{Li}_x\text{Ge}_y\text{P}_2\text{S}_w$ ,  $0 < x < 4$ ,  $0 < y < 1$ ,  $0 < z < 1$ ,  $0 < w < 5$ ), nitretos de lítio ( $\text{Li}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x < 4$ ,  $0 < y < 2$ ), vidro tipo  $\text{SiS}_2$  ( $\text{Li}_x\text{Si}_y\text{S}_z$ ,  $0 < x < 3$ ,  $0 < y < 2$ ,  $0 < z < 4$ ), e vidro tipo  $\text{P}_2\text{S}_5$  ( $\text{Li}_x\text{P}_y\text{S}_z$ ,  $0 < x < 3$ ,  $0 < y < 3$ ,  $0 < z < 7$ ), mas não limitadamente.

No separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a presente invenção, o tamanho de partículas inorgânicas na camada ativa porosa não é limitado especialmente, mas está preferivelmente na faixa de 0,001 a 10 $\mu\text{m}$ , se possível, de modo a formar uma camada de revestimento em uma espessura uniforme

e assegurar porosidade adequada. Se o tamanho de partícula for menor que  $0,001\mu\text{m}$ , a propriedade de dispersão é prejudicada, assim não é fácil controlar propriedades do separador de composto orgânico/inorgânico. Se o tamanho de partícula exceder  $10\mu\text{m}$ , a espessura da camada ativa porosa é aumentada, o que pode prejudicar propriedades mecânicas. Ademais, devido ao tamanho excessivamente grande do poro, é aumentada a possibilidade de curto-circuito interno, enquanto se carrega ou se descarrega uma bateria.

No separador de composto orgânico/inorgânico revestido com a camada ativa porosa de acordo com a presente invenção, uma relação de peso das partículas inorgânicas e o polímero aglomerante está na faixa de 50:50 a 99:1, mais preferivelmente de 70:30 a 95:5. Se a relação de peso das partículas orgânicas para o polímero aglomerante for menor que 50:50, o teor de polímero é tão grande que a estabilidade térmica do separador de composto orgânico/inorgânico não pode ser muito melhorada. Ademais, o tamanho de poro e a porosidade podem ser reduzidos, devido à diminuição de volume intersticial formado entre as partículas inorgânicas, causando assim deterioração do desempenho de uma bateria. Se a relação de peso exceder 99:1, a resistência de esfoliação da camada ativa porosa pode ser debilitada uma vez que o teor de polímero aglomerante é muito pequeno. A espessura da camada ativa porosa composta das partículas inorgânicas e do polímero aglomerante não é limitada especialmente, mas preferivelmente na faixa de  $0,01$  a  $20\mu\text{m}$ . Também, o tamanho de poro e a porosidade não são limitados especialmente, mas o tamanho de poro é preferivelmente da faixa de  $0,001$  a  $10\mu\text{m}$  e uma porosidade é preferivelmente da faixa de 10 a 90%. O tamanho de poro e a porosidade são principalmente dependentes do tamanho de partículas inorgânicas. Por exemplo, no caso de partículas inorgânicas, elas apresentam um diâmetro de  $1\mu\text{m}$  ou menor, o poro formado também é de aproximadamente  $1\mu\text{m}$  ou menor. Os poros, como mencionado acima, são posteriormente alimentados com eletrólito, e o eletrólito alimentado tem um papel de transferir íons. No caso de o tamanho de poro e a porosidade serem respectivamente menores que  $0,001\mu\text{m}$  e 10%, a camada ativa porosa

pode agir como uma camada de resistência. No caso de o tamanho de poro e a porosidade serem respectivamente maiores que 10 $\mu$ m e 90%, propriedades mecânicas podem ser prejudicadas.

5 O separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a presente invenção, pode incluir adicionalmente outros aditivos como componentes da camada ativa, além das partículas inorgânicas e do polímero.

Ademais, no separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a presente invenção, o substrato poroso de poliolefina pode adotar qualquer tipo de substrato poroso de poliolefina se for geralmente usado como um separador de um dispositivo eletroquímico, especificamente uma bateria secundária de lítio. Por exemplo, o substrato poroso de poliolefina pode ser uma membrana formada usando qualquer polímero de poliolefina ou uma mistura de pelo menos dois polímeros de poliolefina selecionados a partir do grupo que consiste em polietileno, polipropileno, polibutileno e polipenteno. O substrato poroso de poliolefina apresenta preferivelmente uma espessura de 1 a 100 $\mu$ m, entretanto não limitado à mesma, e também o tamanho de poro e a porosidade do substrato poroso são preferivelmente 0,01 a 50 $\mu$ m e 10 a 95%, respectivamente, entretanto não limitado aos mesmos.

Em seguida, um método de fabricar um separador de composto orgânico/inorgânico revestido com uma camada ativa porosa, de acordo com a presente invenção, é explicado com base no caso que uma mistura do primeiro e do segundo polímeros aglomerantes, com ângulos de contato diferentes em relação a uma gota de água, é usada como um exemplo, mas a presente invenção não está a ela limitada.

30 Em primeiro lugar, o primeiro e o segundo polímeros aglomerantes com os ângulos de contato supracitados na relação da gota de água são dissolvidos em um solvente para fazer uma solução de polímero aglomerante.

Subseqüentemente, partículas inorgânicas são acrescentadas à solução de polímero aglomerante e então são dispersadas na mesma. O solvente preferivelmente tem um parâmetro de solubilidade semelhante àquele do polímero aglomerante usado e

um baixo ponto de ebulição. Isto ajudará em uma mistura uniforme e remoção fácil do solvente posteriormente. Um exemplo não limitativo de solvente utilizável inclui acetona, tetraidrofurano, cloreto de metileno, clorofórmio, dimetilformamida, N-metil-2-pirrolidona (NMP), cicloexano, água e misturas de tais. É preferível que as partículas inorgânicas sejam pulverizadas depois de acrescentadas à solução de polímero aglomerante. Neste momento, o tempo requerido para pulverização é conseqüentemente de 1 a 20 horas e o tamanho de partícula das partículas pulverizadas será preferivelmente na faixa de 0,001 e 10 $\mu$ m, como mencionado acima. Métodos de pulverização convencionais podem ser usados e um método que usa um moinho de bola (ball mill) é particularmente preferido.

Depois disso, o substrato poroso de poliolefina é revestido com a solução de polímero aglomerante, na qual as partículas inorgânicas estão dispersas, sob a condição de umidade de 10 a 80%, e a seguir secado.

Para revestir o substrato poroso com a solução de polímero aglomerante, na qual as partículas inorgânicas estão dispersas, um método de revestimento comum bem conhecido na técnica pode ser usado. Por exemplo, vários métodos de revestimento, tais como, por imersão, "die coating", "roll coating", "comma coating" ou suas combinações podem ser usadas. Ademais, a camada ativa porosa pode ser formada seletivamente em ambas as superfícies ou apenas uma superfície do substrato poroso.

O separador de composto orgânico/inorgânico fabricado como mencionado acima pode ser usado como um separador de um dispositivo eletroquímico, preferivelmente uma bateria secundária de lítio. Neste momento, no caso de um polímero em gel for usado como um componente de polímero aglomerante quando um eletrólito líquido for impregnado, depois que uma bateria é montada usando o separador, o eletrólito injetado e polímero podem reagir e então ser transformados em gel, formando assim um eletrólito composto orgânico/inorgânico de tipo gel.

Ademais, a presente invenção provê um dispositivo eletroquímico, que inclui (a) um cátodo; (b) um ânodo; (c) um separador de composto orgânico/inorgânico interposto entre o

cátodo e o ânodo e revestido com a supracitada camada ativa porosa; e (d) um eletrólito.

O dispositivo eletroquímico pode ser qualquer dispositivo no qual reações eletroquímicas podem ocorrer; um exemplo específico dos dispositivos eletroquímicos inclui todos os tipos de baterias primárias, baterias secundárias, células-combustível, células solares ou capacitores. Em particular, entre as baterias secundárias, as baterias secundárias de lítio incluindo uma bateria secundária de metal de lítio, uma bateria secundária de íon de lítio, uma bateria secundária de polímero de lítio, ou uma bateria secundária de polímero de íon de lítio são preferidas.

O dispositivo eletroquímico pode ser fabricado de acordo com métodos comuns conhecidos da técnica. Como uma modalidade do método de fabricação de um dispositivo eletroquímico, um dispositivo eletroquímico pode ser fabricado pela interposição do supracitado separador de composto orgânico/inorgânico entre um cátodo e um ânodo e injetar uma solução de eletrólito no mesmo.

Não há nenhuma limitação especial nos eletrodos que podem ser usados junto com um separador de composto orgânico/inorgânico da presente invenção e os eletrodos podem ser fabricados pelo assentamento de materiais ativos de eletrodo em um coletor atual, de acordo com um dos métodos comuns bem conhecidos na técnica. Entre os materiais ativos de eletrodo, um exemplo não limitativo de materiais ativos de cátodo pode incluir quaisquer materiais ativos de cátodo convencionais usados atualmente em um cátodo de um dispositivo eletroquímico convencional. Particularmente, óxidos de manganês de lítio, óxidos de cobalto de lítio, óxidos de níquel de lítio, óxidos férreos de lítio ou óxidos compostos de lítio do mesmo são preferidos como os materiais ativos de cátodo. Adicionalmente, um exemplo não limitativo de materiais ativos de ânodo pode incluir quaisquer materiais ativos de ânodo convencionais usados atualmente em um ânodo de um dispositivo eletroquímico convencional. Particularmente, materiais de intercalação de lítio, tais como, metal de lítio, ligas de lítio, carbono, coque de petróleo,

carbono ativado, grafita ou outros materiais carbonados são preferidos como os materiais ativos de ânodo. Um exemplo não limitativo de um coletor atual de cátodo inclui uma chapa formada de alumínio, níquel ou suas combinações. Um exemplo não limitativo de um coletor atual de ânodo inclui uma chapa formada de cobre, ouro, níquel, liga de cobre ou suas combinações.

A solução de eletrólito que pode ser usada na presente invenção inclui um sal representado pela fórmula de  $A^+B^-$ , em que  $A^+$  representa um cation de metal alcalino selecionado a partir do grupo que consiste em  $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  e combinações de tais, e  $B^-$  representa um sal que contém um ânion selecionado a partir do grupo que consiste em  $PF_6^-$ ,  $BF_4^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $ClO_4^-$ ,  $AsF_6^-$ ,  $CH_3CO_2^-$ ,  $CF_3SO_3^-$ ,  $N(CF_3SO_2)_2^-$ ,  $C(CF_2SO_2)_3^-$  e suas combinações. O sal pode ser dissolvido ou dissociado em um solvente orgânico selecionado a partir do grupo que consiste em carbonato de propileno (PC), carbonato de etileno (EC), carbonato de dietil (DEC), carbonato de dimetil (DMC), carbonato de dipropil (DPC), dimetilssulfóxido, acetonitrilo, dimetoxietano, dietoxietano, tetraidrofurano, N-metil-2-pirrolidona (NMP), carbonato de etilmetilo (EMC), gama-butirolactona ( $\gamma$ -butirolactona) e suas misturas. Porém, a solução de eletrólito que pode ser usada na presente invenção não é limitada aos exemplos acima.

Mais especificamente, a solução de eletrólito pode ser injetada em uma etapa adequada durante o processo de fabricação de uma bateria, de acordo com o processo de fabricação e propriedades desejadas de um produto final. Em outras palavras, a solução de eletrólito pode ser injetada antes de uma bateria ser montada ou durante uma etapa final do processo de montagem de uma bateria.

Para aplicar o separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a presente invenção, para uma bateria, um processo de empilhamento (ou, laminamento) ou um processo de dobra pode ser usado, além de um processo de enrolamento que geralmente é usado. O separador de composto orgânico/inorgânico da presente invenção tem uma resistência de esfoliação excelente, assim as partículas inorgânicas não são facilmente extraídas durante o processo de montagem de bateria.

### Modalidades para a Invenção

Em seguida, serão descritos vários exemplos preferidos da presente invenção em detalhes para melhor entendimento. Porém, os exemplos da presente invenção podem ser modificados de vários modos e eles não devem ser interpretados como limitativos em relação ao escopo da invenção. Os exemplos da presente invenção são apenas para melhor entendimento da invenção aos técnicos da área.

#### Exemplo 1

10 Preparação de Separador de Composto  
Orgânico/Inorgânico [(PVdF--HFP/Ciano-etil-poli-vinil-álcool)/  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]

5% por peso de fluoreto-co-hexaflúorpropeno de polivinilideno (PVdF-HFP, um ângulo de contato em relação a uma gota de água é 100°) e 5% por peso de ciano-etil-poli-vinil-álcool (um ângulo de contato em relação a uma gota de água é 30°) foi acrescentado respectivamente a acetona e dissolvido a 50°C durante aproximadamente 12 horas para fazer uma solução de polímero aglomerante. Foi acrescentado pó de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> à solução de polímero aglomerante preparada a uma relação de peso mistura de polímero/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 10/90, e então o pó de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> foi pulverizado e disperso durante 12 horas ou mais pelo moinho de bola para fazer uma pasta fluida. Na pasta fluida preparada, o diâmetro de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pode ser controlado de acordo com um tamanho (ou, diâmetro) de rebordos (beads) usados e o tempo para o moinho de bola, mas neste exemplo 1, o pó de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> foi pulverizado em aproximadamente 400 nm para fazer a pasta fluida. A pasta fluida preparada foi usada para revestir um separador de polietileno (tendo uma porosidade de 45%) com uma espessura de 16µm por meio de revestimento por imersão, e a espessura de revestimento foi controlada para ser aproximadamente 4µm em uma superfície do separador. Um tamanho de poro na camada ativa porosa formada no separador de polietileno estava no nível de 0.5µm, e uma porosidade de 58%. O peso da camada ativa porosa era aproximadamente 16 g/m<sup>2</sup> por unidade de área e o número de partículas inorgânicas apenas na camada ativa porosa foi estimado em aproximadamente 5x10<sup>19</sup>/m<sup>2</sup>, considerando o

tamanho (400 nm) e densidade (4,123 g/cc) das partículas inorgânicas.

### Exemplo 2

Um separador de composto orgânico/inorgânico [(PVdF-CTFE/Ciano-etil-poli-vinil-álcool)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] foi preparado da mesma forma como no exemplo 1, exceto pelo fato de que o fluoreto-co-tricloroetileno de polivinilideno (PVdF-CTFE, um ângulo de contato em relação a uma gota de água é 95°) foi usado em vez de PVdF-HFP.

10

### Exemplo 3

Um separador de composto orgânico/inorgânico [(PVdF-HFP/Ciano-etil-poli-vinil-álcool)/BaTiO<sub>3</sub>] foi preparado da mesma forma como no exemplo 1, exceto pelo fato de que o pó de BaTiO<sub>3</sub> foi usado em vez de pó de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. A camada ativa teve um peso de cerca de 22 g/m<sup>2</sup>, e o número de partículas inorgânicas apenas na camada ativa foi estimado como aproximadamente 4x10<sup>19</sup>/m<sup>2</sup>, considerando o tamanho (400 nm) e densidade (5,7 g/cc) das partículas inorgânicas.

### Exemplo Comparativo 1

Um separador de polietileno (PE) não revestido com uma camada ativa porosa é selecionado como exemplo comparativo 1.

### Exemplo Comparativo 2

Um separador de composto orgânico/inorgânico [PVdF-HFP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] foi preparado da mesma forma como no exemplo 1, exceto pelo fato de que ciano-etil-poli-vinil-álcool não é usado, mas sim um polímero aglomerante composto apenas de PVdF-CTFE.

### Exemplo Comparativo 3

Um separador de composto orgânico/inorgânico [(PVdF-HFP/PVdF-CTFE)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] foi preparado da mesma forma como no exemplo 1, exceto pelo fato de que PVdF-CTFE foi usado em vez de ciano-etil-poli-vinil-álcool e assim foi usado o polímero aglomerante composto de PVdF-HFP e PVdF-CTFE.

### Exemplo Comparativo 4

Um separador de composto orgânico/inorgânico [PVdF-HFP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] foi preparado da mesma forma como no exemplo comparativo 2, exceto pelo fato de que o teor de PVdF-HFP foi aumentado a 50% por peso (PVdF-HFP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 50/50).

5 **Análise de Propriedades de Separador de Poros de Composto Orgânico/Inorgânico**

De modo a medir a redução térmica dos separadores preparados de acordo com os exemplos 1 a 3 e os exemplos comparativos 1 a 4, experimentos foram conduzidos, de modo que um  
10 separador correspondente é armazenado em um forno aquecido a 150°C por 1 hora e então retirado. Como uma peça de teste, o separador de composto orgânico/inorgânico [(PVdF--HFP/Ciano-etil-poli-vinil-álcool)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] preparado de acordo com o exemplo 1 foi usado e os separadores dos exemplos comparativos 1 a 3 foram usados como um  
15 grupo de controle.

Deve ser entendido que o separador do exemplo 1 mostra redução térmica de cerca de 20% em ambas as direções TD e MD, assim provê um efeito de contenção de redução térmica excelente (ver a Figura 1a).

20 Enquanto isso, o separador de polietileno do exemplo comparativo 1, para o qual uma camada de revestimento não é introduzida, mostra redução térmica extrema de cerca de 90% (ver a Figura 1b), e os separadores dos exemplos comparativos 2 e 3 mostram redução térmica de cerca de 60% (ver as Figuras 1c e 1d),  
25 que é melhor que aquele do exemplo comparativo 1, mas ainda significativamente alto. Ademais, o separador do exemplo comparativo 4 mostra uma resistência de esfoliação melhorada em relação aos exemplos comparativos 2 e 3, mas mostra um efeito de retenção de redução térmica prejudicado (ver a Figura 1e) e supõe-se que a para isso seja teor de partículas inorgânicas reduzido de  
30 maneira relativamente acentuada mais propriamente que o teor de polímero aglomerante.

Enquanto isso, de modo a avaliar a resistência de esfoliação da camada ativa porosa com que os separadores de  
35 composto orgânico/inorgânico foram revestidos, de acordo com os exemplos e os exemplos comparativos, o seguinte teste foi realizado. O termo 'uma força de esfoliação de uma camada ativa

porosa' usado neste Relatório Descritivo significa uma força de esfoliação medida de acordo com o seguinte teste.

Os separadores de composto orgânico/inorgânico das modalidades 1 a 3 e os exemplos comparativos 2 a 4 foram prendidos firmemente respectivamente a uma placa de vidro que usa uma fita de dupla camada transparente (3M). Neste momento, a peça de teste alcançou uma largura de 1,5 cm e um comprimento de 6 a 8 cm. Subseqüentemente, uma força requerida para separar a camada ativa porosa de um filme de base foi medido usando um dispositivo de medida de força de tração (UTM, LLOYD LF PLUS) como mostrado na Figura 2 para avaliar uma força de esfoliação da camada ativa porosa. As reduções térmicas do separador dos exemplos e exemplos comparativos e forças de esfoliação das camadas ativas porosas, medidas como mencionado acima, são listadas na seguinte Tabela 1.

15

Tabela 1

	Redução Térmica [%] (depois de 150°C/1 hora de preservação)	Força de Esfoliação [gf/cm]
Exemplo 1	~ 20	28
Exemplo 2	~ 20	31
Exemplo 3	~ 20	25
Exemplo Comparativo 1	~ 90	-
Exemplo Comparativo 2	~ 60	2
Exemplo Comparativo 3	~ 60	3
Exemplo Comparativo 4	~ 70	22

#### **Aplicabilidade Industrial**

Como descrito acima, o separador de composto orgânico/inorgânico da presente invenção impede o problema de que partículas inorgânicas em uma camada ativa porosa sejam extraídas durante um processo de montagem de um dispositivo eletroquímico, embora o teor de partículas inorgânicas contido na camada de revestimento porosa seja suficiente acima de um determinado nível. Ademais, uma vez que uma força adesiva entre a camada ativa porosa e o substrato poroso de poliolefina é forte, a redução térmica do

20

dispositivo eletroquímico é contida apesar do dispositivo eletroquímico estar superaquecido, impedindo assim um curto-circuito elétrico entre cátodo e ânodo. Assim, a estabilidade do dispositivo eletroquímico é grandemente melhorada.

5                    Em particular, se a camada ativa porosa é formada usando dois tipos de polímeros aglomerantes que têm ângulos de contato predeterminados em relação a uma gota de água de acordo com a modalidade preferida da presente invenção, é possível perceber um efeito sinérgico na melhoria da estabilidade térmica  
10 do polímero composto orgânico/inorgânico.

## REIVINDICAÇÕES

1. Separador de composto orgânico/inorgânico, caracterizado pelo fato de que compreende:

5 (a) um substrato poroso de poliolefina que possui poros; e

(b) uma camada ativa porosa que contém uma mistura de partículas inorgânicas e um polímero aglomerante, com que pelo menos uma superfície do substrato poroso de poliolefina é revestida,

10 em que a camada ativa porosa tem uma força de esfoliação de 5 gf/cm ou maior, e uma redução térmica do separador depois de ser deixado sozinho em 150° por 1 hora é 50% ou menos em uma direção de máquina (MD) ou em uma direção transversal (TD).

15 2. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada ativa porosa tem uma força de esfoliação de 10 gf/cm ou maior, e uma redução térmica do separador depois de ser deixado sozinho em 150° por 1 hora é 30% ou menor em uma direção de máquina (MD) ou em uma direção transversal (TD).

20 3. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o polímero aglomerante é uma mistura de um primeiro polímero aglomerante tendo um ângulo de contato em relação a uma gota de água de 70° a 140° e um segundo polímero aglomerante que possui um  
25 ângulo de contato em relação a uma gota de água de 1° a 69°.

30 4. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o primeiro polímero aglomerante tem um ângulo de contato em relação a uma gota de água de 90° a 110° e que o segundo polímero aglomerante tem um ângulo de contato em relação a uma gota de água de 20° a 40°.

35 5. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o primeiro polímero aglomerante e o segundo polímero aglomerante estão misturados em uma relação de peso de 95:5 a 5:95.

6. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o

primeiro polímero aglomerante é qualquer polímero ou uma mistura de pelo menos dois polímeros selecionados a partir do grupo que consiste em fluoreto de polivinilideno, fluoreto-co-hexafluorpropeno de polivinilideno, fluoreto-co-tricloroetileno de polivinilideno, polimetilmetacrilato, poli-acrilonitrila, polivinilacetato, acetato de polietileno-co-vinil, poli-imida e óxido de polietileno.

7. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o segundo polímero aglomerante possui pelo menos um grupo polar selecionado a partir do grupo que consiste em grupo hidroxila (-OH), grupo carboxila (-COOH), grupo anidrido maleico (-COOOC-), grupo sulfonato (-SO<sub>3</sub>H) e grupo pirrolidona (-NCO-).

8. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o segundo polímero aglomerante é qualquer polímero ou uma mistura de pelo menos dois polímeros selecionados a partir do grupo que consiste em ciano-etil-pululan, ciano-etil-poli-vinil-álcool, ciano-etil-celulose, ciano-etil-sacarose, celulose de metil de carboxila, poli-vinil-álcool, ácido poliacrílico, anidrido poli-maleico e polivinilpirrolidona.

9. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o número de partículas inorgânicas por unidade de área da camada ativa porosa é  $1 \times 10^{15}$  a  $1 \times 10^{30}/\text{m}^2$ .

10. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um peso das partículas inorgânicas por unidade de área da camada ativa porosa é 5 a 100 g/m<sup>2</sup>.

11. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um tamanho das partículas inorgânicas é 0,001 a 10µm.

12. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as partículas inorgânicas são selecionadas a partir do grupo que consiste em partículas inorgânicas que têm uma constante

dielétrica de 5 ou acima, partículas inorgânicas tendo condutividade do íon de lítio, ou suas misturas.

13. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a  
 5 partícula inorgânica que possui uma constante dielétrica de 5 ou maior é qualquer partícula inorgânica ou uma mistura de pelo menos duas partículas inorgânicas selecionadas a partir do grupo que consiste em  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  (PZT),  $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y\text{O}_3$  (PLZT),  $\text{PB}(\text{Mg}_3\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$  (PMN-PT), háfnio ( $\text{HfO}_2$ ),  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  
 10  $\text{MgO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiC}$  e  $\text{TiO}_2$ .

14. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a  
 partícula inorgânica que possui um constante dielétrica de 5 ou maior é qualquer partícula inorgânica piezelétrica ou uma mistura  
 15 de pelo menos duas partículas inorgânicas piezelétricas selecionadas do grupo que consiste em  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  (PZT),  $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Zr}_{1-y}\text{Ti}_y\text{O}_3$  (PLZT),  $\text{PB}(\text{Mg}_3\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$  (PMN-PT) e háfnio ( $\text{HfO}_2$ ).

15. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a  
 20 partícula inorgânica que possui condutividade de íon de lítio é qualquer partícula inorgânica ou uma mistura de pelo menos duas partículas inorgânicas selecionadas do grupo que consiste em fosfato de lítio ( $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ), fosfato de titânio de lítio  
 25 ( $\text{Li}_x\text{Ti}_y(\text{PO}_4)_3$ ,  $0 < x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ), fosfato de titânio de alumínio de lítio ( $\text{Li}_x\text{Al}_y\text{Ti}_z(\text{PO}_4)_3$ ,  $0 < x < 2$ ,  $0 < y < 1$ ,  $0 < z < 3$ ), vidro tipo ( $\text{LiAlTiP})_x\text{O}_y$  ( $0 < x < 4$ ,  $0 < y < 13$ ), titanato de lantânio de lítio ( $\text{Li}_x\text{La}_y\text{TiO}_3$ ,  $0 < x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ), trifosfato de germânio de lítio ( $\text{Li}_x\text{Ge}_y\text{P}_2\text{S}_w$ ,  $0 < x < 4$ ,  $0 < y < 1$ ,  $0 < z < 1$ ,  $0 < w < 5$ ),  
 30 nitretos de lítio ( $\text{Li}_x\text{N}_y$ ,  $0 < x < 4$ ,  $0 < y < 2$ ), vidro tipo  $\text{SiS}_2$  ( $\text{Li}_x\text{Si}_y\text{S}_z$ ,  $0 < x < 3$ ,  $0 < y < 2$ ,  $0 < z < 4$ ), e vidro tipo  $\text{P}_2\text{S}_5$  ( $\text{Li}_x\text{P}_y\text{S}_z$ ,  $0 < x < 3$ ,  $0 < y < 3$ ,  $0 < z < 7$ ).

16. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as  
 35 partículas inorgânicas e o polímero aglomerante estão misturados em uma relação de peso de 50:50 a 99:1.

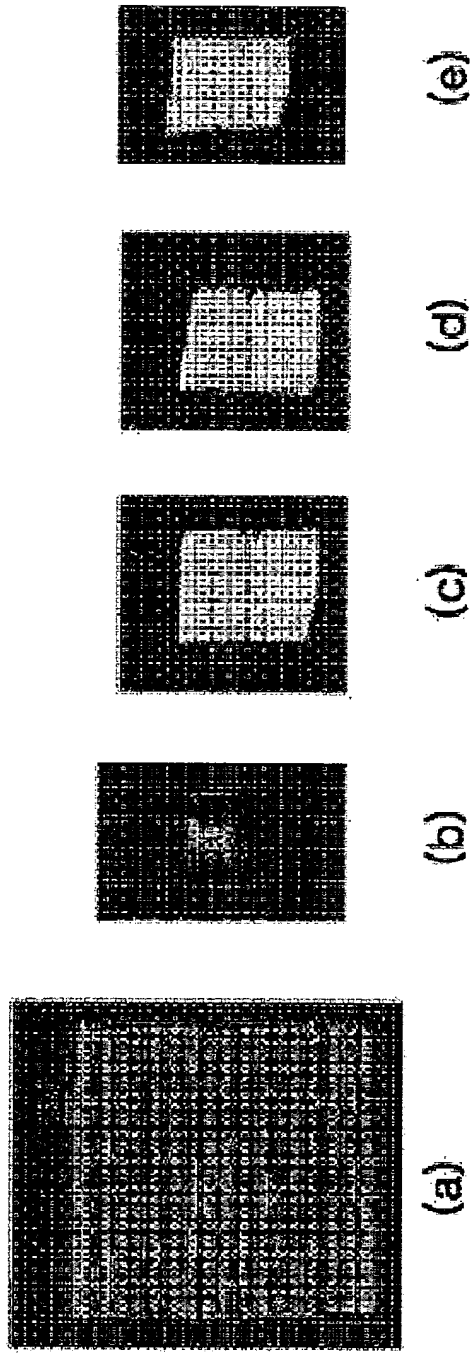
17. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada ativa porosa tem uma espessura de 0,01 a 20  $\mu\text{m}$ , um tamanho de poro de 0.001 a 10  $\mu\text{m}$  e uma porosidade de 10 a 90%.

5 18. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o substrato poroso de poliolefina tem uma espessura de 1 a 100 $\mu\text{m}$ , um tamanho de poro de 0,01 a 50 $\mu\text{m}$  e uma porosidade de 10 a 95%.

10 19. Separador de composto orgânico/inorgânico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o substrato poroso de poliolefina é formado usando qualquer polímero ou uma mistura de pelo menos dois polímeros selecionados do grupo que consiste em polietileno, polipropileno, polibutileno e polipenteno.

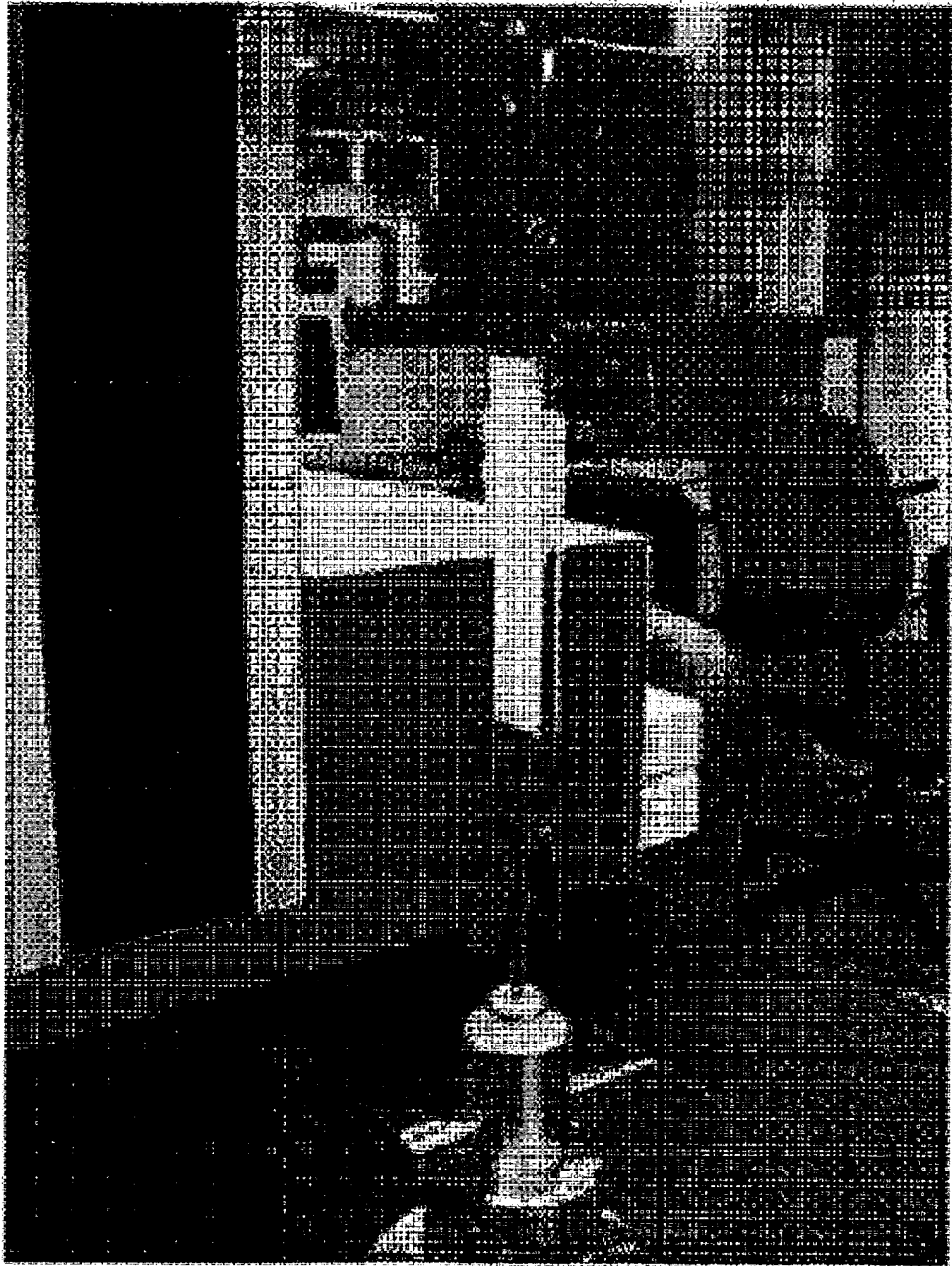
15 20. Dispositivo eletroquímico incluindo um cátodo, um ânodo, um separador e um eletrólito, caracterizado pelo fato de que o separador é o separador de composto orgânico/inorgânico definido em quaisquer das reivindicações 1 a 19.

20 21. Dispositivo eletroquímico de acordo com reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o dispositivo eletroquímico é uma bateria secundária de lítio.



[Fig. 1]

[Fig. 2]



720806419-9

RESUMO

**"SEPARADOR DE COMPOSTO ORGÂNICO/INORGÂNICO QUE POSSUI CAMADA DE REVESTIMENTO ATIVA POROSA E DISPOSITIVO ELETROMECHANICO CONTENDO O MESMO"**

5 Um separador de composto orgânico/inorgânico inclui (a) um substrato poroso de poliolefina que possui poros; e (b) uma camada ativa porosa que contém uma mistura de partículas inorgânicas e um polímero aglomerante, com a qual pelo menos uma superfície do substrato poroso de poliolefina é revestida, em que  
10 a camada ativa porosa tem uma força de esfoliação de 5 gf/cm ou maior, e uma redução térmica do separador depois de ser deixado sozinho em 150° por 1 hora é 50% ou menos em uma direção de máquina (MD) ou em uma direção transversal (TD). Este separador de composto orgânico/inorgânico resolve o problema de que partículas  
15 inorgânicas na camada ativa porosa formadas no substrato poroso sejam extraídas durante um processo de montagem de um dispositivo eletroquímico, e também pode impedir um curto-circuito elétrico entre cátodo e ânodo, quando o dispositivo eletroquímico é superaquecido.