



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

(21) BR 102020006033-3 A2



(22) Data do Depósito: 25/03/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 13/10/2020

(54) **Título:** COLETOR DE CORRENTE, CONJUNTO QUE FORMA UM ÂNODO OU UM CÁTODO E DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

(51) **Int. Cl.:** H01M 4/66.

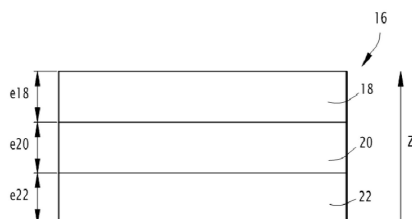
(52) **CPC:** H01M 4/663.

(30) **Prioridade Unionista:** 26/03/2019 FR 19 03146.

(71) **Depositante(es):** ARMOR.

(72) **Inventor(es):** MARIE-ANNE BLIN; PIERRE GUICHARD; CYRIL PAIREAU.

(57) **Resumo:** COLETOR DE CORRENTE, CONJUNTO QUE FORMA UM ÂNODO OU UM CÁTODO E DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA A invenção se refere a um coletor de corrente (22) de um acionador eletroquímico, o coletor de corrente (22) sendo revestido com uma camada de interface (20), a camada de interface (20) sendo formada por revestimento no coletor de corrente (22) com uma composição, sendo a composição formada por partículas, pelo menos 50% das partículas possuindo um diâmetro médio em volume menor ou igual a 10 micrômetros



**“COLETOR DE CORRENTE, CONJUNTO QUE FORMA UM ÂNODO OU UM CÁTODO E DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA”**

**CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO**

[001] A presente invenção se refere a um coletor de corrente revestido. A invenção também se refere a um conjunto e um dispositivo de armazenamento incluindo tal coletor de corrente.

**ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

[002] Um acumulador eletroquímico convencionalmente compreende pelo menos quatro elementos: um eletrodo positivo, um eletrodo negativo, um eletrólito e coletores de corrente para cada eletrodo. O conjunto de um eletrodo negativo e um coletor de corrente forma um ânodo, enquanto o conjunto de um eletrodo positivo e um coletor de corrente forma um cátodo.

[003] O princípio de operação desses acumuladores é baseado no armazenamento reversível de energia elétrica em energia química, usando duas reações eletroquímicas separadas e acopladas. São os eletrodos positivo e negativo, que se banham no eletrólito, que são a sede das reações eletroquímicas, chamadas reações farádicas. Os eletrodos são feitos principalmente a partir de materiais ativos que possibilitam armazenar e liberar os íons através de reações de oxidação e redução.

[004] Durante a descarga, o material ativo no eletrodo negativo oxida e libera parte dos elétrons que são transportados por meio do coletor de corrente em direção ao circuito externo e, por outro lado, cátions que migram através do eletrólito em direção ao eletrodo positivo. Em seguida, os elétrons que passaram pelo circuito que usaram a energia dos mesmos, e os cátions, são capturados pelo material ativo no eletrodo positivo, que é reduzido. A densidade de energia que um acumulador pode liberar depende do potencial e da capacidade da célula eletroquímica, os quais estão diretamente conectados

à química do sistema. O potencial de uma bateria é determinado pela diferença entre os potenciais das reações de oxidação-redução que ocorrem simultaneamente nos eletrodos positivo e negativo.

[005] Os eletrodos são feitos de acordo com uma composição, a composição incluindo principalmente um ou vários materiais ativos (> 90% em peso), partículas condutoras que garantem um bom transporte dos elétrons para o conjunto de materiais ativos e um aglutinante que torna possível garantir a coesão das partículas, bem como a adesão ao substrato.

[006] O todo é geralmente fabricado na forma de uma formulação que compreende pelo menos um solvente que tornará possível revestir o eletrodo.

[007] Em seguida, os dois eletrodos positivo e negativo são ionicamente ligados por um eletrólito. Este pode ser líquido, em forma de gel ou sólido.

[008] Devido à operação de migração intrínseca dos íons dos acumuladores, seus eletrodos precisam de materiais capazes de inserir ou remover os íons. Portanto, muitos desenvolvimentos são realizados para otimizar esses eletrodos e obter uma densidade de energia e potência específicas mais altas. Os critérios de seleção baseiam-se essencialmente na capacidade disponível e no potencial de operação - e, portanto, na energia disponível - mas também na potência ou na segurança e no custo dos materiais.

[009] A energia de massa ou energia específica é definida como a razão entre a energia recuperável em um grau específico (taxa C de descarga na qual o acumulador é descarregado) e a massa do acumulador. A energia de massa é expressa em Wh/kg.

[010] Essa noção é particularmente útil para o dimensionamento de uma bateria em sistemas integrados onde a massa é um critério de dimensionamento preponderante.

[011] A energia de volume é a razão entre a energia recuperável em um determinado grau e o volume do acumulador. A energia de volume é expressa em Wh/L. Essa noção é útil para o dimensionamento de uma bateria estacionária, pois nessas aplicações, o volume é frequentemente um critério mais decisivo que a massa.

[012] As tecnologias de lítio têm as melhores características em termos de densidade de energia de massa e volume. Portanto, essas tecnologias são preferencialmente escolhidas para aplicações itinerantes, tais como telefonia móvel ou computadores portáteis.

[013] No entanto, para certas aplicações, e em particular no campo automotivo, a limitação de tensão desses acumuladores típicos a tensões inferiores ou iguais a 3,5 Volts (V) é problemática. Portanto, é desejável usar acumuladores do tipo íon-lítio com uma tensão mais alta, em particular cerca de 4,2 Volts (V).

[014] Com um aumento tão significativo na tensão, os fenômenos de corrosão são mais pronunciados.

[015] Para resolver esse problema, o documento US 2012/0121974 propõe a combinação de dois elementos. De acordo com um primeiro elemento, o coletor de corrente do cátodo é protegido por um revestimento condutor poroso de proteção. O revestimento poroso compreende carbono ou grafite condutor. A proteção contra a corrosão também envolve uma modificação da solução eletrolítica, particularmente com a adição de aditivos, tais como LiBOB ou LiPF<sub>6</sub>.

[016] No entanto, a modificação do eletrólito é cara, por um lado, e, por outro lado, afeta o desempenho das baterias.

### **BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO**

[017] Existe, portanto, a necessidade de um coletor de corrente para um eletrodo, possibilitando a obtenção de um acumulador possuindo melhores níveis de desempenho e, ao mesmo tempo, capaz de fornecer uma tensão mais alta que as tensões entregues no estado da técnica, em particular uma tensão maior que 3,5 Volts.

[018] De fato, a escolha de materiais corrosivos que permitem atingir melhores níveis de desempenho em termos de potencial, é vantajosa para os fabricantes de baterias serem capazes de desenvolver seu sistema eletroquímico a partir de um coletor de corrente aprimorado e, portanto, as propriedades são estáveis ao longo do tempo.

[019] Para esse fim, a presente invenção se refere a um coletor de corrente de um dispositivo para armazenar energia elétrica, o coletor de corrente sendo revestido com uma camada de interface, a camada de interface sendo formada por revestimento no coletor de corrente com uma segunda composição (a composição sendo a segunda de acordo com o nome da especificação), sendo a composição formada por partículas, pelo menos 50% das partículas possuindo um diâmetro médio em volume menor ou igual a 10 micrômetros.

[020] Pela expressão “formado por”, deve ser entendido “feito de”, ou seja, neste contexto, os diâmetros das partículas são medidos na composição após a sua informação e não na inserção.

[021] De acordo com formas de realização específicas, o coletor compreende uma ou mais das seguintes características, consideradas sozinhas ou de acordo com quaisquer combinações tecnicamente possíveis:

- A camada de interface é uma camada que atua como uma barreira física ao acesso dos íons responsáveis pela corrosão;

- A camada de interface é uma camada que impede a oxidação do coletor de corrente, mesmo quando o potencial de operação do dispositivo para armazenar energia elétrica é superior ou igual ao potencial de oxidação do material do coletor de corrente;

- O coletor de corrente é adaptado para um dispositivo para armazenar energia elétrica compreendendo um eletrólito que compreende sais iônicos escolhidos dentre sal bis (trifluorometano sulfonil)imida de lítio (LiTFSI), sal bis(fluorossulfonil)imida de lítio (LiFSI), sal trifluorometano-sulfonato de lítio (LiTF), tetrafluoroborato de lítio (LiBF<sub>4</sub>), bis(oxalato)borato de lítio (LiBOB), difluoro(oxalato)borato de lítio (LiDFOB) e uma mistura dos mesmos;

- O sal iônico é sal bis(trifluorometano sulfonil)imida de lítio (LiTFSI);

- Pelo menos 90% das partículas possuem um diâmetro médio em volume menor ou igual a 15 micrômetros;

- Pelo menos 99% das partículas possuem um diâmetro menor ou igual a 10 micrômetros;

- A composição compreende um material condutor e um material aglutinante;

- A segunda composição consiste em um aditivo condutor, um solvente e um material aglutinante;

- O material condutor compreende pelo menos um elemento escolhido a partir da lista composta por carbono, negro de fumo, grafite, grafeno, um nanotubo de carbono, uma fibra de carvão ativado e uma nanofibra de carvão não ativado;

- A camada de interface possui uma espessura maior ou igual a 1 micrômetro;

- A camada de interface possui uma espessura menor ou igual a 4 micrômetros, preferencialmente menor ou igual a 2 micrômetros.

[022] A presente invenção também descreve um conjunto que forma um ânodo ou um cátodo incluindo um eletrodo e um coletor de corrente, como descrito anteriormente.

[023] A presente invenção também se refere a um dispositivo de armazenamento de energia elétrica, acumulador eletroquímico ou supercapacitor, incluindo um conjunto como descrito anteriormente.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS**

[024] Outras características e vantagens da invenção surgirão após a leitura da seguinte descrição das formas de realização da invenção, fornecidas apenas como exemplo e em referência aos desenhos, que são:

- [Fig. 1] - Figura 1, uma ilustração esquemática de um acumulador de bateria incluindo um ânodo e um cátodo;
- [Fig. 2] - Figura 2, uma ilustração esquemática em corte lateral do cátodo do acumulador da Figura 1;
- [Fig. 3] - Figura 3, uma fotografia por microscopia eletrônica de varredura de um coletor revestido de acordo com o estado da técnica; e
- [Fig. 4] - Figura 4, uma fotografia por microscopia eletrônica de varredura de um coletor revestido usado para formar o cátodo da Figura 2.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

[025] O acumulador (10) destina-se a ser ligado a outros acumuladores elétricos, a fim de formar um gerador elétrico de tensão e capacidade desejadas. Esse gerador é chamado bateria acumuladora ou, mais simplesmente, bateria.

[026] Um acumulador (10) usa uma técnica de conversão de energia reversível para armazenar a energia e recuperá-la mais tarde.

[027] O acumulador (10) descrito usando uma reação eletroquímica, o acumulador (10) é um acumulador eletroquímico.

[028] O acumulador (10) compreende um eletrólito (12), um ânodo (14) e um cátodo (16).

[029] Tipicamente, o eletrólito (12) é composto por diferentes sais iônicos que contribuem com íons utilizados para o armazenamento de carga ou reações farádicas de carbonatos e um solvente ou mistura de solventes para permitir a solubilização dos íons.

[030] O eletrólito (12) é composto por diferentes sais iônicos que contribuem com íons utilizados para o armazenamento de carga ou reações farádicas de carbonatos e um solvente ou mistura de solventes para permitir a solubilização dos íons.

[031] De preferência, os sais iônicos são escolhidos dentre sal bis(trifluorometano sulfonil)imida de lítio (LiTFSI), sal bis(fluorossulfonil)imida de lítio (LiFSI), sal trifluorometano-sulfonato de lítio (LiTF), tetrafluoroborato de lítio (LiBF<sub>4</sub>), bis(oxalato)borato de lítio (LiBOB), difluoro(oxalato)borato de lítio (LiDFOB) e uma mistura dos mesmos.

[032] Os carbonatos são, por exemplo, carbonato de propileno (PC), carbonato de etileno (EC), carbonato de dimetila (DMC), carbonato de etil metila (EMC) ou carbonato de dietila (DEC).

[033] Também é possível encontrar, em menor proporção, acetato de metila ou formiato de metila, acetonitrila, tetra-hidrofurano ou gama-butirolactona, em misturas binárias ou ternárias, ou mesmo misturas quaternárias dos mesmos, bem como líquidos iônicos.

[034] Normalmente, o ânodo (14) é composto de um material de inserção iônica, por exemplo, em um acumulador íon-lítio, carbono, que é usado principalmente na forma de "*MesoCarbon MicroBeads*" (MCMB), grafites, sejam artificiais ou naturais ou materiais grafiticos, tais como carbono macio ou duro, ou outros tipos de materiais de eletrodo negativo à base de titanato de lítio (Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> ou LTO), silício, estanho ou ligas.

[035] O cátodo (16) é mostrado em mais detalhes na Figura 2.

[036] O cátodo (16) compreende um eletrodo (18), um coletor de corrente (22) e uma camada de interface (20).

[037] O coletor de corrente (22), a camada de interface (20) e o eletrodo (18) formam uma pilha de camadas em uma direção de empilhamento indicada como (Z).

[038] O eletrodo (18) está em contato com o eletrólito (12).

[039] O eletrodo (18) é feito de uma primeira composição (C1), cujas propriedades serão agora descritas.

[040] A primeira composição (C1) compreende um primeiro material de inserção (MI1), um primeiro material aglutinante (ML1) e um primeiro aditivo condutor (AC1).

[041] O material de inserção também é conhecido como “material ativo”.

[042] Em um acumulador de íon-lítio, o material ativo (MI1) do eletrodo (18) é convencionalmente composto de óxido metálico de lítio, por exemplo  $\text{LiCoO}_2$  (LCO),  $\text{LiNiMnCoO}_2$  (NMC),  $\text{LiNiCoAlO}_2$  (NCA),  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  (LMO),  $\text{LiFePO}_4$  (LFP) Li ( $\text{LiNiMn}$ ) $\text{O}_2$  ou  $\text{LiNiMnO}$  (LNMO); LiS. Outros exemplos de material ativo do eletrodo (18) são possíveis, por exemplo, para baterias de íon-sódio, tais exemplos estão listados na publicação “*Advanced Organic Electrode Materials for Rechargeable Sodium-Ion Batteries*”. Zhao, Q., Lu, Y., & Chen, J. *Advanced Energy Materials* (2016).

[043] A escolha do primeiro material aglutinante (ML1) pode variar consideravelmente desde que o primeiro material aglutinante (ML1) seja inerte em relação aos outros materiais do eletrodo. O primeiro material aglutinante (ML1) é um material tipicamente polimérico, o que possibilita facilitar o uso dos eletrodos durante sua fabricação. O primeiro material aglutinante (ML1) compreende tipicamente um ou vários polímeros escolhidos

dentre polímeros termoplásticos, polímeros termoendurecíveis, elastômeros e misturas dos mesmos.

[044] Exemplos de polímeros termoplásticos compreendem, mas não estão limitados a, polímeros derivados da polimerização de monômeros de vinila alifáticos ou cicloalifáticos, tais como poliolefinas (incluindo polietilenos ou polipropilenos), polímeros derivados da polimerização de monômeros de vinila aromáticos, tais como poliestirenos, polímeros derivados da polimerização de monômeros acrílicos e/ou metacrilatos, poliamidas, poliéter cetonas, poliididas.

[045] Exemplos de polímeros termoendurecíveis compreendem, mas não estão limitados a, resinas termoendurecíveis (tais como resinas epóxido ou resinas de poliéster), opcionalmente misturadas com poliuretanos ou com poliálcool poliéteres ou vice-versa.

[046] Exemplos de polímeros elastoméricos compreendem, mas não estão limitados a, borrachas naturais, borrachas sintéticas, copolímeros de estireno-butadieno (também referidos usando a abreviação “SBR”), copolímeros de etileno-propileno (também referidos usando a abreviação “EPM”), silicones.

[047] O primeiro material aglutinante (ML1) pode ser uma mistura de polímero(s) termoplástico(s), polímero(s) termoendurecível(eis) e/ou polímero(s) elastomérico(s).

[048] Outro(s) primeiro(s) material(is) aglutinante(s) (ML1) apropriado(s) compreende(m) polímeros reticulados, tais como os fabricados a partir de polímeros com grupos carboxila e agentes de reticulação.

[049] O primeiro aditivo condutor (AC1) compreende um ou vários tipos de elementos condutores para melhorar a condutividade eletrônica.

[050] Exemplos de elementos condutores compreendem, mas não estão limitados a, carbonos condutores, grafites, grafenos, nanotubos de carbono, fibras de carvão ativado, nanofibras de carvão não ativado, lâminas

metálicas, pós metálicos, fibras metálicas e polímeros eletricamente condutores.

[051] Como exemplo, a espessura (e18) do eletrodo (18) é de 50  $\mu\text{m}$ .

[052] O coletor de corrente (22) é feito a partir de um material que é condutor o suficiente para garantir o transporte eletrônico, leve, fino, mecanicamente forte para servir como substrato para o eletrodo (18).

[053] Por exemplo, o coletor de corrente (20) é uma tira metálica feita a partir de ferro, cobre, alumínio, níquel, titânio ou aço inoxidável.

[054] De preferência, o coletor de corrente (20) é uma tira metálica feita de alumínio.

[055] Como um exemplo, a espessura (e22) do coletor de corrente (22) é 20  $\mu\text{m}$ .

[056] A camada de interface (20) forma uma interface entre o coletor de corrente (22) e o eletrodo (18).

[057] Isto, em particular, significa que a camada de interface (20) é uma camada em contato, por um lado, com o coletor de corrente (22) e, por outro lado, com o eletrodo (18).

[058] A camada de interface (20) é revestida no coletor de corrente (22).

[059] A camada de interface (20) possui uma espessura (e20) maior ou igual a 1 micrômetro ( $\mu\text{m}$ ).

[060] De preferência, a camada de interface (20) possui uma espessura (e20) maior ou igual a 2  $\mu\text{m}$ .

[061] Vantajosamente, a camada de interface (20) possui uma espessura (e20) entre 1  $\mu\text{m}$  e 4  $\mu\text{m}$ .

[062] A camada de interface (20) é feita de acordo com uma segunda composição (C2).

[063] A segunda composição (C2) compreende um segundo material aglutinante (ML2) e um segundo aditivo condutor (AC2).

[064] Vantajosamente, a segunda composição (C2) consiste em um segundo material aglutinante (ML2), um segundo aditivo condutor (AC2) e um segundo solvente (S2).

[065] Em cada um dos casos mencionados acima, a segunda composição (C2) compreende uma pluralidade de partículas.

[066] Tais partículas podem ter todos os tipos de formas. De preferência, as partículas são esféricas.

[067] Para cada partícula, um diâmetro é definido como a distância máxima entre dois pontos da superfície da partícula.

[068] O diâmetro é, por exemplo, medido por uma técnica de análise de tamanho de partícula a laser.

[069] A técnica para medir o tamanho de partículas por difração a laser mede a distribuição do tamanho de partículas das partículas, medindo a variação angular da intensidade de luz espalhada quando um raio laser passa através de uma amostra de partículas dispersas. As partículas grandes dispersam a luz em ângulos pequenos em relação ao raio laser e as partículas pequenas dispersam a luz em ângulos maiores.

[070] Dentre as partículas da segunda composição (C2), uma proporção de partículas tem um diâmetro médio em volume menor ou igual a um diâmetro limiar.

[071] Em cada um dos casos, pelo menos 50% das partículas possuem um diâmetro médio em volume (chamado Dv50) menor ou igual a 10 micrômetros.

[072] O diâmetro médio em volume é um parâmetro de distribuição de tamanho de partícula (consulte, em particular, *A Basic Guide to*

*Particle Characterization*, página 10, publicado pela Malvern Instruments Limited em 2012).

[073] O diâmetro médio em volume das partículas (tal como, Dv50) pode ser medido por luz estática usando um granulômetro comercial, tal como a máquina MasterSizer 3000 da Malvern. Os dados são processados com base na teoria de espalhamento de Mie, a fim de calcular a distribuição de tamanho de partícula das partículas com base em um modelo esférico de volume equivalente. Mais especificamente, essa teoria, que é precisa para as partículas isotrópicas, permite determinar, no caso de partículas não esféricas, um diâmetro de partícula “efetivo”. Essa teoria é descrita, em particular, na publicação de Van de Hulst, H.C., “*Light Scattering by Small Particles*”, capítulos 9 e 10, Wiley, Nova York, 1957.

[074] De acordo com um primeiro exemplo, a proporção é maior ou igual a 90% e o diâmetro limiar é menor ou igual a 30  $\mu\text{m}$ , preferencialmente menor ou igual a 20  $\mu\text{m}$  e ainda mais preferencialmente menor ou igual a 10  $\mu\text{m}$ .

[075] Vantajosamente, o diâmetro limiar é menor ou igual a 5  $\mu\text{m}$ .

[076] Assim, de acordo com este primeiro exemplo, pelo menos 90% das partículas têm um diâmetro médio em volume (chamado Dv90) menor ou igual a 30 micrômetros.

[077] De acordo com um segundo exemplo, a proporção é maior ou igual a 99% e o diâmetro limiar é menor ou igual a 40  $\mu\text{m}$ , preferencialmente menor ou igual a 30  $\mu\text{m}$  e, ainda mais preferencialmente, menor ou igual a 20  $\mu\text{m}$ .

[078] Vantajosamente, o diâmetro limiar é menor ou igual a 10  $\mu\text{m}$ .

[079] Assim, de acordo com este segundo exemplo, pelo menos 99% das partículas têm um diâmetro médio em volume (chamado Dv99) menor ou igual a 40 micrômetros.

[080] De acordo com um terceiro exemplo, a proporção é maior ou igual a 75% e o diâmetro limiar é menor ou igual a 25  $\mu\text{m}$ , preferencialmente menor ou igual a 15  $\mu\text{m}$  e, ainda mais preferencialmente, menor ou igual a 5  $\mu\text{m}$ .

[081] Vantajosamente, o diâmetro limiar é menor ou igual a 3  $\mu\text{m}$ .

[082] Assim, de acordo com este terceiro exemplo, pelo menos 75% das partículas têm um diâmetro médio em volume (chamado Dv75) menor ou igual a 25 micrômetros.

[083] De acordo com um quarto exemplo, a proporção é maior ou igual a 50% e o diâmetro limiar é menor ou igual a 5  $\mu\text{m}$  e, ainda mais preferencialmente, menor ou igual a 3  $\mu\text{m}$ .

[084] Vantajosamente, o diâmetro limiar é menor ou igual a 1  $\mu\text{m}$ .

[085] Assim, de acordo com este quarto exemplo, pelo menos 50% das partículas têm um diâmetro médio em volume (chamado Dv50) menor ou igual a 5 micrômetros.

[086] De acordo com um quinto exemplo, todas as partículas têm um diâmetro médio em volume menor ou igual a 40  $\mu\text{m}$ , preferencialmente menor ou igual a 30  $\mu\text{m}$  e, ainda mais preferencialmente, menor ou igual a 20  $\mu\text{m}$ . Vantajosamente, o diâmetro médio em volume para uma proporção de 100% é menor ou igual a 15  $\mu\text{m}$ .

[087] Em cada um dos exemplos descritos, pelo menos 50% das partículas da segunda composição (C2) que formam a camada de interface (20) têm um diâmetro médio em volume menor ou igual a 10  $\mu\text{m}$ .

[088] O diâmetro das partículas é obtido devido à escolha dos materiais aglutinantes (ML2), aditivos condutores (AC2) e solventes (S2),

devido à massa desses vários elementos e aos métodos de implementação, incluindo a mistura e trituração. A técnica de mistura consiste em pré-dispersar os aditivos condutores nos materiais aglutinantes solubilizados, os aditivos condutores nesta fase estando em um estado aglomerado (partículas grandes com diâmetro maior que 50 µm). A técnica de trituração consiste em quebrar os aglomerados para obter o diâmetro médio em volume das partículas, como revelado anteriormente.

[089] Isso corresponde ao fato de que a expressão “sendo a composição formada por partículas, pelo menos 50% das partículas possuindo um diâmetro médio em volume menor ou igual a 10 micrômetros” significa que o diâmetro médio é medido em partículas na composição e exclui a medição de diâmetros dos ingredientes na forma de partículas antes da inserção da composição quando a formação da composição altera o tamanho das partículas.

[090] Nesse contexto, pode assim ser escrito de uma maneira equivalente que a segunda composição (C2) pode ser formada de partículas ou que a segunda composição é uma composição que compreende partículas.

[091] Em outras palavras, a medição do diâmetro médio em volume é aqui uma granulometria de tinta carbonatada, ou seja, da dispersão de carbono em uma matriz polimérica.

[092] A escolha do segundo material aglutinante (ML2) pode variar consideravelmente, desde que o segundo material aglutinante (ML2) seja inerte em relação aos outros materiais da segunda composição (C2). O segundo material aglutinante (ML2) compreende um ou vários polímeros escolhidos dentre polímeros termoplásticos, polímeros termoendurecíveis, elastômeros e misturas dos mesmos.

[093] Exemplos de polímeros termoplásticos compreendem, mas não estão limitados a, polímeros derivados da polimerização de monômeros de

vinila alifáticos ou cicloalifáticos, tais como poliolefinas (incluindo polietilenos ou polipropilenos), polímeros derivados da polimerização de monômeros de vinila aromáticos, tais como poliestirenos, polímeros derivados da polimerização de monômeros acrílicos e/ou metacrilatos, poliamidas, poliéter cetonas, poliimidaz, álcoois polivinílicos, polímeros fluorados, poliacrilonitrila.

[094] Exemplos de polímeros termoendurecíveis compreendem, mas não estão limitados a, resinas termoendurecíveis (tais como resinas epóxido ou resinas de poliéster), opcionalmente misturadas com poliuretanos ou com poliálcool poliéteres ou vice-versa.

[095] Exemplos de polímeros elastoméricos compreendem, mas não estão limitados a, borrachas naturais, borrachas sintéticas, copolímeros de estireno-butadieno (também referidos usando a abreviação “SBR”), copolímeros de etileno-propileno (também referidos usando a abreviação “EPM”), silicones.

[096] O segundo material aglutinante (ML2) pode ser uma mistura de polímero(s) termoplástico(s), polímero(s) termoendurecível(eis) e/ou polímero(s) elastomérico(s).

[097] Outro(s) segundo(s) material(is) aglutinante(s) (ML2) apropriado(s) compreende(m) polímeros reticulados, tais como os fabricados a partir de polímeros com grupos carboxila e agentes de reticulação.

[098] O segundo aditivo condutor (AC2) compreende um ou vários tipos de elementos condutores para melhorar a condutividade eletrônica.

[099] Exemplos de elementos condutores compreendem, mas não estão limitados a, carbonos condutores, grafites, grafenos, nanotubos de carbono, fibras de carvão ativado, nanofibras de carvão não ativado, lâminas metálicas, pós metálicos, fibras metálicas e polímeros eletricamente condutores.

[0100] O segundo solvente (S2) é escolhido dentre água, etanol, butanol, álcool isopropílico (também chamado isopropanol), éter glicol e uma mistura dos mesmos.

[0101] A operação do acumulador (10) é de acordo com a operação de um acumulador eletroquímico do estado da técnica.

[0102] Para avaliar o desempenho da camada de interface (20), a cobertura do coletor de corrente com uma camada de acordo com o estado da técnica foi comparada a olho nu àquela com uma camada de interface (20) de acordo com o estado da técnica.

[0103] Em particular, é feita uma comparação de uma composição comercial (DAG EB-012 da Henkel Inc.) e uma segunda composição (C2) possuindo um diâmetro médio em volume ( $Dv_{90}$ ) de 5  $\mu\text{m}$  para 90% das partículas e um diâmetro médio em volume ( $Dv_{90}$ ) de 10  $\mu\text{m}$  para 99% das partículas.

[0104] Em comparação, mede-se que a composição comercial compreende partículas das quais 90% das partículas têm um diâmetro limiar de 49  $\mu\text{m}$  e 99% das partículas têm um diâmetro limiar de 85  $\mu\text{m}$  e 50% das partículas têm um diâmetro limiar de 13  $\mu\text{m}$ .

[0105] As Figuras 3 e 4 correspondem à fotografia obtida por microscopia eletrônica de varredura no caso de uma ampliação de 1000.

[0106] No caso da Figura 3, a camada de interface obtida a partir do revestimento da composição comercial mostra furos, mesmo com uma espessura de 5  $\mu\text{m}$ , conforme observado na Figura 3. Não é possível reduzir a espessura sem gerar uma área com deficiências significativas de cobertura.

[0107] Mesmo com uma espessura de 5  $\mu\text{m}$ , a cobertura não atinge visualmente a cobertura observada com a camada de interface (20) com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$  obtida a partir da segunda composição (C2) observada na Figura 4.

[0108] O coletor da Figura 4 parece estar inteiramente coberto pela camada de interface (20), enquanto o coletor é visível na Figura 3, em particular no furo (30).

[0109] Estes testes correspondem à observação inesperada pela depositante de que é obtida uma boa cobertura do coletor se o tamanho de partícula das partículas que formam a camada de interface (20) for controlado.

[0110] Essa cobertura de boa qualidade permite a proteção do coletor de corrente, portanto a camada de interface atua como uma barreira física ao acesso dos íons responsáveis pela corrosão.

[0111] Testes adicionais demonstraram que essa cobertura permite obter boa resistência à corrosão, mesmo para altos potenciais.

[0112] Em particular, uma oxidação do coletor ocorre a partir de um potencial de 3,7 V para a camada de interface obtida a partir da composição comercial (3,7 V correspondente ao potencial de oxidação do alumínio, os furos da camada de interface são acessos diretos para o eletrólito para o alumínio que oxida) enquanto a oxidação do coletor não ocorre até 4,2 V para uma camada de interface (20), como descrito anteriormente.

[0113] Isso mostra que a camada de interface (20) é uma camada que impede a oxidação do coletor de corrente, mesmo quando o potencial de operação do dispositivo para armazenar energia elétrica é superior ou igual ao potencial de oxidação do material do coletor de corrente.

[0114] Assim, foi revelado um coletor de corrente para formar um conjunto, possibilitando a obtenção de um acumulador com melhores níveis de desempenho e, ao mesmo tempo, capaz de fornecer uma tensão mais alta que as tensões entregues no estado da técnica, em particular uma tensão maior que 3,5 Volts.

[0115] O coletor de corrente também pode ser usado para outro dispositivo de armazenamento de energia elétrica, tal como um supercapacitor.

### REIVINDICAÇÕES

1. COLETOR DE CORRENTE (22) de um dispositivo para armazenar energia elétrica, caracterizado pelo coletor de corrente (22) ser revestido com uma camada de interface (20), a camada de interface (20) sendo formada por revestimento no coletor de corrente (22) com uma composição (C2), sendo a composição (C2) formada por partículas, pelo menos 50% das partículas possuindo um diâmetro médio em volume menor ou igual a 10 micrômetros.

2. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela camada de interface (20) ser uma camada que atua como uma barreira física ao acesso dos íons responsáveis pela corrosão.

3. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado pela camada de interface ser uma camada que impede a oxidação do coletor de corrente (22) mesmo quando o potencial de operação do dispositivo para armazenar energia elétrica é superior ou igual ao potencial de oxidação do material do coletor de corrente (22).

4. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo coletor de corrente (22) ser adaptado para um dispositivo para armazenar energia elétrica compreendendo um eletrólito que compreende sais iônicos escolhidos dentre sal bis(trifluorometano sulfonil)imida de lítio (LiTFSI), sal bis(fluorossulfonil)imida de lítio (LiFSI), sal trifluorometano-sulfonato de lítio (LiTF), tetrafluoroborato de lítio (LiBF<sub>4</sub>), bis(oxalato)borato de lítio (LiBOB), difluoro(oxalato)borato de lítio (LiDFOB) e uma mistura dos mesmos.

5. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo sal iônico ser sal bis(trifluorometano sulfonil)imida de lítio (LiTFSI).

6. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por pelo menos 90% das partículas possuir um diâmetro médio em volume menor ou igual a 15 micrômetros.

7. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por pelo menos 99% das partículas possuir um diâmetro menor ou igual a 10 micrômetros.

8. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pela composição (C2) compreender um material condutor (MC) e um material aglutinante (ML).

9. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pela composição (C2) consistir em um aditivo condutor (AC2), um solvente (S2) e um material aglutinante (ML2).

10. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 9, caracterizado pelo material condutor (MC) compreender pelo menos um elemento escolhido a partir da lista composta por:

- carbono,
- negro de fumo,
- grafite,
- grafeno,
- um nanotubo de carbono,
- uma fibra de carvão ativado, e
- uma nanofibra de carvão não ativado.

11. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pela camada de interface (20) possuir uma espessura maior ou igual a 1 micrômetro.

12. COLETOR DE CORRENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pela camada de interface (20) possuir

uma espessura menor ou igual a 4 micrômetros, preferencialmente menor ou igual a 2 micrômetros.

13. CONJUNTO QUE FORMA UM ÂNODO OU UM CÁTODO, caracterizado por incluir:

- um eletrodo, e
- um coletor de corrente (20), conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12.

14. DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA, acumulador eletroquímico ou supercapacitor, caracterizado por incluir um conjunto, conforme definido na reivindicação 13.

Figura 1

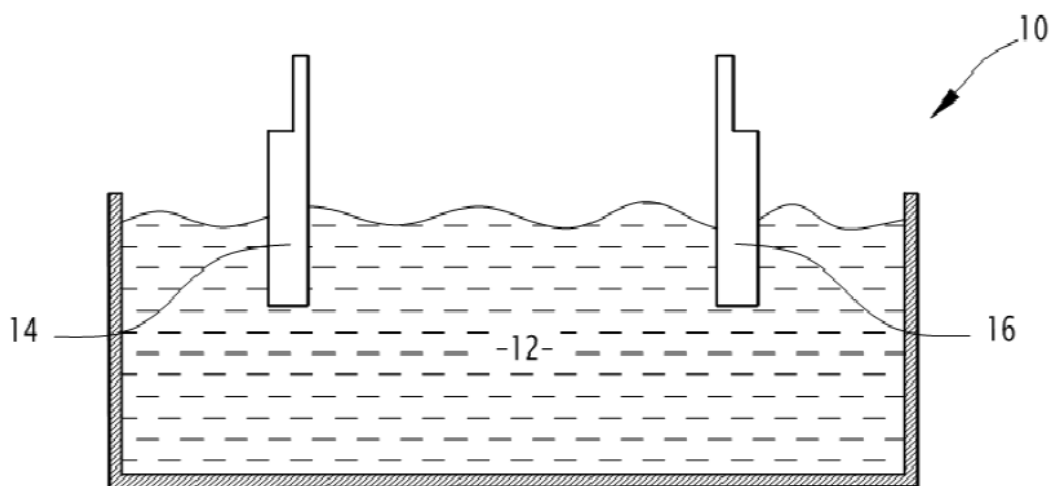
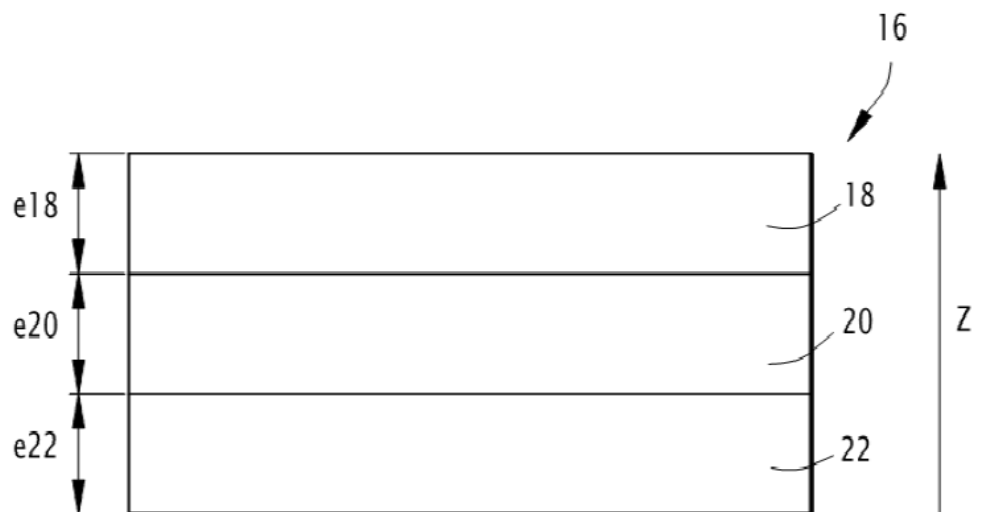
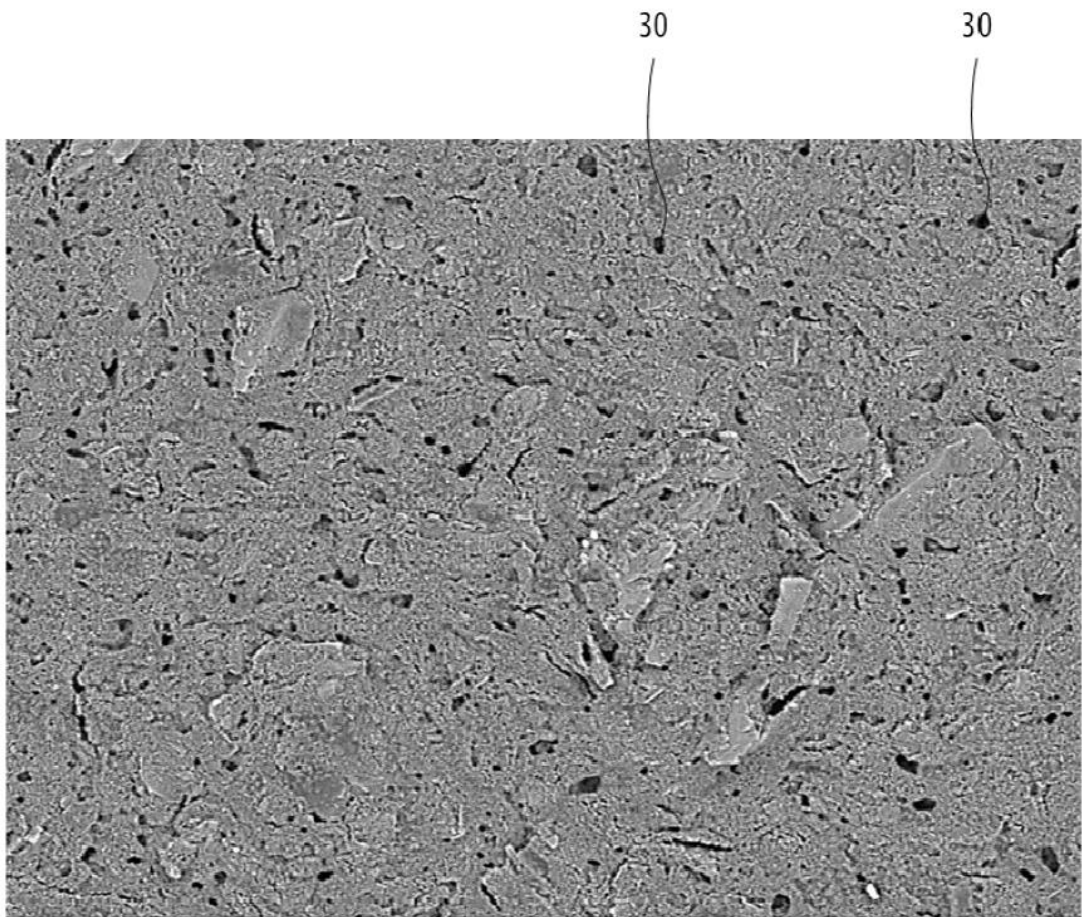


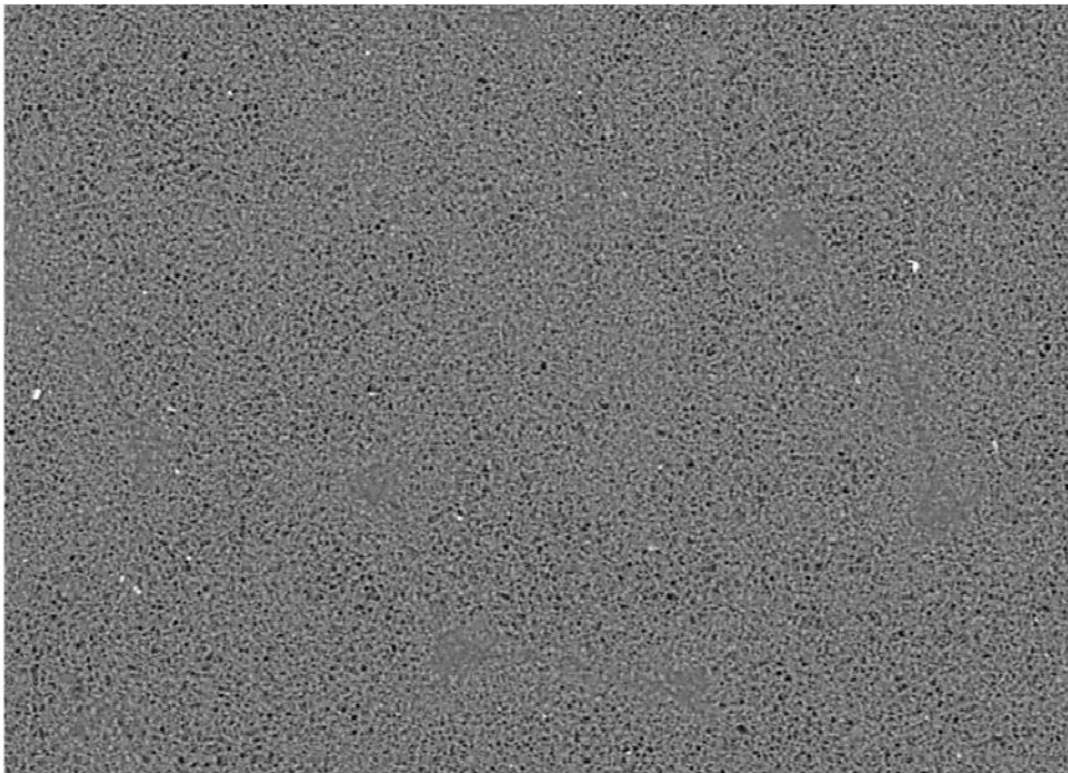
Figura 2



**Figura 3**



**Figura 4**



**RESUMO****“COLETOR DE CORRENTE, CONJUNTO QUE FORMA UM ÂNODO OU UM CÁTODO E DISPOSITIVO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA”**

A invenção se refere a um coletor de corrente (22) de um acionador eletroquímico, o coletor de corrente (22) sendo revestido com uma camada de interface (20), a camada de interface (20) sendo formada por revestimento no coletor de corrente (22) com uma composição, sendo a composição formada por partículas, pelo menos 50% das partículas possuindo um diâmetro médio em volume menor ou igual a 10 micrômetros.