

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.12.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.06.21 Bulletin 21/25.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demanda(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : I-TEN Société anonyme à conseil d'administration — FR.

72 Inventeur(s) : GABEN Fabien et CAYREFOURCQ Ian.

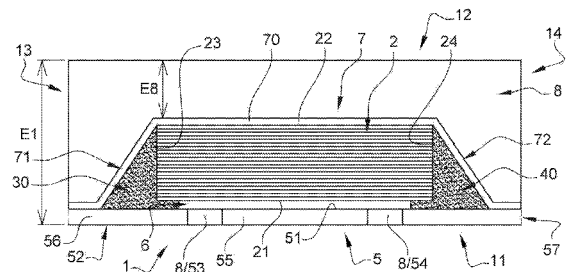
73 Titulaire(s) : I-TEN Société anonyme à conseil d'administration.

74 Mandataire(s) : IXAS CONSEIL.

54 Dispositif électrochimique de type batterie, comprenant des moyens d'étanchéité perfectionnés, et son procédé de fabrication.

57 Ce dispositif électrochimique, de type batterie, comprend un empilement dit élémentaire (2) formé par au moins une cellule élémentaire, un support de connexion électrique (5), réalisé au moins en partie en un matériau conducteur, prévue au voisinage d'une première face frontale (12) dudit empilement élémentaire, des moyens d'isolation électrique (53, 54), permettant d'isoler mutuellement deux régions distantes (56, 57) dudit support de connexion électrique (5), des moyens de contact anodique (30), permettant de relier électriquement une première face latérale (23) dudit empilement élémentaire avec le support de connexion électrique (5), des moyens de contact cathodique (40), permettant de relier électriquement une deuxième face latérale (24) dudit empilement élémentaire, opposée à ladite première face latérale, avec ledit support de connexion électrique (5), un système d'encapsulation (7) recouvrant l'autre face frontale (11) dudit empilement élémentaire, les moyens de contact anodique, les moyens de contact cathodique, ainsi qu'au moins en partie la face (51) dudit support de connexion électrique (5), qui est tournée vers ledit empilement élémentaire, un système de rigidification mécanique (8), recouvrant le système d'encapsulation à l'opposé du support de connexion électrique (5).

Figure pour l'abrégé : Fig. 1.



## Description

### **Titre de l'invention : Dispositif électrochimique de type batterie, comprenant des moyens d'étanchéité perfectionnés, et son procédé de fabrication**

#### **Domaine technique de l'invention**

[0001] La présente invention se rapporte à des dispositifs électrochimiques, de type batteries. Elle peut tout particulièrement être appliquée aux batteries à ions de lithium. L'invention concerne une nouvelle architecture de batteries, qui confère à ces dernières des propriétés améliorées d'étanchéité. L'invention vise également un procédé de fabrication de ces batteries.

#### **Etat de la technique**

[0002] Certains types de batteries, et en particulier certains types de batteries en couches minces, doivent être encapsulés pour être durables car l'oxygène et l'eau (H<sub>2</sub>O) en phase gazeuse les dégradent. En particulier, les batteries à ions de lithium sont très sensibles à l'eau en phase gazeuse. Le marché demande une durée de vie supérieure à 10 ans ; il faut pouvoir disposer d'une encapsulation qui permet de garantir cette durée de vie.

[0003] Les batteries à ions de lithium en couches minces sont des empilements multicouches qui comprennent des couches d'électrodes et d'électrolyte dont l'épaisseur est typiquement comprise entre environ un µm et une dizaine de µm. Elles peuvent comprendre un empilement de plusieurs cellules élémentaires. Ces batteries à ions de lithium entièrement solides en couches minces utilisent le plus souvent des anodes comportant une couche de lithium métallique.

[0004] Les matériaux actifs des batteries à ions de lithium sont très sensibles à l'air et en particulier à l'eau en phase gazeuse. Les ions de lithium mobiles réagissent spontanément avec des traces d'eau pour former du LiOH, conduisant à un vieillissement calendaire des batteries. Tous les matériaux à insertion et électrolytes conducteurs des ions de lithium ne sont pas réactifs au contact de l'humidité. A titre d'exemple, le Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> ne se détériore pas au contact de l'atmosphère ou de traces d'eau. En revanche, dès qu'il est chargé en lithium sous forme Li<sub>4+x</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> avec x>0, alors le surplus de lithium inséré (x) est, quant à lui, sensible à l'atmosphère et réagit spontanément avec les traces d'eau pour former du LiOH. Le lithium ayant réagi n'est alors plus disponible pour le stockage d'électricité, induisant une perte de capacité de la batterie.

[0005] Pour éviter l'exposition des matériaux actifs de la batterie à ions de lithium à l'air et à l'eau et empêcher ce type de vieillissement, il est essentiel de la protéger par un système d'encapsulation. De nombreux systèmes d'encapsulation pour des batteries en

couches minces sont décrits dans la littérature.

- [0006] Le document US 2002 / 0 071 989 décrit un système d'encapsulation d'une batterie en couches minces entièrement solide comprenant un empilement d'une première couche d'un matériau diélectrique choisi parmi l'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), la silice ( $\text{SiO}_2$ ), le nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), le carbure de silicium ( $\text{SiC}$ ), l'oxyde de tantale ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ) et le carbone amorphe, d'une seconde couche d'un matériau diélectrique et d'une couche d'étanchéité disposée sur la seconde couche et recouvrant la totalité de la batterie.
- [0007] Le document US 5 561 004 décrit plusieurs systèmes de protection d'une batterie à ions de lithium en couches minces. Un premier système proposé comprend une couche de parylène recouverte d'un film d'aluminium déposée sur les composants actifs de la batterie. Toutefois, ce système de protection contre la diffusion de l'air et de la vapeur d'eau n'est efficace que pendant environ un mois. Un deuxième système proposé comprend des couches alternées de parylène (500 nm d'épaisseur) et de métal (environ 50 nm d'épaisseur). Le document précise qu'il est préférable de revêtir ces batteries encore d'une couche d'époxy durcie aux ultraviolets (UV) de manière à réduire la vitesse de dégradation de la batterie par des éléments atmosphériques.
- [0008] Selon l'état de la technique la plupart des batteries à ions de lithium sont encapsulées dans des feuilles de polymère métallisées (appelées « pouch ») refermées autour de la cellule batterie et thermoscellées au niveau des rubans (appelés « tabs ») de connectique. Ces emballages sont relativement souples et les connections positive et négative de la batterie sont alors noyées dans le polymère thermoscellé qui a servi à refermer l'emballage autour de la batterie. Toutefois, cette soudure entre les feuilles de polymère n'est pas totalement étanche aux gaz de l'atmosphère, les polymères servant à thermo-sceller la batterie sont assez perméables aux gaz de l'atmosphère. On observe que la perméabilité augmente avec la température, ce qui accélère le vieillissement.
- [0009] Cependant la surface de ces soudures exposées à l'atmosphère reste très faible, et le reste du packaging est constitué de feuilles d'aluminium pris en sandwich entre ces feuilles de polymère. En général, deux feuilles d'aluminium sont associées afin de minimiser les effets liés à la présence de trous, de défauts dans chacune de ces feuilles d'aluminium. La probabilité pour que deux défauts, sur chacun des feuillards soient alignés est fortement réduite.
- [0010] Ces technologies de packaging permettent de garantir environ 10 à 15 ans de durée de vie calendaire pour une batterie de 10 Ah de 10 x 20 cm<sup>2</sup> de surface, dans des conditions normales d'utilisation. Si la batterie est exposée à une température élevée, cette durée de vie peut se réduire à moins de 5 ans ; cela reste insuffisant pour de nombreuses applications. Des technologies similaires peuvent être utilisées pour d'autres composants électroniques, tels que des condensateurs, des composants actifs.
- [0011] En conséquence, il existe un besoin pour des systèmes et des procédés

d'encapsulation de batteries en couches minces et d'autres composants électroniques, qui protègent le composant contre l'air, l'humidité et les effets de la température. Plus particulièrement il existe un besoin pour des systèmes et procédés d'encapsulation des batteries à ions de lithium en couches minces, qui les protègent contre l'air et l'eau en phase gazeuse ainsi que contre leur détérioration lorsque la batterie est soumise à des cycles de charge et de décharge. Le système d'encapsulation doit être étanche et hermétique, doit envelopper et recouvrir totalement le composant ou la batterie, doit être suffisamment souple pour pouvoir accompagner des légers changements de dimensions (« respirations ») de la cellule batterie, et doit également permettre de séparer galvaniquement les bords d'électrodes de signes opposés afin d'éviter tout court-circuit rampant.

- [0012] Un objectif de la présente invention est de remédier au moins en partie aux inconvénients de l'art antérieur évoqués ci-dessus.
- [0013] La présente invention vise à remédier au moins en partie à certains inconvénients de l'art antérieur évoqués ci-dessus.
- [0014] Elle vise en particulier à accroître le rendement de production des batteries rechargeables à forte densité d'énergie et forte densité de puissance et à réaliser des encapsulations plus performantes à moindre coût.
- [0015] Elle vise également à proposer un dispositif électrochimique, de type batterie, qui peut aisément être associé à un dispositif consommateur d'énergie, tout en présentant une protection particulièrement satisfaisante vis-à-vis des gaz tels que l'O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O.
- [0016] Elle vise en particulier à proposer un procédé qui diminue le risque de court-circuit, et qui permet de fabriquer une batterie présentant une faible autodécharge.
- [0017] Elle vise en particulier à proposer un procédé, qui permet de fabriquer de manière simple, fiable et rapide une batterie présentant une durée de vie très élevée.
- [0018] Elle vise également à proposer un tel procédé, qui utilise une étape de découpe de meilleure qualité que dans l'art antérieur.
- [0019] Elle vise également à proposer un tel procédé, qui permet d'améliorer les phases d'encapsulation et l'encapsulation elle-même, intervenant lors de la réalisation de la batterie finale.
- [0020] Elle vise également à proposer un procédé de fabrication des batteries qui engendre moins de perte de matières.

### **Objets de l'invention**

- [0021] Au moins un des objectifs ci-dessus est atteint par l'intermédiaire d'un dispositif électrochimique, de type batterie, comprenant
- [0022] - un empilement dit élémentaire (2) formé par au moins une cellule élémentaire, chaque cellule élémentaire comprenant successivement au moins un substrat collecteur de courant anodique, au moins une couche d'anode, au moins une couche d'un

- matériau d'électrolyte ou d'un séparateur imprégné d'un électrolyte, au moins une couche de cathode, et au moins un substrat collecteur de courant cathodique,
- [0023] ledit empilement élémentaire définissant six faces, à savoir deux faces dites frontales mutuellement opposées (21 et 22), globalement parallèle aux couches d'anode, de matériau d'électrolyte et de cathode, ainsi que quatre faces dites latérales (23 à 26) deux à deux mutuellement opposées, en particulier mutuellement parallèles,
- [0024] - un support de connexion électrique (5), réalisé au moins en partie en un matériau conducteur, prévue au voisinage d'une première face frontale (12) dudit empilement élémentaire,
- [0025] - des moyens d'isolation électrique (53, 54), permettant d'isoler mutuellement deux régions distantes (56,57) dudit support de connexion électrique (5),
- [0026] - des moyens de contact anodique (30), permettant de relier électriquement une première face latérale (23) dudit empilement élémentaire avec le support de connexion électrique (5),
- [0027] - des moyens de contact cathodique (40), permettant de relier électriquement une deuxième face latérale (24) dudit empilement élémentaire, opposée à ladite première face latérale, avec ledit support de connexion électrique (5),
- [0028] - un système d'encapsulation (7) recouvrant l'autre face frontale (11) dudit empilement élémentaire, les moyens de contact anodique, les moyens de contact cathodique, ainsi qu'au moins en partie la face (51) dudit support de connexion électrique (5), qui est tournée vers ledit empilement élémentaire,
- [0029] - un système de rigidification mécanique (8), recouvrant le système d'encapsulation à l'opposé du support de connexion électrique (5).
- [0030] Selon d'autres caractéristiques du dispositif conforme à l'invention, qui peuvent être prises isolément ou selon toute combinaison techniquement compatible :
- [0031] - le système d'encapsulation est choisi parmi :
- [0032] un film inorganique dense déposé par une technique sélectionnée parmi ALD, PECVD ou HDPCVD, d'une épaisseur totale inférieure à 5  $\mu\text{m}$ , et de préférence inférieure à 2  $\mu\text{m}$ , ou
- [0033] une succession de films inorganiques d'une épaisseur totale inférieure à 5  $\mu\text{m}$ , de préférence inférieure à 2  $\mu\text{m}$ , ou
- [0034] une succession de films organiques et inorganiques d'une épaisseur totale inférieure à 20  $\mu\text{m}$ , de préférence inférieure à 10  $\mu\text{m}$ .
- [0035] - Le système de rigidification mécanique est choisi parmi :
- [0036] - une résine, pouvant consister en un polymère simple ou un polymère comportant une matrice polymère, qui est de préférence un polymère de type époxy ou de type acrylate, et une charge minérale, qui peut consister en des particules, des flocons ou des fibres de verre ;

- [0037] - un verre à bas point de fusion, sélectionné de préférence dans le groupe formé par : les verres  $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ , les verres  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ , les verres  $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ , les verres  $\text{TeO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ , les verres  $\text{PbO-SiO}_2$ .
- [0038] Le dispositif comprend en outre des moyens de solidarisation (6), permettant de solidariser l'une (21) des faces frontales de l'empilement élémentaire avec ledit support de connexion électrique (5).
- [0039] Les moyens de solidarisation comprennent une couche d'adhésif non conducteur (6).
- [0040] Les moyens de contact électrique, anodique ou cathodique, comprennent un adhésif conducteur, ou bien une soudure.
- [0041] Les moyens d'isolation électrique comprennent un ou plusieurs espaces libres ménagés dans ledit support de connexion électrique, qui peuvent être vides ou bien remplis au moyen d'un matériau électriquement isolant, les régions de connexion distantes dudit support de connexion électrique étant placées de part et d'autre de ces espaces libres.
- [0042] Le support de connexion électrique comprend un unique espace libre, de part et d'autre duquel sont prévues les régions de connexion distantes.
- [0043] Le support comprend deux espaces libres, entre lesquels est prévue une semelle centrale dudit support de connexion électrique.
- [0044] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un dispositif électrochimique, de type batterie, comprenant
- [0045] - un empilement dit élémentaire (2) formé par au moins une cellule élémentaire, chaque cellule élémentaire comprenant successivement au moins un substrat collecteur de courant anodique, au moins une couche d'anode, au moins une couche d'un matériau d'électrolyte ou d'un séparateur imprégné d'un électrolyte, au moins une couche de cathode, et au moins un substrat collecteur de courant cathodique,
- [0046] ledit empilement élémentaire définissant six faces, à savoir deux faces dites frontales mutuellement opposées (21 et 22), globalement parallèle aux couches d'anode, de matériau d'électrolyte et de cathode, ainsi que quatre faces dites latérales (23 à 26) deux à deux mutuellement opposées, en particulier mutuellement parallèles,
- [0047] - un support de connexion électrique (5), réalisé au moins en partie en un matériau conducteur, prévue au voisinage d'une première face frontale (12) dudit empilement élémentaire,
- [0048] - des moyens d'isolation électrique (53, 54), permettant d'isoler mutuellement deux régions distantes (56,57) dudit support de connexion électrique (5),
- [0049] - des moyens de contact anodique (30), permettant de relier électriquement une première face latérale (23) dudit empilement élémentaire avec le support de connexion électrique (5),
- [0050] - des moyens de contact cathodique (40), permettant de relier électriquement une

- deuxième face latérale (24) dudit empilement élémentaire, opposée à ladite première face latérale, avec ledit support de connexion électrique (5),
- [0051] - un système d'encapsulation (7) recouvrant l'autre face frontale (11) dudit empilement élémentaire, les moyens de contact anodique, les moyens de contact cathodique, ainsi qu'au moins en partie la face (51) dudit support de connexion électrique (5), qui est tournée vers ledit empilement élémentaire,
- [0052] - un système de rigidification mécanique (8), recouvrant le système d'encapsulation à l'opposé du support de connexion électrique (5),
- [0053] ledit procédé comprenant :
- [0054] - la mise en place du support de connexion électrique (5), au voisinage de la première face frontale (12) dudit empilement élémentaire,
- [0055] - l'isolation mutuelle des deux régions distantes (56,57) dudit support de connexion électrique (5),
- [0056] - la mise en liaison électrique de la première face latérale (23) dudit empilement élémentaire avec le support de connexion électrique (5),
- [0057] - la mise en liaison électrique de la deuxième face latérale (24) dudit empilement élémentaire, opposée à ladite première face latérale, avec ledit support de connexion électrique (5),
- [0058] - la réalisation dudit système d'encapsulation (7) sur l'autre face frontale (11) dudit empilement élémentaire, les moyens de contact anodique, les moyens de contact cathodique, ainsi qu'au moins en partie la face (51) dudit support de connexion électrique (5), qui est tournée vers ledit empilement élémentaire,
- [0059] - la réalisation dudit système de rigidification mécanique (8) sur le système d'encapsulation à l'opposé du support de connexion électrique (5).
- [0060] L'invention a enfin pour objet un dispositif consommateur d'énergie électrique comprenant un corps ainsi qu'un dispositif électrochimique ci-dessus, ledit dispositif électrochimique étant apte à alimenter en énergie électrique ledit dispositif consommateur d'énergie électrique, et ledit support de connexion électrique (5) dudit dispositif électrochimique étant fixé sur ledit corps.

### **Figures**

- [0061] L'invention va être décrite ci-après, en référence aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquels :
- [0062] [fig.1] est une vue en coupe longitudinale, illustrant une batterie formant un dispositif électrochimique conforme à un premier mode de réalisation de l'invention.
- [0063] [fig.2] est une vue de dessus, illustrant un cadre intervenant dans la fabrication de la batterie conforme à l'invention, illustrée en figure 1.
- [0064] [fig.3] est une vue de dessus, illustrant une première étape d'un procédé de fa-

brication de la batterie conforme à l'invention.

[0065] [fig.4] est une vue de dessus, illustrant une deuxième étape d'un procédé de fabrication de la batterie conforme à l'invention.

[0066] [fig.5] est une vue de dessus, illustrant une troisième étape d'un procédé de fabrication de la batterie conforme à l'invention.

[0067] [fig.6] est une vue de dessus, illustrant une quatrième étape d'un procédé de fabrication de la batterie conforme à l'invention.

[0068] [fig.7] est une vue de dessus, illustrant une cinquième étape d'un procédé de fabrication de la batterie conforme à l'invention.

[0069] [fig.8] est une vue de dessus, illustrant une sixième étape d'un procédé de fabrication de la batterie conforme à l'invention.

[0070] [fig.9] est une vue en coupe longitudinale, illustrant les différents éléments constitutifs de la batterie, mis en place à l'issue de la première étape ci-dessus.

[0071] [fig.10] est une vue en coupe longitudinale, illustrant les différents éléments constitutifs de la batterie, mis en place à l'issue de la deuxième étape ci-dessus.

[0072] [fig.11] est une vue en coupe longitudinale, illustrant les différents éléments constitutifs de la batterie, mis en place à l'issue de la troisième étape ci-dessus.

[0073] [fig.12] est une vue en coupe longitudinale, illustrant les différents éléments constitutifs de la batterie, mis en place à l'issue de la quatrième étape ci-dessus.

[0074] [fig.13] est une vue en coupe longitudinale, illustrant les différents éléments constitutifs de la batterie, mis en place à l'issue de la cinquième étape ci-dessus.

[0075] [fig.14] est une vue de dessus, analogue à la figure 2, illustrant un cadre support permettant de fabriquer une batterie formant une variante du premier mode de réalisation de l'invention.

[0076] [fig.15] est une vue en perspective, illustrant une batterie conforme à l'invention, qui est susceptible d'être obtenue à partir du cadre illustré sur la figure 14.

[0077] [fig.16] est une vue de dessus, analogue à la figure 2, illustrant un cadre support permettant de fabriquer un dispositif électrochimique conforme à un second mode de réalisation de l'invention.

[0078] [fig.17] est une vue en perspective, illustrant un dispositif électrochimique conforme à l'invention, qui est susceptible d'être obtenu à partir du cadre illustré sur la figure 16.

### **Description de l'invention**

[0079] La figure 1 illustre un dispositif électrochimique conforme à une première variante de réalisation, qui est une batterie désignée dans son ensemble par la référence 1. Cette batterie comprend tout d'abord un empilement 2 formé par au moins une et, de façon typique, par plusieurs cellules élémentaires. Chacune de ces cellules élémentaires comprend successivement au moins un substrat collecteur de courant anodique, au moins une couche d'anode, au moins une couche d'un matériau d'électrolyte ou d'un

séparateur imprégné d'un électrolyte, au moins une couche de cathode, et au moins un substrat collecteur de courant cathodique. Cet empilement est de type connu en soi, de sorte qu'il ne sera pas décrit plus en détail dans ce qui suit. De manière typique, cet empilement comprend entre 10 et 100 cellules élémentaires, telles que décrites ci-dessus.

- [0080] Cet empilement 2, de type globalement parallélépipédique, possède six faces. On note tout d'abord 21 et 22 les faces frontales opposées qui, par convention, sont sensiblement parallèles aux différentes couches ci-dessus. 21 désigne la face frontale dite avant et 22 la face frontale dite arrière qui, comme on le verra dans ce qui suit, permet la fixation d'un support. L'empilement 2 définit par ailleurs quatre faces latérales 23 à 26, qui sont 2 à 2 mutuellement parallèles et opposés.
- [0081] La batterie 1 selon l'invention comprend en outre un support, désigné dans son ensemble la référence 5. Ce support 5, qui est globalement plan, possède typiquement une épaisseur inférieure à 300  $\mu\text{m}$ , de préférence inférieure à 100  $\mu\text{m}$ . Ce support est avantageusement réalisé en un matériau conducteur électrique, typiquement matériau métallique, en particulier aluminium, cuivre, acier inoxydable pouvant être revêtu afin d'améliorer leur propriété de soudabilité par une fine couche d'or, de nickel et d'étain. On note respectivement 51 la face avant du support, qui est tournée vers l'empilement 2, ainsi que 52 la face arrière opposée.
- [0082] Ce support est ajouré, à savoir qu'il comprend des espaces 53 et 54 délimitant une semelle centrale 55 ainsi que deux bandes latérales opposées 56 et 57. Les différentes régions 55, 56 et 57 de ce support sont, par conséquent, mutuellement isolées sur le plan électrique. En particulier, comme on le verra dans ce qui suit, les bandes latérales 56 et 57 forment des régions mutuellement isolées électriquement, qui sont susceptibles d'être connectées avec des organes de contact appartenant à la batterie. Dans l'exemple illustré l'isolation électrique est réalisée en ménageant des espaces vides 53 et 54 qui, comme on le verra dans ce qui suit, sont remplis par un matériau de rigidification. À titre de variante on peut prévoir que ces espaces sont remplis au moyen d'un matériau non conducteur, par exemple des polymères, des céramiques, des verres.
- [0083] Dans l'exemple illustré, le support et l'empilement sont mutuellement solidarisés par une couche 6. Cette dernière est typiquement formée par l'intermédiaire d'une colle non conductrice, notamment de type epoxy ou acrylates. À titre de variante, on peut prévoir de solidariser mutuellement le support et l'empilement par l'intermédiaire d'une soudure, non représentée. L'épaisseur de cette couche 6 est typiquement comprise entre 5 et 100  $\mu\text{m}$ , notamment voisine de 50  $\mu\text{m}$ . Selon le plan principal du support 5, cette couche recouvre au moins partiellement les espaces 53 et 54 ci-dessus, de façon à isoler mutuellement les organes de contact anodique et cathodique comme on le détaillera ci-après.

- [0084] Le support 5 assure une fonction supplémentaire de connexion électrique, en ce qu'il est relié électriquement à l'empilement 2 décrit ci-dessus. Dans l'exemple illustré, cette liaison électrique est assurée grâce à des plots 30 et 40, formant des organes de contact respectivement anodique et cathodique. Ces plots 30 et 40 sont réalisés en un matériau conducteur approprié, en particulier en une colle conductrice comme par exemple une colle graphite, colle chargée par des nanoparticules métalliques (Au, Cu, Al...) Les charges métalliques peuvent être différentes pour l'anode et la cathode (typiquement Al pour la cathode, Cu pour l'anode). Dans ce cas, ces plots assurent, non seulement leur fonction initiale de liaison électrique, mais également une fonction supplémentaire de solidarisation mécanique entre l'empilement et le support.
- [0085] À titre de variante, on peut également prévoir de réaliser ces plots 30 et 40 en un matériau différent d'une colle conductrice, comme par exemple une soudure. Dans l'exemple illustré, ces plots ont été représentés à titre schématique sous forme triangulaire, leur épaisseur augmente en direction du support. Néanmoins, à titre de variante, on peut prévoir que ces plots possèdent une forme différente, en particulier une épaisseur constante.
- [0086] La batterie conforme à l'invention comprend en outre un système d'encapsulation, désigné dans son ensemble par la référence 7. Ce système d'encapsulation 7 comporte tout d'abord une zone centrale 70, recouvrant la face frontale avant de l'empilement. Cette zone centrale est prolongée, de part et d'autre, par des régions intermédiaires 71 et 72 recouvrant les plots de liaison électrique 30 et 40. Enfin ces régions intermédiaires sont elles-mêmes prolongées par des extrémités 73 et 74, recouvrant une partie de la face frontale avant du support 5.
- [0087] La figure 1 illustre, comme on l'a vu ci-dessus, une coupe longitudinale de la batterie. En coupe transversale, qui n'est pas représentée, le système d'encapsulation recouvre les faces latérales 15 et 16 de l'empilement, qui ne sont pas équipées des organes de contact 20 30. Ce système d'encapsulation recouvre également au moins en partie, selon cette vue transversale, la face frontale avant du support.
- [0088] Ce système d'encapsulation 7 peut être réalisé en tout matériau, permettant d'assurer une fonction d'étanchéité. On choisira par exemple de déposer :
- [0089] - un film inorganique dense par ALD, PECVD HDPCVD inférieur à 5  $\mu\text{m}$  et de préférence inférieur à 2  $\mu\text{m}$ . Le film inorganique peut être en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ , Si amorphe,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- [0090] - une succession de films inorganiques d'une épaisseur totale inférieure à 5  $\mu\text{m}$  et de préférence inférieure à 2  $\mu\text{m}$ . Les films inorganiques peuvent être en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ , Si amorphe,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  déposés selon une technique quelconque sèche ou humide (PECVD, PVD, ALD, Spray coating + UV conversion, Sol - gel...),
- [0091] - une succession de films organiques et inorganiques inférieur à 20  $\mu\text{m}$  et de

préférence inférieur à 10  $\mu\text{m}$ . Les films inorganiques peuvent être en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ , Si amorphe, déposés selon une technique sèche ou humide (PECVD, PVD, ALD, Spray coating + UV conversion, Solgel...). Les films organiques peuvent être polymère (PVDF, Parylène, Acrylates...).

- [0092] Enfin la batterie selon l'invention est équipée d'un système de rigidification, désigné dans son ensemble par la référence 8. Ce système de rigidification recouvre l'ensemble du système d'encapsulation 7, l'opposé du support 5. Il recouvre en outre au moins une partie est, de façon avantageuse comme dans l'exemple illustré, la totalité de la face avant du support 5. Par ailleurs, comme mentionné ci-dessus, ce système 8 remplit tout ou partie des espaces libres 53 54.
- [0093] Ce système de rigidification 8 peut être réalisé en tout matériau, permettant d'assurer cette fonction de rigidité mécanique. Dans cette optique on choisira par exemple une résine pouvant consister en un polymère simple ou un polymère chargé avec des charges inorganiques. La matrice polymère peut être de la famille des epoxy, des acrylates, polymères fluorés par exemple, les charges pouvant consister en des particules, des flocons ou des fibres de verre.
- [0094] De façon avantageuse, ce système de rigidification 8 peut assurer une fonction supplémentaire de barrière à l'égard de l'humidité. Dans cette optique on choisira par exemple un verre à bas point de fusion assurant ainsi résistance mécanique et une barrière supplémentaire à l'humidité. Ce verre pouvant être par exemple de la famille des  $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$  ;  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TeO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{PbO-SiO}_2$ .
- [0095] Comme on l'a vu ci-dessus, l'épaisseur du système d'encapsulation 7 est avantageusement très faible, en particulier inférieur à 20  $\mu\text{m}$ , de préférence à 10  $\mu\text{m}$  (valeur à vérifier). De façon typique le système de rigidification 8 présente une épaisseur bien supérieure à celle du système d'encapsulation 7. En référence à la figure 1 on note E8 la plus petite épaisseur de ce système de rigidification, au niveau du recouvrement de la face avant de l'empilement. De façon avantageuse, cette épaisseur E8 est comprise entre 20 et 250 $\mu\text{m}$ , typiquement voisine de 100 $\mu\text{m}$ .
- [0096] La batterie 1 conforme à l'invention, tel que montrée sur la figure 1, présente globalement une forme de parallélépipède. Par analogie avec l'empilement 2, on note 11 et 12 ses faces frontales avant et arrière, ainsi que 13 à 16 ses différentes faces latérales. À titre d'exemples non limitatifs, l'épaisseur E1 de la batterie est par exemple comprise entre 0,5 et 2.5mm, alors que ses dimensions transversales L1 et l1 sont par exemple compris entre 1 et 4mm.
- [0097] En service, de façon classique, de l'énergie électrique est produite au niveau de l'empilement élémentaire 2. Cette énergie est transmise aux régions conductrices 55 et 56 du support 5, par l'intermédiaire des organes de contact 30 et 40. Étant donné que ces régions conductrices sont mutuellement isolées, tout risque de court-circuit est

évité.

- [0098] L'énergie électrique est alors dirigée, à partir des régions 56 et 57, vers un dispositif de consommation d'énergie de tout type approprié, par exemple un composant électronique. À cet effet le support 5 est typiquement directement fixé sur un circuit imprimé
- [0099] La présence du système d'encapsulation, lequel recouvre à la fois l'empilement, les organes de contact et une partie du support, confère une étanchéité satisfaisante à la batterie. Par ailleurs, la présence d'un système supplémentaire de rigidification apporte des avantages complémentaires. Ce système de rigidification assure ainsi une fonction de protection mécanique et chimique, éventuellement associé à une fonction de barrière supplémentaire aux gaz.
- [0100] On va maintenant décrire, en référence aux figures 2 à 13, les différentes étapes d'un procédé permettant la fabrication de la batterie 1 décrite ci-dessus. Afin de mettre en œuvre ce procédé, on utilise avantageusement un cadre support 104, qui est destinée à former une pluralité de support 4. Ce cadre 104, qui est montrée à grande échelle sur la figure 2, possède une bordure périphérique 140, ainsi qu'une pluralité d'ébauches 141, dont chacune permet la fabrication d'une batterie respective. Dans l'exemple illustré on retrouve 12 ébauches, mutuellement identiques, répartis selon 3 lignes et 4 colonnes. À titre de variante, on peut prévoir d'utiliser un cadre possédant un nombre différent de telles ébauches.
- [0101] Chaque ébauche comprend une plage centrale 145, destinée à former la semelle 45, ainsi que 2 blocs latéraux 146 et 147 destinés à former respectivement les bandes 46 et 47. La plage et les blocs sont mutuellement séparés par des fentes 143 et 144, qui sont destinés à former les espaces 43 et 44. Les différentes ébauches 141 sont immobilisées, à la fois les unes par rapport aux autres, ainsi que par rapport à la bordure périphérique 140, au moyen de différentes tringles respectivement horizontales 148 et verticales 149.
- [0102] Dans une première étape, qui est illustrée aux figures 3 et 9, on dépose sur chaque plage 155 une dose 106 de colle non conductrice, destiné à former la couche 6. Puis on dépose, sur chaque bloc latéral 156 157, une dose respective 130 et 140 de colle conductrice, destiné à former les plots 130 et 140. Cette deuxième étape est illustrée aux figures 4 et 10.
- [0103] Dans une troisième étape, illustrée aux figures 5 et 11, on dispose les différents empilements 2 sur les différentes doses 106, 130 et 140. Ces empilements sont placés, par rapport aux plages 145 et aux blocs 146 147, dans la position précise qu'ils doivent adopter vis-à-vis de la semelle 45 et des bandes finales 46 47.
- [0104] Dans une quatrième étape, illustrée aux figures 6 et 12, on réalise le dépôt du matériau destiné à former le système d'encapsulation. Puis, dans la cinquième étape

illustrée aux figures 7 et 13, on réalise le dépôt du matériau destiné à former le système de rigidification.

- [0105] Enfin, comme illustré sur la figure 14, on réalise une découpe du cadre 140, sur lequel ont été disposés les différents constituants de la pluralité de batteries. Les différentes lignes de découpe sont matérialisées en traits pointillés, en étant affectées des références D pour les découpes selon la dimension longitudinale des batteries et des références D' pour les découpes selon leur dimension latérale. On notera que, selon les 2 dimensions du cadre, certaines zones R et R' sont destinées à être mises au rebut.
- [0106] Les figures 14 et 15 illustrent une variante du premier mode de réalisation de l'invention, qui a été décrit ci-dessus. Sur ces figures 14 et 15 les éléments mécaniques, qui sont analogues à ceux des figures 1 à 13, y sont affectés des mêmes numéros de référence augmentés du nombre 200.
- [0107] La batterie 201, visible en figure 15, diffère de celle 1 des figures précédentes notamment du fait de la structure de son support de connexion 205. De façon plus précise, ce support 205 est dépourvu d'une semelle centrale, telle que celle 55 des figures précédentes. Ainsi, ce support comporte 2 bandes latérales 256 et 257, lesquelles sont séparées par un espace 253 assurant leur isolation mutuelle.
- [0108] Par conséquent cette batterie 201 est dépourvue également de la couche de colle non conductrice 6. Dans ces conditions il est avantageux que le système d'encapsulation 207 recouvre également la face arrière de l'empilement 202. Ce système d'encapsulation 207 est par ailleurs recouvert, au niveau de l'espace libre 253, par un tronçon du système de rigidification 208.
- [0109] Le cadre support 305, permettant la réalisation d'une pluralité de batteries, analogue à celle de la figure 15, est visible sur la figure 14. Ce cadre 305 diffère de celui 105, en ce que les ébauches 351 qu'il comporte sont dépourvues de plage centrale. On a référencé 356 et 357 les blocs, permettant la formation finale des bandes latérales 256 et 257, ainsi que 353 la fente destinée à former l'espace 253. Le procédé de fabrication de la batterie 201 est globalement analogue à celui décrit ci-dessus, en référence à la batterie 1. La principale différence réside dans le fait que ce procédé n'inclut pas d'étape de dépôt d'une dose de colle non conductrice.
- [0110] Les figures 16 et 17 illustrent un second mode de réalisation d'un dispositif électrochimique, conforme à l'invention. Sur ces figures 16 et 17 les éléments mécaniques analogues à ceux des figures 1 à 13 y sont affectés des mêmes numéros de référence, augmentés du nombre 400.
- [0111] Le dispositif électrochimique 401, visible en figure 17, diffère des batteries 1 et 201 du premier mode de réalisation, notamment en ce qu'il comporte un composant électronique supplémentaire. Ce dernier, qui est affecté de la référence 409, est de tout type approprié. Il peut s'agir par exemple d'un composant de type LDO (ce qui signifie en

anglais « Low Dropout Regulator », à savoir un régulateur à faible chute de tension). De façon connue en soi, la fonction de ce composant est de réguler le potentiel de la batterie.

- [0112] À titre de variante non représentée, on peut prévoir que le dispositif électrochimique conforme à l'invention comporte plusieurs composants électroniques supplémentaires. De façon typique, on peut envisager de réaliser un mini circuit assurant une fonction électronique complexe. Dans cet esprit, on peut utiliser un module RTC (ce qui signifie en anglais « Real Time Clock », à savoir une fonction d'horloge), ou bien un module de récupération d'énergie (en langue anglaise « Energy Harvesting »).
- [0113] Sur le plan structurel l'empilement 402 repose, via les couches de colle conductrice 430 et 440, sur une bande latérale 456 et une semelle 457 du support. Cette bande est séparée électriquement vis-à-vis de cette semelle, par l'intermédiaire d'un espace 453. Par ailleurs le composant LDO repose, via des couches supplémentaires de colle conductrice 492 493, d'une part sur la plage précitée 457 et sur une bande latérale 490 du support. Cette plage et cette bande 490 sont mutuellement isolées, par un espace 491.
- [0114] Le cadre support 505, permettant la réalisation d'une pluralité de dispositifs électrochimiques, analogues à celui 401 de la figure 17, est visible sur la figure 16. Ce cadre 505 est globalement analogue à celui 105, notamment en ce qu'il comporte une semelle centrale 557, ainsi que 2 blocs 556 et 590. Le procédé de fabrication du dispositif électrochimique 401 est globalement analogue à celui décrit ci-dessus, en référence à la fabrication de la batterie 1. les principales différences résident, tout d'abord dans le fait que la fabrication du dispositif électrochimique 400 ne fait pas intervenir de dépôt de doses de colle non conductrice. Par ailleurs, cette fabrication du dispositif 401 fait appel au dépôt d'une pluralité de doses de colle conductrice, lesquelles sont destinées à la formation des différentes couches 430,440,492 493.
- [0115] La batterie selon l'invention peut être une microbatterie aux ions de lithium, une minibatterie aux ions de lithium, ou encore une batterie à ions de lithium de forte puissance. En particulier, elle peut conçue et dimensionnée de manière à avoir :
- [0116] - soit une puissance inférieure ou égale à environ 1 mA h (appelée couramment « microbatterie »),
- [0117] - soit une puissance supérieure à environ 1 mA h jusqu'à environ 1 A h (appelée couramment « minibatterie »),
- [0118] - soit une puissance supérieure à environ 1 A h (appelée couramment « batterie de puissance »).
- [0119] De manière typique, les microbatteries sont conçues de manière à être compatibles avec les procédés de fabrication de la microélectronique.
- [0120] Les batteries de chacune de ces trois gammes de puissance peuvent être réalisées :

- [0121] – soit avec des couches de type « tout solide », i.e. dépourvues de phases liquides ou pâteuses imprégnées (lesdites phases liquides ou pâteuses pouvant être un milieu conducteur d'ions de lithium, capable d'agir comme électrolyte),
- soit avec des couches de type « tout solide » mésoporeuses, imprégnées par une phase liquide ou pâteuse, typiquement un milieu conducteur d'ions de lithium, qui entre spontanément à l'intérieur de la couche et qui ne ressort plus de cette couche, de sorte que cette couche puisse être considérée comme quasi-solide,
  - soit avec des couches poreuses imprégnées (i.e. couches présentant un réseau de pores ouverts qui peuvent être imprégnés avec une phase liquide ou pâteuse, et qui confère à ces couches des propriétés humides).

## Revendications

[Revendication 1]

Dispositif électrochimique, de type batterie, comprenant

- un empilement dit élémentaire (2) formé par au moins une cellule élémentaire, chaque cellule élémentaire comprenant successivement au moins un substrat collecteur de courant anodique, au moins une couche d'anode, au moins une couche d'un matériau d'électrolyte ou d'un séparateur imprégné d'un électrolyte, au moins une couche de cathode, et au moins un substrat collecteur de courant cathodique,

ledit empilement élémentaire définissant six faces, à savoir deux faces dites frontales mutuellement opposées (21 et 22), globalement parallèle aux couches d'anode, de matériau d'électrolyte et de cathode, ainsi que quatre faces dites latérales (23 à 26) deux à deux mutuellement opposées, en particulier mutuellement parallèles,

- un support de connexion électrique (5), réalisé au moins en partie en un matériau conducteur, prévue au voisinage d'une première face frontale (12) dudit empilement élémentaire,

- des moyens d'isolation électrique (53, 54), permettant d'isoler mutuellement deux régions distantes (56,57) dudit support de connexion électrique (5),

- des moyens de contact anodique (30), permettant de relier électriquement une première face latérale (23) dudit empilement élémentaire avec le support de connexion électrique (5),

- des moyens de contact cathodique (40), permettant de relier électriquement une deuxième face latérale (24) dudit empilement élémentaire, opposée à ladite première face latérale, avec ledit support de connexion électrique (5),

- un système d'encapsulation (7) recouvrant l'autre face frontale (11) dudit empilement élémentaire, les moyens de contact anodique, les moyens de contact cathodique, ainsi qu'au moins en partie la face (51) dudit support de connexion électrique (5), qui est tournée vers ledit empilement élémentaire,

- un système de rigidification mécanique (8), recouvrant le système d'encapsulation à l'opposé du support de connexion électrique (5).

[Revendication 2]

Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le système d'encapsulation est choisi parmi :

- un film inorganique dense déposé par une technique sélectionnée parmi ALD, PECVD ou HDPCVD, d'une épaisseur

- totale inférieure à 5  $\mu\text{m}$ , et de préférence inférieure à 2  $\mu\text{m}$ , ou
- une succession de films inorganiques d'une épaisseur totale inférieure à 5  $\mu\text{m}$ , de préférence inférieure à 2  $\mu\text{m}$ , ou
- une succession de films organiques et inorganiques d'une épaisseur totale inférieure à 20  $\mu\text{m}$ , de préférence inférieure à 10  $\mu\text{m}$ .

- [Revendication 3] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le système de rigidification mécanique est choisi parmi :
- une résine, pouvant consister en un polymère simple ou un polymère comportant une matrice polymère, qui est de préférence un polymère de type époxy ou de type acrylate, et une charge minérale, qui peut consister en des particules, des flocons ou des fibres de verre ;
  - un verre à bas point de fusion, sélectionné de préférence dans le groupe formé par : les verres  $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ , les verres  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ , les verres  $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ , les verres  $\text{TeO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ , les verres  $\text{PbO-SiO}_2$ .
- [Revendication 4] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre des moyens de solidarisation (6), permettant de solidariser l'une (21) des faces frontales de l'empilement élémentaire avec ledit support de connexion électrique (5).
- [Revendication 5] Dispositif selon la revendication 4, dans lequel les moyens de solidarisation comprennent une couche d'adhésif non conducteur (6).
- [Revendication 6] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens de contact électrique, anodique ou cathodique, comprennent un adhésif conducteur.
- [Revendication 7] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens d'isolation électrique comprennent un ou plusieurs espaces libres ménagés dans ledit support de connexion électrique, qui peuvent être vides ou bien remplis au moyen d'un matériau électriquement isolant, les régions de connexion distantes dudit support de connexion électrique étant placées de part et d'autre de ces espaces libres.
- [Revendication 8] Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le support de connexion électrique comprend un unique espace libre, de part et d'autre duquel sont prévues les régions de connexion distantes.
- [Revendication 9] Dispositif selon la revendication 7, dans lequel le support comprend deux espaces libres, entre lesquels est prévue une semelle centrale dudit support de connexion électrique.

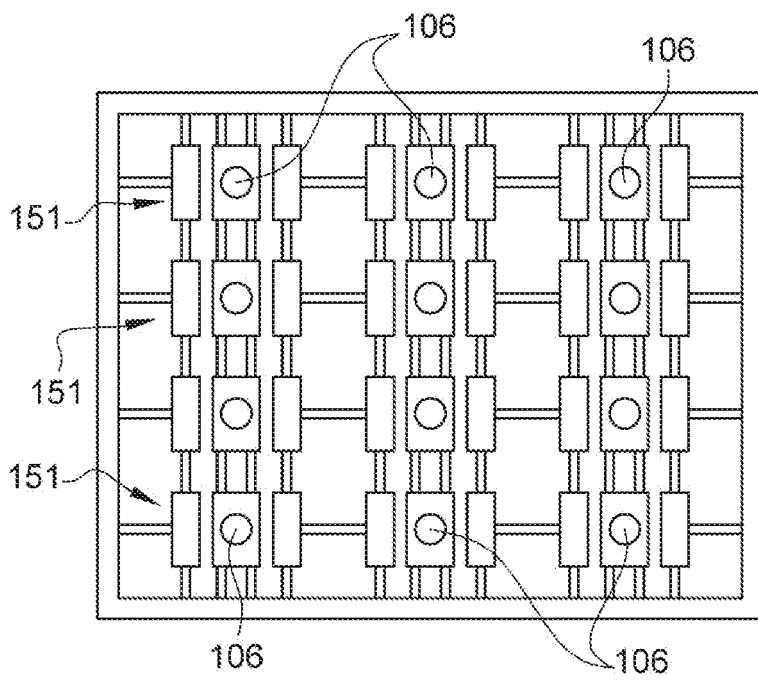
- [Revendication 10] Procédé de fabrication d'un dispositif électrochimique, de type batterie, comprenant
- un empilement dit élémentaire (2) formé par au moins une cellule élémentaire, chaque cellule élémentaire comprenant successivement au moins un substrat collecteur de courant anodique, au moins une couche d'anode, au moins une couche d'un matériau d'électrolyte ou d'un séparateur imprégné d'un électrolyte, au moins une couche de cathode, et au moins un substrat collecteur de courant cathodique, ledit empilement élémentaire définissant six faces, à savoir deux faces dites frontales mutuellement opposées (21 et 22), globalement parallèle aux couches d'anode, de matériau d'électrolyte et de cathode, ainsi que quatre faces dites latérales (23 à 26) deux à deux mutuellement opposées, en particulier mutuellement parallèles,
  - un support de connexion électrique (5), réalisé au moins en partie en un matériau conducteur, prévue au voisinage d'une première face frontale (12) dudit empilement élémentaire,
  - des moyens d'isolation électrique (53, 54), permettant d'isoler mutuellement deux régions distantes (56,57) dudit support de connexion électrique (5),
  - des moyens de contact anodique (30), permettant de relier électriquement une première face latérale (23) dudit empilement élémentaire avec le support de connexion électrique (5),
  - des moyens de contact cathodique (40), permettant de relier électriquement une deuxième face latérale (24) dudit empilement élémentaire, opposée à ladite première face latérale, avec ledit support de connexion électrique (5),
  - un système d'encapsulation (7) recouvrant l'autre face frontale (11) dudit empilement élémentaire, les moyens de contact anodique, les moyens de contact cathodique, ainsi qu'au moins en partie la face (51) dudit support de connexion électrique (5), qui est tournée vers ledit empilement élémentaire,
  - un système de rigidification mécanique (8), recouvrant le système d'encapsulation à l'opposé du support de connexion électrique (5), ledit procédé comprenant :
    - la mise en place du support de connexion électrique (5), au voisinage de la première face frontale (12) dudit empilement élémentaire,
    - l'isolation mutuelle des deux régions distantes (56,57) dudit support de connexion électrique (5),

- la mise en liaison électrique de la première face latérale (23) dudit empilement élémentaire avec le support de connexion électrique (5),
- la mise en liaison électrique de la deuxième face latérale (24) dudit empilement élémentaire, opposée à ladite première face latérale, avec ledit support de connexion électrique (5),
- la réalisation dudit système d'encapsulation (7) sur l'autre face frontale (11) dudit empilement élémentaire, les moyens de contact anodique, les moyens de contact cathodique, ainsi qu'au moins en partie la face (51) dudit support de connexion électrique (5), qui est tournée vers ledit empilement élémentaire,
- la réalisation dudit système de rigidification mécanique (8) sur le système d'encapsulation à l'opposé du support de connexion électrique (5).

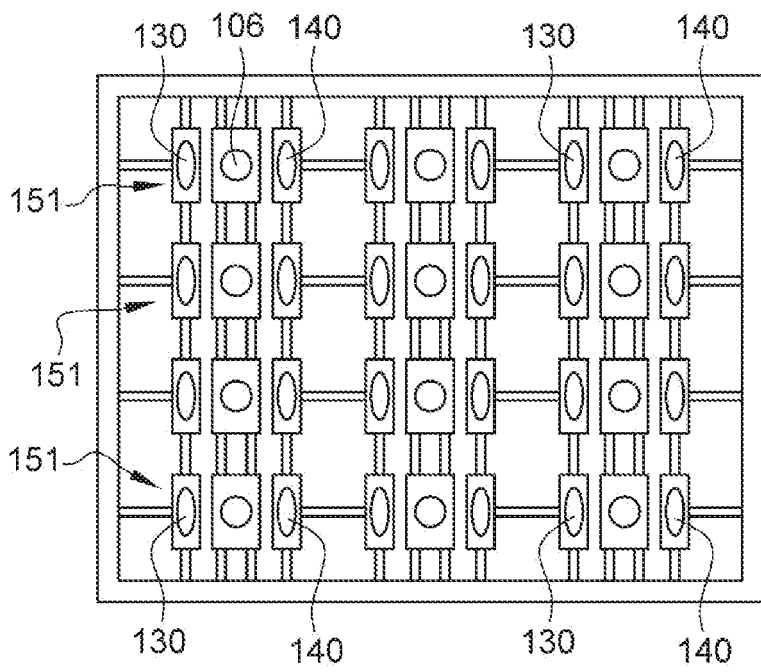
[Revendication 11] Dispositif consommateur d'énergie électrique comprenant un corps ainsi qu'un dispositif électrochimique selon l'une des revendications 1 à 9, ledit dispositif électrochimique étant apte à alimenter en énergie électrique ledit dispositif consommateur d'énergie électrique, et ledit support de connexion électrique (5) dudit dispositif électrochimique étant fixé sur ledit corps.



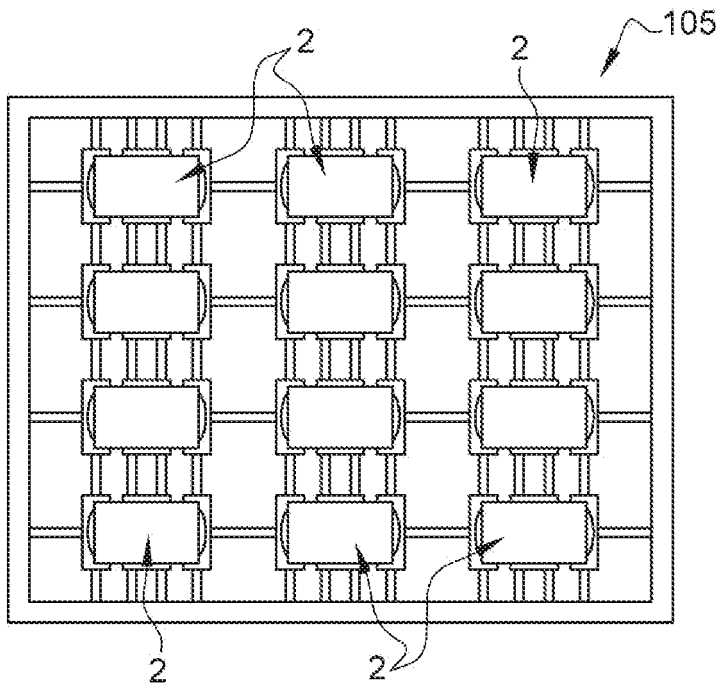
[Fig. 3]



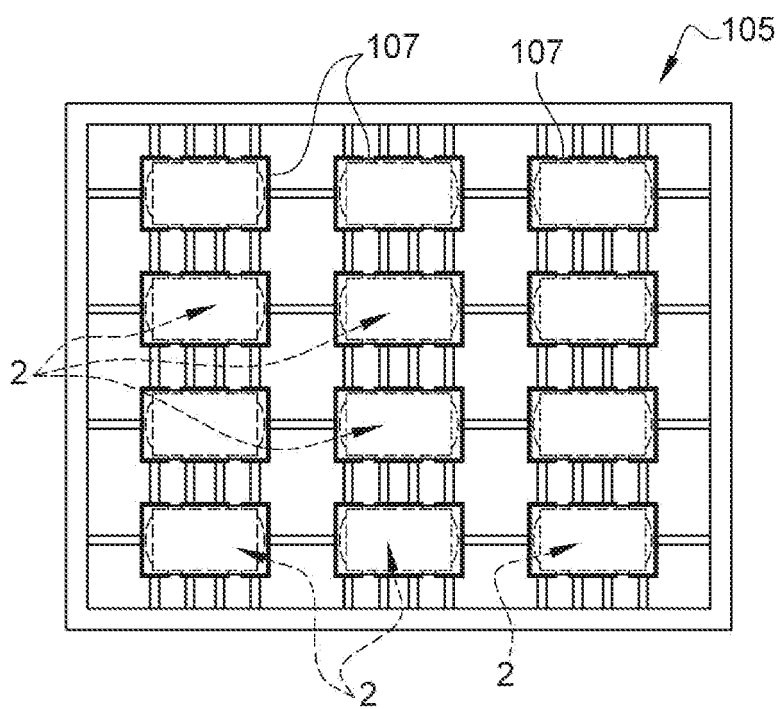
[Fig. 4]



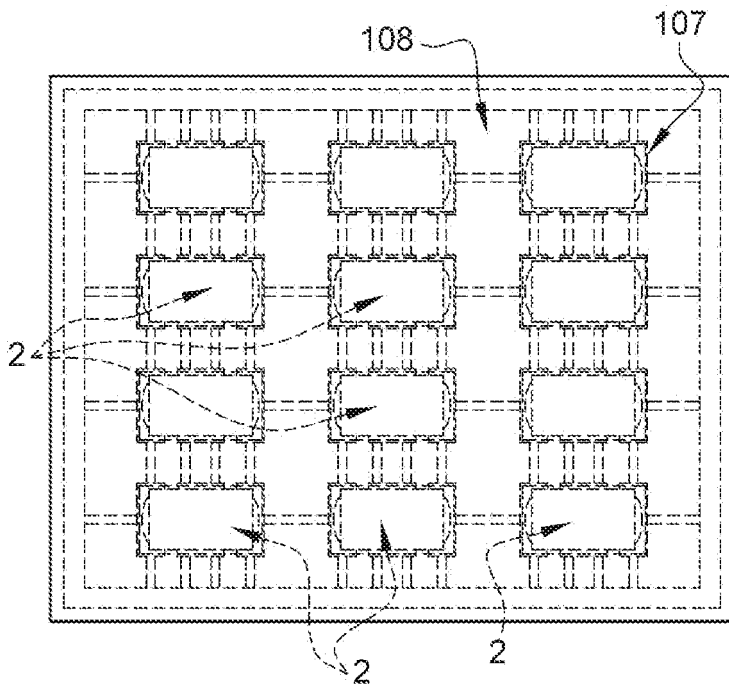
[Fig. 5]



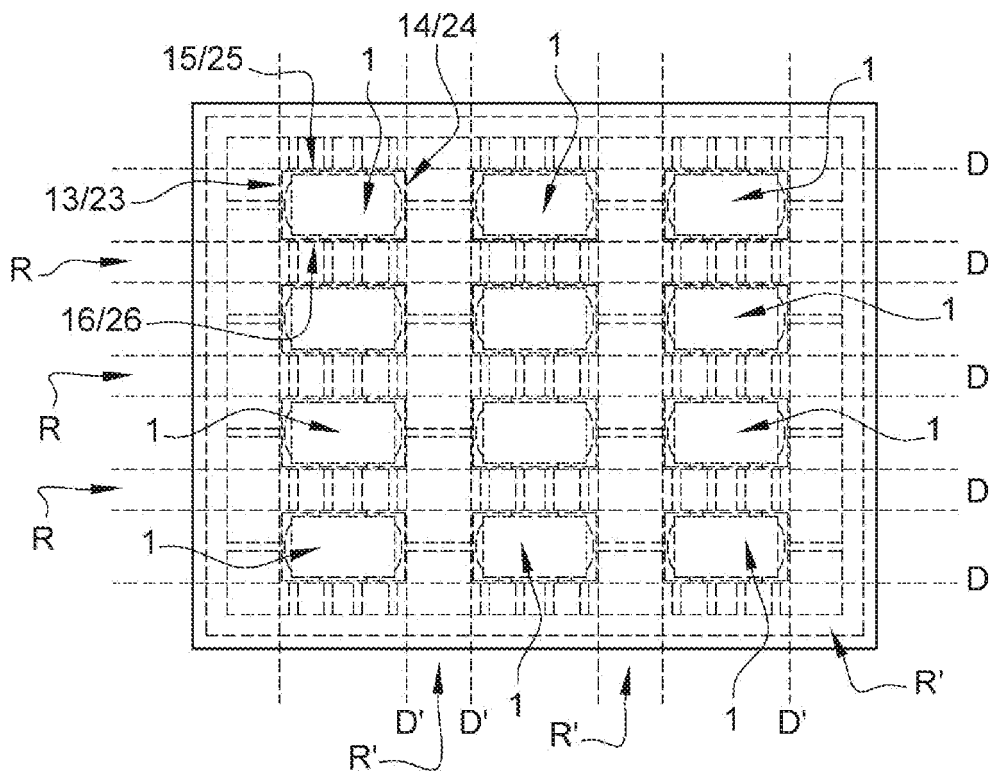
[Fig. 6]



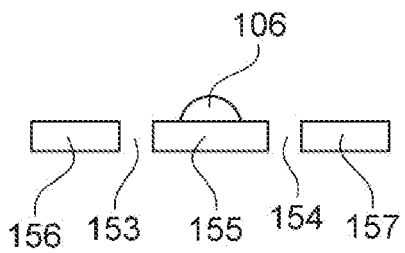
[Fig. 7]



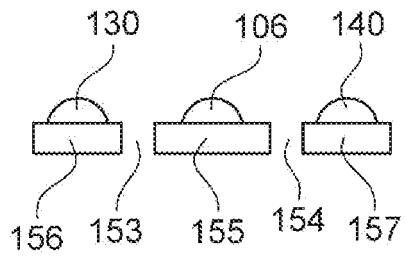
[Fig. 8]



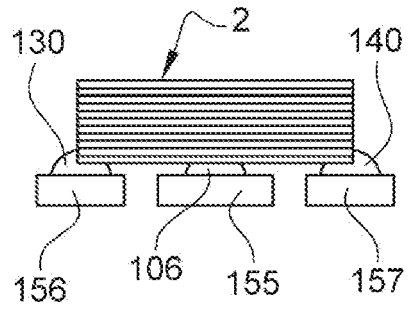
[Fig. 9]



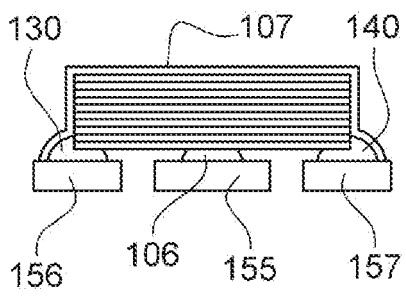
[Fig. 10]



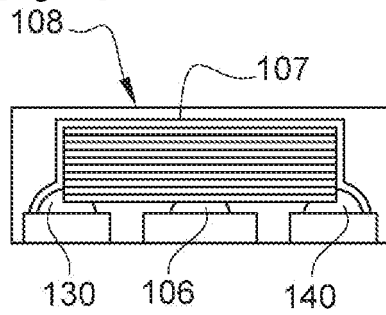
[Fig. 11]



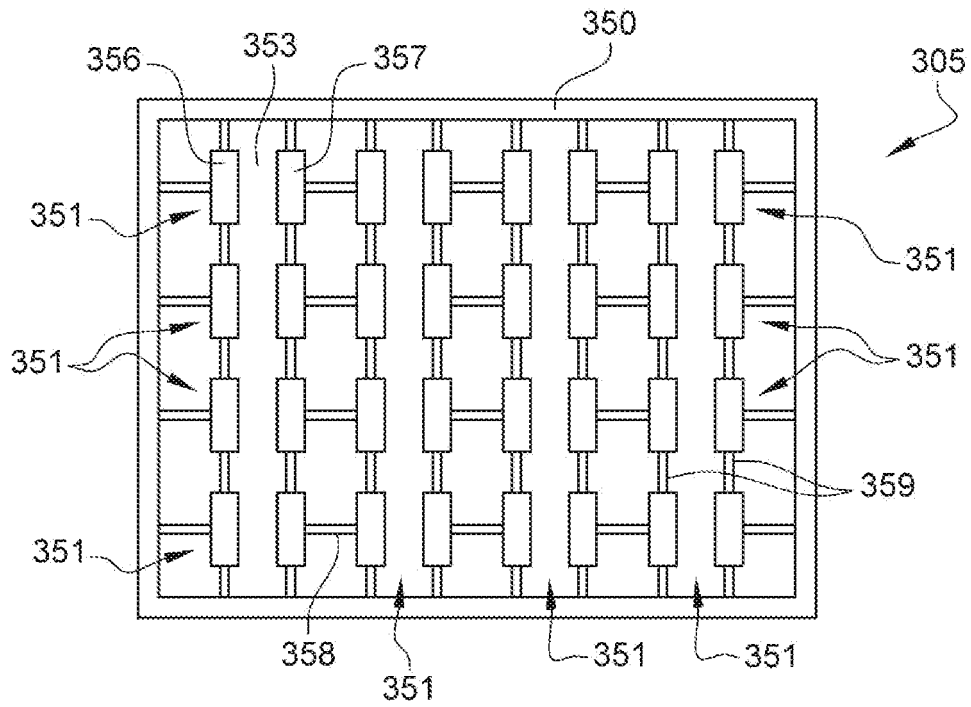
[Fig. 12]



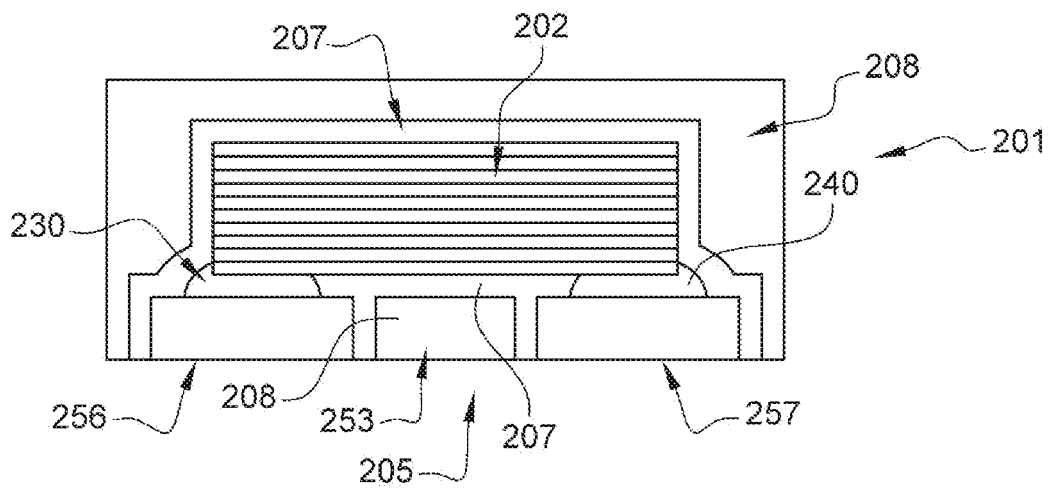
[Fig. 13]



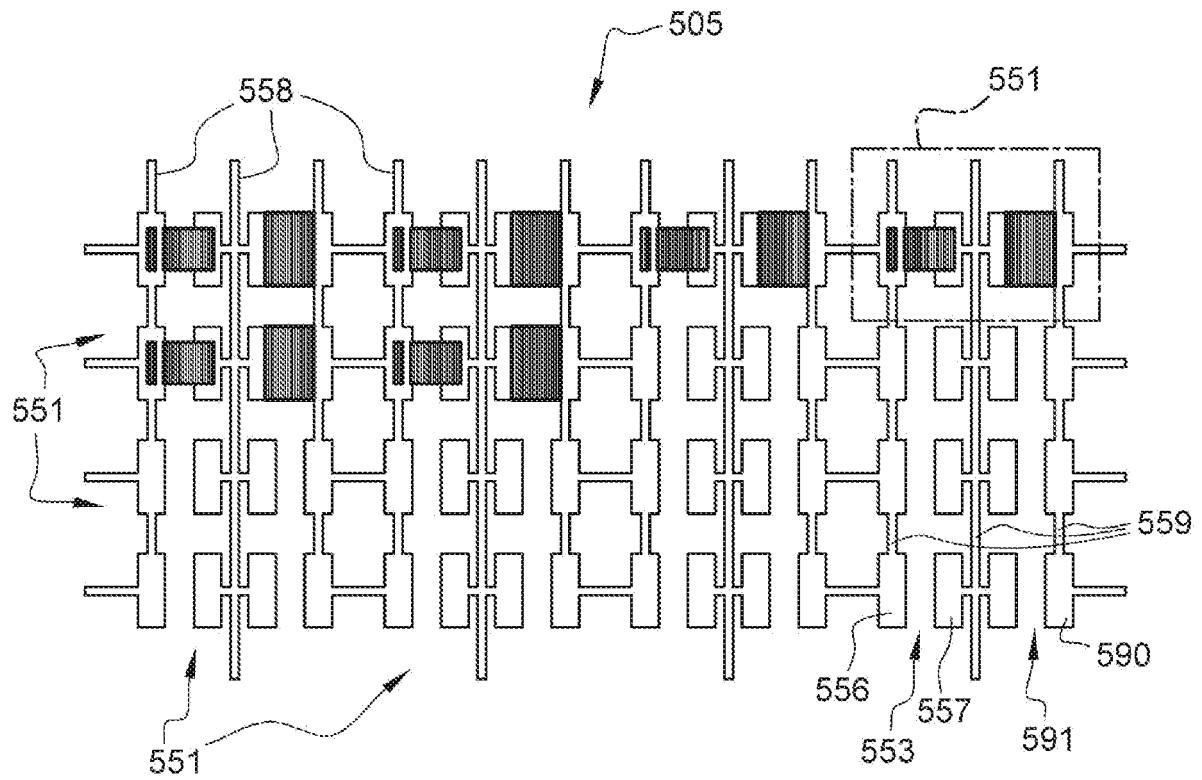
[Fig. 14]



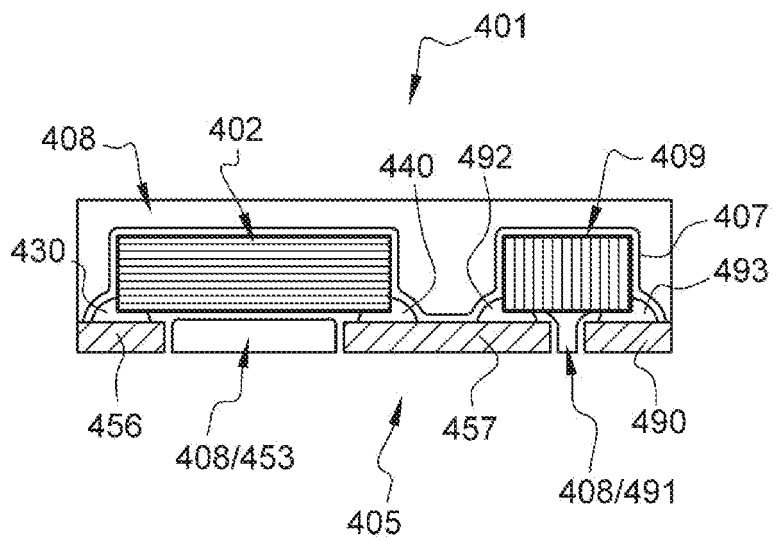
[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications  
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement  
national
 FA 878639  
 FR 1915566

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y A	FR 3 068 830 A1 (I TEN [FR]) 11 janvier 2019 (2019-01-11) * le document en entier *	1,10,11 2-9	H01M2/02 H01M2/08 H01M10/0585
Y A	WO 2016/025067 A1 (GOOGLE INC [US]) 18 février 2016 (2016-02-18) * alinéas [0098] - [0103]; figures 3a-3b, 4a-4c,5a-5c, 6a-6e *	1,10,11 2-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 septembre 2020		Brisson, Olivier	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1915566 FA 878639**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-09-2020**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3068830	A1	11-01-2019	AUCUN	
-----				
WO 2016025067	A1	18-02-2016	BR 112017002870 A2	17-07-2018
			CN 106663842 A	10-05-2017
			EP 3161895 A1	03-05-2017
			JP 6616820 B2	04-12-2019
			JP 2017523575 A	17-08-2017
			KR 20170031206 A	20-03-2017
			RU 2017107508 A	13-09-2018
			US 2016049624 A1	18-02-2016
			WO 2016025067 A1	18-02-2016
-----				