

REVENDEICATIONS

1. Batterie comprenant :

- au moins une cellule élémentaire, ladite cellule élémentaire comprenant successivement un substrat collecteur de courant anodique, une couche d'anode, une couche d'un matériau d'électrolyte ou d'un séparateur imprégné d'un électrolyte, une couche de cathode, et un substrat collecteur de courant cathodique, sachant que dans le cas où ladite batterie comprend plusieurs cellules élémentaires, la deuxième est posée sur la première dans l'ordre des couches indiqué, et ainsi de suite,
 - un système d'encapsulation recouvrant au moins une partie de la périphérie extérieure de ladite cellule élémentaire, ou de l'ensemble des cellules élémentaires s'il y'en a plusieurs, le système d'encapsulation comprenant:
 - optionnellement, une première couche de recouvrement, de préférence choisie parmi le parylène, le parylène de type F, le polyimide, les résines epoxy, le silicone, le polyamide, la silice sol-gel, la silice organique et/ou un mélange de ceux-ci, déposée sur la batterie,
 - optionnellement une deuxième couche de recouvrement composée d'une matière électriquement isolante déposée par dépôt de couches atomiques, sur la batterie ou sur la première couche de recouvrement,
 - au moins un organe de contact anodique, destiné à assurer le contact électrique entre au moins la cellule élémentaire et un élément conducteur externe, ladite batterie comprenant une première surface de contact définissant au moins une zone de connexion anodique,
 - et au moins un organe de contact cathodique, destiné à assurer le contact électrique avec un élément conducteur externe, ladite batterie comprenant une deuxième surface de contact définissant au moins une zone de connexion cathodique,
- ladite batterie étant caractérisée en ce que le système d'encapsulation comprend en outre :
- au moins une troisième couche de recouvrement étanche, ayant une perméance à la vapeur d'eau (WVTR) inférieure à 10^{-5} g/m².d, cette troisième couche de recouvrement étant composée d'un matériau céramique et/ou d'un verre à bas point de fusion, de préférence d'un verre dont le point de fusion est inférieur à 600°C, ladite couche étant déposée à la périphérie externe de la batterie ou de la première couche de recouvrement,

étant entendu que lorsque ladite deuxième couche de recouvrement est présente, une succession de ladite deuxième couche de recouvrement et ladite troisième couche de recouvrement peut être répétée z fois avec $z \geq 1$ et déposée à la périphérie externe d'au moins la troisième couche de recouvrement, et étant entendu que la dernière couche du système d'encapsulation est ladite couche de recouvrement étanche ayant une perméance à la vapeur d'eau (WVTR) inférieure à 10^{-5} g/m².d qui est composée d'un matériau céramique et/ou d'un verre à bas point de fusion.

2. Batterie selon la revendication 1, caractérisée en ce que la troisième couche de recouvrement étanche, de préférence ayant une perméance à la vapeur d'eau (WVTR) inférieure à 10^{-5} g/m².d, a une épaisseur comprise entre 1 μ m et 50 μ m, plus particulièrement entre 1 μ m et 10 μ m, encore plus particulièrement entre 1 μ m et 5 μ m.

3. Batterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que chacun des organes de contact anodique et cathodique comprend :

- une première couche de connexion électrique, disposée sur au moins la zone de connexion anodique et au moins la zone de connexion cathodique, cette première couche comprenant un matériau chargé en particules électriquement conductrices, de préférence une résine polymérique et/ou un matériau obtenu par un procédé sol-gel, chargé en particules électriquement conductrices et encore plus préférentiellement une résine polymérique chargée en graphite,
- une deuxième couche de connexion électrique comprenant une feuille métallique disposée sur la première couche de matériau chargé en particules électriquement conductrices.

4. Batterie selon la revendication précédente, dans laquelle la feuille métallique est de type auto porteuse, cette feuille métallique étant avantageusement rapportée sur ladite première couche de connexion électrique.

5. Batterie selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la feuille métallique est réalisée par laminage ou par électrodéposition.

6. Batterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'épaisseur de la feuille métallique est comprise entre 5 et 200 micromètres, cette feuille métallique étant notamment réalisée en l'un parmi les matériaux suivants : nickel, acier

inoxydable, cuivre, molybdène, tungstène, vanadium, tantale, titane, aluminium, chrome ainsi que les alliages les comprenant.

7. Batterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que chacun
5 des organes de contact anodique et cathodique comprend une troisième couche comprenant une encre conductrice disposée sur la deuxième couche de connexion électrique.
8. Batterie selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre
10 - un support de connexion électrique, réalisé au moins en partie en un matériau conducteur, lequel support est prévu au voisinage d'une face frontale d'une cellule élémentaire,
- des moyens d'isolation électrique, permettant d'isoler mutuellement 2 régions distantes de ce support de connexion, ces régions distantes formant des chemins de connexion
15 électrique respectifs,
- ledit organe de contact anodique permettant de relier électriquement une première face latérale de chaque cellule élémentaire avec un premier chemin de connexion électrique, alors que ledit organe de contact cathodique permet de relier électriquement une
20 seconde face latérale de chaque cellule élémentaire avec un second chemin de connexion électrique.
9. Batterie selon la revendication précédente, dans laquelle le support de connexion électrique est de type monocouche, notamment une grille métallique ou encore un interposer silicium.
25
10. Batterie selon la revendication 8, dans laquelle le support de connexion électrique comprend plusieurs couches disposées les unes au-dessous des autres, ce support étant notamment de type circuit imprimé.
- 30 11. Batterie selon l'une des revendications 8 à 10, dans laquelle la couche de recouvrement étanche comprend une couche primaire de recouvrement étanche, en particulier ne recouvrant pas les organes de contact respectivement anodique et cathodique, ainsi qu'une couche additionnelle de recouvrement étanche, en particulier recouvrant tout ou partie des organes de contact et en particulier recouvrant au moins
35 partiellement le support de connexion électrique.

12. Batterie selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'il s'agit d'une batterie à ions de lithium.

5 13. Batterie selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'il s'agit d'une batterie à ions de lithium tout-solide.

14. Batterie selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est conçue et dimensionnée pour avoir une capacité inférieure à égale à 1 mA h.

10 15. Batterie selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est conçue et dimensionnée pour avoir une capacité supérieure à 1 mA h.

16. Procédé de fabrication d'une batterie selon l'une des revendications précédentes, ledit procédé de fabrication comprenant :

15 a) l'approvisionnement d'au moins une feuille de substrat collecteur de courant anodique revêtue d'une couche d'anode, et optionnellement revêtue d'une couche d'un matériau d'électrolyte ou d'un séparateur imprégné d'un électrolyte, appelée ci-après feuille anodique,

20 b) l'approvisionnement d'au moins une feuille de substrat collecteur de courant cathodique revêtue d'une couche de cathode, et optionnellement revêtue d'une couche d'un matériau d'électrolyte ou d'un séparateur imprégné d'un électrolyte, appelée ci-après feuille cathodique,

25 c) la réalisation d'un empilement (I) alterné d'au moins une feuille anodique et d'au moins une feuille cathodique, de manière à obtenir 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,

30 d) la réalisation d'un traitement thermique et/ou d'une compression mécanique de l'empilement de feuilles alternées obtenu à l'étape c), de manière à former un empilement consolidé,

e) la réalisation d'une étape d'encapsulation de l'empilement consolidé, en déposant :

35 ➤ optionnellement, au moins une première couche de recouvrement, de préférence choisie parmi le parylène, le parylène de type F, le polyimide, les résines epoxy, le silicone, le polyamide, la silice sol-gel, la silice organique et/ou un mélange de ceux-ci, sur la batterie,

- optionnellement une deuxième couche de recouvrement composée d'une matière électriquement isolante déposée par dépôt de couches atomiques, sur la batterie ou sur la première couche de recouvrement, et
- au moins une troisième couche de recouvrement étanche, de préférence ayant une perméance à la vapeur d'eau (WVTR) inférieure à 10^{-5} g/m².d, cette troisième couche de recouvrement étant composée d'un matériau céramique et/ou d'un verre à bas point de fusion, de préférence d'un verre dont le point de fusion est inférieur à 600°C, déposée à la périphérie externe de la batterie ou de la première couche de recouvrement,
- 10 étant entendu que cette séquence d'au moins une deuxième couche de recouvrement et d'au moins une troisième couche de recouvrement peut être répétée z fois avec $z \geq 1$ et déposée à la périphérie externe d'au moins la troisième couche de recouvrement, et que la dernière couche du système d'encapsulation est ladite couche de recouvrement étanche ayant une perméance à la vapeur d'eau (WVTR) inférieure à 10^{-5} g/m².d, qui est composée
- 15 d'un matériau céramique et/ou d'un verre à bas point de fusion,
- f) la réalisation de deux découpes (Dn, D'n) de manière à former un empilement découpé mettant à nu au moins les zones de connexion anodique et cathodique,
- g) la réalisation d'organes de contact anodique et cathodique.
- 20 17. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la réalisation des organes de contact anodique et cathodique comprend
- le dépôt sur au moins la zone de connexion anodique et au moins la zone de connexion cathodique, de préférence sur au moins la surface de contact comprenant au moins la zone de connexion anodique et sur au moins la surface de contact comprenant au
- 25 moins la zone de connexion cathodique, d'une première couche de connexion électrique de matériau chargé en particules électriquement conductrices, de préférence ladite première couche étant formée de résine polymérique et/ou d'un matériau obtenu par un procédé sol-gel chargé en particules électriquement conductrices,
- optionnellement, lorsque ladite première couche est formée de résine polymérique et/ou
- 30 d'un matériau obtenu par un procédé sol-gel chargé en particules électriquement conductrices, une étape de séchage suivie d'une étape de polymérisation de ladite résine polymérique et/ou dudit matériau obtenu par un procédé sol-gel,
- le dépôt, sur la première couche, d'une deuxième couche de connexion électrique disposée sur la première couche de connexion électrique, ladite deuxième couche de connexion électrique étant de préférence une feuille métallique ou une encre métallique,
- 35

sachant que dans ce dernier cas, ladite étape de séchage peut être effectuée alternativement après le dépôt de ladite deuxième couche de connexion électrique.

18. Procédé selon l'une des revendications 16 à 17, dans lequel on forme la feuille
5 métallique par laminage, puis on rapporte cette feuille métallique ainsi formée sur la première couche de connexion électrique.
19. Procédé selon la revendication 16 ou 17, dans lequel on forme la feuille métallique
10 directement par électrodéposition, soit ex situ, soit in situ par rapport à la première couche de connexion métallique.
20. Procédé selon l'une des revendications 16 à 19 dans lequel le procédé comprend
15 après l'étape g), sur au moins les zones de connexion anodique et cathodique de la batterie, revêtue de la première et de la deuxième couche de connexion électrique, une étape h) de dépôt d'une encre conductrice.
21. Procédé selon l'une des revendications 16 à 20, caractérisé en ce que le verre à
20 bas point de fusion est choisi parmi $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$; $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, $\text{TeO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ et PbO-SiO_2 .
22. Procédé selon l'une des revendications 16 à 21, caractérisé en ce que la deuxième
couche de recouvrement est déposé par PECVD, de préférence par HDPCVD ou par ICP
CVD à basse température.
23. Procédé selon l'une des revendications 16 à 22, caractérisé en ce que la deuxième
25 couche de recouvrement comprend des oxydes et/ou des nitrures et/ou du Ta_2O_5 et/ou des oxynitrures et/ou du SixNy et/ou SiO_2 et/ou SiON et/ou du Silicium amorphe et/ou du SiC .
24. Procédé selon l'une des revendications 16 à 23, pour la réalisation d'une batterie
30 selon l'une des revendications 8 à 15, procédé dans lequel on revêt les moyens d'étanchéité après avoir mis en place le support de connexion électrique au voisinage de la première face frontale de l'empilement élémentaire.
25. Procédé selon l'une des revendications 16 à 23, pour la réalisation d'une batterie
35 selon l'une des revendications 8 à 15, dans lequel on revêt au moins une partie des moyens

d'étanchéité avant de mettre en place le support de connexion électrique au voisinage de la première face frontale de l'empilement élémentaire.

26. Procédé selon la revendication précédente, pour la fabrication d'une batterie selon l'une des revendications 11 à 15, dans lequel on revêt la couche primaire de recouvrement étanche avant de mettre le support de connexion électrique au voisinage de la première face frontale de l'empilement élémentaire, puis on revêt la couche additionnelle de recouvrement étanche (45) après avoir mis ledit support de connexion électrique au voisinage de ladite première face frontale.
27. Procédé selon l'une des revendications 16 à 26, comprenant en outre
- l'approvisionnement d'un cadre (105) destiné à former une pluralité de supports (5),
 - la mise en place dudit cadre au voisinage de la première face frontale d'une pluralité d'empilements élémentaires, ces empilements étant agencés selon plusieurs lignes et/ou plusieurs rangées,
 - la réalisation d'au moins une découpe, en particulier de plusieurs découpes selon la direction longitudinale et/ou la direction latérale de ces empilements, de façon à former une pluralité de dispositifs électrochimiques.
28. Dispositif consommateur d'énergie électrique (1000) comprenant un corps (1002) ainsi qu'une batterie selon l'une des revendications 1 à 15, ladite batterie étant apte à alimenter en énergie électrique ledit dispositif consommateur d'énergie électrique, et ledit support de connexion électrique (5) de ladite batterie étant fixé sur ledit corps.