

①⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Cellule de batterie et procédé de charge d'une cellule et son application.

②② **Date de dépôt :** 15.09.22.

③⑦ **Priorité :** 16.09.21 DE 102021210237.9.

⑥⑦ **Références à d'autres documents nationaux
apparentés :**

☐ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** ROBERT BOSCH GMBH GMBH —
DE.

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande :** 17.03.23 Bulletin 23/11.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention :** 03.01.25 Bulletin 25/01.

⑦② **Inventeur(s) :** Simon Fabian et Hanauer Matthias
Martin.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :**

⑦③ **Titulaire(s) :** ROBERT BOSCH GMBH GMBH.

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦④ **Mandataire(s) :** CABINET HERRBURGER.



Description

Titre de l'invention : Cellule de batterie et procédé de charge d'une cellule et son application

DOMAINE DE L'INVENTION

- [0001] La présente invention se rapporte à une cellule de batterie comprenant au moins une unité d'électrodes, ayant une électrode positive, une électrode négative et entre celles-ci, un séparateur.
- [0002] L'invention s'applique également à un procédé de charge d'une telle cellule de batterie et à son application.

ETAT DE LA TECHNIQUE

- [0003] Pour mettre en œuvre l'électromobilité, on utilise de nouveau des batteries rechargeables pour convertir plusieurs fois l'énergie chimique en énergie électrique. Les batteries lithium-ion conviennent tout particulièrement, à cause de leur densité énergétique relativement importante, à leur bonne stabilité thermique et à leur faible autodécharge.
- [0004] Une batterie lithium-ion comprend en général plusieurs modules de batterie. Un module de batterie se compose lui-même de plusieurs cellules de batterie. Une cellule de batterie présente, de façon caractéristique, un boîtier de cellule de batterie qui reçoit au moins une unité d'électrodes sous la forme d'un enroulement d'électrodes ou d'une pile d'électrodes. La cellule de batterie comporte également un électrolyte conducteur d'ions. L'électrolyte peut être liquide ou solide. Par comparaison à un électrolyte liquide, un électrolyte solide présente une inflammabilité plus faible et un moindre risque d'explosion. Cette caractéristique de sécurité permet une utilisation particulièrement appropriée de telles cellules de batterie avec un électrolyte solide pour l'électromobilité.
- [0005] Le document DE 102018218646 A1 décrit une cellule de batterie dont le boîtier contient une pile d'électrodes ; cette pile d'électrodes comprend deux séparateurs qui ont chacun un électrolyte solide.
- [0006] **EXPOSE ET AVANTAGES DE L'INVENTION**
- [0007] La présente invention a pour objet une cellule de batterie comprenant au moins une unité d'électrodes, ayant une électrode positive, une électrode négative et entre celles-ci un séparateur, cette cellule de batterie étant caractérisée en ce qu'au moins un élément chauffant est appliqué sur l'unité d'électrodes pour chauffer l'une des électrodes.
- [0008] Si l'une des électrodes de cette unité d'électrodes comporte du lithium-métal (encore appelé lithium métallique), on aura pendant la phase de charge ou de décharge de la

cellule de batterie selon l'invention, éventuellement une croissance non souhaitable de dendrites à la surface limite entre cette électrode et le séparateur voisin ; cela peut aboutir à un court-circuit dans cellule de batterie selon l'invention. La cause est la structure en forme d'aiguilles des dendrites de lithium qui ainsi peuvent aller de l'électrode en lithium-métal à travers le séparateur jusqu'à atteindre l'autre électrode de cette unité d'électrodes. Ainsi, les deux électrodes de cette unité d'électrodes qui sont généralement de polarité opposée, viennent en contact l'une avec l'autre et provoquent un court-circuit dans la cellule de batterie selon l'invention. Mais comme l'une des électrodes est chauffée par un élément chauffant selon la présente invention, on aura un dépôt homogène du lithium métallique. De cette manière, on évite les dendrites dans l'unité d'électrodes et ainsi le court-circuit dans la cellule de batterie selon l'invention. On allonge ainsi la durée de vie de la cellule de batterie selon l'invention.

- [0009] Selon une autre caractéristique, il est avantageux que l'élément chauffant soit de forme stratifiée. Une telle réalisation offre l'avantage que cet élément chauffant occupe un espace aussi réduit que possible dans la cellule de batterie selon l'invention et pour cette raison il ne détériore pas la densité d'énergie volumétrique de la cellule de batterie concernée par l'existence de cet élément chauffant.
- [0010] Suivant une autre caractéristique avantageuse, cet élément chauffant a une épaisseur maximale de 20 μm .
- [0011] Cette caractéristique garantit que la densité d'énergie en volume de la cellule de batterie selon l'invention n'est que faiblement touchée par la présence de l'élément chauffant.
- [0012] Suivant une autre caractéristique avantageuse, au moins un élément chauffant comporte une matière électro-conductrice. Une matière qui convient tout particulièrement est le nickel.
- [0013] Une telle matière se caractérise par une excellente conductivité thermique qui fait que l'une des électrodes de cette unité d'électrodes de la cellule de batterie selon l'invention sera à la température souhaitée en un temps relativement court grâce à cet élément chauffant.
- [0014] En variante, il est avantageux que l'élément chauffant comporte une matière électro-isolante. Pour cela, un polymère convient tout particulièrement.
- [0015] Une telle matière présente non seulement une bonne déformabilité mécanique, mais également des propriétés de chauffage autorégulé. Ainsi, on évite tout composant supplémentaire de régulation pour régler la température de l'élément chauffant et de l'électrode à chauffer de cette unité d'électrodes.

- [0016] Suivant une autre caractéristique avantageuse, l'élément chauffant est appliqué sur un élément électro-isolant. Ainsi, l'élément électro-isolant est lui-même installé sur le conducteur de courant de l'une des électrodes d'au moins une unité d'électrodes.
- [0017] De cette manière, l'élément chauffant est isolé électriquement du conducteur de courant de l'une des électrodes de cette unité d'électrodes au cas où les deux composants seraient réalisés en une matière électro-conductrice.
- [0018] En variante, il est avantageux qu'un élément chauffant soit appliqué sur l'électrode négative de cette unité d'électrodes. L'électrode négative est ainsi, par exemple, réalisée en lithium-métal et l'élément chauffant est réalisé en une matière résistant à la corrosion comme, par exemple, le nickel.
- [0019] Ainsi, on évite toute couche intermédiaire entre l'électrode négative et l'élément chauffant. Ainsi, l'électrode sera chauffée relativement rapidement à la température souhaitée.
- [0020] Il est particulièrement avantageux que l'électrode négative de cette unité d'électrodes comporte du lithium-métal.
- [0021] Comme le lithium-métal a une très grande capacité spécifique, cela améliore la densité d'énergie gravimétrique et en même temps volumétrique de la cellule de batterie selon l'invention.
- [0022] Suivant une autre caractéristique avantageuse, l'électrode négative de cette unité d'électrodes a une structure poreuse. Les pores de cette structure poreuse sont au moins partiellement remplis d'une matière anorganique conductrice d'ions. Le conducteur d'ions anorganique comprend, par exemple, un électrolyte solide à base de céramique.
- [0023] Une telle solution offre l'avantage que l'électrode négative a une conductivité ionique suffisante. Cela garantit le transport continu d'ions entre l'électrode négative à travers le séparateur jusqu'à l'autre électrode de cette unité d'électrodes. On évite ainsi la croissance de dendrites de lithium dans la cellule de batterie selon l'invention.
- [0024] De manière particulièrement avantageuse, le séparateur de l'unité d'électrodes a un électrolyte solide.
- [0025] Le séparateur se combine avantageusement à une électrode négative en lithium-métal. On obtient ainsi une cellule de batterie dont l'inflammabilité est réduite et qui, en même temps, garantit une meilleure densité d'énergie à la fois gravimétrique et volumétrique.
- [0026] L'invention se rapporte également du procédé de charge d'une cellule de batterie.
- [0027] Ainsi, on chauffe une électrode de l'unité d'électrodes de la cellule de batterie par un élément chauffant jusqu'à atteindre une première température prédéfinie. L'élément chauffant est, pour cela, appliqué sur une unité d'électrodes. Ensuite, on charge la cellule de batterie pour faire passer un courant électrique dans la cellule de batterie. La

cellule de batterie est maintenue à une seconde température prédéfinie pendant cette opération de charge.

[0028] Comme l'électrode de cette unité d'électrodes, par exemple, l'électrode négative est en lithium-métal, on la chauffe avant l'opération de charge proprement dite de la cellule de batterie et on améliore ainsi la capacité de charge de la cellule de batterie. Pour cela, on relie la cellule de batterie à une unité de charge et on alimente d'abord l'élément chauffant avec un courant de charge et une fois la première température prédéfinie atteinte, le même courant de charge ou un courant de charge comparable traverse l'unité d'électrodes.

[0029] De manière avantageuse, les première et seconde températures prédéfinies sont situées dans une plage comprise entre 50°C et 80°C. Les deux températures sont, de préférence, égales à 60°C. Cette plage de valeurs représente une fenêtre optimale des températures de fonctionnement pour une cellule de batterie selon l'invention.

[0030] La cellule de batterie selon l'invention s'applique avantageusement à un véhicule électrique EV, à un véhicule hybride HEV ou à un véhicule hybride rechargeable PHEV.

Brève description des dessins

[0031] La présente invention sera décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide d'une cellule de batterie et à son procédé de fonctionnement selon l'invention représenté dans les dessins annexés dans lesquels :

[0032] [Fig.1] vue en coupe d'une unité d'électrodes comportant un élément chauffant selon un premier mode de réalisation de l'invention, et

[0033] [Fig.2] vue en coupe d'une unité d'électrodes avec un élément chauffant selon un second mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION

[0035] La [Fig.1] montre un premier mode de réalisation d'une unité d'électrodes 10 comprenant un élément chauffant 108 d'une cellule de batterie selon l'invention représentée schématiquement.

[0036] L'unité d'électrodes 10 se présente, par exemple, sous la forme d'une pile d'électrodes et comprend, une électrode positive 102 également appelée cathode, un séparateur 103 et une électrode négative 104 également appelée anode. L'électrode positive 102 se compose d'une matière active d'électrode 122 et d'un conducteur de courant positif 112. La matière active d'électrode 122 comprend, par exemple, de l'oxyde de lithium-cobalt appliqué sur le conducteur de courant positif 102 lui-même, par exemple, sous la forme d'un film d'aluminium.

[0037] L'électrode négative 104 comprend, par exemple, une matière d'électrode négative 124 appliquée sur un conducteur de courant négatif 114. La matière active d'électrode

négative 124 est, par exemple, du graphite, du carbone amorphe ou leur mélange, le cuivre est par exemple, une matière appropriée pour le conducteur de courant négatif 114.

[0038] Pour séparer l'électrode positive 102 de l'électrode négative 104, il y a un séparateur 103 entre les deux électrodes 102, 104. Le séparateur 103 comprend, par exemple, un conducteur d'ions anorganique, fritté, comme, tel que, du grenat ou un conducteur d'ions anorganique fritté comme, par exemple, du verre sulfurique (ou verre de sulfure).

[0039] Entre le conducteur de courant négatif 114 et l'élément chauffant 108 on a une couche intermédiaire 106, par exemple, en PTE (polyéthylène téréphtalate). La couche intermédiaire 106 est, prévue pour isoler électriquement le conducteur de courant négatif 114 par rapport à l'élément chauffant 108. L'élément chauffant 108 est, réalisé en une matière métallique telle que du nickel, de l'acier ou un alliage nickel-chrome.

[0040] L'unité d'électrodes 10 et l'élément chauffant 108 sont placés, par exemple, dans un boîtier prismatique ou en forme de film pour former une cellule de batterie.

[0041] La [Fig.2] montre un second mode de réalisation d'une unité d'électrodes 20 avec un élément chauffant 208 d'une cellule de batterie selon l'invention représentée schématiquement. On utilisera les mêmes références pour désigner les mêmes composants qu'à la [Fig.1].

[0042] L'unité d'électrodes 20 est, par exemple, formée d'une pile d'électrodes comprenant, une électrode positive 102 avec un conducteur de courant positif 112 et une matière active d'électrode positive 122. L'unité d'électrodes 20 comprend également une électrode négative 204, par exemple, en lithium-métal. Il n'est pas nécessaire d'avoir un conducteur de courant négatif pour l'électrode négative 204. Un séparateur 103 comportant un électrolyte solide est prévu entre l'électrode positive 102 et l'électrode négative 204.

[0043] L'élément chauffant 208 est appliqué, directement sur l'électrode négative 204. L'élément chauffant 208 comprend, un polymère à base de caoutchouc ayant un coefficient de température positif. Une telle matière se caractérise par une très bonne conductibilité thermique.

[0044] L'unité d'électrodes 20 et l'élément chauffant 208 sont, placés dans un boîtier prismatique ou un boîtier en forme de film pour former une cellule de batterie. Plusieurs telles cellules de batterie peuvent elles-mêmes être branchées pour former un module de batterie. Lorsqu'on charge un tel module de batterie, il n'est pas nécessaire d'alimenter en courant de charge tous les éléments chauffants ; il suffit que seulement quelques éléments chauffants soient mis en température et ils chauffent ainsi les cellules de batterie voisines des électrodes.

[0045] Les unités d'électrode 10, 20 équipées d'un élément chauffant 108, 208 respectif s'utilisent avantageusement dans des batteries lithium-ions. Celles-ci sont utilisées pour les vélos électriques ou les véhicules automobiles ainsi que pour le stockage stationnaire d'énergie électrique.

[0046] NOMENCLATURE DES ELEMENTS PRINCIPAUX

[0047] 10 Unité d'électrodes

[0048] 20 Unité d'électrodes

[0049] 102 Electrode positive

[0050] 103 Séparateur

[0051] 104 Electrode négative

[0052] 106 Couche intermédiaire

[0053] 108 Elément chauffant

[0054] 112 Conducteur de courant positif

[0055] 114 Conducteur de courant négatif

[0056] 122 Matière active d'électrode positive

[0057] 124 Matière active d'électrode négative

[0058] 204 Electrode négative

[0059] 208 Elément chauffant

Revendications

- [Revendication 1] Cellule de batterie comprenant au moins une unité d'électrodes (10, 20),
cette unité d'électrodes (10, 20) ayant une électrode positive (102),
une électrode négative (104) et entre celles-ci un séparateur (103), et
un élément chauffant (108, 208) appliqué sur l'unité d'électrodes (10, 20) pour chauffer l'une des électrodes (102, 104, 204),
caractérisée en ce que
l'électrode négative (104, 204) de l'unité d'électrodes (10, 20) a une
structure poreuse, dont les pores sont remplis au moins partiellement
avec un conducteur ionique anorganique.
- [Revendication 2] Cellule de batterie selon la revendication 1,
caractérisée en ce que
l'élément chauffant (108, 208) est de type stratifié.
- [Revendication 3] Cellule de batterie selon la revendication 2,
caractérisée en ce que
l'élément chauffant (108, 208) a une épaisseur maximale de 20 μm .
- [Revendication 4] Cellule de batterie selon l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
l'élément chauffant (108) a une matière électro-conductrice, de
préférence du nickel ou une matière électro-isolante, de préférence,
un polymère.
- [Revendication 5] Cellule de batterie selon l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
l'élément chauffant (108) est appliqué (106) sur un élément électro-
isolant lui-même prévu sur un conducteur de courant (114) d'une
électrode (102, 104) de cette unité d'électrodes (10).
- [Revendication 6] Cellule de batterie selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisée en ce que
l'élément chauffant (208) est appliqué sur l'électrode négative (204)
de l'unité d'électrodes (20).
- [Revendication 7] Cellule de batterie selon la revendication 6,
caractérisée en ce que
l'électrode négative de l'unité d'électrodes (20) comporte du lithium-
métal.
- [Revendication 8] Cellule de batterie selon l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que

le séparateur (103) de l'unité d'électrodes (10, 20) comporte un électrolyte solide.

[Revendication 9]

Procédé de charge d'une cellule de batterie selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

- on chauffe une électrode (102, 104, 204) d'au moins une unité d'électrodes (10, 20) de la cellule de batterie à l'aide d'un élément chauffant (108, 208) jusqu'à une première température prédéfinie,

* cet élément chauffant (108, 110) étant appliqué sur l'unité d'électrodes (10, 20), et

- on charge la cellule de batterie de façon à faire passer un courant électrique à travers la cellule de batterie,

* la cellule de batterie étant maintenue à une seconde température prédéfinie pendant l'opération de charge.

[Revendication 10]

Procédé selon la revendication 9,

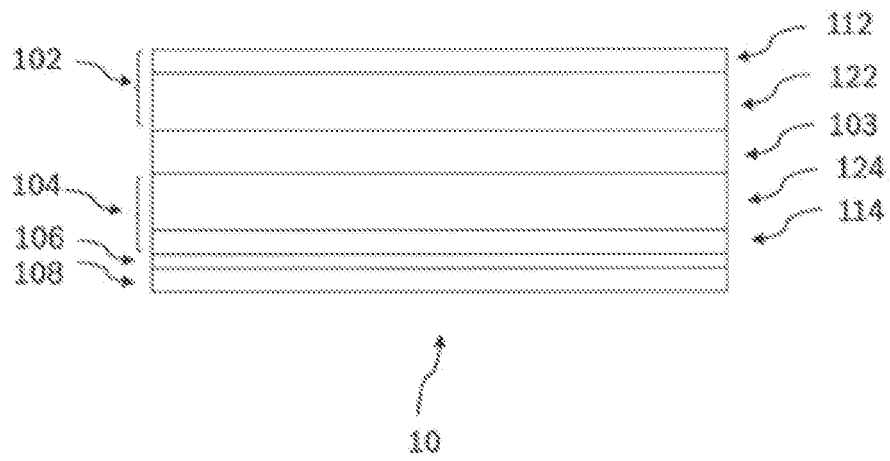
caractérisé en ce que

les première et seconde températures prédéfinies sont situées dans une plage de 50 à 80°C, de préférence, elles sont égales à 60°C.

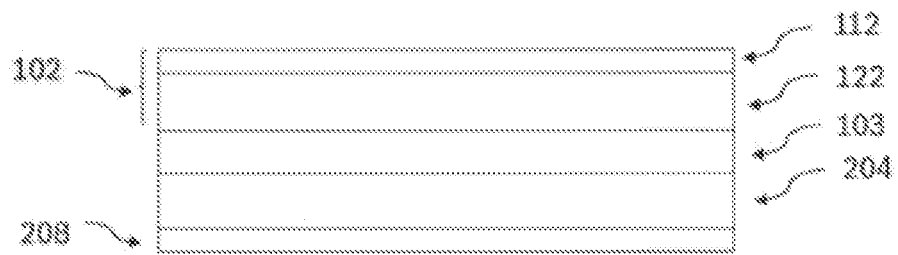
[Revendication 11]

Application d'une cellule de batterie selon l'une des revendications 1 à 8 à un véhicule électrique (EV), un véhicule hybride (HEV) ou un véhicule hybride rechargeable (PHEV).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2018 108 956 A1 (FORTENBACHER DAVID ET AL [US]) 19 avril 2018 (2018-04-19)

US 2019 319 321 A1 (WANG CHAO-YANG ET AL [US]) 17 octobre 2019 (2019-10-17)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**CN 111 600 061 A (CITIC GUOAN MGL POWER SCIENCE & TECH CO LTD [CN]) 28 aout 2020
(2020-08-28)

DE 10 2018 218 646 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30 avril 2020 (2020-04-30)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT