

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Appareil et procédé d'inspection d'une cellule secondaire.

②② Date de dépôt : 19.07.22.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *VERKOR Société Anonyme à
directoire* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 23.12.22 Bulletin 22/51.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 09.08.24 Bulletin 24/32.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : VIDAL Delphine, HEILMAN Drew et
KIM Jeong Hyun.

⑦③ Titulaire(s) : VERKOR Société Anonyme à directoire.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET GERMAIN ET MAUREAU.



Description

Titre de l'invention : Appareil et procédé d'inspection d'une cellule secondaire

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne le domaine de la détection des défauts dans une cellule secondaire, en particulier la présente invention concerne un appareil et un procédé d'inspection pour inspecter au moins une cellule secondaire.

Arrière-plan technique

[0002] Lors de la fabrication des cellules secondaires, à savoir des batteries électriques qui peuvent être chargées, déchargées dans une charge électrique, et rechargées de nombreuses fois, et en particulier des sachets souples de cellules secondaires, la contamination de la cellule secondaire est un problème fréquemment rencontré. Cette contamination peut être causée, par exemple, par une particule métallique ou une bavure qui reste à la surface d'une électrode à l'intérieur de la cellule secondaire.

[0003] En effet, dans les cellules des batteries lithium-ion, la présence indésirable d'une contamination entre deux électrodes peut provoquer un court-circuit interne à l'intérieur de la batterie lithium-ion, entraînant une défaillance, des dommages et, dans les cas graves, l'inflammation de la batterie.

[0004] Cette contamination est particulièrement difficile à détecter dans les cellules secondaires. De nombreuses tentatives ont été faites pour résoudre ce problème. Par exemple, le document EP3415938 A1 décrit une technique pour détecter un défaut de basse tension qui peut se produire dans une cellule secondaire, comprenant une étape d'assemblage d'une cellule secondaire, une étape de vieillissement de la cellule secondaire assemblée, une étape de charge de la cellule secondaire vieillie, et une étape de détection d'un défaut de la secondaire. Si la cellule secondaire présente une chute de tension supérieure à son taux d'autodécharge normal, on considère qu'un défaut de basse tension se produit dans la cellule secondaire.

[0005] Cependant, la technique décrite dans le document EP3415938 A1 nécessite un temps considérable du fait des longues étapes de vieillissement impliquées. En outre, la technique décrite ne tient pas compte de l'influence de la variation de température sur les paramètres mesurés.

[0006] Un objet de la présente invention est d'inspecter avec précision, facilité et rapidité si un contaminant est présent à l'intérieur d'une cellule secondaire.

Résumé de l'invention

[0007] À cet effet, l'invention concerne un appareil d'inspection pour inspecter au moins une cellule secondaire, l'appareil d'inspection comprenant :

- un élément de support fixe ;
- un élément mobile installé pour faire face à l'élément de support et étant mobile par rapport à l'élément de support le long d'un axe principal dans une première direction vers l'élément de support et une seconde direction opposée à la première direction, chaque direction étant le long de l'axe principal ;
- des éléments de pression installés entre l'élément de support et l'élément mobile, lesdits éléments de pression étant librement mobiles le long de l'axe principal, deux éléments de pression adjacents définissant un espace destiné à recevoir une cellule secondaire ;

et

- une unité d'entraînement configurée pour fonctionner dans un premier état dans lequel l'unité d'entraînement presse l'au moins une cellule secondaire qui se trouve entre deux éléments de pression, et un second état dans lequel l'unité d'entraînement libère l'au moins une cellule secondaire, un changement de fonctionnement entre le premier état et le second état étant obtenu en déplaçant l'élément mobile dans la première direction et dans la seconde direction ;
- une unité de mesure de pression configurée pour mesurer la pression appliquée par l'unité d'entraînement ;
- une unité de contrôle de courant configurée pour appliquer une tension sur l'au moins une cellule secondaire et pour mesurer un courant correspondant à travers l'au moins une cellule secondaire ;

dans lequel :

chaque élément de pression parmi les éléments de pression comprend une plaque thermique, la plaque thermique étant configurée pour maintenir une température raisonnablement constante entre les éléments de pression.

- [0008] Selon un mode de réalisation, l'appareil d'inspection comprend en outre un élément de guidage configuré pour guider chaque élément de pression pour qu'il se déplace le long de l'axe principal librement dans la première direction et dans la deuxième direction de manière à ajuster un espace séparant deux éléments de pression adjacents.
- [0009] Selon une caractéristique, les plaques thermiques sont couplées à un régulateur de température qui contrôle une valeur de la température entre deux éléments de pression adjacents.
- [0010] Selon un mode de réalisation, les plaques thermiques ont une plage de température de fonctionnement comprise entre 5°C et 120°C.
- [0011] Selon un mode de réalisation, l'appareil d'inspection comprend en outre une unité de contrôle de courant comprenant :
 - une source d'énergie pour appliquer une tension pour atteindre une valeur de tension prédéterminée par rapport à l'au moins une cellule secondaire mise sous

pression par l'élément de pression ; et

- une unité de mesure de courant pour mesurer une valeur de courant circulant à travers l'au moins une cellule secondaire.

[0012] Selon un mode de réalisation, l'appareil d'inspection comprend en outre un module d'électrode connecté à chacune des bornes d'électrode de l'au moins une cellule secondaire pour ainsi appliquer ou recevoir du courant.

[0013] Selon un mode de réalisation, l'appareil d'inspection comprend en outre un contrôleur qui est connecté à l'unité d'entraînement de pression, au module d'électrode et à l'unité de contrôle de courant, respectivement, pour commander les opérations de mise sous pression et de relâchement de l'unité d'entraînement, et pour déterminer s'il y a ou non un défaut dans l'au moins une cellule secondaire en comparant la valeur de courant mesurée par l'unité de contrôle de courant et une valeur de courant de référence.

[0014] Selon un mode de réalisation, l'appareil d'inspection comprend un cadre destiné à être installé sur un support, l'élément de support étant installé de manière à être perpendiculaire au cadre,

le cadre comprenant un châssis reposant sur le sol et une paire de cadres de support prévus de part et d'autre du châssis pour se faire face,

et dans lequel :

l'unité de mesure de pression comprend un capteur de pression interposé entre un élément fixe fixé pour faire face à l'élément de support et le cadre de support prévu sur un côté du châssis,

le capteur de pression étant configuré pour mesurer une pression lorsque les éléments de pression mettent sous pression l'au moins une cellule secondaire lorsque l'unité d'entraînement est dans son premier état de fonctionnement.

[0015] Selon un mode de réalisation, l'unité de mesure de pression comprend un capteur de pression compris entre deux éléments de pression adjacents parmi les éléments de pression.

[0016] Selon une caractéristique, l'espace est destiné à recevoir une seule cellule secondaire.

[0017] L'invention concerne en outre un procédé d'inspection pour inspecter au moins une cellule secondaire, le procédé d'inspection comprenant les étapes suivantes :

- fournir l'appareil d'inspection tel que décrit précédemment ;

- fournir l'au moins une cellule secondaire à inspecter ;

- introduire l'au moins une cellule secondaire dans l'appareil d'inspection de sorte que l'au moins une cellule secondaire soit introduite entre deux éléments de pression adjacents ;

- mettre sous pression et libérer l'au moins une cellule secondaire entre les éléments de pression des deux côtés en déplaçant l'élément mobile par rapport à l'élément de

support le long d'un axe principal dans une première direction et une seconde direction opposées l'une à l'autre ;

- maintenir une température raisonnablement constante entre les éléments de pression en utilisant les plaques thermiques comprises dans les éléments de pression ;
- mesurer la pression appliquée à l'au moins une cellule secondaire en utilisant l'unité de mesure de pression afin de déterminer si la pression appliquée est dans une plage de pression prédéfinie ;
- appliquer une tension à l'au moins une cellule secondaire et mesurer un courant correspondant à travers l'au moins une cellule secondaire.

[0018] Selon une caractéristique du procédé d'inspection, le procédé d'inspection comprend en outre les étapes suivantes :

- comparer la valeur de courant mesurée à une valeur de courant de référence ;
- trier l'au moins une cellule secondaire comme étant fonctionnelle ou défectueuse sur la base de la comparaison entre la valeur de courant mesurée et la valeur de courant de référence de telle sorte que :

si la valeur de courant mesurée dépasse la valeur de courant de référence, l'au moins une cellule secondaire est considérée comme défectueuse,

si la valeur de courant mesurée est inférieure à la valeur de courant de référence, l'au moins une cellule secondaire est considérée comme fonctionnelle.

[0019] Selon un mode de réalisation, l'étape consistant à fournir l'au moins une cellule secondaire comprend les sous-étapes suivantes :

- assembler une première électrode et une seconde électrode et un séparateur interposé entre la première électrode et la seconde électrode afin de créer un bobinot ou un empilement ;
- placer le bobinot ou l'empilement dans un boîtier ou un sachet souple ;
- remplir le boîtier ou le sachet d'un électrolyte ;
- fermer hermétiquement le boîtier ou le sachet afin d'obtenir l'au moins une cellule secondaire ;
- charger l'au moins une cellule secondaire à un état de charge prédéterminé afin de former une interphase d'électrolyte solide sur la surface de la première électrode avant de placer l'au moins une cellule secondaire dans l'appareil d'inspection.

[0020] D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront dans la description détaillée qui suit.

Brève description des figures

[0021] L'invention va maintenant être décrite, à titre d'exemple seulement, en référence aux figures ci-jointes, dans lesquelles :

[0022] [Fig.1] la [Fig.1] est une vue en perspective, une vue de dessus et une vue de côté

d'un appareil d'inspection selon l'invention.

[0023] [Fig.2] la [Fig.2] est une vue en coupe de l'appareil d'inspection selon la [Fig.1].

[0024] [Fig.3] la [Fig.3] est une vue éclatée montrant l'intérieur d'un élément de pression compris dans l'appareil d'inspection et configuré pour mettre sous pression au moins une cellule secondaire.

[0025] [Fig.4] la [Fig.4] est une vue schématique de l'intérieur d'au moins une cellule secondaire qui est mise sous pression à l'intérieur de l'appareil d'inspection.

[0026] Dans ces figures, les mêmes chiffres de référence sont utilisés pour désigner les mêmes éléments.

[0027] Pour des raisons de clarté, les figures ne sont pas nécessairement reproduites à l'échelle.

Description détaillée

[0028] L'invention concerne un appareil d'inspection 1 pour l'inspection d'au moins une cellule secondaire 110 qui peut être une cellule en sachet par exemple.

[0029] L'appareil d'inspection 1 est présenté sur la [Fig.1] et la [Fig.2] et comprend un élément de support 101 fixe.

[0030] L'élément de support 101 peut être installé de manière à être perpendiculaire à un cadre destiné à être installé sur un support, et le cadre peut comprendre un châssis 112 reposant sur le sol et une paire de cadres de support 111 prévus de part et d'autre du châssis 112 pour se faire face l'un l'autre.

[0031] L'appareil d'inspection 1 comprend également un élément mobile 102 installé pour faire face à l'élément de support 101 et qui est mobile par rapport à l'élément de support 101 le long d'un axe principal X dans une première direction vers l'élément de support 101 et une seconde direction opposée à la première direction, chaque direction étant le long de l'axe principal X.

[0032] La première direction est définie comme la direction selon laquelle l'élément mobile 102 se rapproche de l'élément de support 101 et la seconde direction est définie comme la direction selon laquelle l'élément mobile 102 s'éloigne de l'élément de support 101.

[0033] L'appareil d'inspection comprend également des éléments de pression 103 installés entre l'élément de support 101 et l'élément mobile 102 et mobiles librement le long de l'axe principal X. Deux éléments de pression adjacents 103 définissent un espace 120 destiné à recevoir uniquement une cellule secondaire 110.

[0034] L'espace 120 est destiné à recevoir une seule cellule secondaire 110. En ne recevant qu'une seule cellule secondaire, il est possible d'effectuer des mesures précises sur la cellule 110.

[0035] Les éléments de pression 103 peuvent notamment être des panneaux de pression qui peuvent être installés en parallèle entre l'élément de support 101 et l'élément mobile

102.

[0036] L'appareil d'inspection 1 comprend également :

- un élément de guidage 104 configuré pour guider chaque élément de pression 103 pour qu'il se déplace le long de l'axe principal X librement dans la première direction et dans la seconde direction de manière à ajuster un espace séparant deux éléments de pression 103 adjacents ; et
- une unité d'entraînement 105 configurée pour fonctionner dans un premier état dans lequel l'unité d'entraînement 105 presse l'au moins une cellule secondaire 110 qui se trouve entre les éléments de pression 103 des deux côtés, et dans un second état dans lequel l'unité d'entraînement 105 libère l'au moins une cellule secondaire 110, un changement de fonctionnement entre le premier état et le second état étant obtenu en déplaçant l'élément mobile 102 dans la première direction et dans la seconde direction ;
- une unité de mesure de pression configurée pour mesurer la pression appliquée par l'unité d'entraînement 105.

[0037] Avantageusement, l'élément de guidage 104 permet d'obtenir des plaques sensiblement parallèles, permettant d'obtenir des mesures de pression exploitables.

[0038] Selon un mode de réalisation, l'unité de mesure de pression comprend un capteur de pression 106 interposé entre un élément fixe fixé pour faire face à l'élément de support 101 et le cadre de support prévu sur un côté du châssis 112, et le capteur de pression 106 peut être configuré pour mesurer une pression lorsque les éléments de pression 103 mettent sous pression l'au moins une cellule secondaire 110 lorsque l'unité d'entraînement 105 est dans son premier état de fonctionnement.

[0039] Selon un mode de réalisation, l'unité de mesure de pression comprend un capteur de pression compris entre deux éléments de pression adjacents parmi les éléments de pression 103, et le capteur de pression 106 peut comprendre une cellule de charge, une jauge de contrainte, une résistance sensible à la force ou une combinaison de tous les capteurs de pression cités.

[0040] L'appareil d'inspection 1 peut en outre comprendre une unité de support élastique configurée pour supporter de manière élastique l'élément de support 101 pour être ramené du côté de l'élément de pression, dans lequel l'unité de support élastique peut comprendre un élément fixe fixé pour faire face à l'élément de support 101 et un ressort de compression 107 introduit dans l'élément de guidage 104 de manière à être positionné entre l'élément fixe et l'élément de support 101.

[0041] L'appareil d'inspection est remarquable en ce que chaque élément de pression parmi les éléments de pression 103 comprend une plaque thermique 109 comme on peut le voir sur la [Fig.3]. La plaque thermique est configurée pour maintenir une température raisonnablement constante entre les éléments de pression 103.

- [0042] Par « raisonnablement constante », on entend que la température a une valeur constante de plus ou moins 1°C.
- [0043] Les dimensions de chaque plaque thermique 109 peuvent être au moins égales aux dimensions de la cellule secondaire ou supérieures.
- [0044] Les plaques thermiques 109 peuvent être couplées à un régulateur de température qui contrôle une valeur de la température entre deux éléments de pression adjacents 103.
- [0045] Le régulateur de température peut permettre de régler une valeur de température avec une précision inférieure ou égale à 0,1°C.
- [0046] Les plaques thermiques 109 peuvent avoir une plage de température de fonctionnement comprise entre 5°C et 120°C. En pratique, l'utilisateur peut choisir la valeur de température raisonnablement constante dans une plage de température comprise entre 5°C et 120°C, avec une précision de plus ou moins 0,1°C.
- [0047] Avantageusement, cette plage de température de fonctionnement est adaptée aux conditions de fonctionnement de l'appareil d'inspection 1.
- [0048] Les éléments de pression 103 peuvent chacun comprendre un tampon de pression fixé à un côté ou aux deux côtés de chaque élément de pression 103 afin de mettre sous pression efficacement l'au moins une cellule secondaire 110, et le tampon de pression peut comprendre un tampon en silicone et un papier isolant.
- [0049] Le tampon en silicone est destiné à éviter l'endommagement de la cellule et le papier isolant est destiné à éviter les courts-circuits.
- [0050] L'appareil d'inspection 1 comprend en outre une unité de contrôle de courant configurée pour appliquer une tension sur l'au moins une cellule secondaire 110 et pour mesurer un courant correspondant à travers l'au moins une cellule secondaire 110.
- [0051] L'unité de contrôle de courant peut comprendre :
- une source d'énergie pour appliquer une tension pour atteindre une valeur de tension prédéterminée par rapport à l'au moins une cellule secondaire 110 mise sous pression par les éléments de pression 103 ; et
 - une unité de mesure de courant pour mesurer une valeur de courant circulant à travers l'au moins une cellule secondaire 110.
- [0052] Avantageusement, l'unité de contrôle de courant effectue un contrôle du courant de l'au moins une cellule secondaire 110 mise sous pression, ce qui permet de mesurer le courant circulant à travers l'au moins une cellule secondaire 110.
- [0053] L'unité de contrôle de courant applique une tension prédéterminée à l'au moins une cellule secondaire 110, et mesure le courant de l'au moins une cellule secondaire 110.
- [0054] L'appareil d'inspection 1 peut en outre comprendre un module d'électrode connecté à chacune des bornes d'électrode de l'au moins une cellule secondaire 110 pour ainsi appliquer ou recevoir du courant.

- [0055] L'appareil d'inspection 1 peut comprendre en outre un contrôleur qui est connecté à l'unité d'entraînement 105, au module d'électrode et à l'unité de contrôle de courant, respectivement, pour commander les opérations de mise sous pression et de relâchement de l'unité d'entraînement 105, et pour déterminer s'il y a ou non un défaut dans l'au moins une cellule secondaire 110 en comparant la valeur de courant mesurée donnée par l'unité de contrôle de courant et une valeur de courant de référence.
- [0056] Le contrôleur peut déterminer s'il y a un défaut en comparant une valeur moyenne des valeurs de courant mesurées par l'unité de contrôle de courant avec la valeur de référence pendant une période de temps prédéterminée qui peut dépendre des paramètres contrôlés par l'utilisateur de l'appareil d'inspection.
- [0057] La période de temps prédéterminée peut être de 1 à 30 secondes.
- [0058] La valeur de courant de référence peut être déterminée à partir d'une expérience, par exemple en se référant à une courbe d'étalonnage ou à un abaque qui montre si l'au moins une cellule secondaire 110 est défectueuse ou non en fonction de la valeur de courant mesurée.
- [0059] L'appareil d'inspection 1 peut permettre l'inspection de nombreuses cellules secondaires 110 simultanément.
- [0060] L'appareil d'inspection 1 est destiné à mettre sous pression l'au moins une cellule secondaire 110 pour permettre ou améliorer un contact physique entre la première électrode 201 et la seconde électrode 202 à travers le contaminant 2 afin d'induire un courant électrique qui circule à travers le contaminant 2 entre la première électrode 201 et la seconde électrode 202. Comme on peut le voir sur la [Fig.4], la pression appliquée sur l'au moins une cellule secondaire 110 améliore la détection d'un contaminant potentiel 2 à l'intérieur de l'au moins une cellule secondaire 110 ; le courant circulant à travers le contaminant 2 est donc plus facile à détecter.
- [0061] La première électrode 201 peut être une cathode et la seconde électrode 202 peut être une anode ou vice versa.
- [0062] Le fonctionnement de l'appareil d'inspection 1 va maintenant être décrit.
- [0063] Lorsque l'au moins une cellule secondaire 110 est introduite dans l'appareil d'inspection 1, l'élément mobile 102, installé pour faire face à l'élément de support 101, se déplace dans la première direction et dans la seconde direction le long de l'axe principal X par l'unité d'entraînement 105 pour mettre sous pression et dépressuriser les éléments de pression 103.
- [0064] L'élément mobile 102 se déplace dans la première direction le long de l'axe principal X afin de mettre sous pression l'au moins une cellule secondaire 110. Un potentiel prédéterminé est appliqué à la cellule et le courant dans l'au moins une cellule secondaire 110 est alors mesuré et l'élément mobile 102 se déplace dans la deuxième direction le long de l'axe principal X après la mesure du courant afin de libérer l'au moins une

cellule secondaire 110.

- [0065] Les éléments de pression 103 mettent sous pression la partie de corps de l'au moins une cellule secondaire 110. Ici, la partie de corps fait référence à la partie de corps de l'au moins une cellule secondaire 110, à l'exception de la borne d'électrode de l'au moins une cellule secondaire 110.
- [0066] Lorsque les éléments de pression 103 mettent sous pression l'au moins une cellule secondaire 110, l'unité de mesure de pression peut être interposée entre l'élément fixe et le cadre de support pour mesurer la pression.
- [0067] Si la pression appliquée sur l'au moins une cellule secondaire 110 est trop élevée, l'électrode peut être détachée ou l'apparence de l'au moins une cellule secondaire 110 peut être endommagée. Au contraire, si la pression est trop faible, la première électrode 201 et la seconde électrode 202 peuvent ne pas être physiquement en contact l'une avec l'autre à travers le contaminant 2, de sorte qu'un court-circuit interne peut ne pas être déclenché, ce qui diminue la fiabilité de la détection des défauts. Ainsi, en détectant la pression appliquée sur l'au moins une cellule secondaire 110 par l'intermédiaire du capteur de pression 106, il est possible de vérifier si un niveau approprié de pression est appliqué.
- [0068] Une tension est ensuite appliquée par l'unité de contrôle de courant afin d'effectuer un contrôle du courant de l'au moins une cellule secondaire 110 sous pression. À cette fin, la source d'énergie comprise dans l'unité de contrôle de courant applique une tension à travers le module d'électrode afin d'atteindre une valeur de tension prédéterminée, et l'unité de mesure de courant mesure la valeur du courant circulant à travers l'au moins une cellule secondaire 110.
- [0069] L'unité de contrôle de courant et le module d'électrode peuvent être reliés électriquement par un câble, ou tout autre moyen de connexion électrique.
- [0070] Le module d'électrode relie électriquement l'unité de contrôle de courant à l'au moins une cellule secondaire 110. Le module d'électrode peut être fixé à l'appareil d'inspection 1. Le module d'électrode est connecté à chacune des bornes d'électrode de l'au moins une cellule secondaire 110 et applique le courant appliqué par l'unité de contrôle de courant à l'au moins une cellule secondaire 110, ou transfère le courant de l'au moins une cellule secondaire 110 à l'unité de contrôle de courant.
- [0071] Comme le courant mesuré est sensible aux variations de température, les plaques thermiques 109 agissent pour maintenir une température raisonnablement constante entre les éléments de pression 103. Cela permet de mesurer plus précisément la valeur du courant et d'éviter les erreurs de tri.
- [0072] Ensuite, le contrôleur qui est connecté à l'unité d'entraînement 105, au module d'électrode et à l'unité de contrôle de courant, compare la valeur de courant mesurée par l'unité de contrôle de courant et la valeur de courant de référence afin de dé-

terminer s'il y a ou non un défaut. En outre, le contrôleur peut comparer la valeur de courant de l'au moins une cellule secondaire 110 mesurée par l'unité de contrôle de courant avec une valeur de référence prédéterminée d'un bon produit et détermine si la valeur est acceptable selon les critères prédéterminés. Le résultat de la détermination peut être affiché par une unité d'affichage non représentée.

- [0073] Le contrôleur détermine donc si l'au moins une cellule secondaire 110 est bonne ou non selon que la valeur mesurée en fonction de la quantité d'électricité mesurée ou du degré d'isolation correspond à une norme prédéterminée et peut permettre à l'unité d'affichage ou à un dispositif de sortie de données d'afficher le résultat de la détermination pour au moins une cellule secondaire 110.
- [0074] Ces valeurs pourront varier en fonction d'un retour d'expérience et de la collecte de données, après production et inspection d'un certain nombre de cellules secondaires.
- [0075] L'invention concerne également un procédé d'inspection pour inspecter au moins une cellule secondaire 110.
- [0076] Le procédé d'inspection comprend une étape consistant à fournir un appareil d'inspection 1 tel que décrit précédemment et une étape consistant à fournir l'au moins une cellule secondaire 110 à inspecter.
- [0077] Afin de fournir l'au moins une cellule secondaire 110 à inspecter, les sous-étapes suivantes peuvent être exécutées :
- [0078]
 - assembler au moins la première électrode 201 et la seconde électrode 202 et un séparateur 203 interposé entre la première électrode 201 et la seconde électrode 202 afin de créer un bobinot ou un empilement ;
 - placer le bobinot ou l'empilement dans un boîtier ou un sachet souple ;
 - remplir le boîtier ou le sachet d'un électrolyte ;
 - fermer hermétiquement le boîtier ou le sachet afin d'obtenir l'au moins une cellule secondaire 110 ;
 - charger l'au moins une cellule secondaire 110 à un état de charge prédéterminé afin de former une interphase d'électrolyte solide sur la surface de la première électrode 201 avant de placer l'au moins une cellule secondaire 110 dans l'appareil d'inspection.
- [0079] Selon une possibilité, un bobinot ou un empilement peut être créé en assemblant de nombreuses premières électrodes, de nombreuses secondes électrodes, de nombreux séparateurs et d'autres couches supplémentaires.
- [0080] Ensuite, une fois que l'appareil d'inspection 1 et l'au moins une cellule secondaire 110 à inspecter sont fournis, les étapes suivantes sont exécutées :
 - introduire l'au moins une cellule secondaire 110 dans l'appareil d'inspection 1 de telle sorte que l'au moins une cellule secondaire 110 soit introduite entre deux éléments de pression adjacents 103 ;
 - mettre sous pression et libérer l'au moins une cellule secondaire 110 entre les

éléments de pression 103 des deux côtés en déplaçant l'élément mobile 102 par rapport à l'élément de support 101 le long d'un axe principal X dans la première direction et la deuxième direction opposées l'une à l'autre le long de l'axe principal X ;

- maintenir une température raisonnablement constante entre les éléments de pression 103 en utilisant les plaques thermiques 109 comprises dans les éléments de pression 103 ;

- mesurer la pression appliquée à l'au moins une cellule secondaire 110 en utilisant l'unité de mesure de pression afin de déterminer si la pression appliquée est dans une plage de pression prédéfinie qui peut être comprise entre 200 et 5000 kgf/cm² ;

- appliquer une tension à l'au moins une cellule secondaire 110 et mesurer un courant correspondant à travers l'au moins une cellule secondaire 110.

[0081] Ensuite, afin de trier l'au moins une cellule secondaire 110 comme étant fonctionnelle ou défectueuse, les étapes suivantes peuvent être exécutées :

- comparer la valeur de courant mesurée à la valeur de courant de référence qui peut être définie à partir d'une expérience ;

- trier l'au moins une cellule secondaire 110 comme étant fonctionnelle ou défectueuse sur la base de la comparaison entre la valeur de courant mesurée et la valeur de courant de référence de telle sorte que :

- si la valeur de courant mesurée dépasse la valeur de courant de référence, l'au moins une cellule secondaire 110 est considérée comme défectueuse,

- si la valeur de courant mesurée est inférieure à la valeur de courant de référence, l'au moins une cellule secondaire 110 est considérée comme fonctionnelle.

[0082] Le capteur de pression permet de vérifier si la valeur de la pression appliquée est appropriée ou non.

[0083] Avantageusement, le procédé d'inspection décrit permet de maintenir une température raisonnablement constante à l'intérieur de l'appareil d'inspection 1 grâce à l'utilisation de plaques thermiques 109 comprises dans les éléments de pression 103.

[0084] Le courant mesuré circulant à travers la cellule secondaire dépend de la température et sera donc mesuré de manière plus précise en utilisant le procédé d'inspection décrit.

[0085] Le procédé d'inspection décrit permet un tri plus précis de l'au moins une cellule secondaire 110 inspectée.

[0086] Avantageusement, le procédé d'inspection peut être appliqué pendant un processus de fabrication de l'au moins une cellule secondaire 110 après une phase d'imprégnation de l'électrolyte, et avant une première charge de l'au moins une cellule secondaire 110.

[0087] Avantageusement, le procédé d'inspection peut être appliqué après la formation de la cellule.

[0088] Le procédé et l'appareil d'inspection décrits précédemment ont une application industrielle dans le domaine de la fabrication de cellules secondaires.

- [0089] Ce qui s'applique dans cette description détaillée au procédé d'inspection s'applique également à l'appareil d'inspection, et vice versa.
- [0090] Bien que l'invention ait été décrite en relation avec des modes de réalisation particuliers, il est évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

Revendications

- [Revendication 1] Appareil d'inspection (1) pour inspecter au moins une cellule secondaire (110), l'appareil d'inspection (1) comprenant :
- un élément de support (101) fixe ;
 - un élément mobile (102) installé pour faire face à l'élément de support (101) et étant mobile par rapport à l'élément de support (101) le long d'un axe principal (X) dans une première direction vers l'élément de support (101) et une seconde direction opposée à la première direction, chaque direction étant le long de l'axe principal (X) ;
 - des éléments de pression (103) installés entre l'élément de support (101) et l'élément mobile (102), lesdits éléments de pression (103) étant librement mobiles le long de l'axe principal (X), deux éléments de pression adjacents (103) définissant un espace (120) destiné à recevoir une cellule secondaire (110) ;
- et
- une unité d'entraînement (105) configurée pour fonctionner dans :
 - un premier état dans lequel l'unité d'entraînement (105) presse l'au moins une cellule secondaire (110) qui se trouve entre les éléments de pression (103) des deux côtés, et
 - un second état dans lequel l'unité d'entraînement (105) libère l'au moins une cellule secondaire (110),
 - un changement de fonctionnement depuis le premier état vers le second état étant obtenu lorsque l'élément mobile (102) se déplace dans la deuxième direction le long de l'axe principal (X), et un changement de fonctionnement depuis le second état vers le premier état étant obtenu lorsque l'élément mobile (102) se déplace dans la première direction le long de l'axe principal (X) ;
 - une unité de mesure de pression configurée pour mesurer la pression appliquée par l'unité d'entraînement (105) ;
 - une unité de contrôle de courant configurée pour appliquer une tension sur l'au moins une cellule secondaire (110) et pour mesurer un courant correspondant à travers l'au moins une cellule secondaire (110) ;
- dans lequel :
- chaque élément de pression parmi les éléments de pression (103) comprend une plaque thermique (109), la plaque thermique (109) étant configurée pour maintenir une température raisonnablement constante entre les éléments de pression (103)

les plaques thermiques (109) ayant une plage de température de fonctionnement comprise entre 5°C et 120°C.

[Revendication 2]

Appareil d'inspection (1) selon la revendication 1, comprenant en outre :

- un élément de guidage (104) configuré pour guider chaque élément de pression (103) pour qu'il se déplace le long de l'axe principal (X) librement dans la première direction et dans la seconde direction de manière à ajuster l'espace (120) séparant deux éléments de pression adjacents (103).

[Revendication 3]

Appareil d'inspection (1) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel les plaques thermiques (109) sont couplées à un régulateur de température qui contrôle une valeur de la température entre deux éléments de pression adjacents.

[Revendication 4]

Appareil d'inspection (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'unité de contrôle de courant comprend :

- une source d'énergie pour appliquer une tension pour atteindre une valeur de tension prédéterminée par rapport à l'au moins une cellule secondaire (110) mise sous pression par les éléments de pression (103) ; et
- une unité de mesure de courant pour mesurer une valeur de courant circulant à travers l'au moins une cellule secondaire (110).

[Revendication 5]

Appareil d'inspection (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant en outre un module d'électrode connecté à chacune des bornes d'électrode de l'au moins une cellule secondaire (110) pour ainsi appliquer ou recevoir du courant.

[Revendication 6]

Appareil d'inspection (1) selon les revendications 4 et 5, comprenant en outre un contrôleur qui est connecté à l'unité d'entraînement (105), au module d'électrode et à l'unité de contrôle de courant, respectivement, pour commander les opérations de mise sous pression et de relâchement de l'unité d'entraînement (105), et pour déterminer s'il y a ou non un défaut dans l'au moins une cellule secondaire (110) en comparant la valeur de courant mesurée donnée par l'unité de contrôle de courant et une valeur de courant de référence.

[Revendication 7]

Appareil d'inspection (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant un cadre destiné à être installé sur un support, l'élément de support (101) étant installé de manière à être perpendiculaire au cadre,

le cadre comprenant un châssis (112) reposant sur le sol et une paire de cadres de support (111) prévus de part et d'autre du châssis (112) pour

se faire face,

et dans lequel :

l'unité de mesure de pression comprend un capteur de pression (106) interposé entre un élément fixe fixé pour faire face à l'élément de support (101) et le cadre de support prévu sur un côté du châssis (112), le capteur de pression (106) étant configuré pour mesurer une pression lorsque les éléments de pression (103) mettent sous pression l'au moins une cellule secondaire (110) lorsque l'unité d'entraînement (105) est dans son premier état de fonctionnement.

[Revendication 8] Appareil d'inspection (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'unité de mesure de pression comprend un capteur de pression compris entre deux éléments de pression adjacents parmi les éléments de pression.

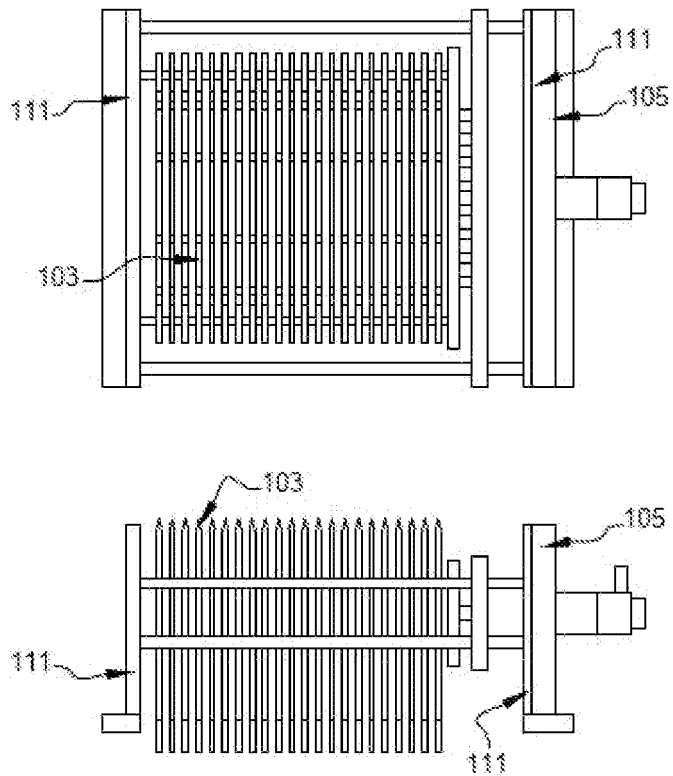
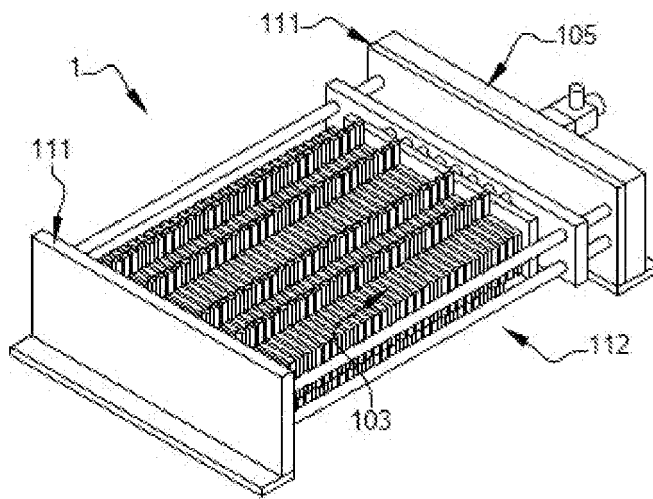
[Revendication 9] Appareil d'inspection (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'espace (120) est destiné à recevoir une seule cellule secondaire (110).

[Revendication 10] Procédé d'inspection pour inspecter au moins une cellule secondaire (110), le procédé d'inspection comprenant les étapes suivantes :

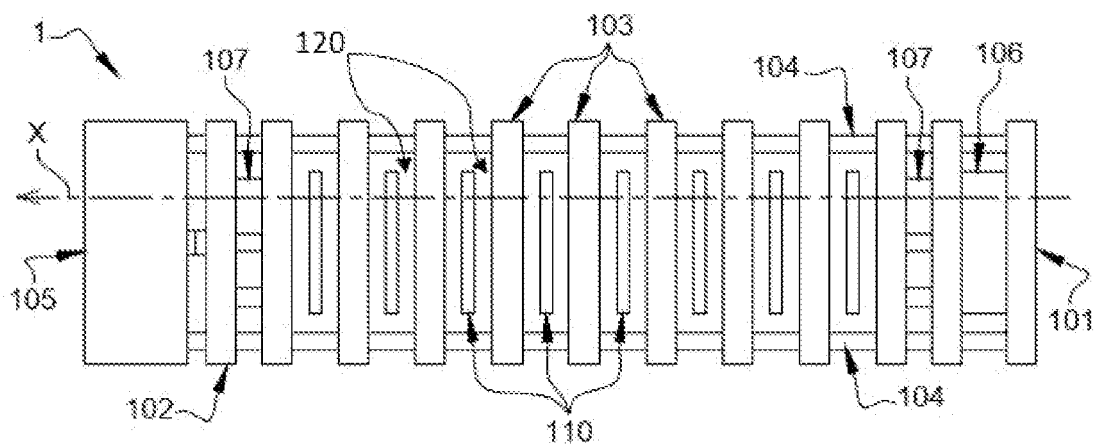
- fournir un appareil d'inspection (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 ;
- fournir l'au moins une cellule secondaire (110) à inspecter ;
- introduire l'au moins une cellule secondaire (110) dans l'appareil d'inspection (1) de sorte que l'au moins une cellule secondaire (110) soit introduite entre deux éléments de pression adjacents (103) ;
- mettre sous pression et libérer l'au moins une cellule secondaire (110) entre les éléments de pression (103) des deux côtés en déplaçant l'élément mobile (102) par rapport à l'élément de support (101) le long d'un axe principal (X) dans une première direction et une seconde direction opposées l'une à l'autre le long de l'axe principal (X) ;
- maintenir une température raisonnablement constante entre les éléments de pression (103) en utilisant les plaques thermiques (109) comprises dans les éléments de pression (103) ;
- mesurer la pression appliquée à l'au moins une cellule secondaire (110) en utilisant l'unité de mesure de pression afin de déterminer si la pression appliquée est dans une plage de pression prédéfinie ;
- appliquer une tension à l'au moins une cellule secondaire (110) et mesurer un courant correspondant à travers l'au moins une cellule secondaire (110).

- [Revendication 11] Procédé d'inspection selon la revendication 10 comprenant en outre les étapes suivantes :
- comparer la valeur de courant mesurée à une valeur de courant de référence ;
 - trier l'au moins une cellule secondaire (110) comme étant fonctionnelle ou défectueuse sur la base de la comparaison entre la valeur de courant mesurée et la valeur de courant de référence de telle sorte que : si la valeur de courant mesurée dépasse la valeur de courant de référence, l'au moins une cellule secondaire (110) est considérée comme défectueuse, si la valeur de courant mesurée est inférieure à la valeur de courant de référence, l'au moins une cellule secondaire (110) est considérée comme fonctionnelle.
- [Revendication 12] Procédé d'inspection selon les revendications 10 et 11, dans lequel l'étape consistant à fournir l'au moins une cellule secondaire (110) comprend les sous-étapes suivantes :
- assembler une première électrode (201) et une seconde électrode (202) et un séparateur (203) interposé entre la première électrode (201) et la seconde électrode (202) afin de créer un bobinot ou un empilement ;
 - placer le bobinot ou l'empilement dans un boîtier ou un sachet souple ;
 - remplir le boîtier ou le sachet d'un électrolyte ;
 - fermer hermétiquement le boîtier ou le sachet afin d'obtenir l'au moins une cellule secondaire (110) ;
 - charger l'au moins une cellule secondaire (110) à un état de charge prédéterminé afin de former une interphase d'électrolyte solide sur la surface de la première électrode (201) avant de placer l'au moins une cellule secondaire (110) dans l'appareil d'inspection.

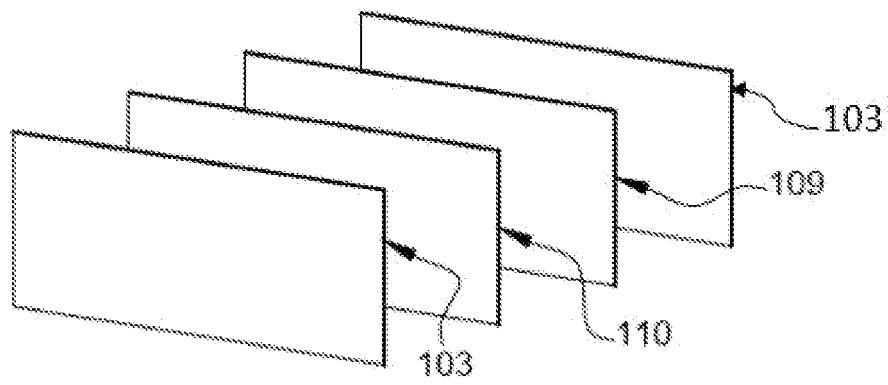
[Fig. 1]



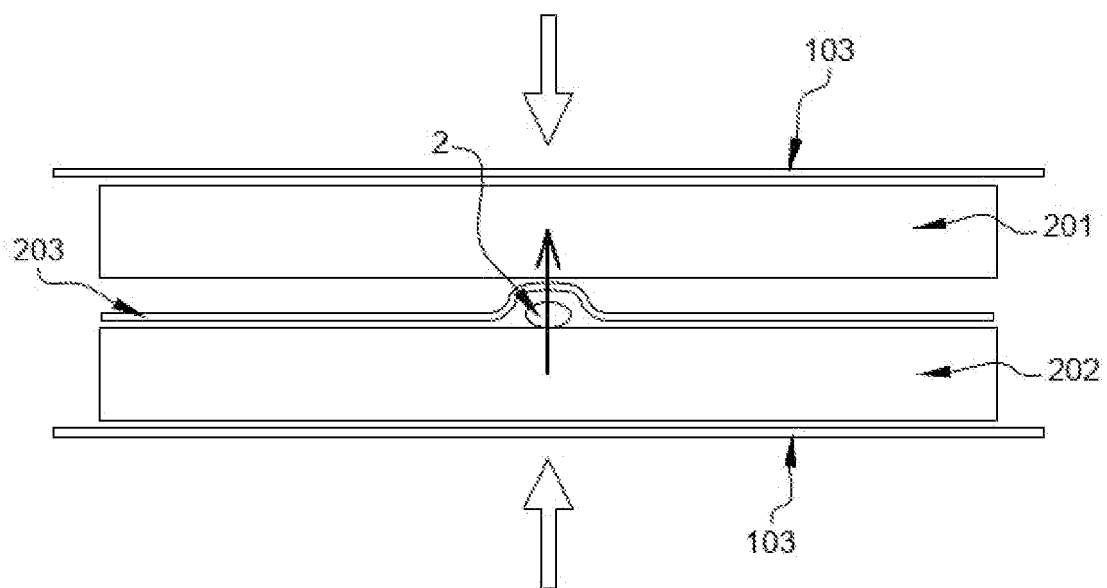
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



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**

EP 3 683 589 A1 (LG CHEMICAL LTD [KR])
22 juillet 2020 (2020-07-22)

EP 2 833 434 A1 (SONY CORP [JP])
4 février 2015 (2015-02-04)

DE 10 2020 005411 A1 (DAIMLER AG [DE])
19 novembre 2020 (2020-11-19)

EP 3 428 670 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP])
16 janvier 2019 (2019-01-16)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

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

NEANT