

⑤④ Procédé de gestion de la pression appliquée à des batteries à ions lithium.

②② Date de dépôt : 17.12.21.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *RENAULT s.a.s Société par actions
simplifiée (SAS) — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 23.06.23 Bulletin 23/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 14.03.25 Bulletin 25/11.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : DELPUECH Nathalie et LERAY David.

⑦③ Titulaire(s) : Renault s.a.s. Société par Actions
Simplifiées.

⑦④ Mandataire(s) : IPSILON.



Description

Titre de l'invention : Procédé de gestion de la pression appliquée à des batteries à ions lithium

[0001] La présente invention concerne un procédé de gestion de la pression appliquée à des batteries à ions lithium

[0002] Lors de la charge de la batterie Li-ion, le lithium va former avec le silicium des alliages de silicium de formule Li_xSi . La formation de ces alliages entraîne une augmentation de volume des particules de Si qui peut atteindre jusqu'à 300% du volume initial des particules de silicium. Lors de la décharge de la batteries Li-ion, les alliages Li_xSi sont délithiés, entraînant ainsi une diminution de la taille des particules de silicium. A l'échelle de l'électrode de silicium et de la cellule, de fortes variations de volumes quasi réversibles, similaires à une respiration, vont donc se produire au cours des cycles de charge et décharge de la batterie. Ces variations de volumes au cours de la vie de la batterie (charges et décharges successives) vont causer de fortes contraintes mécaniques au sein de la batterie Li-ion. Les particules de Si peuvent se fracturer, se désolidariser du collecteur de courant et/ou être électroniquement isolées du réseau percolant de l'électrode. Ces phénomènes vont alors entraîner une dégradation des performances de la batterie. De plus, des réactions parasites vont se produire générant une augmentation de volume irréversible, et donc un vieillissement prématuré de la batterie.

[0003] La demande DE102009035482 A1 décrit une batterie électrique au lithium-ion pour véhicule automobile comportant une pluralité de cellules de batterie fixées entre deux plaques d'extrémité et formant une pile de cellules. Plus particulièrement, la batterie lithium-ion comprend plusieurs cellules de batterie, insérées entre deux plaquettes formant ainsi une pile de cellules. Une unité permet d'appliquer une charge de pression à l'empilement de cellules, dans une direction d'empilement au moyen d'un ressort et à l'aide d'un actionneur actif. L'actionneur est commandé en fonction du diagramme caractéristique durée de vie / pression, ou en fonction des valeurs mesurées de température et / ou de pression dans l'empilement de cellules, lesdites valeurs dépendant des cycles de charge / décharge.

[0004] Un procédé selon l'invention permet d'accompagner les variations de volume des particules de Si lors des différents cycles de charge et de décharge d'une batterie électrique, en appliquant à chaque instant une pression optimisée. Il en résulte que les performances de la batterie Li-ion sont préservées au cours du temps, et que le vieillissement de ladite batterie est fortement ralenti.

[0005] L'invention a pour objet un système d'application d'une pression variable sur une

batterie électrique comprenant au moins une cellule électrochimique, insérée entre une première plaque d'extrémité et une deuxième plaque d'extrémité parallèles entre elles.

[0006] Selon l'invention, le système comprend un premier ensemble comprenant une première paroi d'actionnement s'étendant parallèlement aux deux plaques d'extrémité et située en vis-à-vis de la première plaque d'extrémité, ledit premier ensemble comprenant au moins un premier ressort inséré entre la première paroi d'actionnement et la première plaque d'extrémité, ladite première paroi d'actionnement étant apte à se déplacer pour se rapprocher ou s'éloigner de la première plaque d'extrémité pour exercer une pression sur ladite première plaque, sous l'effet du déplacement d'une bielle s'étendant parallèlement à la première paroi d'actionnement et mue par un actionneur, ladite bielle étant reliée à ladite première paroi d'actionnement par au moins une came dont une première extrémité est montée en rotation sur la bielle, et dont une deuxième extrémité est montée en rotation autour d'un axe de rotation solidarisée à une paroi fixe parallèle à la première paroi d'actionnement, ladite deuxième extrémité étant en appui contre la première paroi d'actionnement. Le principe d'un procédé selon l'invention est de pouvoir exercer une pression homogène sur l'une des deux plaques d'extrémité de la batterie électrique par l'intermédiaire d'au moins un ressort, qui peut être plus ou moins comprimé en fonction du déplacement de la bielle. En effet, le déplacement de la bielle dans un sens va engendrer un déplacement de ladite au moins une came dans un premier sens, qui va rapprocher la première paroi d'actionnement de la première plaque d'extrémité, provoquant une compression dudit au moins un ressort qui va alors exercer une pression accrue sur ladite première plaque d'extrémité. Un déplacement de la bielle dans un sens opposé, va engendrer un déplacement de ladite au moins une came dans un deuxième sens, qui va éloigner la première paroi d'actionnement de la première plaque d'extrémité, provoquant une détente dudit au moins un ressort qui va alors exercer une pression moins forte sur cette première plaque d'extrémité. Préférentiellement, la bielle est une tige rectiligne et allongée, et l'actionneur est configuré pour permettre à cette tige d'être déplacée en translation le long d'un axe longitudinal de ladite tige, et ce, dans les deux sens. Dans un système selon l'invention, la première paroi d'actionnement est insérée entre la bielle et la première plaque d'extrémité, et ladite au moins une came est insérée entre la bielle et la première paroi d'actionnement. De façon préférentielle, le premier système comprend une pluralité de ressorts dont le nombre est supérieur à cinq, et une pluralité de comes dont le nombre est supérieur à cinq. Selon un mode de réalisation particulier, il y a autant de comes qu'il y a de ressorts.

[0007] Selon une caractéristique possible de l'invention, la bielle est une tige allongée, l'actionneur déplaçant ladite bielle en translation le long d'un axe longitudinal de

cette biellette. Le déplacement de la biellette sous l'effet de l'actionneur, s'effectue le long d'un axe qui est parallèle à la première paroi d'actionnement et à la première plaque d'extrémité, et le déplacement de la première paroi d'actionnement relativement à la première plaque d'extrémité s'effectue le long d'un axe qui est perpendiculaire à l'axe long duquel se déplace la biellette.

[0008] Selon une caractéristique possible de l'invention, chaque came comprend une tige reliant la première extrémité à la deuxième extrémité, ladite deuxième extrémité comprenant un segment allongé, qui est placée autour de l'axe de rotation. La deuxième extrémité matérialisée par le segment allongé est fixe par rapport à la tige de la came. L'axe de rotation est placé à une extrémité du segment allongé, si bien que la tige de la came est située d'un côté de cet axe de rotation et le segment allongé est situé de l'autre côté dudit axe de rotation. Un déplacement de la biellette va engendrer une rotation de la tige de la came, qui va alors entraîner une rotation du segment allongé à cause de la présence de l'axe de rotation. Puisque ce segment allongé est au contact de la première paroi d'actionnement, la rotation du segment allongé de la came va entraîner un déplacement de la paroi d'actionnement dans un sens ou dans l'autre en fonction du sens de rotation du segment allongé.

[0009] Selon une caractéristique possible de l'invention, le système comprend un calculateur destiné à piloter l'actionneur pour déplacer la biellette dans le sens et avec l'amplitude voulus, de manière à placer la première paroi d'actionnement à une distance donnée de la première plaque d'extrémité, dans le but de comprimer plus ou moins chaque premier ressort pour exercer la pression souhaitée sur ladite la première plaque d'extrémité. Ce calculateur est programmé de manière à tenir compte essentiellement d'une phase de charge ou de décharge de la batterie électrique. En fonction de ladite phase, le calculateur va déclencher à un moment précis l'actionneur, qui va provoquer un déplacement de la première paroi d'actionnement via la biellette et la came, pour accroître ou diminuer la pression exercée par ledit au moins un premier ressort sur la première plaque d'extrémité.

[0010] Selon une caractéristique possible de l'invention, le système comprend un deuxième ensemble comprenant une deuxième paroi d'actionnement s'étendant parallèlement aux deux plaques d'extrémité et située en vis-à-vis de la deuxième plaque d'extrémité, ledit deuxième ensemble comprenant au moins un deuxième ressort inséré entre la deuxième paroi d'actionnement et la deuxième plaque d'extrémité, la direction des efforts exercés par ledit au moins un deuxième ressort étant parallèle à la direction des efforts exercés par ledit au moins un premier ressort, ladite deuxième paroi d'actionnement étant en appui contre une paroi fixe qui est parallèle à ladite deuxième paroi d'actionnement. Ce deuxième ensemble permet d'homogénéiser la pression générale exercée sur la batterie électrique par les ressorts, grâce à la présence des deux

ensembles aptes à exercer chacun une pression de chaque côté de la batterie électrique.

- [0011] Selon une caractéristique possible de l'invention, le système comprend douze premiers ressorts insérés entre la première paroi d'actionnement et la première plaque d'extrémité et douze deuxièmes ressorts insérés entre la deuxième paroi d'actionnement et la deuxième plaque d'extrémité.
- [0012] Selon une caractéristique possible de l'invention, les premiers ressorts sont alignés suivant un axe qui est parallèle aux plaques d'extrémité et les deuxièmes ressorts sont également alignés suivant un axe qui est parallèle auxdites plaques d'extrémité. De cette manière la première paroi d'actionnement et la deuxième paroi d'actionnement vont exercer une pression homogène respectivement sur la première plaque d'extrémité et sur la deuxième plaque d'extrémité.
- [0013] Selon une caractéristique possible de l'invention, chaque premier ressort et chaque deuxième ressort sont constitués par des rondelles Belleville. En alternative, d'autres types de ressort peuvent être utilisés, tels que par exemple des ressorts à spirales ou une mousse de compression.
- [0014] Selon une caractéristique possible de l'invention, le système comprend un bâti fixe enfermant la batterie électrique, la première paroi d'actionnement, la deuxième paroi d'actionnement, ledit au moins un premier ressort, ledit au moins un deuxième ressort, la deuxième paroi d'actionnement étant en contact avec une deuxième paroi plane du bâti et ledit au moins un axe de rotation autour duquel est montée la deuxième extrémité de ladite au moins une came étant solidarisé à une première paroi plane du bâti qui est parallèle à ladite deuxième paroi plane, la biellette étant située derrière ladite première paroi plane du bâti en étant placée à l'extérieur dudit bâti.
- [0015] L'invention a pour autre objet un procédé d'utilisation d'un système selon l'invention lors d'un cycle comprenant une phase de charge puis une phase de décharge d'une batterie électrique Li-ion.
- [0016] Selon l'invention, le procédé comprend les étapes suivantes :
- une étape de départ pour laquelle les cellules sont à la cote x_1 et le système exerce une force F_1 ,
 - une étape de charge de la batterie électrique pour laquelle la force exercée par le système croît jusqu'à une valeur F_2 qui est supérieure à F_1 , car les cellules de la batterie se sont dilatées au cours de la phase de charge et sont maintenant à une cote x_2 qui est supérieure à x_1 ,
 - une étape de commencement d'une décharge de la batterie comprenant une étape d'activation préalable du système pilotée par le calculateur pour laquelle la biellette est translatée dans un sens provoquant une rotation des cames dans un premier sens qui va rapprocher la première paroi d'actionnement à la première plaque d'extrémité, ledit système exerçant alors instantanément une force F_3 sur la batterie, qui est supérieure à

la force F2,

- une étape de fin de décharge de la batterie pour laquelle le système applique une force F4 sur la batterie qui est inférieure à la force F3, cette force F4 appliquée en fin de décharge étant due aux cellules qui ont perdu du volume lors de cette phase de décharge,

- une étape d'activation du système pilotée par le calculateur pour laquelle la biellette est translatée dans un sens inverse provoquant une rotation des cames dans un deuxième sens qui va éloigner la première paroi d'actionnement de la première plaque d'extrémité, ledit système exerçant alors instantanément une force F1 sur la batterie, qui est inférieure à la force F4, pour faire retrouver aux cellules leur état de pré-contrainte d'avant charge.

[0017] Il est bien entendu que l'étape de charge de la batterie électrique peut être déclenchée pour n'importe quel état de charge initial de la batterie, qui n'est pas forcément nul. De même, l'étape de décharge de la batterie peut cesser quel que soit l'état de décharge de la batterie, qui n'est pas forcément nul.

[0018] On donne ci-après une description détaillée d'un mode de réalisation préféré d'un système d'application d'une pression variable selon l'invention en se référant aux figures suivantes :

[0019] [Fig.1] représente une vue schématique d'un système d'application d'une pression variable sur une batterie électrique selon l'invention, les cellules étant à la côte de x_1 et le système exerçant une force F1,

[0020] [Fig.2a] représente un diagramme illustrant un exemple de la force appliquée aux cellules d'une batterie électrique au cours du temps, lors d'une phase de charge puis de décharge de ladite batterie,

[0021] [Fig.2b] représente un diagramme illustrant un exemple d'une variation de la largeur d'une cellule d'une batterie au cours du temps, lors d'une phase de charge puis de décharge de ladite batterie,

[0022] [Fig.3] représente une vue schématique d'un système selon l'invention alors que la batterie électrique est en fin de charge, les cellules étant à la côte $x_2 > x_1$ et la force exercée est la force $F_2 > F_1$ due à la prise de côte des cellules,

[0023] [Fig.4] représente une vue schématique d'un système selon l'invention pour lequel on exerce une force $F_3 > F_2$ sur les cellules, qui sont à la côte x_2 , alors que celles-ci sont début de décharge,

[0024] [Fig.5] représente une vue schématique d'un système selon l'invention alors que la batterie électrique est en fin de décharge, les cellules ayant retrouvées la côte x_1 et ledit système exerçant une force F4,

[0025] [Fig.6] représente une vue schématique d'un système selon l'invention pour lequel l'actionneur diminue la pression sur les cellules alors que celles-ci sont en début de

- charge, lesdites cellules étant à la côte x_1 et le système appliquant une force F_1 ,
- [0026] [Fig.7a] représente un diagramme illustrant un exemple de la force appliquée aux cellules d'une batterie électrique au cours du temps, lors d'une phase de charge puis de décharge de ladite batterie, lesdites cellules s'étant élargies par vieillissement, pour être à la côte x_3 au lieu de x_1 ,
- [0027] [Fig.7b] représente un diagramme illustrant un exemple d'une variation de la côte des cellules d'une cellule d'une batterie au cours du temps, lors d'une phase de charge puis de décharge de ladite batterie, lesdites cellules s'étant élargies par vieillissement, pour être à la côte x_3 au lieu de x_1 ,
- [0028] [Fig.8] représente une vue schématique d'un système selon l'invention alors que la batterie électrique est en début de charge les cellules étant à la côte x_3 et on exerce une force de F_1 ,
- [0029] [Fig.9] représente une vue schématique d'un système selon l'invention alors que la batterie électrique est en fin de charge, les cellules étant à la côte x_4 supérieure à x_3 la force alors exercée est la force F_2 supérieure à F_1 due à la prise de côte des cellules,
- [0030] [Fig.10] représente une vue schématique d'un système selon l'invention pour lequel on exerce une force F_3 supérieure à F_2 sur les cellules, qui sont à la côte x_4 , alors que celles-ci sont début de décharge,
- [0031] [Fig.11] représente une vue schématique d'un système selon l'invention alors que la batterie électrique est en fin de décharge, les cellules ayant retrouvées la côte de x_3 et ledit système exerçant une force F_4 ,
- [0032] [Fig.12] représente une vue schématique d'un système selon l'invention pour lequel l'actionneur diminue la pression sur les cellules alors que celles-ci sont en, début de charge lesdites cellules étant à la côte x_3 et le système appliquant une force F_1 ,
- [0033] Une batterie électrique 2 est constituée d'une série de plusieurs cellules 3 Li-ion qui sont parfaitement alignées en étant au contact les unes contre les autres. Cette batterie électrique 2 comprend une première plaque d'extrémité 4 et une deuxième plaque d'extrémité 5 enserrant les cellules 3 de ladite batterie électrique 2. Schématiquement, ces deux plaques d'extrémité 4, 5 ont sensiblement les mêmes dimensions que celles des cellules 3, lesdites cellules 3 étant insérées entre ces deux plaques d'extrémité 4, 5 en étant parallèles auxdites plaques d'extrémité 4,5.
- [0034] Un système 1 d'application d'une pression variable selon l'invention, est apte à appliquer une pression sur la première plaque d'extrémité 4 et sur la deuxième plaque d'extrémité 5, et comprend :
- un bâti 6,
 - un premier ensemble 7 comprenant une première paroi d'actionnement 8, plusieurs cames 9, plusieurs premiers ressorts 10, une biellette 11, un actionneur 12 apte à déplacer ladite biellette 11 et un calculateur 13 destiné à piloter ledit actionneur 12 en

fonction de la phase dans laquelle se trouve la batterie 2, à savoir phase de charge ou de décharge, et début de vie jusqu' à fin de vie de la batterie

-un deuxième ensemble 40 comprenant une deuxième paroi d'actionnement 14 et plusieurs deuxième ressorts 15.

- [0035] La biellette 11 est représentée par une tige rectiligne allongée, et l'actionneur 12, en fonction de la consigne qu'il reçoit du calculateur 13, est apte à déplacer en translation ladite biellette 11 le long d'un axe longitudinal de ladite biellette 11, dans un sens ou dans l'autre.
- [0036] Chaque came 9 comporte une première extrémité 16 qui est montée articulée sur la biellette 11, et une deuxième extrémité 17 comprenant un segment allongé, ladite première extrémité 16 et ladite deuxième extrémité 17 étant reliées par une tige de liaison 18. La deuxième extrémité 17 est reliée à la tige de liaison 18 de façon fixe, de sorte que le segment allongé soit incliné par rapport à ladite tige de liaison 18. Le segment allongé de la deuxième extrémité 17 de chaque came 9 passe autour d'un axe de liaison qui est solidarisé à une première paroi 19 du bâti 6, qui est parallèle à la première paroi d'actionnement 8 et à la première plaque d'extrémité 4 de la batterie électrique 2.
- [0037] La première paroi d'actionnement 8 est plane et est disposée parallèlement à la première plaque d'extrémité 4 de la batterie 2 et en regard de celle-ci. Une série de plusieurs premiers ressorts 10 est insérée entre la première plaque d'extrémité 4 de la batterie électrique 2 et la première paroi d'actionnement 8, lesdits premiers ressorts 10 pouvant par exemple être au nombre de douze. Ces premiers ressorts 10 sont alignés le long de la première paroi d'actionnement 8 et le long de la première plaque d'extrémité 4 de la batterie 2. La biellette 11 s'étend parallèlement à la première paroi d'actionnement 8 et à la première plaque d'extrémité 8 de la batterie électrique 2, de sorte que ladite première paroi d'actionnement 8 soit placée entre ladite biellette 11 et ladite première plaque d'extrémité 4.
- [0038] La deuxième paroi d'actionnement 14 est plane et est disposée parallèlement à la deuxième plaque d'extrémité 5 de la batterie électrique 2 et en regard de celle-ci. Une série de plusieurs deuxième ressorts 15 est insérée entre la deuxième plaque d'extrémité 5 de la batterie 2 et la deuxième paroi d'actionnement 14, lesdits deuxième ressorts 15 pouvant par exemple être au nombre de douze. Ces deuxième ressorts 10 sont alignés le long de la deuxième paroi d'actionnement 14 et le long de la deuxième plaque d'extrémité 5 de la batterie électrique 2. Sous l'effet des deuxième ressorts 15 la deuxième paroi d'actionnement 14 est plaquée contre une deuxième paroi 20 du bâti 6 qui est parallèle à la première paroi 19 du bâti 6 sur laquelle sont fixés les axes de rotation des cames 9. Cette deuxième paroi 20 du bâti 6 est parallèle à la deuxième paroi d'actionnement 14 et à la deuxième plaque d'extrémité 5 de la

batterie 2. Autrement dit, la deuxième paroi d'actionnement 14 est insérée entre la deuxième paroi 20 du bâti 6 et la deuxième plaque d'extrémité 5 de la batterie 2.

[0039] Les premiers ressorts 10 et les deuxièmes ressorts 15 peuvent par exemple être constitués par des rondelles Belleville. Les premiers ressorts 10 exercent des efforts dans une direction qui est perpendiculaire aux plans de la première paroi d'actionnement 8 et de la première plaque d'extrémité 4, et les deuxièmes ressorts 15 exercent des efforts dans une direction qui est perpendiculaire aux plans de la deuxième paroi d'actionnement 14 et de la deuxième plaque d'extrémité 5.

[0040] Les cames 9 sont montées dans un système 1 selon l'invention, de sorte que leurs deuxièmes extrémités 17 comprenant le segment allongé soient en appui contre la première paroi d'actionnement 8.

[0041] Le principe de fonctionnement d'un tel système est qu'un calculateur 13 auquel est connecté l'actionneur 12, va envoyer à cet actionneur 12 des consignes sous forme de signaux, pour déplacer dans un sens ou dans l'autre la biellette 11. La biellette 11 est alors translatée le long de son axe longitudinal dans un sens donné et avec l'amplitude souhaitée, provoquant alors un pivotement des cames 9. La mise en rotation de la tige de liaison 18 de chaque came 9 entraîne un pivotement de la deuxième extrémité 17 de ladite came qui est fixée à ladite tige 18 en raison de la présence de l'axe de rotation solidarisé à la première paroi 19 du bâti 6, le pivotement de cette deuxième extrémité 17 rapprochant ou éloignant la première paroi d'actionnement 8 de la première plaque d'extrémité 4 de la batterie électrique 2. Les premiers ressorts 10 vont alors, soit se comprimer ou se détendre, pour appliquer une pression plus ou moins importante sur ladite première plaque d'extrémité 4. Le deuxième ensemble 40 va alors réagir de la même manière que la première composante 7, c'est-à-dire que si les premiers ressorts 10 se compriment sous l'effet du pivotement des cames 9, les deuxièmes ressorts 15 vont également se comprimer et s'ils se détendent lesdits deuxièmes ressorts 15 vont également se détendre. Le deuxième ensemble 40 joue un rôle de relai pour équilibrer la pression exercée sur la batterie 2 par le premier ensemble 7.

[0042] En se référant aux figures 1 à 6, lorsque les cellules de la batterie 2 ne sont pas vieilles, un procédé d'utilisation d'un système 1 selon l'invention lors d'un cycle complet comprenant une phase de charge suivie d'une phase de décharge de ladite batterie 2, comprend les étapes suivantes :

- En se référant aux figures 1 et 2a, une étape de départ pour laquelle les cellules sont à la cote x_1 et le système 1 exerce une force F_1 ,

- En se référant aux figures 2a, 2b et 3, une étape de charge de la batterie 2 pour laquelle la force exercée par le système 1 croît jusqu'à une valeur F_2 qui est supérieure à F_1 , car les cellules de la batterie 2 se sont dilatées au cours de la phase de charge et sont maintenant à une cote x_2 qui est supérieure à x_1 . Cette force F_2 est la force ré-

sultante exercée par le système 1 en fin de charge,

-En se référant aux figures 2a et 4, une étape de commencement d'une décharge de la batterie électrique 2 comprenant une étape d'activation préalable du système 1 pilotée par le calculateur 13 pour laquelle la biellette 11 est translatée vers le haut provoquant une rotation des cames 9 dans un sens qui va rapprocher la première paroi d'actionnement 8 de la première plaque d'extrémité 4. Lors de cette étape d'activation préalable, le système 1 exerce alors instantanément une force résultante F_3 sur la batterie 2, qui est supérieure à la force F_2 ,

-En se référant aux figures 2a, 2b et 5 une étape de fin de décharge pour laquelle les cellules ont retrouvé une cote x_1 , et le système applique une force résultante F_4 sur la batterie 2 qui est inférieure à la force F_3 , cette force F_4 appliquée en fin de décharge étant due aux cellules qui ont perdu du volume lors de cette phase de décharge,

-En se référant aux figures 2a et 6, une étape d'activation du système 1 pilotée par le calculateur 13 pour laquelle la biellette 11 est translatée vers le bas provoquant une rotation des cames 9 dans un sens qui va éloigner la première paroi d'actionnement 8 de la première plaque d'extrémité 4. Le système 1 exerce alors instantanément une force F_1 sur la batterie 2, qui est inférieure à la force F_4 . Nous sommes alors en position prête pour la charge

[0043] En se référant aux figures 7 à 12, lorsque les cellules de la batterie 2 sont vieilles, elles ont tendance à accroître leur volume au cours du temps, ce phénomène étant irréversible. L'utilisation d'un système 1 selon l'invention lors d'un cycle complet d'une phase de charge suivie d'une phase de décharge dudit batterie vieilli suit les étapes suivantes :

-En se référant aux figures 7a, 7b et 8, une étape de départ pour laquelle les cellules sont à une cote x_3 qui est supérieure à la cote initiale x_1 lorsque les cellules ne sont pas vieilles, et le système 1 exerce une force résultante F_1 ,

-En se référant aux figures 7a, 7b et 9, une étape de charge de la batterie 2 pour laquelle la force exercée par le système 1 croît jusqu'à une valeur F_2 qui est supérieure à F_1 , car les cellules vieilles de la batterie 2 se sont dilatées au cours de la phase de charge et sont maintenant à une cote x_4 qui est supérieure à x_3 . Cette force F_2 est la force exercée par le système 1 en fin de charge,

-En se référant aux figures 7a et 10, une étape de commencement d'une décharge de la batterie électrique 2 comprenant une étape d'activation préalable du système 1 pilotée par le calculateur 13 pour laquelle la biellette 11 est translatée vers le haut provoquant une rotation des cames 9 dans un sens qui va rapprocher la première paroi d'actionnement 8 à la première plaque d'extrémité 4. Lors de cette étape d'activation préalable, le système 1 exerce alors instantanément une force F_3 sur la batterie 2, qui est supérieure à la force F_2 ,

-En se référant aux figures 7a, 7b et 11, une étape de fin de décharge pour laquelle les cellules ont retrouvé une cote x_3 en fin de décharge, et le système applique une force F_4 sur la batterie 2 qui est inférieure à la force F_3 , cette force F_4 appliquée en fin de décharge étant due aux cellules qui ont perdu du volume lors de cette phase de décharge,

-En se référant aux figures 7a et 12, une étape d'activation du système 1 pilotée par le calculateur 13 pour laquelle la biellette 11 est translatée vers le bas provoquant une rotation des cames 9 dans un sens qui va éloigner la première paroi d'actionnement 8 de la première plaque d'extrémité 4. Le système 1 exerce alors instantanément une force F_1 sur la batterie 2, qui est inférieure à la force F_4 .

[0044] Les différentes étapes du procédé de gestion de la pression lorsque les cellules de la batterie ont été vieilles, sont identiques à celles du procédé de gestion de la pression lorsqu'elles n'ont pas été vieilles, seule leur cote initiale x_3 est supérieure à la cote initiale x_1 des cellules qui n'ont pas été vieilles, en raison d'un accroissement initiale du volume de ces cellules vieilles.

[0045] Il est à préciser que l'étape de charge de la batterie 2 ne s'effectue pas uniquement lorsque l'état de charge de celle-ci est nul, mais à partir de n'importe quel état de charge. De même, l'étape de décharge n'est pas systématiquement réalisée jusqu'à ce que l'état de charge de la batterie ait une valeur de zéro. Elle peut s'interrompre à tout moment alors que l'état de charge de la batterie est non nul.

Revendications

- [Revendication 1] Système (1) d'application d'une pression variable sur une batterie électrique (2) comprenant au moins une cellule électrochimique, insérée entre une première plaque (4) d'extrémité et une deuxième plaque (5) d'extrémité parallèles entre elles, caractérisé en ce qu'il comprend un premier ensemble (7) comprenant une première paroi (8) d'actionnement s'étendant parallèlement aux deux plaques d'extrémité (4, 5) et située en vis-à-vis de la première plaque (4) d'extrémité, et en ce que ledit premier ensemble (7) comprend au moins un premier ressort (10) inséré entre la première paroi (8) d'actionnement et la première plaque (4) d'extrémité, ladite première paroi (8) d'actionnement étant apte à se déplacer pour se rapprocher ou s'éloigner de la première plaque (4) d'extrémité pour exercer une pression sur ladite première plaque (4), sous l'effet du déplacement d'une bielle (11) s'étendant parallèlement à la première paroi (8) d'actionnement et mue par un actionneur (12), ladite bielle (11) étant reliée à ladite première paroi (8) d'actionnement par au moins une came (9) dont une première extrémité (16) est montée en rotation sur la bielle (11), et dont une deuxième extrémité (17) est montée en rotation autour d'un axe de rotation solidarisé à une paroi fixe (19) parallèle à la première paroi (8) d'actionnement, ladite deuxième extrémité (17) étant en appui contre la première paroi (8) d'actionnement.
- [Revendication 2] Système d'application d'une pression selon la revendication 1 caractérisé en ce que la bielle (11) est une tige allongée, et en ce que l'actionneur (12) déplace ladite bielle (11) en translation le long d'un axe longitudinal de cette bielle (11).
- [Revendication 3] Système d'application d'une pression selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque came (9) comprend une tige (18) reliant la première extrémité (16) à la deuxième extrémité (17), et en ce que ladite deuxième extrémité (17) comprend un segment allongé, qui est placé autour de l'axe de rotation.
- [Revendication 4] Système d'application d'une pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend un calculateur (13) destiné à piloter l'actionneur (12) pour déplacer la bielle (11) dans le sens et avec l'amplitude voulus, de manière à placer la première paroi (8) d'actionnement à une distance donnée de la première plaque (4) d'extrémité dans le but de comprimer plus ou moins chaque premier

ressort (10) pour exercer la pression souhaitée sur ladite la première plaque (4) d'extrémité.

[Revendication 5]

Système d'application d'une pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend un deuxième ensemble (40) comprenant une deuxième paroi (14) d'actionnement s'étendant parallèlement aux deux plaques d'extrémité (4, 5) et située en vis-à-vis de la deuxième plaque (5) d'extrémité, ledit deuxième ensemble (40) comprenant au moins un deuxième ressort (15) inséré entre la deuxième paroi (14) d'actionnement et la deuxième plaque (5) d'extrémité, la direction des efforts exercés par ledit au moins un deuxième ressort (15) étant parallèle à la direction des efforts exercés par ledit au moins un premier ressort (10), ladite deuxième paroi (14) d'actionnement étant en appui contre une paroi fixe (20) qui est parallèle à ladite deuxième paroi (14) d'actionnement.

[Revendication 6]

Système d'application d'une pression selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend douze premiers ressorts (10) insérés entre la première paroi (8) d'actionnement et la première plaque (4) d'extrémité et douze deuxième ressorts (15) insérés entre la deuxième paroi (14) d'actionnement et la deuxième plaque (5) d'extrémité.

[Revendication 7]

Système d'application d'une pression selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que les premiers ressorts (10) sont alignés suivant un axe qui est parallèle aux plaques d'extrémité (4, 5) et les deuxième ressorts (15) sont également alignés suivant un axe qui est parallèle auxdites plaques d'extrémité (4, 5).

[Revendication 8]

Système d'application d'une pression selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que chaque premier ressort (10) et chaque deuxième ressort (15) sont constitués par des rondelles Belleville.

[Revendication 9]

Système d'application d'une pression selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend un bâti (6) fixe enfermant la batterie électrique (2), la première paroi (8) d'actionnement, la deuxième paroi (14) d'actionnement, ledit au moins un premier ressort (10), ledit au moins un deuxième ressort (15), et en ce que la deuxième paroi (14) d'actionnement est en contact avec une deuxième paroi plane (20) du bâti (6) et ledit au moins un axe de rotation autour duquel est montée la deuxième extrémité (17) de ladite au moins une came (9) est solidarisé à une première paroi plane (19) du bâti (6) qui est parallèle à ladite deuxième paroi plane (20), la biellette

(11) étant située derrière ladite première paroi (19) plane du bâti (6) en étant placée à l'extérieur dudit bâti (6).

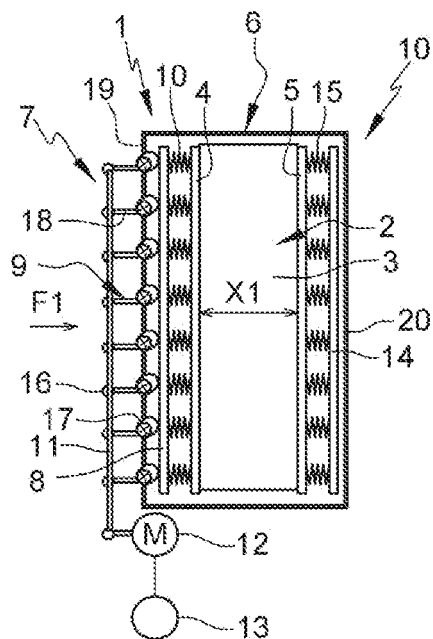
[Revendication 10]

Procédé d'utilisation d'un système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 lors d'un cycle comprenant une phase de charge puis une phase de décharge d'une batterie électrique Li-ion, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- une étape de départ pour laquelle les cellules sont à la cote x_1 et le système (1) exerce une force F_1 ,
- une étape de charge de la batterie électrique (2) pour laquelle la force exercée par le système (1) croît jusqu'à une valeur F_2 qui est supérieure à F_1 , car les cellules de la batterie (2) se sont dilatées au cours de la phase de charge et sont maintenant à une cote x_2 qui est supérieure à x_1 ,
- une étape de commencement d'une décharge de la batterie 2 comprenant une étape d'activation préalable du système (1) pilotée par le calculateur (13) pour laquelle la biellette (11) est translatée dans un sens provoquant une rotation des cames (9) dans un premier sens qui va rapprocher la première paroi d'actionnement (8) à la première plaque d'extrémité (4), ledit système (1) exerçant alors instantanément une force F_3 sur la batterie (2), qui est supérieure à la force F_2 ,
- une étape de fin décharge de la batterie (2) pour laquelle le système (1) applique une force F_4 sur la batterie (2) qui est inférieure à la force F_3 , cette force F_4 appliquée en fin de décharge étant due aux cellules qui ont perdu du volume lors de cette phase de décharge,
- une étape d'activation du système (1) pilotée par le calculateur (13) pour laquelle la biellette (11) est translatée dans un sens inverse provoquant une rotation des cames (9) dans un deuxième sens qui va éloigner la première paroi d'actionnement (8) de la première plaque d'extrémité (4), ledit système (1) exerçant alors instantanément une force F_1 sur la batterie (2), qui est inférieure à la force F_4 , pour faire retrouver aux cellules leur état de précontrainte d'avant charge.

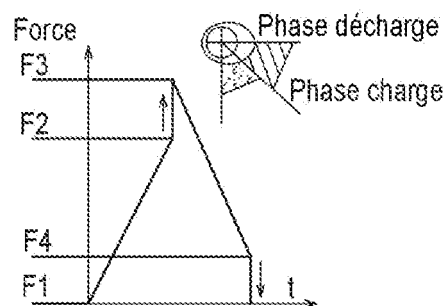
[Fig. 1]

Fig. 1



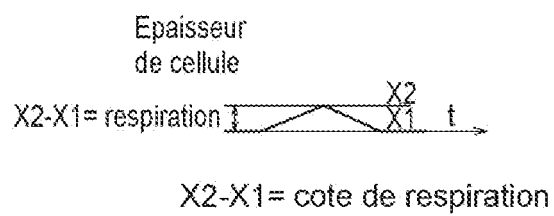
[Fig. 2a]

Fig. 2a

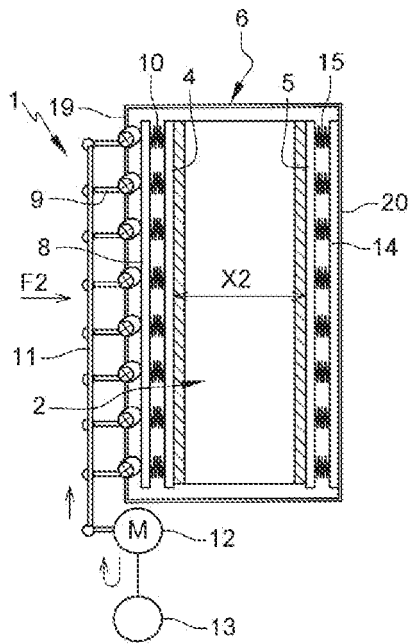


[Fig. 2b]

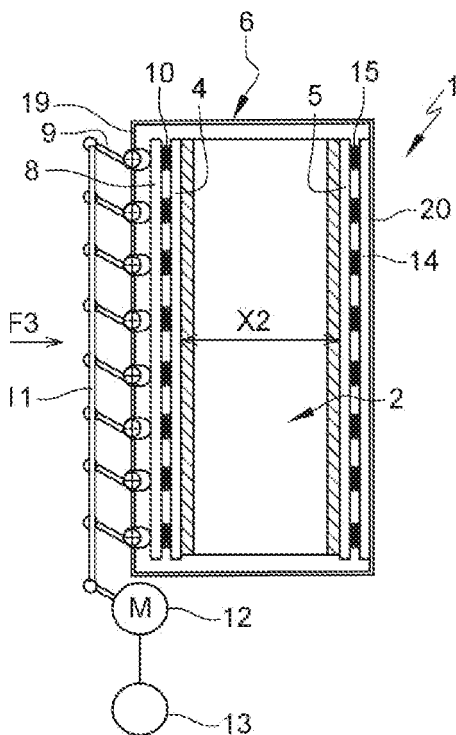
Fig. 2b



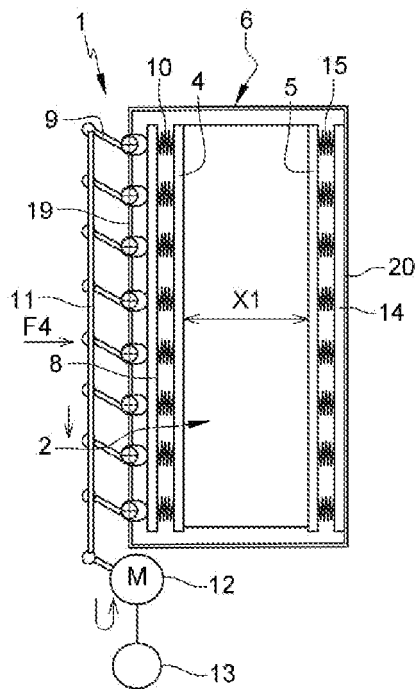
[Fig. 3]

Fig. 3

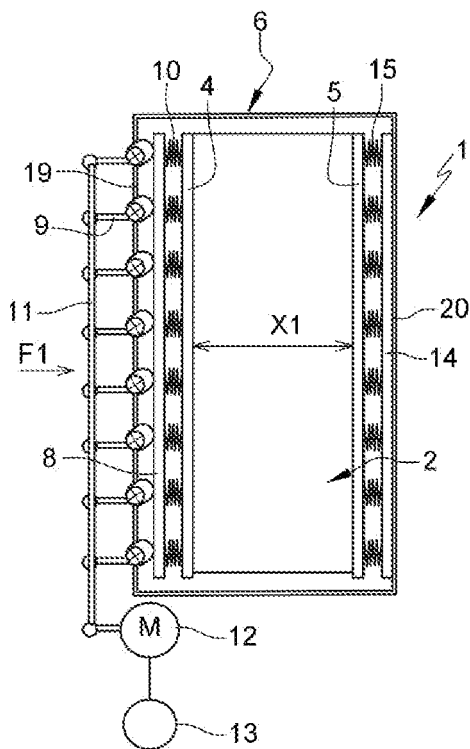
[Fig. 4]

Fig. 4

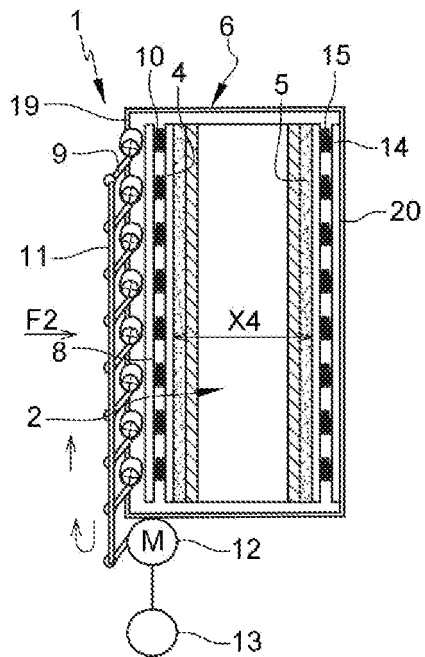
[Fig. 5]

Fig. 5

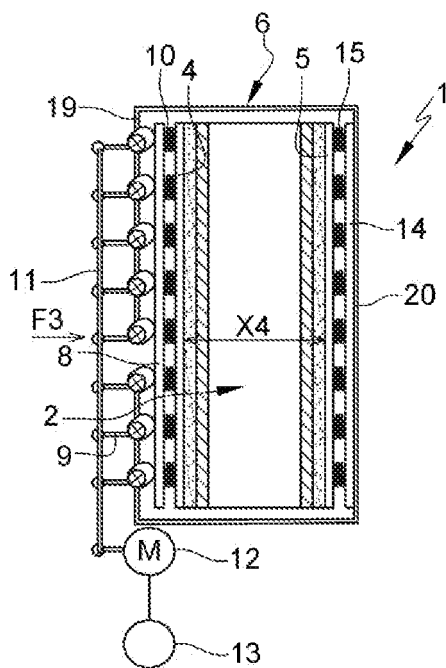
[Fig. 6]

Fig. 6

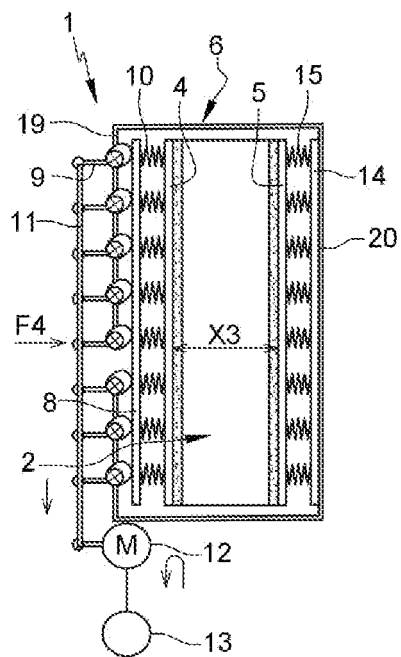
[Fig. 9]

Fig. 9

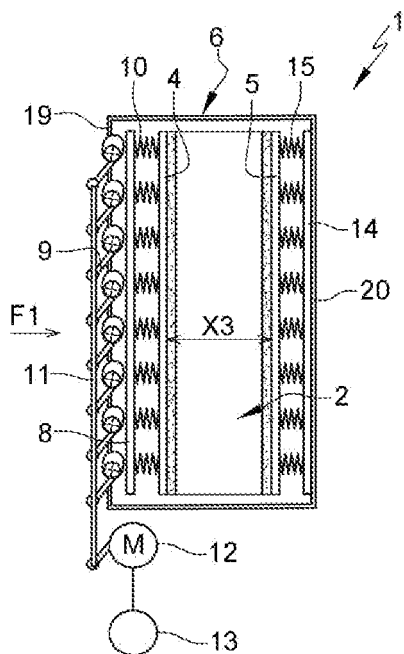
[Fig. 10]

Fig. 10

[Fig. 11]

Fig. 11

[Fig. 12]

Fig. 12

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

DE 10 2019 007748 A1 (DAIMLER AG [DE])
12 mai 2021 (2021-05-12)

DE 10 2020 108136 B3 (DAIMLER AG [DE])
17 juin 2021 (2021-06-17)

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

EP 3 733 511 A1 (BOEING CO [US])
4 novembre 2020 (2020-11-04)

KR 2013 0010735 A (BESTEC COMPANY [KR])
29 janvier 2013 (2013-01-29)

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

NEANT