

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
18 novembre 2021 (18.11.2021)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/226705 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01M 10/48 (2006.01) H01M 10/05 (2010.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/CA2021/050642

(22) Date de dépôt international :
07 mai 2021 (07.05.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
3080727 13 mai 2020 (13.05.2020) CA

(71) Déposant : HYDRO-QUÉBEC [CA/CA] ; 75, boul. René-Lévesque O., Montréal, Québec H2Z 1A4 (CA).

(72) Inventeurs : MONTAMBAULT, Serge ; 540, Rang des Trente, Saint-Marc-sur-Richelieu, Québec J0L 2E0 (CA). MORIN, François ; 2970, chemin Ste-Thérèse, Carignan, Québec J3L 2B3 (CA). RIVARD, Étienne ; 270, Jean-Talon, Boucherville, Québec J4B 7B3 (CA). PERREAULT, Christian ; 1090, Dolbeau, Saint-Bruno-de-Montarville, Québec J3V 4J5 (CA). ZAGHIB, Karim ; 2006, Marcelle Ferron, Longueuil, Québec J4N 1T8 (CA).

(74) Mandataire : MORIN, Luc ; 1-3755 E, boul. Matte, Bro-sard, Québec J4Y 2P4 (CA).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,

(54) Title: SYSTEM FOR CYCLING BATTERY CELLS WITH PRESSURE REGULATION

(54) Titre : SYSTÈME DE CYCLAGE DE CELLULES DE BATTERIE AVEC RÉGULATION DE PRESSION

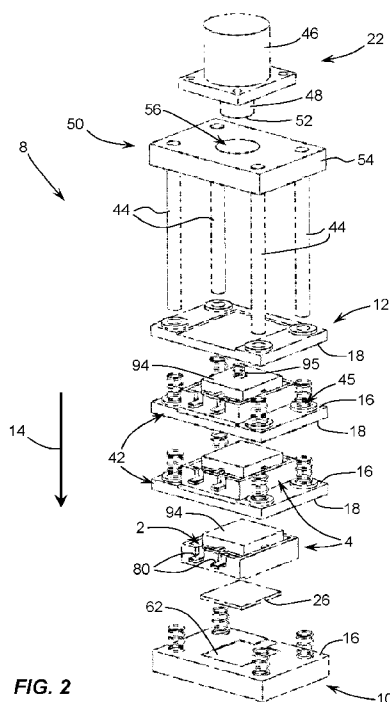


FIG. 2

(57) Abstract: A system for cycling battery cells with pressure regulation is disclosed. The system comprises supports for accommodating battery cells that are inserted into a clamping arrangement with jaws that are moved relative to one another by an actuator operated by a controller in order to apply a pressure in an axis for applying pressure on the cells. A pressure sensor measures the pressure applied on the cells while a cycling module connected to the cells cycles them and measures their charge and discharge level. A programmable processing unit controls the pressure and, if desired, a temperature applied on the cells in accordance with a programmed cycling mode and records data representing the pressure and other cycling measurements.

(57) Abrégé : Un système de cyclage de cellules de batterie avec régulation de pression est divulgué. Le système comporte des supports

KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

pour recevoir des cellules de batterie qui s'insèrent dans un arrangement de serrage ayant des mâchoires déplacées l'une par rapport à l'autre par un actionneur opéré par un contrôleur afin d'appliquer une pression dans un axe d'application de pression sur les cellules. Un capteur de pression mesure la pression appliquée sur les cellules pendant qu'un module de cyclage connecté aux cellules effectue leur cyclage et mesure leur niveau de charge et décharge. Une unité de traitement programmable assure un asservissement de la pression et, si voulu, d'une température appliquée sur les cellules selon un mode de cyclage programmé et enregistre des données représentatives de la pression et d'autres mesures de cyclage.

SYSTÈME DE CYCLAGE DE CELLULES DE BATTERIE AVEC RÉGULATION DE PRESSION

DOMAINE DE L'INVENTION

5

L'invention porte en général sur un équipement de cyclage de cellules de batterie, et plus particulièrement sur un système de cyclage de cellules de batterie avec régulation de pression.

10 CONTEXTE

De nouvelles batteries sont sans cesse développées notamment pour augmenter l'autonomie d'un véhicule électrique. Outre les batteries avec électrolyte liquide comme le lithium-ion, des recherches portent également sur
15 des batteries tout solide ainsi que des batteries de type hybride (électrolyte liquide et solide). Les batteries tout solide sont de plus en plus considérées pour remplacer avantageusement les batteries à électrolyte liquide et former les prochaines générations de batteries, notamment dans l'industrie des véhicules électriques et le stockage d'énergie résidentiel et industriel. Les équipes qui
20 travaillent sur la chimie des batteries ont besoin de systèmes de cyclage des cellules qu'ils développent pour en arriver à un produit performant. En outre, la chimie et l'architecture des cellules de batterie tout solide impliquent qu'elles soient soumises à une pression précise pour obtenir des performances optimales de la batterie. Il importe donc de déterminer la valeur de pression à
25 appliquer sur les cellules pour obtenir des performances optimales. Dans le cas d'une batterie tout solide, la pression optimale peut être importante, par exemple plusieurs centaines de PSI et même plus de 4000 PSI, même si une pression minimale est souhaitée.

30 Les systèmes actuels de cyclage sous pression sont inappropriés pour déterminer les paramètres optimisant les performances d'une batterie, selon la chimie des cellules utilisée. Bien que les systèmes actuels puissent réguler la température par dispositif à liquide caloporteur, ils ne permettent qu'une

application de pression modérée sur les cellules, généralement de quelques PSI et ne dépassant pas environ 100 PSI. Les systèmes actuels ne permettent donc pas d'appliquer des niveaux importants de pression comme requis pour des batteries tout solide, ne permettent pas d'appliquer une pression variable
5 programmable, et ne permettent pas d'asservir la fonction d'application de pression. Aussi, les systèmes actuels sont complexes à ajuster, lourds, ou peu flexibles. De plus, les systèmes actuels ont des circuits de régulation de température configurés pour maintenir la température d'essai d'une batterie à une valeur fixe, par exemple 27°C (80°F) pour une batterie de type Li-ion, alors
10 qu'une température variable pourrait s'avérer préférable selon la chimie de la batterie.

SOMMAIRE

15 Selon une réalisation de l'invention, il est proposé un système de cyclage de cellules de batterie, le système comprenant:
au moins un support définissant un logement pour recevoir une des cellules de batterie;
un arrangement de serrage ayant (i) des mâchoires inférieure et
20 supérieure entre lesquelles ledit au moins un support logeant une des cellules de batterie est insérable, les mâchoires étant mobiles l'une par rapport à l'autre dans un axe d'application de pression, et (ii) des surfaces d'application de pression sur la cellule logée dans chaque support, une des surfaces d'application de pression étant destinée à exercer une pression sur une zone
25 active de la cellule lorsque les mâchoires sont en position d'application de pression;
un actionneur opérationnellement couplé à l'arrangement de serrage de manière à contrôler un serrage des mâchoires selon un signal de contrôle;
un capteur de pression opérationnellement associé à la cellule de
30 manière à produire un signal indicatif d'une pression exercée par les mâchoires sur la cellule;
un module de cyclage de la cellule, le module de cyclage ayant une interface connectable à la cellule pour charger et décharger la cellule selon un

mode de cyclage programmé et mesurer un niveau de charge et de décharge de la cellule;

un module de contrôle de l'actionneur produisant le signal de contrôle de serrage des mâchoires selon un signal de réglage de pression; et

- 5 une unité de traitement se connectant au module de cyclage, au module de contrôle de l'actionneur et au capteur de pression, l'unité de traitement étant configurée pour programmer le mode de cyclage de la cellule et le transmettre au module de cyclage, programmer une pression à appliquer sur la cellule et générer le signal de réglage de pression selon une pression mesurée par le
- 10 capteur de pression de manière à former une boucle d'asservissement de la pression appliquée sur la cellule, et enregistrer des données représentatives de la pression appliquée sur la cellule et du niveau de charge et de décharge de la cellule.
- 15 Préférentiellement, le système selon l'invention peut servir comme outil pour déterminer une ou plusieurs valeurs de pressions précises à appliquer sur des cellules de batterie, ainsi que d'autres paramètres possibles influençant leurs comportements et fonctionnements comme une ou des températures précises, pour obtenir des performances optimales des cellules selon leurs chimies et
- 20 diverses conditions d'opération et d'utilisation testées par le système, incluant un taux de charge et de décharge et une densité de courant transité. Le système permet de cycler sous pressions faibles à élevées les cellules à tester et de développer un algorithme de gestion en temps réel implémentable par exemple dans un BMS ("Battery Management System") ou un VCU ("Vehicule
- 25 Control Unit") pour contrôler une pression à appliquer et une température à maintenir ou à varier pour optimiser un rendement de la batterie en fonction de diverses conditions d'opération et d'utilisation des cellules.

DESCRIPTION BRÈVE DES DESSINS

30

Une description détaillée des réalisations préférées de l'invention sera donnée ci-après en référence avec les dessins suivants:

Figure 1 est un schéma bloc illustrant un système de cyclage de batterie selon une réalisation de l'invention.

Figure 2 est une vue en perspective et en éclaté d'un dispositif d'application de pression sur des cellules selon une réalisation de l'invention.

Figure 3 est une vue en perspective d'un dispositif d'application de pression avec des supports de cellules avant leur positionnement dans le dispositif, selon une réalisation de l'invention.

10

Figure 4 est une vue en perspective d'un autre angle du dispositif et des supports de cellules illustrés à la Figure 3.

Figure 5 est une vue en perspective et partiellement en éclaté d'un dispositif d'application de pression avec des supports de cellules lors de leur insertion dans le dispositif, selon une réalisation de l'invention.

15

Figure 6 est une vue en perspective et en éclaté d'une partie d'un dispositif d'application de pression selon une réalisation de l'invention.

20

Figure 7 est une vue en perspective d'un dispositif d'application de pression dans lequel des supports de cellules sont insérés, selon une réalisation de l'invention.

Figure 8 est une vue en perspective d'un autre angle du dispositif d'application de pression illustré à la Figure 7.

25

Figure 9 est une vue en perspective et en éclaté d'un support de cellule selon une réalisation de l'invention.

30

Figure 10 est une vue en perspective du support de cellule selon une réalisation de l'invention.

Figures 11A, 11B et 11C illustrent respectivement des exemples de protocoles de cyclage d'une cellule de batterie selon une réalisation de l'invention

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES RÉALISATIONS PRÉFÉRÉES

5

En référence à la Figure 1, il est illustré un système de cyclage de cellules 2 de batterie selon une réalisation de l'invention.

En référence aux Figures 2 à 8, le système comporte un ou plusieurs supports 4 définissant un logement 6 (comme illustré à la Figure 9) pour recevoir une des cellules 2 de batterie. Pour simplifier la description qui suit, il sera généralement fait référence à plusieurs supports 4 et plusieurs cellules 2 mais il doit être compris qu'il peut n'y avoir qu'un seul support 4 et une seule cellule 2 comme dans l'arrangement illustré sans support à la Figure 6.

15

En référence en particulier à la Figure 2, un arrangement de serrage 8 a des mâchoires inférieure et supérieure 10, 12 entre lesquelles les supports 4 logeant des cellules 2 de batterie sont insérables. Les mâchoires 10, 12 sont mobiles l'une par rapport à l'autre dans un axe d'application de pression comme illustré par la flèche 14. L'arrangement de serrage 8 a également des surfaces d'application de pression 16, 18 sur la cellule 2 logée dans chaque support 4. Selon une réalisation, les surfaces d'application de pression 18 sont destinées à exercer une pression sur des zones actives 20 (e.g. complexe anode-cathode-électrolyte, comme illustrées à la Figure 9) des cellules 2 lorsque les mâchoires 10, 12 sont en position d'application de pression. Une réalisation inverse où les surfaces 16 sont destinées à exercer la pression sur les zones actives 20 est possible aussi. Les surfaces d'application de pression 16, 18 peuvent être formées par des surfaces des mâchoires 10, 12 et des surfaces de plaques de transmission de pression 42 s'étendant entre deux supports 4, chaque plaque de transmission de pression 42 étant librement mobile dans l'axe d'application de pression 14.

Un actionneur 22 est opérationnellement couplé à l'arrangement de serrage 8 de manière à contrôler un serrage des mâchoires 10, 12 selon un signal de contrôle 24 (comme illustré à la Figure 1).

- 5 Un capteur de pression 26 est opérationnellement associé aux cellules 2 de manière à produire un signal 28 (comme illustré à la Figure 1) indicatif d'une pression exercée par les mâchoires 10, 12 sur les cellules 2.

En référence à nouveau à la Figure 1, le système selon l'invention comporte un
10 module de cyclage 30 des cellules 2, aussi appelé cycleur de batterie. Le module de cyclage 30 a une interface 32 connectable aux cellules 2 pour charger et décharger les cellules 2 selon un mode de cyclage ou protocole de cyclage d'essai programmé et mesurer des niveaux de charge et de décharge
15 des cellules 2, par exemple par mesures de tension et de courant relativement aux cellules 2. En mode charge, le module de cyclage 30 injecte un courant dont une intensité dépend d'une vitesse de charge désirée. Cette intensité peut être qualifiée en C. Une valeur de 1C signifie qu'une cellule 2 sera chargée en 1 heure, une valeur de 2C signifie que la cellule 2 sera chargée en 30 minutes, un
20 valeur de C/2 signifie que la cellule sera chargée en 2 heures, etc. De la même façon, en mode décharge, le module de cyclage 30 consomme l'énergie emmagasinée dans une cellule 2 et en soutire un courant dont une intensité dépend d'une vitesse de décharge désirée pouvant aussi être mesurée en C. Un module de contrôle 34 de l'actionneur 22, aussi appelé contrôleur de
25 moteur, produit le signal de contrôle 24 de serrage des mâchoires 10, 12 (illustrées e.g. à la Figure 2) selon un signal de réglage de pression 36. Une unité de traitement 38 se connecte au module de cyclage 30, au module de contrôle 34 de l'actionneur 22 et au capteur de pression 26. L'unité de traitement 38 est configurée pour programmer le mode de cyclage des cellules 2 et le transmettre au module de cyclage 30, programmer une pression à
30 appliquer sur les cellules 2, par exemple en fonction d'un niveau ou d'un taux de charge et de décharge ou en fonction d'un nombre de cycles imposés aux cellules 2, et générer le signal de réglage de pression 36 selon une pression mesurée par le capteur de pression 26 de manière à former une boucle

d'asservissement de la pression appliquée sur les cellules 2, et enregistrer des données représentatives de la pression appliquée sur les cellules 2 et des niveaux de charge et de décharge des cellules 2. L'unité de traitement 38 a une interface 40 pour communiquer avec les différentes composantes du système et avec l'extérieur, afin par exemple de paramétrer les fonctions du système de cyclage et transmettre les données enregistrées par l'unité de traitement 38. L'unité de traitement 38 permet de moduler la pression appliquée sur les cellules 2 en fonction, par exemple, de deux paramètres gérés par le module de cyclage 30, à savoir le niveau de charge/décharge des cellules 2, mesuré et évalué par le module de cyclage 30 en fonction du niveau de tension des cellules 2, et le taux de charge, mesuré et évalué par le module de cyclage 30 en fonction de l'intensité de courant transité entre le module de cyclage 30 et les cellules 2. En fonction du protocole d'essai établi, un retour d'information sur le niveau de charge/décharge et le taux de charge/décharge est acheminé à l'unité de traitement 38 qui coordonne des consignes de variation de la valeur de pression transmises via le module de contrôle de l'actionneur 34 pour ajuster la valeur de pression appliquée par l'actionneur 22 et l'arrangement de serrage 8.

En référence à la Figure 11A, un exemple de consigne de valeur de pression formant le signal de contrôle 24 transmis par le module de contrôle de l'actionneur 34 à l'actionneur 22 est illustré, en fonction du nombre de cycles atteint par une cellule 2 et la valeur de son niveau de charge/décharge. Selon un protocole d'essai 104 possible, une pression élevée et constante est appliquée pendant une période de charge de la cellule 2, alors qu'une pression moins élevée et constante est appliquée pendant une période de décharge de la cellule 2. Selon un autre protocole d'essai 106 possible, une même pression constante est appliquée pendant les phases de charge et de décharge d'une cellule 2 pour un même cycle, puis la valeur de pression est légèrement augmentée de cycle en cycle, en fonction par exemple d'une réduction prévue de la vie utile de la cellule 2. D'autres protocoles d'essai sont bien entendu possible.

En référence à la Figure 11B, l'unité de traitement 38 peut coordonner les consignes liées à un protocole d'essai 108 entre le module de contrôle de l'actionneur 34 et le module de cyclage de cellule 30 de façon à augmenter la valeur moyenne de la pression appliquée sur une cellule 2 en fonction de
5 l'augmentation de la valeur du taux de charge/décharge mesuré par l'intensité du courant transité entre le module de cyclage de cellule 30 et la cellule 2. En modulant la pression, les performances de la cellule 2 peuvent ainsi être maximisées en conditions de sollicitation plus importantes, comme des appels de courant impliquant des taux de décharge de plusieurs C. Cette modulation
10 de pression peut aussi être utilisée afin d'empêcher une détérioration prématurée de la cellule 2 lors de conditions d'opération extraordinaires.

En référence à la Figure 11C, un des effets de l'application de la pression sur les performances de la batterie que le système de cyclage selon l'invention
15 permet d'évaluer est illustré. À titre d'exemple, un protocole d'essais 110 permet d'effectuer un plus grand nombre de cycle de charge et de décharge d'une cellule 2 par rapport à un protocole d'essais 112 où une valeur inférieure de pression est appliquée sur la cellule, réduisant ainsi plus rapidement la vie utile de la cellule 2. D'autres effets sur la performance de la cellule 2 peuvent
20 être observés en faisant varier les valeurs de pression et, si voulu, de température en cours de charge et de décharge, comme une intensité de courant de charge/décharge admissible sans endommager la cellule 2, un maintien de la capacité de la cellule 2 au fil des cycles, des performances de la cellule 2 à basse température, une propagation contenue de dendrites, etc.

25

En référence à nouveau à la Figure 2, selon une réalisation, l'arrangement de serrage 8 comporte un ensemble de tiges de guidage 44 s'étendant entre les mâchoires 10, 12 dans l'axe d'application de pression 14. Les tiges de guidage 44 passent à travers des ouvertures 45 correspondantes dans chaque plaque
30 de transmission de pression 42 de manière que chaque plaque de transmission de pression 42 soit mobile uniquement dans l'axe d'application de pression 14.

- Selon une réalisation, la mâchoire supérieure 12 est formée par une plaque de transmission de pression librement mobile dans l'axe d'application de pression 14, comme les plaques de transmission de pression 42. L'actionneur 22 comporte un organe moteur 46, un piston 48 couplé à et déplaçable par l'organe moteur 46 dans l'axe d'application de pression 14 selon le signal de contrôle 24 (illustré à la Figure 1) transmis à l'organe moteur 46. L'actionneur 22 peut être de type linéaire, et être réalisé par un vérin hydraulique ou pneumatique ou, préférablement, par un vérin électrique possiblement plus précis, plus compact, plus facile à contrôler et ayant un temps de réponse plus rapide. L'actionneur 22 comporte aussi une structure de support 50 de l'organe moteur 46 à une distance fixe de la mâchoire inférieure 10. Le piston 48 a une extrémité 52 s'appuyant contre la plaque de transmission formant la mâchoire supérieure 12 lorsque les mâchoires 10, 12 sont dans la position d'application de pression. La structure de support 50 peut avoir la forme d'une plaque 54 liée à la mâchoire inférieure 10 par les tiges de guidage 44. L'organe moteur 46 est monté sur la plaque 54. La plaque 54 a un trou central 56 à travers lequel le piston 48 passe pour appliquer une pression contre la plaque de transmission formant la mâchoire supérieure 12.
- En référence à la Figure 4, selon une réalisation, chaque plaque de transmission de pression 42 a une surface supérieure 16 définissant une cavité de positionnement 58 dans laquelle une partie inférieure d'un support 4 est engageable.
- Selon une réalisation, l'arrangement de serrage 8 comporte des ressorts 60 s'étendant entre les mâchoires 10, 12 et chaque plaque de transmission de pression 42 de manière que les mâchoires 10, 12 et les plaques de transmission de pression 42 soient écartées les unes des autres d'une distance d'au moins une hauteur d'un support 4 logeant une cellule 2 lorsque les mâchoires 10, 12 sont en position de relâche, facilitant ainsi l'insertion des supports 4 dans l'arrangement de serrage 8.

En référence à nouveau à la Figure 2, selon une réalisation, la mâchoire inférieure 10 a une surface supérieure 16 définissant une cavité 62 ayant une forme adaptée à recevoir le capteur de pression 26 de manière que le capteur de pression 26 mesure une pression appliquée par les mâchoires 10, 12 sur les
5 cellules 2 dans les supports 4. La mâchoire inférieure peut avantageusement servir de ou former une base à l'arrangement de serrage 8.

Selon une réalisation, les surfaces d'application de pression 16, 18 sont généralement plates et s'étendent perpendiculairement à l'axe d'application de
10 pression 14.

En référence à nouveau à la Figure 1, l'unité de traitement 38 peut comporter un processeur 64 couplé à une mémoire 66 qui stocke des instructions exécutables par le processeur 64 et des paramètres d'opération du système de
15 cyclage reçus en input 68 au travers par exemple de l'interface 40 d'entrées sorties. Les paramètres d'opération peuvent comporter un protocole d'essai utilisé par les instructions exécutées par le processeur 64 et définissant la pression à appliquer. Dans le cas où une régulation ou asservissement thermique est considéré, les instructions peuvent définir une valeur de
20 température des cellules 2 à atteindre en fonction par exemple d'un niveau et d'un taux de charge et de décharge découlant des consignes et mesures associées au module de cyclage de cellules 30 en communication avec l'unité de traitement 38. Le protocole d'essai peut définir une série de pressions à appliquer et maintenir durant une période de temps, par exemple de 0 PSI à
25 4000 PSI ou même plus si voulu. Le signal de réglage de pression 36 transmis au module de contrôle 34 de l'actionneur 22 peut être régulé par l'unité de traitement 38 en compensation à une variation de volume des cellules 2 durant une exécution du mode de cyclage. Un capteur d'épaisseur, de distance ou de position (non illustré) des cellules 2 peut être opérationnellement associé aux
30 cellules 2 de manière à produire un signal indicatif de leur épaisseur ou d'une variation de leur épaisseur durant le cyclage. Le signal peut être transmis à l'unité de traitement qui peut enregistrer des données représentatives des épaisseurs mesurées par le capteur d'épaisseur. Les épaisseurs mesurées

peuvent servir à la régulation de pression dans la boucle d'asservissement, de manière par exemple à ce que la pression appliquée sur les cellules 2 soit maintenue fixe même en présence d'une variation de température ou de volume des cellules 2. Les instructions exécutées par le processeur 64 peuvent

5 comporter des instructions pour dynamiquement varier la série de pressions à appliquer et à maintenir en fonction de cycles de charge et de décharge des cellules 2, d'appels de puissance, d'un nombre de cycles réalisés, etc. Les instructions peuvent inclure un algorithme de commande d'asservissement de l'actionneur 22 via le module de contrôle 34 et selon une rétroaction de la

10 pression mesurée par le capteur de pression 26. La pression à appliquer peut aussi dépendre d'une pression d'huile ou fluide similaire dans le cas où l'actionneur 22 est un vérin hydraulique ou pneumatique, ou un courant dans le cas où l'organe moteur 46 est électrique.

15 Un capteur de température 70 peut être opérationnellement associé aux cellules 2 de manière à produire un signal indicatif d'une température des cellules 2. L'unité de traitement 38 se connecte au capteur de température 70 et est configurée pour enregistrer des données représentatives de la température des cellules 2 selon le signal indicatif de la température des cellules 2. Le signal

20 de réglage de pression 36 peut alors être ajusté selon la température mesurée par le capteur de température 70. Le système peut comporter un module d'ajustement de température 96 connecté à l'unité de traitement 38 via son interface 40 pour agir sur un élément caloporteur 98 circulaire autour des cellules 2 dans l'arrangement de serrage 8 afin par exemple de maintenir une

25 température uniforme d'une cellule 2 à l'autre, en fonction d'un signal de température 100 mesurée par le capteur de température 70 et d'une consigne de température 102 générée par l'unité de traitement 38. L'action de l'élément caloporteur 98 pour contrôler dynamiquement la température des cellules 2 peut se faire sous forme d'aération de l'environnement des supports 4 (illustrés

30 e.g. à la Figure 2) par exemple en disposant le dispositif de serrage 8 ou une partie de celui-ci contenant les cellules 2 dans une étuve (non illustrée) permettant un cyclage à différentes températures. Les valeurs de température à appliquer durant un cyclage peuvent être programmées dans l'unité de

traitement 38 et asservies via le module d'ajustement de température 96 durant des essais sur une batterie. L'action de l'élément caloporteur 98 peut aussi se faire via un réseau de tubulures (non illustrées) parcourant les supports 4 et dans lequel un liquide caloporteur circule pour contrôler la température des cellules 2 de manière dynamique en lien par exemple avec les consignes du protocole d'essai qui peuvent définir des valeurs de pression ou de température à appliquer aux cellules 2 durant une période de temps, en fonction ou non des paramètres de cyclage comme un niveau et un taux de charge et de décharge des cellules 2 et d'un nombre de cycles imposés aux cellules 2. Le module d'ajustement de température 96 peut être réalisé par un dispositif comportant une pompe, des réservoirs, des servovalves, un débitmètre, une tubulure, et un microcontrôleur configuré pour répondre aux consignes de valeurs de température du protocole d'essai et commander les éléments du dispositifs en conséquence.

15

La programmation du protocole d'essai peut se faire via un logiciel stocké dans la mémoire 66 et exécuté par le processeur 64, afin par exemple d'afficher un interface utilisateur graphique convivial permettant d'entrer des valeurs de pression à appliquer, de température, etc., pouvant varier dans le temps en fonction du niveau de charge/décharge d'une cellule 2 (tension), de taux de charge/décharge (intensité de courant), du nombre de cycles vécus par la batterie, de la capacité résiduelle de la batterie, de sa variation d'épaisseur, etc. Le logiciel peut servir à transmettre les consignes au module de contrôle de l'actionneur 34, au module de cyclage de cellule 30 et au module d'ajustement de température 96. L'asservissement pour atteindre les consignes se fait via l'intégration de retour d'information provenant du capteur de pression 26, du capteur de température 70 et de mesures faites via le module de cyclage 30 (tension, courant, temps), par l'unité de traitement 38 via son interface 40 qui l'intègre en boucle de rétroaction au logiciel. Le logiciel peut être à l'origine de la combinaison de consignes liées aux protocoles d'essais dont certains exemples sont illustrés aux Figures 11A, 11B et 11C.

30

En référence à la Figure 9, selon une réalisation, chaque support 4 comporte une plaque de pression 94 s'étendant au-dessus de la zone active 20 de la cellule 2 et dépassant un contour 72 du logement 6.

- 5 En référence à la Figure 3, la surface d'application de pression 18 sur la zone active 20 (illustrée e.g. à la Figure 9) définit une cavité 74 ayant une forme adaptée pour recevoir une partie de la plaque de pression 94 dépassant le contour 72 du logement 6 (illustré e.g. à la Figure 9). Pour une cellule 2 de type pochette, la cavité 74 peut avoir un fond 76 généralement plat.

10

- En référence à nouveau à la Figure 9, le contour 72 du logement 6 peut avoir des ouvertures 78 à travers lesquelles des bornes 80 de la cellule 2 se projettent pour une connexion électrique externe au support 4, par exemple avec des pinces crocodiles (non illustrées). D'autres types de connexions
- 15 électriques peuvent être utilisées si voulu. Selon une réalisation, chaque support 4 peut aussi comporter une plaque de contact 82 isolante s'étendant contre un fond 84 du logement 6. La plaque de contact 82 peut avoir des languettes 86 se projetant dans les ouvertures 78 du contour 72 du logement 6 et formant des supports mécaniques pour les bornes 80 de la cellule 2 montée
- 20 sur la plaque de contact 82 dans le logement 6, comme mieux illustré à la Figure 10. Les languettes 86 peuvent aussi servir à isoler électriquement les bornes 80 d'une cellule 2 à une autre. Un espaceur 88 s'étendant au dessus de la cellule 2 peut être utilisé pour un positionnement précis des éléments dans le support 4 et pour uniformiser la pression sur la zone active 20 de la cellule 2.
- 25 L'espaceur 88 peut avoir une partie centrale 90 généralement plate et concordant avec la zone active 20 de la cellule 2. L'espaceur peut être formé d'un matériau flexible comme du nylon, téflon, plastique, de manière à s'adapter à des défauts de surface de la cellule 2. Des bras 92 se projetant en périphérie de la partie centrale 90 viennent s'appuyer contre des faces internes du contour
- 30 72 du logement 6 de manière à définir un positionnement de la partie centrale 90 sur la zone active 20 de la cellule 2. La plaque de pression 94 s'étend contre la partie centrale 90 de l'espaceur 88 et est en contact avec la surface d'application de pression 18 (illustrée e.g. à la Figure 3) sur la zone active 20 de

la cellule 2 de l'arrangement de serrage 8 lorsque les mâchoires 10, 12 sont dans la position d'application de pression. Une construction du support 4 comme décrit ci-dessus assure une application de pression uniforme sur toutes les surfaces de la cellule 2, et un positionnement précis des cellules 2 et des supports 4 dans le dispositif de serrage 8. Selon le mode de cyclage pratiqué et la pression appliquée sur la cellule 2, un organe élastique, par exemple un arrangement de ressorts 95 comme dans le cas illustré, introduisant une élasticité mécanique dans l'axe d'application de pression peut être inséré entre la surface d'application de pression 18 (comme illustrée à la Figure 2) et la plaque de pression 94, ou entre la plaque de contact 82 et le fond 84 du logement 6, ou encore entre le logement 6 et la surface d'application de pression 16. L'organe élastique peut prendre une autre forme si voulu, par exemple un élément élastomère ou disque de caoutchouc. Un tel organe élastique procure un jeu dans le déplacement vertical des pièces comprises entre les mâchoires 10, 12 (illustrées dans la Figure 2) lorsqu'une force est appliquée par l'actionneur 22 (illustré dans la Figure 2). Un tel jeu dans la chaîne de transmission de la force peut être utile pour absorber et permettre une certaine variation d'épaisseur d'une cellule 2 durant un cyclage sans nécessiter d'intervention au niveau de l'actionneur 22, et éviter que la cellule 2 puisse être endommagée en pareil cas.

En référence à nouveau à la Figure 1, le système selon l'invention permet ainsi de tester une réponse d'une batterie à un mode de cyclage programmé et diverses valeurs de pression et, s'il y a lieu, de température précises et régulées appliquées sur les cellules 2 de la batterie représentant des conditions possibles d'opération et d'utilisation afin de déterminer une ou des pressions à appliquer sur les cellules 2 de la batterie et d'autres paramètres physiques possibles comme une ou des températures pour obtenir une performance optimale de la batterie selon sa chimie, son architecture et ses conditions d'opération et d'utilisation. Le système permet d'appliquer une plage de pressions diverses et importantes, par exemple, de 0 à 4000 PSI ou plus sur des cellules 2 ayant par exemple une zone active 20 (illustrée à la Figure 9) de 50 mm x 50 mm. Le système, avec son unité de traitement 38 et ses autres

composantes forme un ensemble asservi et programmable permettant de maintenir une pression et, s'il y a lieu, une température constante malgré une variation de volume des cellules 2 en phase de charge et de décharge qui peut représenter environ 25% de variation de volume, et permettant de faire varier

5 en temps réel et sans intervention humaine la pression ou la température appliquée sur les cellules 2 en fonction d'un protocole d'essais programmé dans l'unité de traitement 38. Le système permet d'évaluer l'effet de la pression et préférentiellement aussi de la température sur la performance des cellules 2 et leur comportement qui en découle, pour différentes chimies utilisées. Il permet

10 de cycler plusieurs cellules 2 à la fois, à différentes valeurs de pression, et à différentes valeurs de température lorsqu'utilisé dans des étuves ou doté d'un autre moyen de régulation de température. Le système permet ainsi de déterminer un effet de l'ajustement en temps réel de la pression et de préférence aussi de la température sur la performance des cellules 2 pour

15 différentes conditions d'utilisation d'une batterie (charge, décharge, appel de puissance, conditions propices à une formation de dendrites, utilisation en conditions climatiques extrêmes, nombre de cycles vécus par les cellules 2, etc.). Une connaissance des paramètres optimaux d'opération des cellules 2 d'une batterie ayant une chimie particulière permet de coder des algorithmes de

20 commande spécifiques à la batterie.

En référence à nouveau à la Figure 2, afin de permettre une distribution uniforme de la pression, les cellules 2 sont disposées dans les supports 4 (selon une réalisation illustrée e.g. à la Figure 9) de façon à les positionner

25 précisément sous le piston 48 appliquant la force. Une ou plusieurs cellules 2 peuvent être testées/cyclées en même temps dans le système, où les supports 4 sont disposés en série. Des cellules 2 de différentes épaisseurs peuvent être cyclées sans modification au système. Le système fonctionne pour différentes géométries de cellules 2, en adaptant les dimensions des différentes

30 composantes. Plusieurs dispositifs de serrage 8 peuvent être utilisés simultanément pour réaliser des essais à diverses pressions et à diverses températures. Le système permet un montage rapide des cellules 2 à être testées.

Bien que des réalisations de l'invention aient été illustrées dans les dessins ci-joints et décrites ci-dessus, il apparaîtra évident pour les personnes versées dans l'art que des modifications et ajouts peuvent être apportées à ces

5 réalisations sans s'écarter de l'invention.

REVENDICATIONS:

1. Un système de cyclage de cellules de batterie, le système comprenant:
 - au moins un support définissant un logement pour recevoir une des
 - 5 cellules de batterie;
 - un arrangement de serrage ayant (i) des mâchoires inférieure et supérieure entre lesquelles ledit au moins un support logeant une des cellules de batterie est insérable, les mâchoires étant mobiles l'une par rapport à l'autre dans un axe d'application de pression, et (ii) des surfaces d'application de
 - 10 pression sur la cellule logée dans chaque support, une des surfaces d'application de pression étant destinée à exercer une pression sur une zone active de la cellule lorsque les mâchoires sont en position d'application de pression;
 - un actionneur opérationnellement couplé à l'arrangement de serrage de
 - 15 manière à contrôler un serrage des mâchoires selon un signal de contrôle;
 - un capteur de pression opérationnellement associé à la cellule de manière à produire un signal indicatif d'une pression exercée par les mâchoires sur la cellule;
 - un module de cyclage de la cellule, le module de cyclage ayant une
 - 20 interface connectable à la cellule pour charger et décharger la cellule selon un mode de cyclage programmé et mesurer un niveau de charge et de décharge de la cellule;
 - un module de contrôle de l'actionneur produisant le signal de contrôle de serrage des mâchoires selon un signal de réglage de pression; et
 - 25 une unité de traitement se connectant au module de cyclage, au module de contrôle de l'actionneur et au capteur de pression, l'unité de traitement étant configurée pour programmer le mode de cyclage de la cellule et le transmettre au module de cyclage, programmer une pression à appliquer sur la cellule et générer le signal de réglage de pression selon une pression mesurée par le
 - 30 capteur de pression de manière à former une boucle d'asservissement de la pression appliquée sur la cellule, et enregistrer des données représentatives de la pression appliquée sur la cellule et du niveau de charge et de décharge de la cellule.

2. Le système de cyclage selon la revendication 1, dans lequel:
ledit au moins un support comprend plusieurs supports pour recevoir
autant desdites cellules de batterie; et
- 5 les surfaces d'application de pression étant formées par des surfaces
des mâchoires et des surfaces d'une plaque de transmission de pression
s'étendant entre deux desdits supports, chaque plaque de transmission de
pression étant librement mobile dans l'axe d'application de pression.
- 10 3. Le système de cyclage selon la revendication 2, dans lequel
l'arrangement de serrage comprend un ensemble de tiges de guidage
s'étendant entre les mâchoires dans l'axe d'application de pression, les tiges de
guidage passant à travers des ouvertures correspondantes dans chaque plaque
de transmission de pression de manière que chaque plaque de transmission de
15 pression soit mobile uniquement dans l'axe d'application de pression.
4. Le système de cyclage selon la revendication 2, dans lequel chaque
plaque de transmission de pression a une surface supérieure définissant une
cavité de positionnement dans laquelle une partie inférieure d'un desdits
20 support est engageable.
5. Le système de cyclage selon la revendication 2, dans lequel
l'arrangement de serrage comporte des ressorts s'étendant entre les mâchoires
et chaque plaque de transmission de pression de manière que les mâchoires et
25 chaque plaque de transmission de pression soient écartées l'une de l'autre
d'une distance d'au moins une hauteur d'un support logeant une cellule lorsque
les mâchoires sont en position de relâche.
6. Le système de cyclage selon la revendication 1, dans lequel la mâchoire
30 inférieure a une surface supérieure définissant une cavité ayant une forme
adaptée à recevoir le capteur de pression de manière que le capteur de
pression mesure une pression appliquée par les mâchoires sur la cellule dans
ledit au moins un support.

7. Le système de cyclage selon la revendication 1, dans lequel la mâchoire inférieure forme une base à l'arrangement de serrage.

5 8. Le système de cyclage selon la revendication 1, dans lequel la mâchoire supérieure est formée par une plaque de transmission de pression librement mobile dans l'axe d'application de pression, et l'actionneur comprend un organe moteur, un piston couplé à et déplaçable par l'organe moteur dans l'axe d'application de pression selon le signal de contrôle transmis à l'organe moteur,
10 et une structure de support de l'organe moteur à une distance fixe de la mâchoire inférieure, le piston ayant une extrémité s'appuyant contre la plaque de transmission formant la mâchoire supérieure lorsque les mâchoires sont dans ladite position d'application de pression.

15 9. Le système de cyclage selon la revendication 1, dans lequel les surfaces d'application de pression sont substantiellement plates et s'étendent perpendiculairement à l'axe d'application de pression.

10 10. Le système de cyclage selon la revendication 1, dans lequel l'unité de traitement comprend un processeur couplé à une mémoire, la mémoire stockant des instructions exécutables par le processeur et des paramètres d'opération du système de cyclage reçus en input, les paramètres d'opération comprenant un protocole d'essai utilisé par les instructions exécutées par le processeur et définissant la pression à appliquer.

25 11. Le système de cyclage selon la revendication 10, dans lequel le protocole d'essai définit une série de pressions à appliquer et maintenir durant une période de temps, le signal de réglage de pression transmis au module de contrôle de l'actionneur étant régulé par l'unité de traitement en compensation à
30 une variation de volume de la cellule durant une exécution du mode de cyclage.

12. Le système de cyclage selon la revendication 11, dans lequel les instructions comprennent des instructions pour dynamiquement varier la série

de pressions à appliquer et maintenir en fonction de cycles ou d'un taux de charge et de décharge de la cellule.

13. Le système de cyclage selon la revendication 1, comprenant de plus un capteur de température opérationnellement associé à la cellule de manière à produire un signal indicatif d'une température de la cellule, l'unité de traitement se connectant au capteur de température et étant configurée pour enregistrer des données représentatives de la température de la cellule selon le signal indicatif de la température de la cellule, le signal de réglage de pression étant ajusté selon la température mesurée par le capteur de température.

14. Le système de cyclage selon la revendication 1, comprenant de plus un capteur de température opérationnellement associé à la cellule de manière à produire un signal indicatif d'une température de la cellule, et un module d'ajustement de température agissant sur un élément caloporteur circulaire autour de la cellule en fonction du signal indicatif d'une température produit par le capteur de température et une consigne de température générée par l'unité de traitement.

15. Le système de cyclage selon la revendication 1, dans lequel ledit au moins un support comprend une plaque de pression s'étendant au-dessus de la zone active de la cellule et dépassant un contour du logement, et la surface d'application de pression sur la zone active définit une cavité ayant une forme adaptée pour recevoir une partie de la plaque de pression dépassant le contour du logement.

16. Le système de cyclage selon la revendication 15, dans lequel la cavité a un fond substantiellement plat.

17. Le système de cyclage selon la revendication 15, dans lequel ledit au moins un support comprend de plus:

une plaque de contact isolante s'étendant contre un fond du logement, la plaque de contact ayant des languettes se projetant dans des ouvertures du

contour du logement et formant des supports mécaniques pour des bornes de la cellule montée sur la plaque de contact dans le logement qui se projettent à travers les ouvertures; et

- un espaceur s'étendant au dessus de la cellule, l'espaceur ayant une
- 5 partie centrale substantiellement plate et concordant avec la zone active de la cellule, et des bras se projetant en périphérie de la partie centrale et s'appuyant contre le contour du logement de manière à définir un positionnement de la
- 10 partie centrale sur la zone active de la cellule, la plaque de pression s'étendant contre la partie centrale de l'espaceur, la plaque de pression étant en contact avec la surface d'application de pression sur la zone active de la cellule de
- l'arrangement de serrage lorsque les mâchoires sont dans la position d'application de pression.

18. Le système de cyclage selon la revendication 1, dans lequel le logement
- 15 a un contour ayant des ouvertures à travers lesquelles des bornes de la cellule se projettent pour une connexion externe au support.

19. Le système de cyclage selon la revendication 1, comprenant de plus un
- organe élastique inséré entre les surfaces d'application de pression de manière
- 20 à introduire une élasticité mécanique dans l'axe d'application de pression.

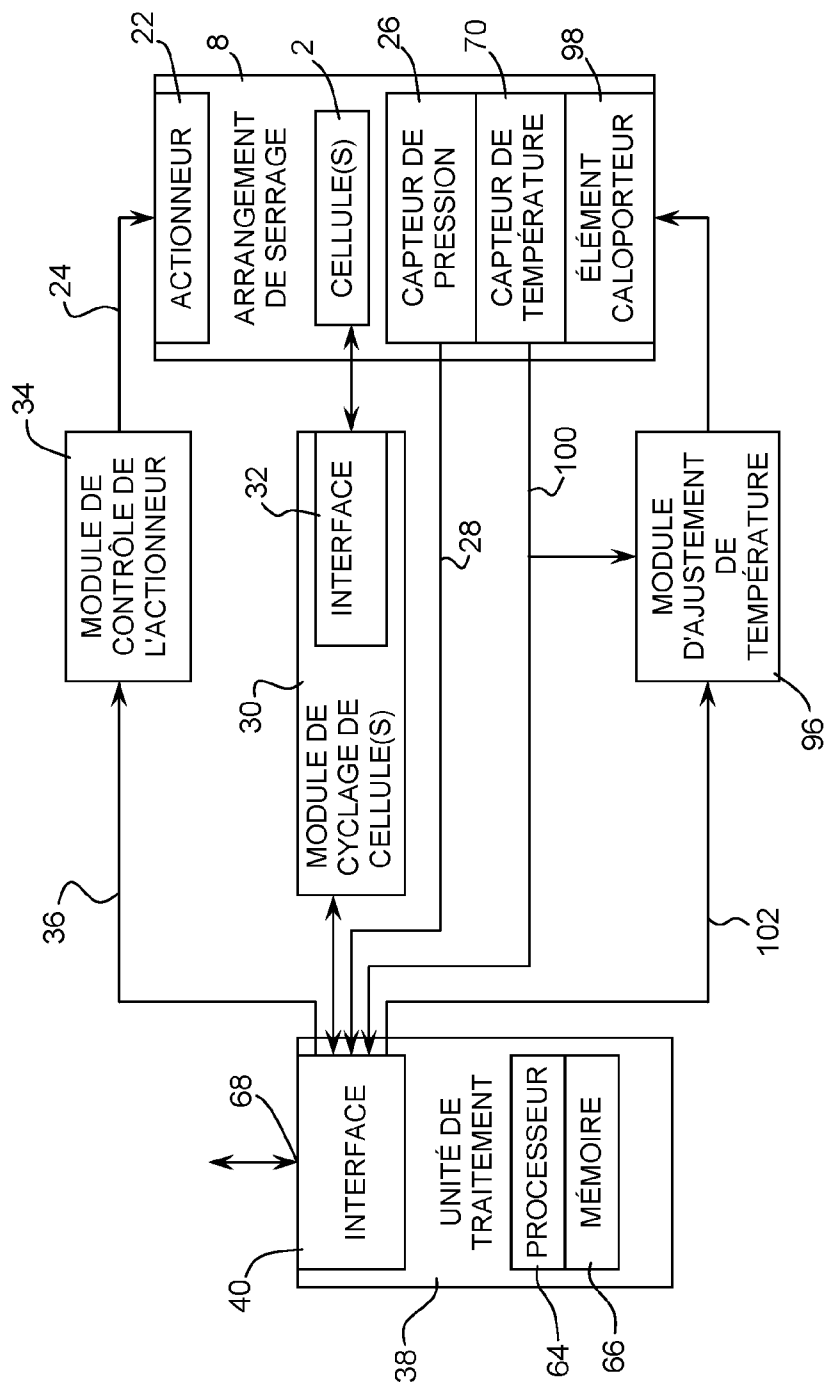


FIG. 1

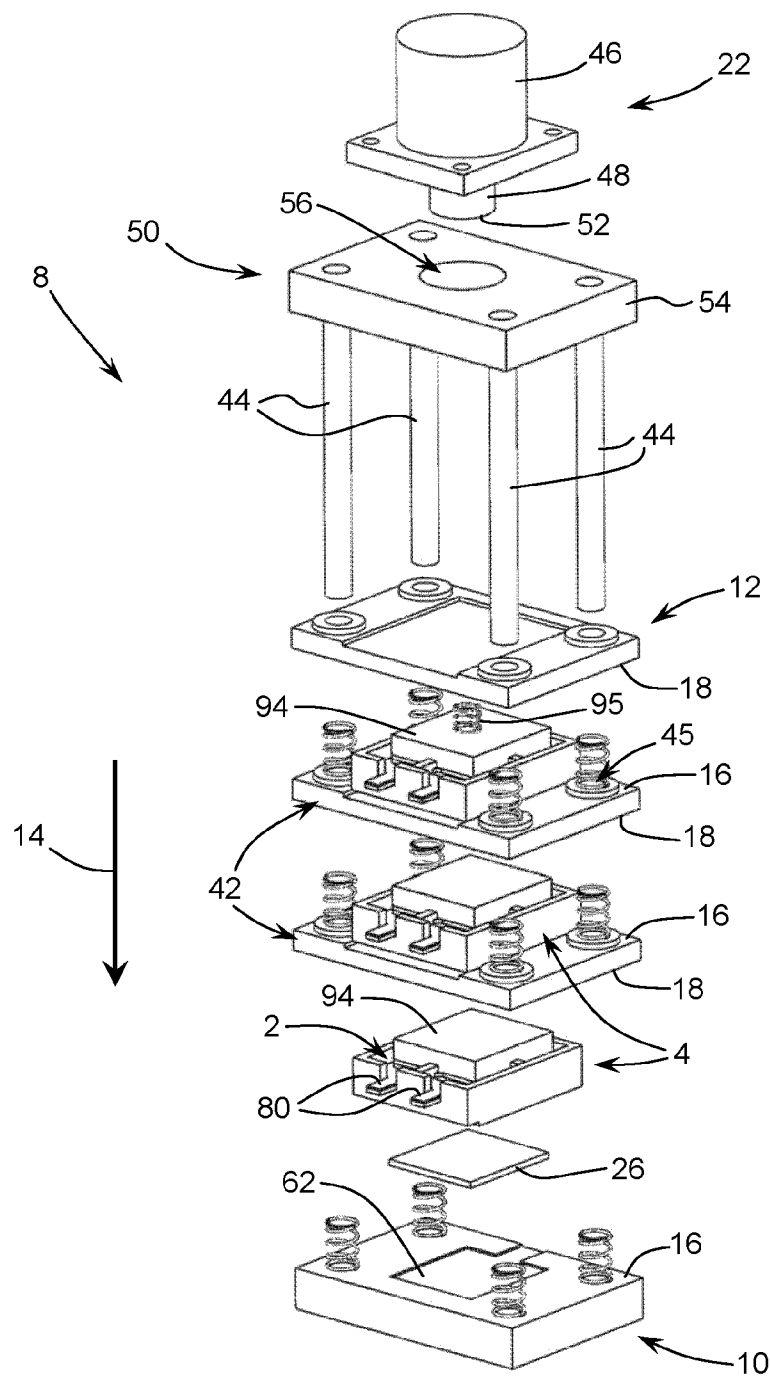


FIG. 2

3/11

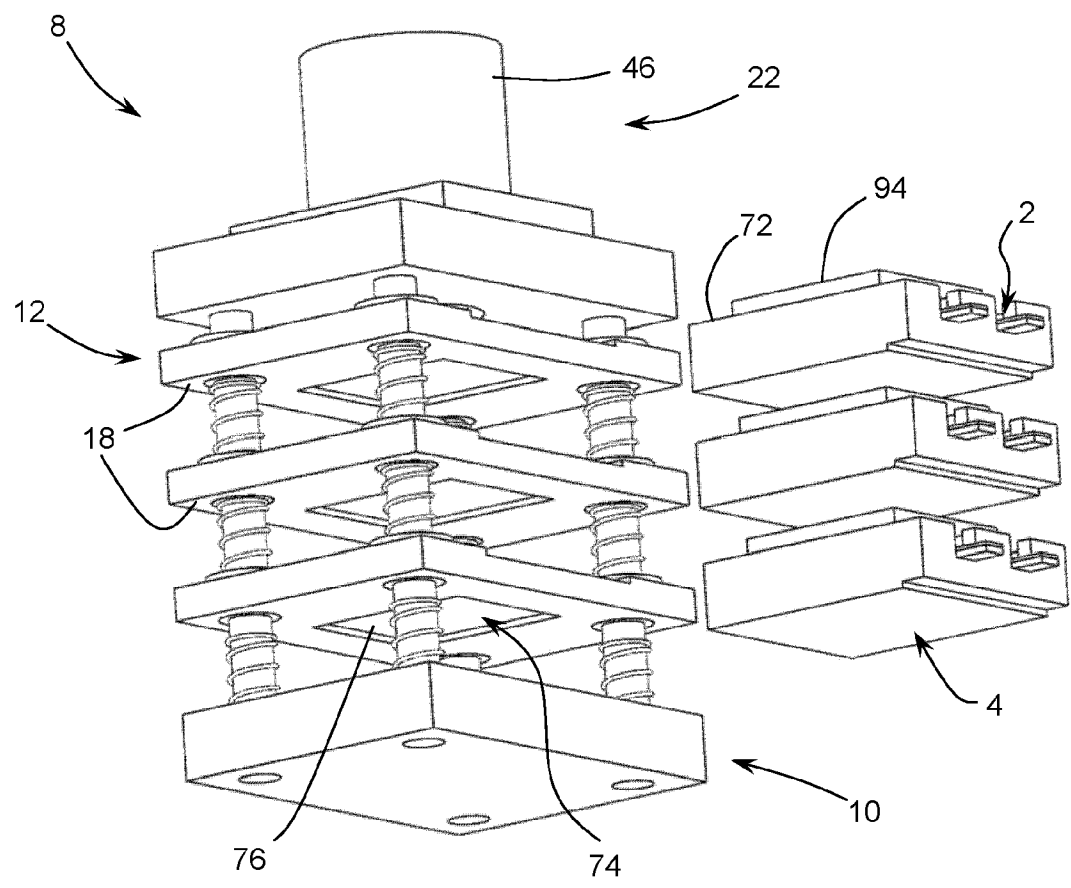


FIG. 3

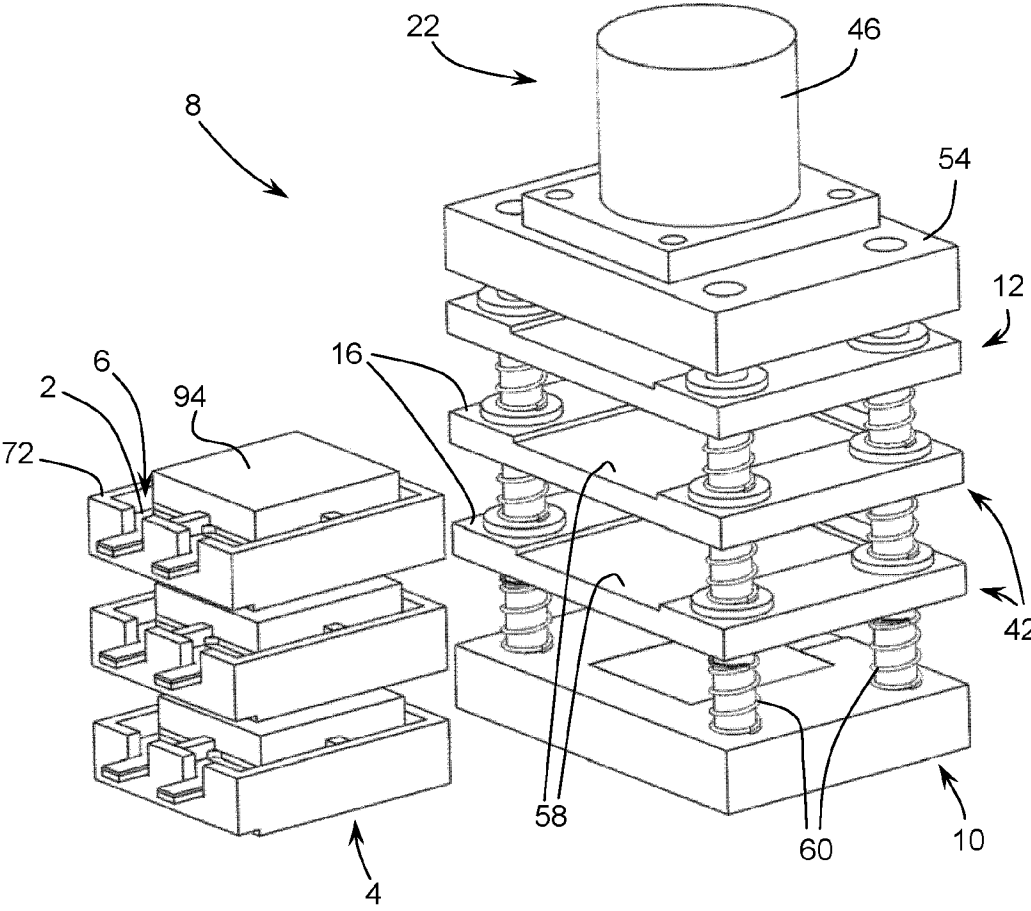


FIG. 4

5/11

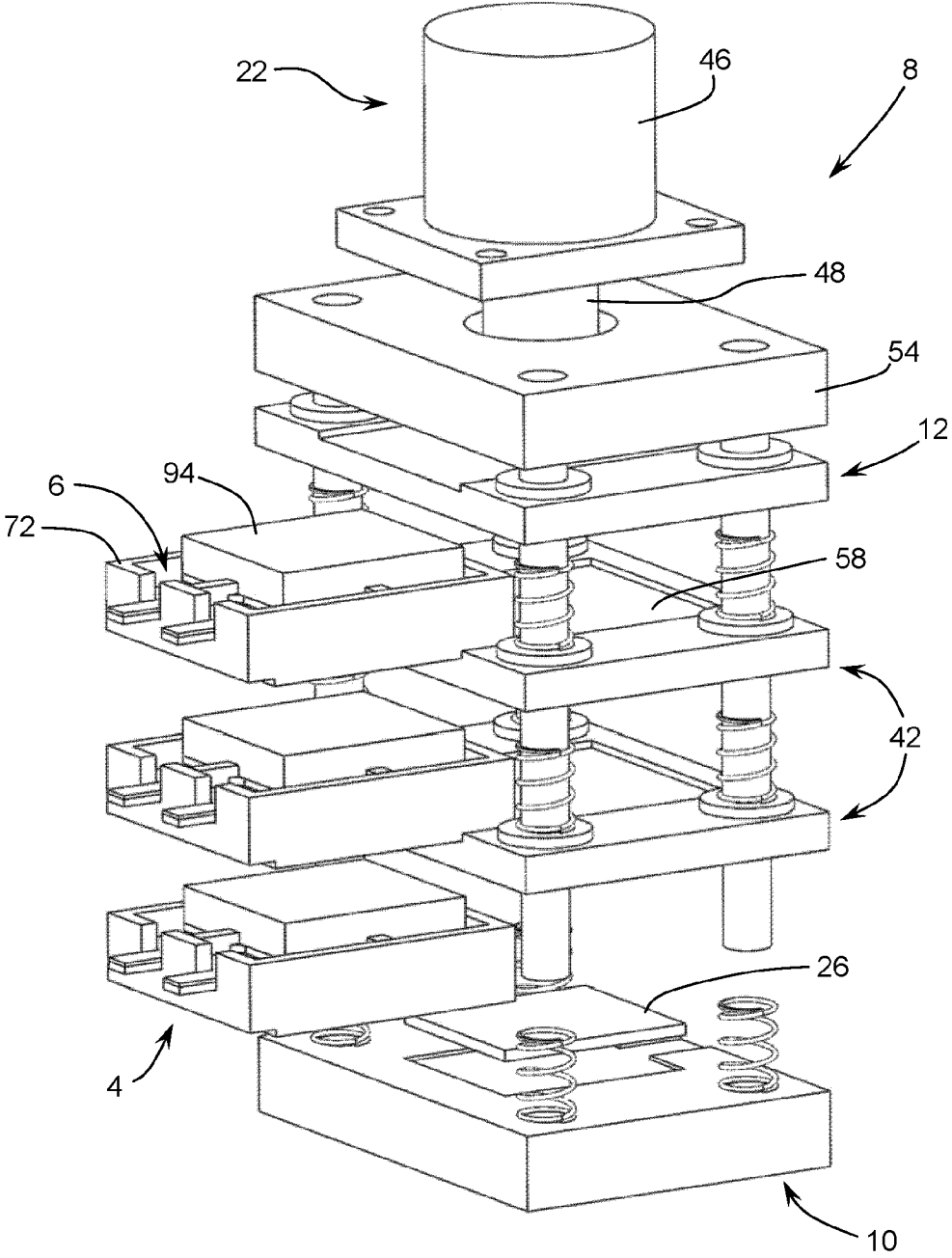


FIG. 5

6/11

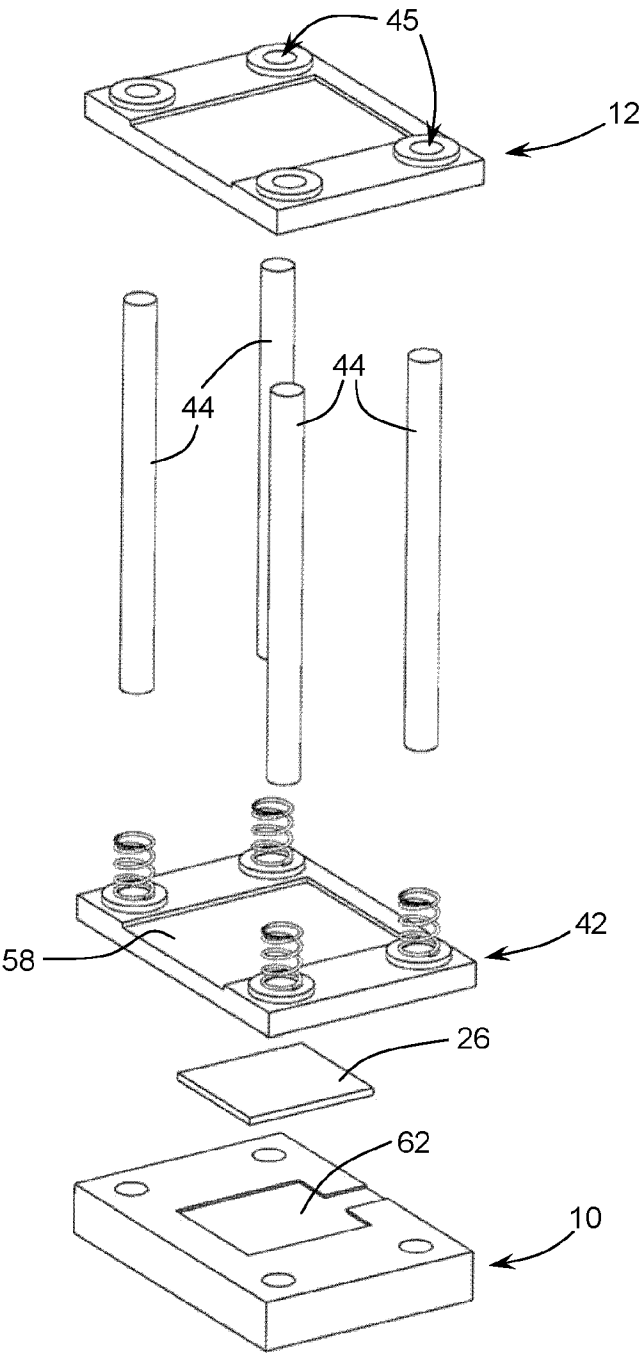


FIG. 6

7/11

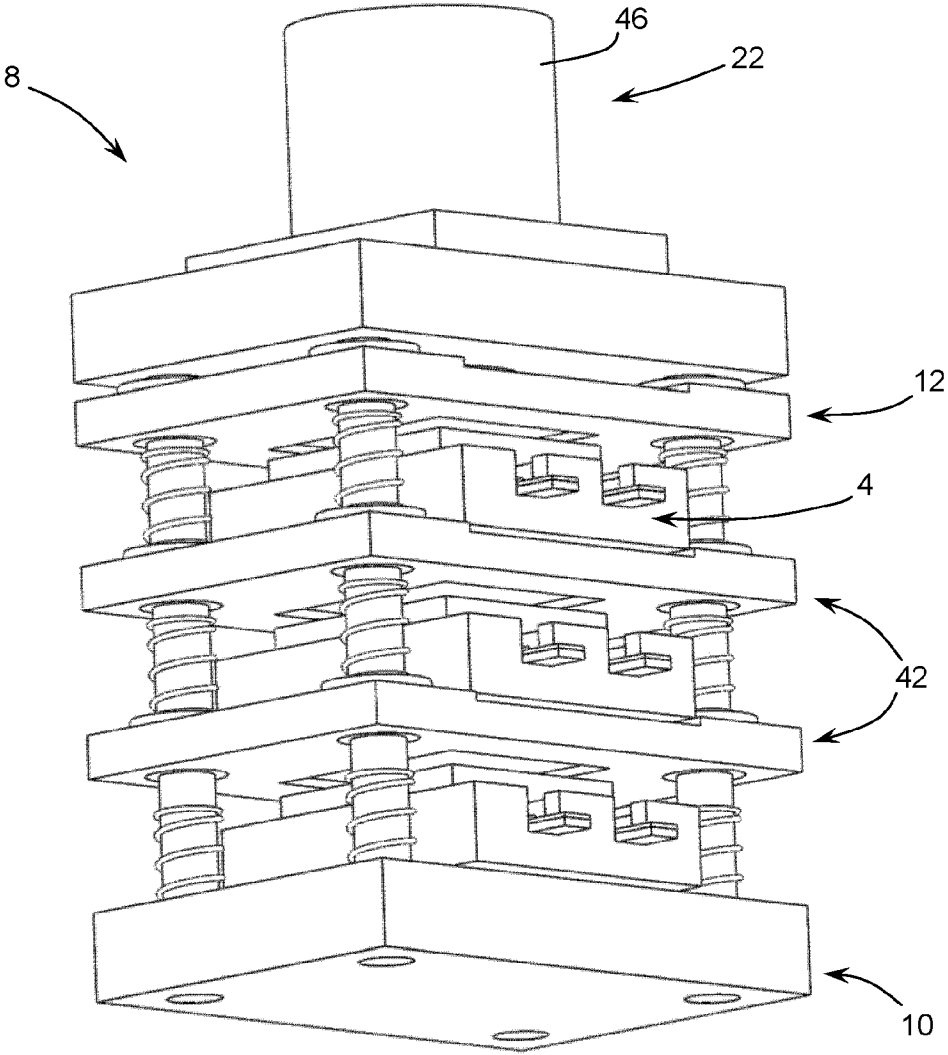


FIG. 7

8/11

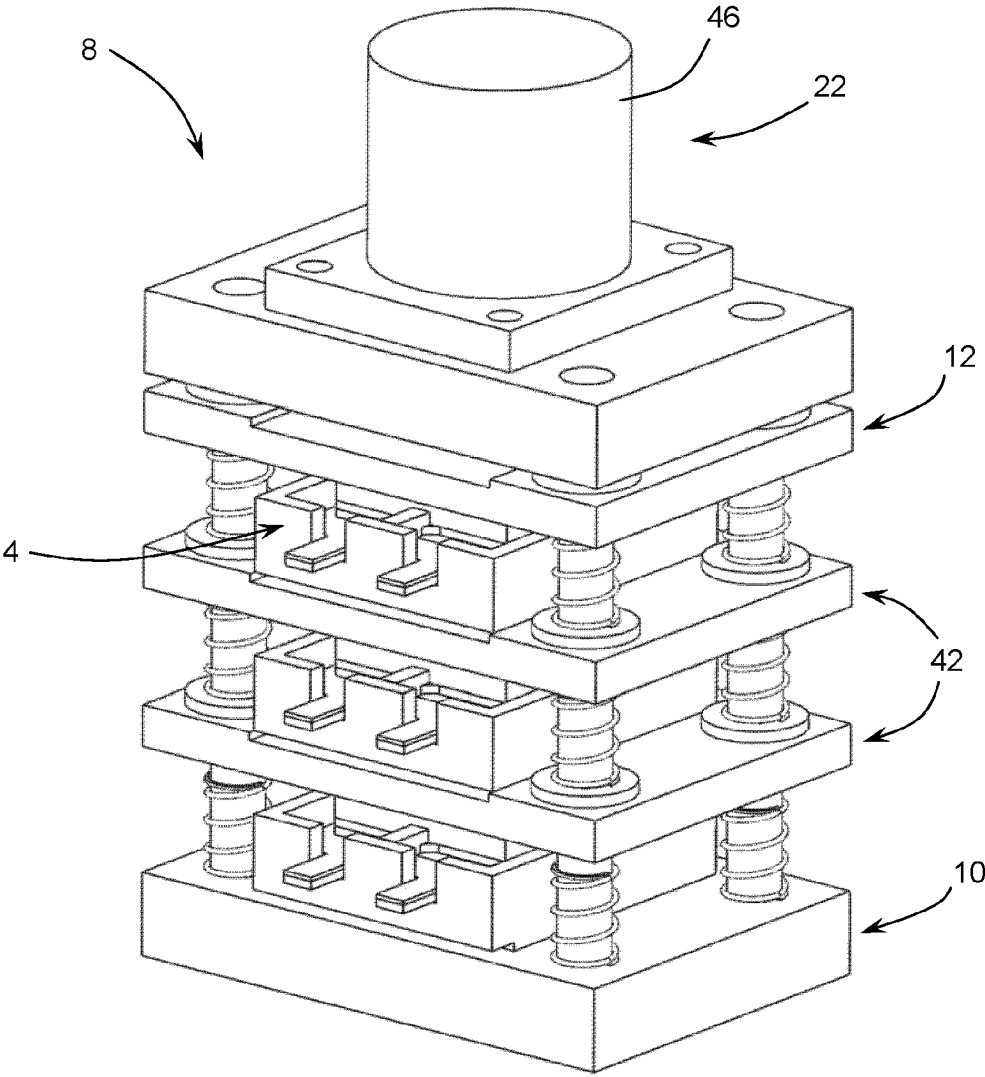


FIG. 8

9/11

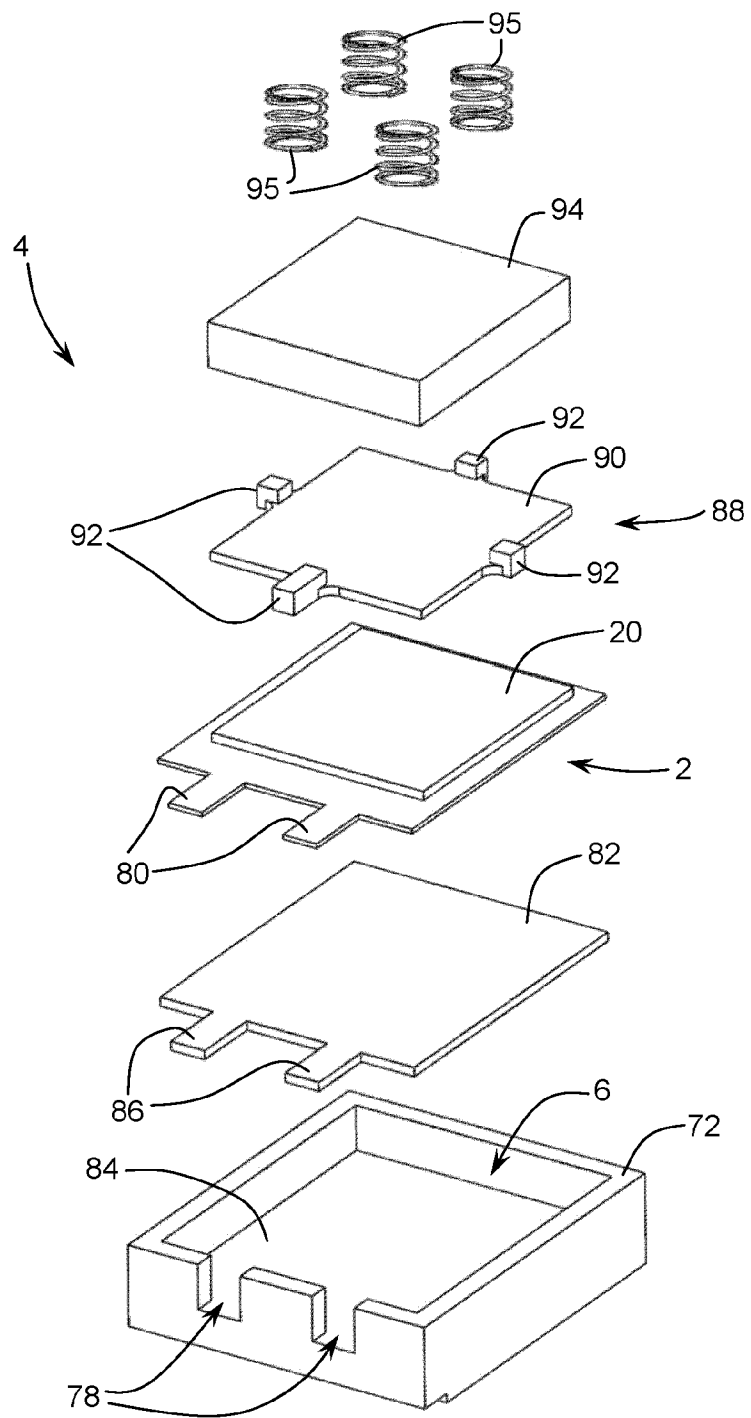


FIG. 9

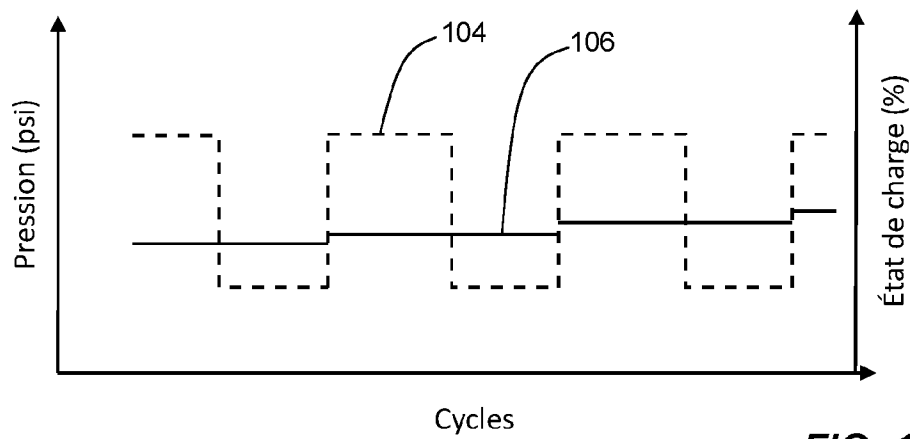


FIG. 11A

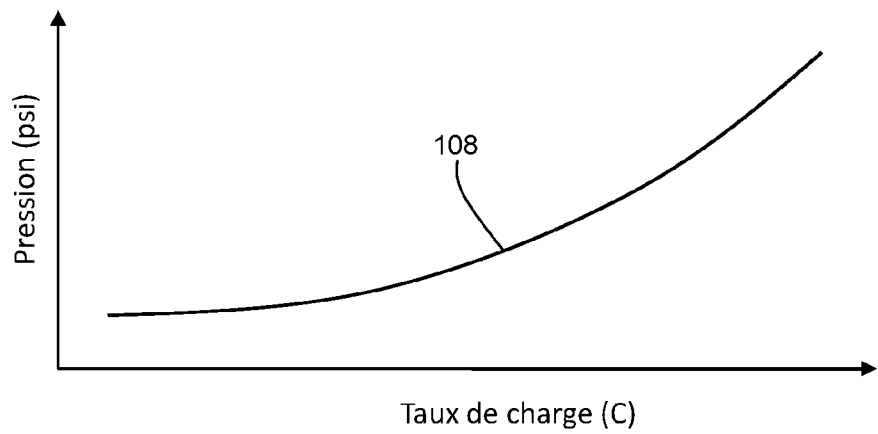


FIG. 11B

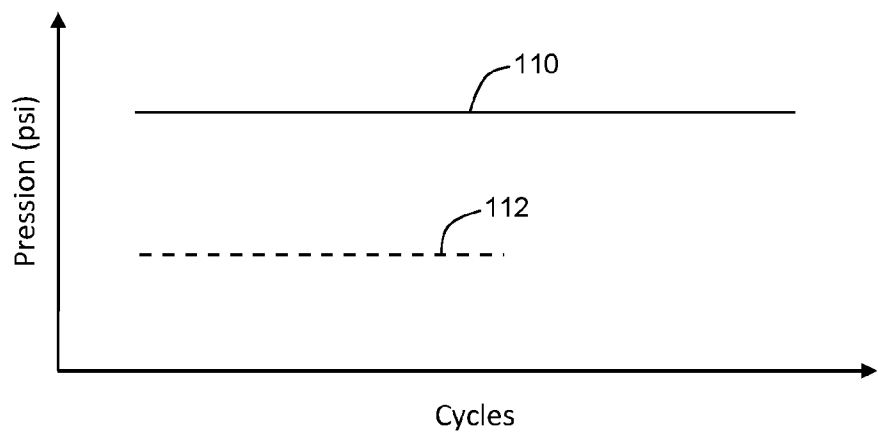


FIG. 11C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CA2021/050642

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

CIB: **H01M 10/48** (2006.01), *H01M 10/05* (2010.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC :B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Canadian patent database, Questel Orbit, Scopus, Google
KW- battery, solid state, pressure, stack, compress, cycling

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4209479 (Gunther et al.) 24 juin, 1980 (24-06-1980)	1-19
A	US 9634358 B2 (Matsushita) 25 avril 2017 (25-04-2017)	1-19
A	CA 2306482 A1 (Hoffman et al.) 4 février 1999 (04-02-1999)	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2021 (13.07.2021)

Date of mailing of the international search report

25 August 2021 (25.08.2021)

Name and mailing address of the ISA/

ISA/CA

Authorized officer

Randall Menard (819) 639-8517

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CA2021/050642

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US4209479A	24 June 1980 (24-06-1980)	US4209479A AU4139078A AU523863B2 BE872249A BR7807536A CA1125363A DE2849873A1 DK508278A FR2410370A1 FR2410370B1 GB2008479A GB2008479B GB2060988A GB2060988B IL55657A IT7830206D0 IT1101438B JPS5482628A MX145281A NL7811400A SE7812034L US4207389A ZA786295B	24 June 1980 (24-06-1980) 31 May 1979 (31-05-1979) 19 August 1982 (19-08-1982) 16 March 1979 (16-03-1979) 24 July 1979 (24-07-1979) 08 June 1982 (08-06-1982) 31 May 1979 (31-05-1979) 26 May 1979 (26-05-1979) 22 June 1979 (22-06-1979) 13 January 1984 (13-01-1984) 06 June 1979 (06-06-1979) 31 March 1982 (31-03-1982) 07 May 1981 (07-05-1981) 04 August 1982 (04-08-1982) 13 September 1981 (13-09-1981) 24 November 1978 (24-11-1978) 28 September 1985 (28-09-1985) 02 July 1979 (02-07-1979) 20 January 1982 (20-01-1982) 29 May 1979 (29-05-1979) 26 May 1979 (26-05-1979) 10 June 1980 (10-06-1980) 31 October 1979 (31-10-1979)
US9634358B2	25 April 2017 (25-04-2017)	US2015188195A1 US9634358B2 CN104752774A CN104752774B EP2894705A1 EP2894705B1 JP2015125872A JP6048396B2 KR20150076103A KR101750145B1	02 July 2015 (02-07-2015) 25 April 2017 (25-04-2017) 01 July 2015 (01-07-2015) 09 June 2017 (09-06-2017) 15 July 2015 (15-07-2015) 27 July 2016 (27-07-2016) 06 July 2015 (06-07-2015) 21 December 2016 (21-12-2016) 06 July 2015 (06-07-2015) 22 June 2017 (22-06-2017)
CA2306482A1	04 February 1999 (04-02-1999)	CA2306482A1 AU8584098A EP1018179A1 JP2001511592A WO9905743A1	04 February 1999 (04-02-1999) 16 February 1999 (16-02-1999) 12 July 2000 (12-07-2000) 14 August 2001 (14-08-2001) 04 February 1999 (04-02-1999)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/CA2021/050642

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB: H01M 10/48 (2006.01) , <i>H01M 10/05</i> (2010.01) Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) IPC :B01D Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) Canadian patent database, Questel Orbit, Scopus, Google KW- battery, solid state, pressure, stack, compress, cycling				
C. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS				
Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	n° des revendications visées		
A	US 4209479 (Gunther et al.) 24 juin, 1980 (24-06-1980)	1-19		
A	US 9634358 B2 (Matsushita) 25 avril 2017 (25-04-2017)	1-19		
A	CA 2306482 A1 (Hoffman et al.) 4 février 1999 (04-02-1999)	1-19		
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents. ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe.				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> * Catégories spéciales de documents cités : "A" document définissant l'état général de la technique, n'étant pas considéré comme particulièrement pertinent "D" document cité par le déposant dans la demande internationale "E" demande ou brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "I" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais après la date de priorité revendiquée </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour permettre de comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets </td> </tr> </table>			* Catégories spéciales de documents cités : "A" document définissant l'état général de la technique, n'étant pas considéré comme particulièrement pertinent "D" document cité par le déposant dans la demande internationale "E" demande ou brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "I" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais après la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour permettre de comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
* Catégories spéciales de documents cités : "A" document définissant l'état général de la technique, n'étant pas considéré comme particulièrement pertinent "D" document cité par le déposant dans la demande internationale "E" demande ou brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "I" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais après la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour permettre de comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets			
Date à laquelle la recherche a été effectivement achevée 13 juillet 2021 (13-07-2021)		Date d'expédition du rapport de recherche 25 août 2021 (25-08-2021)		
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale/CA Office de la propriété intellectuelle du Canada Place du Portage I, C114 - 1er étage, Boîte PCT 50, rue Victoria Gatineau, Québec K1A 0C9 n° de télécopieur : 001-819-953-6742		Fonctionnaire autorisé Randall Menard (819) 639-8517		

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US4209479A	24 June 1980 (24-06-1980)	US4209479A AU4139078A AU523863B2 BE872249A BR7807536A CA1125363A DE2849873A1 DK508278A FR2410370A1 FR2410370B1 GB2008479A GB2008479B GB2060988A GB2060988B IL55657A IT7830206D0 IT1101438B JPS5482628A MX145281A NL7811400A SE7812034L US4207389A ZA786295B	24 June 1980 (24-06-1980) 31 May 1979 (31-05-1979) 19 August 1982 (19-08-1982) 16 March 1979 (16-03-1979) 24 July 1979 (24-07-1979) 08 June 1982 (08-06-1982) 31 May 1979 (31-05-1979) 26 May 1979 (26-05-1979) 22 June 1979 (22-06-1979) 13 January 1984 (13-01-1984) 06 June 1979 (06-06-1979) 31 March 1982 (31-03-1982) 07 May 1981 (07-05-1981) 04 August 1982 (04-08-1982) 13 September 1981 (13-09-1981) 24 November 1978 (24-11-1978) 28 September 1985 (28-09-1985) 02 July 1979 (02-07-1979) 20 January 1982 (20-01-1982) 29 May 1979 (29-05-1979) 26 May 1979 (26-05-1979) 10 June 1980 (10-06-1980) 31 October 1979 (31-10-1979)
US9634358B2	25 April 2017 (25-04-2017)	US2015188195A1 US9634358B2 CN104752774A CN104752774B EP2894705A1 EP2894705B1 JP2015125872A JP6048396B2 KR20150076103A KR101750145B1	02 July 2015 (02-07-2015) 25 April 2017 (25-04-2017) 01 July 2015 (01-07-2015) 09 June 2017 (09-06-2017) 15 July 2015 (15-07-2015) 27 July 2016 (27-07-2016) 06 July 2015 (06-07-2015) 21 December 2016 (21-12-2016) 06 July 2015 (06-07-2015) 22 June 2017 (22-06-2017)
CA2306482A1	04 February 1999 (04-02-1999)	CA2306482A1 AU8584098A EP1018179A1 JP2001511592A WO9905743A1	04 February 1999 (04-02-1999) 16 February 1999 (16-02-1999) 12 July 2000 (12-07-2000) 14 August 2001 (14-08-2001) 04 February 1999 (04-02-1999)