(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 026 565***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **14 59290**

(51) Int Cl[8] : ***H 01 M 10/6552*** *(2016.01), H 01 M 10/0525*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 30.09.14.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 01.04.16 Bulletin 16/13.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *IFP ENERGIES NOUVELLES* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** MINGANT REMY et SAUVANT-MOY-NOT VALERIE.

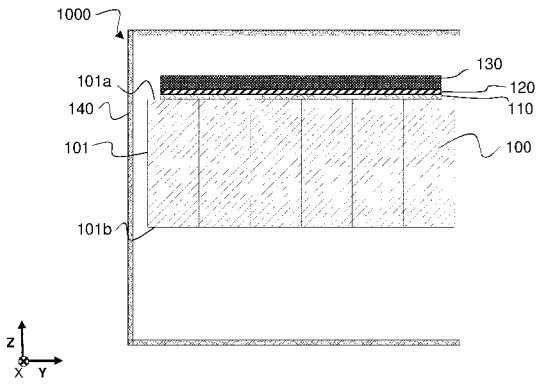
(73) **Titulaire(s) :** IFP ENERGIES NOUVELLES.

(74) **Mandataire(s) :** IFP ENERGIES NOUVELLES.

(54) BATTERIE ELECTRIQUE MODULAIRE COMPRENANT UN DISPOSITIF DE PROTECTION ET DE REGULATION THERMIQUE.

(57) - L'invention porte sur une batterie électrique modulaire améliorée intégrant des fonctions de régulation thermique et de protection mécanique. La batterie comprend:

- un ensemble de cellules rechargeables (100) connectées électriquement entre elles, disposées pour former au moins un plateau (101) comprenant au moins une première face (101a) comportant des moyens de connexion électrique (110) entre cellules,
- un dispositif de protection et de régulation thermique comprenant au moins un joint en matériau à la fois isolant électrique et conducteur thermique (120) intercalé entre les moyens de connexion électrique (110) de la première face et un collecteur thermique comprenant au moins un matériau à changement de phase pré-conditionné (130) en contact avec le joint,
- un boîtier (140) contenant au moins l'ensemble de cellules.



FR 3 026 565 - A1

Domaine de l'invention

La présente invention concerne le domaine des batteries électriques modulaires (ou packs batteries), notamment la régulation thermique des batteries électriques modulaires rechargeables.

Contexte général

L'utilisation de packs batteries comme sources réversibles d'énergie et de puissance dans les applications portables est courante, et elle se généralise dans les applications de traction et les applications stationnaires. Dans ces applications où des niveaux de puissance et/ou énergie élevés sont nécessaires, les packs batteries sont généralement formés de modules, connectés entre eux en série et/ou en parallèle suivant l'application visée. Chaque module intègre une pluralité de cellules élémentaires, qui sont des cellules électrochimiques de stockage et de restitution d'énergie électrique, connectées en série et/ou en parallèle par une connectique appropriée au passage du courant. Une architecture de batterie électrique modulaire, où des modules compacts de taille intermédiaire constituent individuellement une source d'énergie et de puissance, est classiquement utilisée car elle apporte une flexibilité pour l'agencement, l'utilisation et la maintenance des modules.

Certaines fonctions du pack batterie comme la régulation thermique, la protection mécanique et la sécurité pour le stockage réversible de l'énergie électrique doivent alors être prises en compte et assurées au niveau du module de batterie.

Actuellement, différentes technologies de batteries rechargeables, aussi appelées batteries secondaires, assurant le stockage réversible d'énergie électrique sous forme électrochimique, sont utilisées pour les applications associées à la traction électrique des véhicules ou aux énergies stationnaires. Parmi celles-ci, les batteries Li-ion sont largement étudiées.

Un module de batterie doit être régulé thermiquement notamment car la charge et la décharge des cellules entrainent des élévations de température, en particulier dues à la résistance interne des cellules et à celle des connectiques reliant les cellules. Or, une batterie doit fonctionner dans une gamme de température limitée, notamment les batteries Li-ion, afin d'une part de prévenir tout risque d'emballement thermique des cellules, et

d'autre part de limiter les phénomènes de vieillissement des cellules, qui affectent les performances du module et requièrent une maintenance accrue.

Différents phénomènes indésirables peuvent intervenir si une ou plusieurs cellules d'un pack batterie se trouvent en dehors des plages de température et/ou de tension préconisées par le constructeur. Ces phénomènes peuvent être provoqués par un point chaud localement et/ou une surcharge, mais également par un endommagement mécanique sur les cellules, comme une perforation, ou un contact sur les connectiques provoquant un court-circuit.

Suivant la chimie de l'accumulateur, ces phénomènes vont pouvoir irréversiblement endommager les matériaux actifs, réduire la capacité de la cellule, rendre le système inopérant voire, provoquer un emballement thermique assorti de risques de feu et/ou de dégagements gazeux.

Pour ce qui concerne les accumulateurs Li-ion, des systèmes de sécurité "passifs" peuvent être intégrés dans la conception de chaque élément (séparateur capable de couper irréversiblement la circulation de l'électrolyte entre les électrodes, compartiment à gaz et évent pour éviter la montée en pression, etc.) afin de réduire les risques d'emballement thermique. Une électronique spécifique peut également être intégrée dans la cellule, avec le même objectif. A l'échelle du module ou du pack, le système de gestion de la batterie, ou Battery Management System (BMS) en termes anglo-saxons, doit assurer le fonctionnement en toute sécurité en conditions d'usage normal et limiter les risques en usage abusif. Or les possibilités d'endommagement mécanique d'un pack sont multiples, eu égard aux versatilités des usages, notamment dans un véhicule. Si une protection mécanique externe est couramment utilisée, le BMS paraît impuissant à éviter un court-circuit initié sur les connectiques et la propagation de chaleur associée via les connectiques.

Une protection mécanique du module est donc également importante pour réduire les risques d'endommagement par court-circuit, induits par exemple lors d'un choc qui conduit à la perforation d'une cellule ou lorsqu'un composant électriquement conducteur entre en contact avec les connectiques.

La prise en compte des fonctions de régulation thermique et de protection mécanique à l'échelle du module dans une batterie électrique modulaire permet d'en améliorer la sécurité.

De nombreuses techniques de refroidissement et diverses architectures de batteries modulaires existent.

Parmi elles, il est connu d'utiliser des matériaux à changement de phase (MCP), capables de stocker de la chaleur latente, pour la gestion thermique des batteries. Un MCP peut en effet emmagasiner ou restituer de la chaleur lorsqu'il change d'état, passant de l'état solide à l'état liquide et vice et versa. Un tel matériau est par exemple décrit dans la demande de brevet US 2013/0270476 A1 pour le refroidissement de batterie de type Li-ion cylindriques. Le matériau décrit est un MCP composite à base de polyéthylène glycol, de silice, et comportant un retardateur de flamme en graphite et polymère.

Une technique de refroidissement de batterie est décrite dans la demande de brevet US 2012/0107662 A1, mettant en œuvre une matrice composite multicouches en graphite expansé infiltrée d'un MCP, sous forme de bloc, comprenant des orifices dans lesquels s'insèrent des cellules électrochimiques. La matrice thermiquement conductrice enveloppant au moins en partie les cellules, assure la gestion thermique de la batterie modulaire par dissipation passive de la chaleur vers l'extérieur du bloc de graphite.

La demande de brevet US 2014/0004394 décrit également l'usage de MCP pour la gestion thermique de batterie, notamment pour chauffer la batterie lors du démarrage à froid, ou pour son refroidissement. Les MCP décrits sont par exemple une solution saline ou une paraffine, mis en œuvre dans un gel ou dans un ou plusieurs conteneurs en plastique ou en métal. Le gel ou les conteneurs remplis de MCP sont placés autour de la batterie ou encore directement dans la batterie. Ils agissent thermiquement par mise en contact avec la batterie, sous l'activation d'un évènement extérieur (pulse) pour ce qui est du réchauffement de la batterie par cristallisation du MCP.

Cependant, aucun des dispositifs mentionnés ci-dessus n'apporte de solution quant au risque de développement de points chauds au niveau des connectiques des cellules électrochimiques, d'occurrence de court-circuit, et de propagation de la chaleur via les connectiques d'une cellule à l'autre en cas de court-circuit.

D'autres systèmes de régulation thermique de batteries modulaires par dissipation active ou passive de la chaleur existent, qui ne font pas appel à l'utilisation de MCP.

La demande de brevet US 2013/0089768 A1 décrit par exemple un pack batterie dans lequel des inserts conducteurs thermiques sont glissés entre des cellules cylindriques parallèlement à leurs axes, et sont fixés au boîtier du pack par une extrémité au moins. Ces inserts dissipent la chaleur captée par contact direct avec les faces latérales des cellules vers l'extérieur du pack batterie. Toutefois, la chaleur conduite et dissipée par les connectiques n'est pas drainée vers l'extérieur, au risque de générer des points chauds dans le module, et aucune précaution n'est prise quant au risque de propagation par les connectiques de la chaleur générée par un court-circuit d'une cellule à l'autre.

La demande de brevet WO 2012/136439 A1 décrit une batterie modulaire comprenant un empilement de cellules, dans laquelle au moins un élément de refroidissement est inséré entre deux cellules prismatiques adjacentes dans l'empilement. L'élément de refroidissement comporte une section thermo-conductrice située entre les cellules et une section de refroidissement qui ressort latéralement à l'extérieur de l'empilement. Cependant, la chaleur collectée et dissipée par les connectiques n'est pas drainée vers l'extérieur, risquant alors de générer des points chauds propices à l'emballement thermique et des gradients thermiques au sein de la cellule propices au vieillissement. De surcroît, la structure du module de batterie apparaît protubérante plutôt que compacte, ce qui n'est pas souhaitable pour l'agencement des modules d'un pack modulaire en milieu confiné.

La demande de brevet US 2012/0034499 A1 décrit une batterie modulaire dans laquelle une bande thermique, possédant des propriétés de conduction thermique et électrique élevées, est connectée entre la borne d'une première cellule et la borne d'une seconde cellule, et est reliée à la paroi du boîtier de la batterie présentant une conductivité thermique élevée par un dispositif de pont thermique caractérisé par son isolation électrique. Cependant, aucune précaution n'est prise quant aux risques d'occurrence de court-circuit et de propagation de court-circuit au niveau des connectiques, notamment de propagation de la chaleur d'une cellule à l'autre.

La demande de brevet EP 2 530 778 A1 décrit un autre exemple de batterie modulaire dans laquelle est réalisée une dissipation active de la chaleur par un système de ventilation interne ou externe à la batterie, ou par un système de circulation d'un fluide de refroidissement. La batterie comporte un ensemble d'inserts conducteurs thermiques et isolants électriques, fixés à un socle dissipateur thermique, glissés entre des cellules cylindriques parallèlement à leurs axes, qui isolent de manière étanche les cellules

individuellement au niveau des faces latérales et inférieures. Ces inserts captent la chaleur dégagée par contact direct avec les faces latérales des cellules et la conduisent vers le dissipateur thermique qui est ventilé par un système de ventilation interne ou externe à la batterie, ou qui est en contact avec un échangeur de chaleur. Ce type de batterie, spécifique aux batteries rechargeables cylindriques, a pour principal inconvénient de reposer sur une dissipation active de la chaleur, nécessitant de l'énergie. D'autre part le système présente une structure complexe, comportant divers éléments composites imbriqués les uns dans les autres.

Objectifs et résumé de l'invention

La présente invention a pour objectif de surmonter au moins en partie les problèmes de l'art antérieur mentionnés ci-dessus, et vise généralement à fournir une batterie électrique modulaire améliorée en termes de sécurité par une intégration combinée de fonctions de régulation thermique et de protection mécanique de la batterie.

La présente invention vise en particulier à fournir une batterie modulaire qui peut à la fois être régulée thermiquement, sans nécessiter un apport d'énergie spécifique extérieur à la batterie pour cette régulation thermique, de manière à prévenir tout risque d'emballement thermique des cellules et à limiter les phénomènes de vieillissement des cellules, et dans laquelle les risques d'endommagement de la batterie par occurrence et propagation de court-circuit pouvant être provoqués mécaniquement, en particulier au niveau des connectiques, sont limités.

La présente invention est bien adaptée à la traction de véhicules électriques, notamment des véhicules électriques dans lesquels les sollicitations des batteries sont très importantes et peuvent entrainer un emballement thermique lié à un usage « abusif », allant au-delà de l'usage normal, ou lié à un endommagement mécanique.

Ainsi, pour atteindre au moins l'un des objectifs susvisés, parmi d'autres, la présente invention propose, selon un premier aspect, une batterie électrique modulaire comportant :

- un ensemble de cellules électrochimiques de stockage et de restitution d'énergie électrique connectées électriquement entre elles, chaque cellule comportant

une borne positive et une borne négative, les cellules étant disposées les unes à côté des autres pour former au moins un premier plateau comprenant au moins une première face comportant des moyens de connexion électrique entre les cellules,

- un dispositif de protection et de régulation thermique comprenant au moins un joint en matériau à la fois isolant électrique et conducteur thermique intercalé entre les moyens de connexion électrique de ladite première face et un collecteur thermique comprenant au moins un matériau à changement de phase pré-conditionné,

- un boîtier contenant au moins ledit ensemble de cellules.

Selon un mode de réalisation, le collecteur thermique comprend en outre une première plaque en matériau thermiquement conducteur, la première plaque étant intercalée entre le joint et le matériau à changement de phase pré-conditionné.

Selon un mode de réalisation, la batterie comprend au moins deux plateaux de cellules, disposés l'un face à l'autre par une deuxième face, opposée à la première face comportant des moyens de connexion, chaque plateau étant muni d'un dispositif de protection et de régulation thermique.

Selon un mode de réalisation, la batterie comprend un deuxième plateau de cellules similaire au premier plateau, et disposé face au premier plateau par une deuxième face opposée à la première face comportant des moyens de connexion, et :

- le boitier comprend au moins une paroi thermiquement conductrice,

- le dispositif de protection et de régulation thermique comprend en outre :

- un deuxième joint en matériau à la fois isolant électrique et conducteur thermique intercalé entre les moyens de connexion électriques de la première face du deuxième plateau et une deuxième plaque en matériau thermiquement conducteur, ladite deuxième plaque étant au contact de la paroi thermiquement conductrice du boitier, et

- au moins une tige en matériau thermiquement conducteur fixée à ses deux extrémités aux première et deuxième plaques, la tige étant insérée entre les cellules.

Selon ce mode de réalisation, la batterie peut comprendre au moins un plateau intermédiaire disposé entre les premier et deuxième plateaux, le dispositif de protection et de régulation thermique comprenant en outre un troisième joint en matériau à la fois isolant électrique et conducteur thermique intercalé entre les moyens de connexion électrique de la première face du troisième plateau et une troisième plaque en matériau thermiquement conducteur, la tige en matériau thermiquement conducteur étant en outre fixée à la troisième plaque du plateau intermédiaire.

De préférence, les cellules sont de type Li-ion.

Selon ce mode de réalisation, le matériau à changement de phase pré-conditionné comprend au moins une paraffine.

Avantageusement, le matériau à changement de phase pré-conditionné a une température de fusion Tf comprise entre 0°C et une température maximale d'échauffement autorisé donnée pour les cellules, par exemple une température de fusion Tf comprise entre environ 0°C et environ 60°C.

Selon un mode de réalisation, le matériau à changement de phase pré-conditionné est un gel, ou un matériau à changement de phase inséré dans un ou plusieurs conteneurs, ou un matériau à changement de phase infiltré dans une matrice poreuse.

Lorsque le collecteur thermique comprend au moins une plaque en matériau thermiquement conducteur intercalée entre le joint et le matériau à changement de phase pré-conditionné, la ou les plaques peuvent être formées d'un ou plusieurs matériaux thermiquement conducteur, de préférence du métal et/ou un matériau composite comprenant des charges thermiquement conductrices.

Le joint peut être sous une forme discontinue et constitué par un ensemble de lamelles, ou sous forme d'un tapis continu.

Avantageusement, le joint est en matière plastique.

Selon un mode de réalisation, la paroi thermiquement conductrice du boîtier est en métal, de préférence en aluminium, ou en matériau plastique ou composite comprenant de préférence un ou plusieurs polymères thermoplastiques de type acide polylactique, acrylonitrile-butadiène-styrène, ou nylon.

La présente invention porte également sur un véhicule électrique ou hybride comprenant une batterie selon l'invention, ainsi que sur un système de stockage stationnaire comprenant une batterie selon l'invention.

D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'exemples de réalisation particuliers de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, la description étant faite en référence aux figures annexées décrites ci-après.

Brève description des figures

La figure 1 est une coupe transversale schématique d'une batterie modulaire selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 est une coupe transversale schématique d'une batterie modulaire selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 3 est une coupe transversale schématique d'une batterie modulaire selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 est une vue du dessus schématique d'une batterie modulaire selon le troisième mode de réalisation de l'invention illustré à la figure 3.

La figure 5 est une coupe transversale schématique d'une batterie modulaire selon une variante du troisième mode de réalisation de l'invention, comprenant trois plateaux de cellules.

Les figures 6 et 7 représentent l'élévation thermique dans des batteries modulaires selon l'art antérieur.

Les figures 8 et 9 représentent l'élévation thermique dans une batterie modulaire selon respectivement les premier et deuxième modes de réalisation de l'invention.

Sur les figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou analogues.

Description de l'invention

L'objet de l'invention est de proposer une batterie modulaire comportant un dispositif de régulation thermique par dissipation passive de la chaleur et de protection mécanique de la batterie, permettant d'améliorer la sécurité d'utilisation de la batterie.

Par dispositif de dissipation passive de la chaleur, on entend un dispositif ne nécessitant pas, pour son fonctionnement, un système consommateur d'énergie extérieure à la batterie, notamment d'électricité, par opposition aux dispositifs de dissipation de chaleur actifs tels que des systèmes de ventilation d'air mettant en œuvre des ventilateurs ou des systèmes de circulation de fluide caloporteur avec pompe (échangeur de chaleur).

Dans la présente description, on se référera indifféremment à l'expression batterie modulaire ou batterie électrique modulaire ou pack batterie, pour désigner une batterie électrique comportant au moins un module formé d'un boîtier et intégrant une pluralité de cellules élémentaires ou éléments, connectés en série et/ou en parallèle par une connectique appropriée au passage du courant. Le terme connectique et l'expression moyens de connexion électrique ont la même signification dans la présente description. La pluralité de cellules de chaque module peut être agencée sous forme de plateaux de cellules tels que décrits ci-après. Une batterie modulaire peut être composée de plusieurs modules connectés entre eux en série et/ou en parallèle suivant l'application visée.

Dans tout le présent exposé, sauf indication expresse contraire, un singulier doit être interprété comme un pluriel et réciproquement.

La présente invention concerne les batteries électriques modulaires rechargeables, c'est-à-dire comprenant des cellules rechargeables électriquement qui sont des cellules électrochimiques unitaires contenant deux électrodes mises au contact d'un électrolyte. Ces cellules sont des accumulateurs électrochimiques d'énergie, c'est-à-dire des générateurs électrochimiques rechargeables. Une telle cellule fonctionne spontanément dans le sens générateur lorsque ses électrodes sont mises en contact par un circuit électrique extérieur, par conversion de l'énergie chimique contenue dans les matières actives qui la composent directement en énergie électrique par l'intermédiaire de réactions d'oxydo-réduction (réactions redox). Ces réactions redox étant réversibles, la cellule peut accumuler de l'électricité en charge en branchant une alimentation électrique à ses bornes créant un courant inverse au sens de la décharge.

La présente invention propose une régulation thermique d'une batterie électrique modulaire permettant d'absorber, et de restituer au besoin, la chaleur développée à la fois par les cellules et par leur connectique. En outre, ladite chaleur peut être dissipée et évacuée efficacement vers l'extérieur de la batterie.

En effet, le dispositif de protection et de régulation thermique selon l'invention permet avantageusement d'absorber, voire également de drainer vers l'extérieur de la batterie, la chaleur conduite et dissipée aux extrémités des cellules, développée par les cellules elles-mêmes ainsi que par les connectiques associées.

La régulation thermique de la batterie selon l'invention est ainsi optimale en ce qu'il est plus efficace de récupérer la chaleur aux extrémités des cellules qu'en tout autre point, et qu'il est également possible de récupérer la chaleur développée par les connectiques, comme cela est expliqué ci-après.

La température d'une cellule peut être calculée à partir d'un bilan d'énergie faisant intervenir :

– le flux de chaleur interne φ_{gen} généré par l'activité de la cellule, associé aux pertes réversibles et irréversibles pour chaque réaction électrochimique,

– le flux φ_{tra} transféré vers le milieu ambiant à température T_a.

Le flux thermique net à travers un accumulateur, φ, peut être facilement calculé comme le bilan entre les flux internes et externes, i.e. $\varphi = \varphi_{gen} - \varphi_{tra}$. La quantité de chaleur stockée dans la batterie, obtenue par intégration du flux de chaleur dans le temps, permet alors de calculer la température de la batterie connaissant la relation (1) suivante:

$$M_{cell} C_p \frac{dT(t)}{dt} = \varphi_{gen}(t) - \varphi_{tra}(t) \qquad (1)$$

où C_p est la capacité thermique spécifique moyenne de la cellule et M_{cell} sa masse. Le flux de chaleur généré par la partie active des cellules, noté φ_{gen} s'écrit selon l'équation (2) suivante :

$$\varphi_{gen} = RI^2 + I\left(\frac{\partial OCV}{\partial T}\right)_{SoC} T \qquad (2)$$

Avec :

R, la résistance de la cellule [Ω],

OCV, open circuit voltage (la tension à vide de la batterie) [V],

I, l'intensité du courant circulant dans la cellule [A],

T, la température de la cellule [K],

On distingue dans l'équation (2):

une contribution ohmique reliée aux pertes par effet Joule $\varphi_{Joules} = RI^2$, ,

une contribution dite entropique :

$$\varphi_{entropic} = I\left(\frac{\partial OCV}{\partial T}\right)_{SoC} T$$

La valeur de l'OCV et de *dU / dT* dépend de l'état de charge (SoC) qui est lui-même calculé en fonction de l'intensité.

La valeur de R dépend de l'état de charge et de la température.

La dissipation thermique des cellules est anisotrope compte tenu des caractéristiques électriques et thermiques des cellules de batterie. En général, la composition interne des cellules électrochimiques induit des caractéristiques de conduction électrique et thermique de cellule significativement plus importantes dans le sens axial (défini par l'axe de symétrie principal supportant les connexions) que dans le sens radial (plan perpendiculaire au sens axial défini précédemment). On pourra citer à titre d'exemple les mesures réalisées par Drake et al., 2014 sur des cellules cylindriques Li-ion (S.J. Drake et al, Measurement of anisotropic thermophysical properties of cylindrical Li-ion cells, Journal of Power Sources, 252 (2014) 298-304). En conséquence, le flux de chaleur produit par les cellules est sensiblement plus important dans le sens axial des cellules.

Indépendamment de la dissipation thermique associée à la partie active des cellules, les connectiques en métal assurant la liaison électrique entre les cellules sont également le siège d'une dissipation thermique irréversible par effet Joules, selon l'équation (3) :

$$\varphi_{connectique} = RI^2 \qquad (3)$$

Avec :

R, la résistance de la connectique [Ω],

I, l'intensité du courant circulant dans la connectique [A].

En conséquence, l'échauffement des batteries en usage nominal correspond à la somme des effets donnés dans les équations (1) et (3).

La batterie électrique modulaire selon l'invention comporte :

- un ensemble de cellules connectées électriquement entre elles, chaque cellule comportant une borne positive et une borne négative, les cellules étant disposées les unes à côté des autres pour former au moins un plateau comprenant au moins une première face comportant des moyens de connexion électrique entre cellules,
- un dispositif de protection et de régulation thermique comprenant au moins un joint en matériau à la fois isolant électrique et conducteur thermique intercalé entre les moyens de connexion électrique de la première face et un collecteur thermique comprenant un matériau à changement de phase (MCP) pré-conditionné en contact avec le joint,
- un boîtier contenant au moins l'ensemble de cellules.

Selon l'invention, la régulation thermique de la batterie modulaire se fait uniquement de manière passive, par absorption/restitution des calories par le MCP, et éventuellement dissipation et évacuation de la chaleur à l'extérieur. Ainsi, il est notamment possible de s'affranchir de systèmes complexes de régulation thermique, pouvant être encombrants et consommateurs d'énergie.

Un premier mode de réalisation de la batterie selon l'invention est illustré à la figure 1. La batterie est représentée de manière schématique selon une coupe transversale. Seule une partie de la batterie est représentée.

Pour la suite de la description, on définit une direction longitudinale X selon la longueur de la batterie, une direction transversale Y selon la largeur de la batterie, le plan (XY) étant défini comme horizontal. On définit également une direction verticale Z selon la hauteur de la batterie, perpendiculaire au plan (XY), et formant avec la direction Y un plan vertical (YZ).

La batterie modulaire 1000 comporte un module comprenant une pluralité de cellules électrochimiques de stockage et de restitution d'énergie électrique 100.

Les cellules 100 sont des cellules Li-ion prismatiques dont les bornes positive et négative sont situées sur une même face de la cellule. Les cellules 100 sont combinées électriquement en série et/ou parallèle, et sont arrangées de manière à former un ou deux plateaux. L'ensemble des cellules ainsi connectées développent une tension et une

capacité adaptées à des applications pour lesquelles une cellule unique ne suffit pas, telles que des applications de traction de véhicules.

La figure 1 représente un exemple de batterie comprenant un plateau de cellules 101. Un plateau est défini comme un arrangement sur un même plan horizontal (XY) de plusieurs cellules disposées les unes à côté des autres et connectées électriquement. Les cellules sont arrangées sur le plateau parallèlement à leur axe principal de symétrie, qui passe par la ou les faces de la cellule portant les bornes, selon la direction verticale Z. Le plateau est formé d'une ou plusieurs rangées de cellules 100, chaque rangée de cellules s'étendant selon la direction transversale Y.

Sur la coupe transversale de la figure 1, sont représentées, pour le plateau 101, six cellules 100 alignées selon la direction Y pour former une rangée. Le plateau 101 comporte une face supérieure 101a opposée à une face inférieure 101b. La face supérieure 101a, comporte les bornes des cellules prismatiques 100.

Les cellules 100 du plateau peuvent être en contact, tel que représenté à la figure 1, ou être séparées d'un espace. Un flasque (non représenté) est éventuellement utilisé pour maintenir, au sein d'un plateau, les cellules 100 à une distance fixe les unes des autres.

Sur le plateau, chaque cellule 100 est connectée par l'intermédiaire d'au moins une de ses bornes à l'une des bornes d'une cellule 100 voisine au moyen d'une connectique 110 appropriée au passage du courant, par exemple une connectique métallique, tel qu'un clinquant de cuivre ou de nickel. Ainsi, toutes les cellules, sauf dans certains cas celles qui sont situées à la périphérie du plateau, sont connectées par l'intermédiaire de leur deux bornes à deux cellules voisines par une connectique métallique 110. Sur la figure 1, les cellules alignées selon une rangée sur le plateau sont par exemple reliées en série : les connectiques 110 représentées relient une borne positive à une borne négative de deux cellules adjacentes sur une même rangée, les connectiques reliant les autres bornes de ces mêmes cellules se situent dans un autre plan que celui de la coupe de la figure 1.

Chaque connectique 110 est surmontée par un joint 120, de préférence plan, isolant électrique et conducteur thermique. De préférence, chaque joint recouvre la plus grande partie de la surface des bornes reliées par chaque connectique.

Les joints sont fabriqués à base d'un matériau polymère, non conducteur électrique, incluant des charges conductrices thermiques de manière à préserver

l'isolation électrique tout en assurant un certain niveau de conduction thermique. Les charges conductrices thermiques peuvent être du carbure de silicium, des céramiques, des métaux, du graphite, par exemple sous formes de poudres. Les joints, isolants électriques, présentent de préférence des résistivités supérieures à 10^6 Ohm/m. La conductivité thermique des joints est de préférence supérieure à 0,1 W/m/K.

Les joints peuvent se présenter sous forme de lamelles (forme discontinue du joint) ou d'un tapis continu.

Les joints 120 sont placés entre les connectiques 110 et un collecteur thermique 130, selon la direction verticale Z. Chaque joint est ainsi intercalé entre les connectiques 110 de la première face 101a du plateau et le collecteur thermique comprenant au moins un matériau à changement de phases pré-conditionné 130 en contact avec le joint. Ces joints assurent une liaison thermique entre les connectiques 110 et le collecteur thermique 130 par contact substantiel entre leurs deux faces.

Selon ce premier mode de réalisation, le collecteur thermique comprend au moins un MCP pré-conditionné. Le MCP pré-conditionné permet de collecter la chaleur des connectiques et des cellules 100 de tout le module. Une telle configuration permet également une répartition homogène de la chaleur entre les cellules.

Le MCP est un composé présentant une transition réversible entre les phases solide et liquide autour d'une certaine température, accompagnée d'une enthalpie de cristallisation/fusion plutôt élevée. Le MCP est caractérisé par une température de fusion Tf et une enthalpie de fusion données. La fusion du MCP est endothermique tandis que la solidification est exothermique. Ainsi, le passage de l'état solide à l'état liquide permet d'absorber la chaleur produite par les cellules du module et leurs connectiques. Cette chaleur, produite par exemple durant un cycle de charge/décharge en courant, est conduite par les connectiques 110 vers les joints 120 jusqu'au collecteur thermique 130, et va chauffer par conduction le MCP pré-conditionné jusqu'à son point de fusion. La fusion accompagnant le passage de l'état cristallin à l'état liquide étant endothermique, elle permet d'absorber et stocker réversiblement des calories. L'échauffement global de la batterie modulaire est donc ainsi réduit, par exemple lors de l'application d'un cycle de charge/décharge dans la batterie.

Inversement, le passage de l'état liquide à l'état solide permet de produire une certaine chaleur qui va être transférée aux cellules du module par leurs connectiques. Cette chaleur résultant de la solidification du MCP préconditionné lors de sa solidification, produite par exemple durant une phase de stockage, est conduite par le collecteur

thermique 130 vers les joints 120 jusqu'aux connectiques 110, et va chauffer par conduction les cellules. La solidification accompagnant le passage de l'état liquide à l'état solide étant exothermique, elle permet de maintenir la température de la batterie modulaire au-dessus de la température ambiante tout au long de la solidification. Le refroidissement de la batterie modulaire est donc ainsi limité, par exemple lors du stockage pour limiter les désagréments d'un démarrage à froid.

Avantageusement, la température de fusion Tf est comprise entre 0°C et une température maximale d'échauffement autorisé donnée pour les cellules, par exemple la température maximale d'usage des cellules spécifiée par le constructeur des cellules. La température de fusion Tf est avantageusement comprise entre environ 0°C et environ 60°C, par exemple pour le cas d'utilisation de batteries Lithium-ion. LA température de fusion peut également être comprise entre la température ambiante et la température maximale d'usage des cellules spécifiée par le constructeur des cellules, soit par exemple environ 20°C et environ 60°C pour le cas d'utilisation de batteries Lithium-ion.

De préférence, le MCP pré-conditionné comprend au moins un composé organique, tel qu'une paraffine. Il peut comprendre un mélange de différentes coupes paraffiniques. Le MCP pré-conditionné peut comprendre des additifs permettant d'améliorer la conduction thermique, tels que des charges céramiques ou métalliques ou des oxydes métalliques, et/ou des additifs permettant d'améliorer la résistance au feu connus sous le nom d'agents retardateurs de flammes.

Le MCP est pré-conditionné, c'est-à-dire qu'il a été mis sous une forme permettant d'éviter tout écoulement dans la batterie lorsque celui-ci est dans un état fondu. Ce conditionnement préalable à la mise en œuvre du MCP dans la batterie peut être réalisé suivant les techniques connues par l'homme de l'art, par exemple par formulation dans un gel, ou par insertion dans un ou plusieurs conteneurs, ou par infiltration dans une matrice poreuse. Plusieurs de ces techniques peuvent être combinées, par exemple en utilisant un MCP sous forme de gel placé dans un ou plusieurs conteneurs.

Le MCP pré-conditionné peut ainsi être un gel chimique ou physique, réalisé à base de différents polymères, par exemple à partir de polystyrène-b-poly(éthylène-butylène)-b-polystyrène (SEBS) ou de silicones. Des exemples de tels gels sont par exemple décrits dans les brevets FR2957348, FR2840314 et FR2820752.

Le MCP peut également être placé dans un ou plusieurs conteneurs. Le conteneur peut être en plastique, incluant de préférence des additifs permettant

d'améliorer la conductivité thermique, tel que des charges métalliques, des oxydes métalliques, ou des charges céramiques. Alternativement, le ou les conteneurs peuvent être en métal, par exemple en aluminium. Le ou les conteneurs peuvent également être de nature métalloplastique, par exemple sous forme d'une structure multicouche étanche comprenant au moins une couche de plastique et au moins une couche de métal. Cette dernière forme présente l'avantage d'être légère, souple, facile à mettre en œuvre, par exemple par soudage à chaud, et confère avantageusement au MCP une bonne conduction thermique grâce à la présence de métal.

Le MCP pré-conditionné peut également être une matrice poreuse infiltrée de MCP. La matrice poreuse peut être typiquement une structure de graphite expansé infiltrée de MCP, ce qui confère à la fois des propriétés mécaniques pour le confinement du MCP tout préservant une conductivité thermique élevée.

La conductivité thermique du MCP pré-conditionné est de préférence supérieure à 0,1 W/m/K, et plus préférentiellement supérieure à 0,5 W/m/K.

L'ensemble formé par les cellules 100, les connectiques 110, les joints 120, et le collecteur comprenant le MCP pré-conditionné 130, est inclus dans un boîtier 140. On entend par boîtier l'enveloppe délimitant l'intérieur du module de l'extérieur du module de la batterie généralement au contact de l'air. De préférence, ce boîtier est en matériau métallique, par exemple en aluminium, de manière à assurer un cloisonnement étanche entre l'intérieur du boîtier et l'extérieur tout en favorisant la conduction thermique. Le boîtier peut être également en matière plastique ou composite, comprenant par exemple un ou plusieurs polymères thermoplastiques de type PLA (Acide polylactique), ABS (Acrylonitrile-butadiène-styrène), ou nylon. Le boîtier, qui peut être également monté en plusieurs parties de natures différentes, est de préférence étanche, et équipé de passages étanches pour l'entrée et la sortie des connexions électriques du module selon les besoins. Le boîtier peut comprendre des ailettes, à l'extérieur du module, permettant d'améliorer la dissipation et l'évacuation de la chaleur à l'extérieur de la batterie, par exemple au contact d'air.

Ainsi, la batterie modulaire selon l'invention est avantageusement conçue pour former un drain thermique entre les sources de production de chaleur (cellules et connectiques) et le MCP pré-conditionné, dont la fusion permettra d'absorber une partie des calories produites en charge et en décharge, pendant une mission donnée. En conséquence, le risque d'atteindre un seuil de température maximum sera réduit, et la mission pourra par exemple être prolongée. Par ailleurs, le MCP peut également absorber

la chaleur produite lors d'un court-circuit au niveau des connectiques, quand bien même la protection mécanique des connectiques assurée par le boitier et par les joints réduit les risques d'occurrence et de propagation de court-circuit. On limite ainsi le développement de points chauds propices à l'emballement thermique de la batterie. On limite également le développement de gradients thermiques dans les cellules propices au vieillissement de celles-ci.

La présente invention permet par exemple, de réduire, voire de supprimer, le recours à un système actif de régulation thermique additionnel éventuel, tel qu'un système de ventilation actif. Cela permet de réduire la consommation en énergie et de réaliser des économies sur les coûts d'installation et de maintenance afférents.

En outre, la chaleur absorbée par le MCP pré-conditionné peut être restituée lors de sa solidification, ce qui permet de maintenir avantageusement la batterie pendant plusieurs heures dans des conditions thermiques ambiantes favorables à son utilisation, notamment lors du stockage de la batterie, et par exemple maintenir la batterie dans des conditions thermiques favorables au démarrage d'un véhicule électrique ou hybride, i.e. au-dessus de 0°C. Cela peut donc être avantageux pour éviter les baisses de performance, par exemple associées à un démarrage à froid dans le cas d'une application aux véhicules, tout comme cela limite le vieillissement de la batterie associé à un usage à froid. La durée de vie de batterie s'en trouve prolongée.

La quantité de MCP pré-conditionné est ajustée selon les bénéfices attendus pour une application donnée.

Bien que les cellules soient représentées jointives, en contact les unes avec les autres, celles-ci pourraient être espacées selon une variante de ce premier mode de réalisation, au moyen par exemple d'un flasque, comme mentionné plus haut.

La description de ce premier mode de réalisation a été faite en relation avec des cellules prismatiques, comportant leurs deux bornes sur une même face. Cependant, une variante avec des cellules d'une autre forme, comportant également leurs deux bornes sur une même face, ou encore une variante comprenant des cellules comportant une borne à chaque extrémités, comme cela est classiquement le cas des batteries cylindriques, par exemple de type Li-ion, peuvent être envisagées selon la présente invention.

Un avantage lié à une batterie selon l'invention comprenant des cellules avec leur deux bornes sur une même face, tel que des cellules prismatiques, est que toutes les connectiques reliant les cellules entre elles sur un même plateau sont en contact avec le joint thermique, ce qui permet d'éviter d'évacuer la chaleur d'une connectique non en contact avec le joint thermique à travers l'accumulateur, et d'éviter d'éventuels points chauds au niveau des connectiques non en contact avec le joint.

Diverses configurations de connexion électrique, en série et/ou en parallèle, entre les cellules d'un même plateau sont possibles selon l'invention, sans modifier la disposition générale en sandwich du joint surmontant les connectiques, lui-même surmonté par le collecteur thermique.

Un deuxième mode de réalisation de la batterie selon l'invention est illustré à la figure 2. La batterie modulaire 1100 selon ce deuxième mode de réalisation est en tout point identique à celle selon le premier mode de réalisation décrit plus haut, à l'exception du fait que le collecteur thermique comprend, en plus du MCP pré-conditionné 1030, une plaque en matériau thermiquement conducteur 1060 qui est intercalée entre le joint 120 et le MCP pré-conditionné 1030.

La plaque 1060 comprend un ou plusieurs matériaux conducteurs thermiques, de préférence des matériaux métalliques, par exemple de l'aluminium, ou des matériaux composites contenant des charges conductrices thermiques, telles que du carbure de silicium, des céramiques, des métaux, du graphite, par exemple sous formes de poudres. La plaque 1060 a une conductivité thermique de préférence supérieure à 10 W/m/K, et plus préférentiellement supérieure à 100 W/m/K.

La plaque 1060 permet d'améliorer la collecte de la chaleur des connectiques et des cellules 100 de tout le module, ainsi qu'une répartition encore plus homogène de la chaleur entre les cellules.

Ce mode de réalisation permet donc avantageusement de diminuer encore le risque lié au développement de point chaud grâce notamment à une meilleure répartition de la chaleur.

Les deux faces du plateau, si elles comportent des connectiques reliant au moins une partie des cellules d'un plateau entre elles, peuvent être munies d'un ensemble

joint/collecteur thermique tel que décrit pour les premier et deuxième modes de réalisation, illustrés aux figures 1 et 2.

La batterie modulaire selon l'invention, telle que décrite en relation avec les figures 1 et 2, peut comprendre plus d'un plateau. Une batterie modulaire comportant deux ou trois plateaux est par exemple bien adaptée aux applications de traction dans des véhicules électriques. Cependant, le nombre de plateau n'est pas limité et peut être établi selon les besoins en énergie de l'application visée.

Dans le cas où la batterie modulaire comprend au moins deux plateaux de cellules, les deux plateaux sont disposés l'un au-dessus de l'autre selon la direction verticale Z. Chaque plateau est formé tel que décrit précédemment. Chaque plateau comporte une face supérieure opposée à une face inférieure, la face supérieure étant tournée vers l'extérieur de la batterie et comportant les bornes des cellules prismatiques 100 reliées électriquement par les moyens de connexion. Ainsi les deux plateaux sont disposés l'un face à l'autre par leur face inférieure.

Chaque plateau peut être muni d'un dispositif de protection et de régulation thermique comportant l'ensemble joint/collecteur thermique tel que décrit pour les premier et deuxième modes de réalisation, illustrés aux figures 1 et 2.

Un flasque peut être utilisée pour maintenir un écartement entre les plateaux.

Un troisième mode de réalisation de la batterie selon l'invention est à présent décrit ci-dessous en relation avec les figures 3, 4 et 5. Dans ce troisième mode de réalisation, la batterie comporte au moins deux plateaux de cellules. L'un des deux plateaux comporte un ensemble joint/collecteur thermique comprenant un MCP pré-conditionné ainsi qu'une plaque en matériau thermiquement conducteur, tel que décrit pour le deuxième mode de réalisation, alors que le deuxième plateau comporte sur une de ses faces un ensemble formé par un joint et une plaque en matériau thermiquement conducteur en contact avec une paroi du boitier. Les deux plaques sont reliées par au moins une tige en matériau thermiquement conducteur assurant un pont thermique entre les deux plaques.

La Figure 3 est une vue schématique selon une coupe transversale illustrant un premier exemple de batterie selon ce troisième mode de réalisation. Seule une partie de la batterie est représentée.

La batterie modulaire 2000 comporte un module comprenant une pluralité de cellules électrochimiques de stockage et de restitution d'énergie électrique 200. Les cellules 200 sont des cellules Li-ion cylindriques dont les bornes positive et négative sont situées aux deux extrémités. Les cellules 200 sont combinées électriquement en série et/ou parallèle, et sont arrangées de manière à former deux plateaux 201 et 202. L'ensemble des cellules ainsi connectées développent une tension et une capacité adaptées à des applications pour lesquelles une cellule unique ne suffit pas, telles que des applications de traction de véhicules.

Chaque plateau est défini et formé tel que décrit en relation avec la figure 1.

Sur la coupe transversale de la figure 3, sont représentées, pour chacun des plateaux 201 et 202, quatre cellules 200 alignées selon la direction Y pour former une rangée. Les deux plateaux 201 et 202 sont disposés l'un au-dessus de l'autre selon la direction verticale Z. Chaque plateau présente une face supérieure opposée à une face inférieure, la face supérieure étant tournée vers l'extérieur de la batterie. Le plateau 201 comporte ainsi une face supérieure 201a et une face inférieure 201b, et le plateau 202 comporte une face supérieure 202a et une face inférieure 202b, les deux faces inférieures 201b et 202b étant en vis-à-vis au sein du module. Les faces supérieures 201a et 202a, sont tournées vers l'extérieur du module, et comportent un ensemble de connectiques reliant les bornes des cellules cylindriques 200.

Selon ce mode de réalisation, les cellules 200 sont espacées les unes des autres. L'espace entre les cellules d'une même rangée peut être utilisé pour laisser le passage à des tiges 250 reliant deux plaques de collecte 230 et 231 décrites plus bas. Alternativement, les cellules peuvent être en contact. Un flasque (non représenté) est de préférence utilisé pour maintenir, au sein d'un plateau, les cellules 200 à une distance fixe les unes des autres, ainsi que pour maintenir un écartement entre les plateaux.

Sur un plateau donné, chaque cellule 200 est connectée par l'intermédiaire d'au moins une de ses bornes à l'une des bornes d'une cellule 200 voisine au moyen d'une connectique (210, 211, 213) appropriée au passage du courant, par exemple une connectique métallique, tel qu'un clinquant de cuivre ou de nickel. Les connectiques 210 et 211 sont situées sur les faces supérieures 201a et 202a des plateaux 201 et 202 et relient deux par deux les cellules voisines d'une même rangée. Les connectiques 213, situées sur les faces inférieures 201b et 202b des plateaux 201 et 202, relient également les cellules d'un même plateau entre elles. Des connectiques 212 permettent également de connecter les cellules des deux plateaux.

Un exemple de connexion électrique entre les cellules est donné sur la figure 3. Les cellules alignées selon une rangée pour chaque plateau sont par exemple reliées électriquement deux à deux en série selon la direction Y, par les connectiques 210, 211 et 213, et les cellules entre les deux plateaux 201 et 202 sont par exemple reliées électriquement en série selon la direction Z, par des connectiques 212.

Chaque connectique (210, 211) située sur les faces supérieures 201a et 202a des plateaux 201 et 202 est surmontée par un joint (220, 221), de préférence plan, isolant électrique et conducteur thermique. De préférence, chaque joint recouvre la plus grande partie de la surface des bornes reliées par chaque connectique.

Les joints sont fabriqués à base d'un matériau polymère, non conducteur électrique, incluant des charges conductrices thermiques de manière à préserver l'isolation électrique tout en assurant un certain niveau de conduction thermique. Les charges conductrices thermiques peuvent être du carbure de silicium, des céramiques, des métaux, du graphite, par exemple sous formes de poudres. Les joints, isolants électriques, présentent de préférence des résistivités supérieures à 10^6 Ohm/m. La conductivité thermique des joints est de préférence supérieure à 0,1 W/m/K.

Les joints peuvent se présenter sous forme de lamelles (forme discontinue du joint) ou d'un tapis continu.

Les joints (220, 221) sont placés entre les connectiques (210, 211) et une plaque de collecte (230, 231), selon la direction Z. Chaque joint est ainsi intercalé entre les connectiques (210,211) de la première face (201a, 202a) des plateaux et la plaque en matériau thermiquement conducteur (230, 231) en contact avec le joint. Ces joints assurent une liaison thermique entre les connectiques (210, 211) et les plaques de collecte de chaleur (230, 231) par contact substantiel entre leurs deux faces.

Selon cet exemple du troisième mode de réalisation, les deux plaques 230 et 231 sont dotées de très bonnes propriétés de conduction thermique. Chaque plaque recouvre l'ensemble des joints d'un plateau positionnés sur les connectiques présentées par les faces supérieures 201a et 202a des plateaux 201 et 202. Le module comportant deux plateaux 201 et 202 est donc doté de deux plaques 230 et 231 disposées vers l'extérieur comme illustré sur la figure 3.

Les deux plaques 230 et 231 sont reliées entre elles par des tiges 250 également dotées de très bonnes propriétés de conduction thermique. Ces tiges sont fixées par leurs extrémités aux plaques 230 et 231 par tout moyen de fixation appropriée, par exemple par vissage ou soudure, de manière à assurer un pont thermique efficace. Les tiges 250 sont

de forme cylindrique. Toutefois, les tiges peuvent présenter d'autres formes, de préférence compatible avec la forme des cellules afin notamment de faciliter leur insertion entre celles-ci. Ainsi, si des cellules prismatiques sont utilisées dans ce troisième mode de réalisation, une forme parallélépipédique des tiges peut être appropriée, et les tiges peuvent être des plaques minces allongées selon la direction verticale Z.

L'ensemble des tiges et des plaques forme également une structure rigide enveloppant les cellules dans le boîtier, qui permet de protéger la batterie de déformations induites par des forces externes s'exerçant sur le boîtier.

Les deux plaques 230 et 231, ainsi que les tiges 250, sont constituées à partir d'un ou plusieurs matériaux conducteurs thermiques, de préférence des matériaux métalliques, par exemple de l'aluminium, ou par des matériaux composites contenant des charges conductrices thermiques, telles que du carbure de silicium, des céramiques, des métaux, du graphite, par exemple sous formes de poudres. Les collecteurs thermiques et les tiges ont une conductivité thermique de préférence supérieure à 10 W/m/K, et plus préférentiellement supérieure à 100 W/m/K.

La plaque 231 du plateau 202 est intercalée entre le joint 221 et un MCP pré-conditionné 260, identique à celui décrit pour les premier et deuxième modes de réalisation de l'invention

L'ensemble des plaques, des tiges et le MCP permet de collecter la chaleur des connectiques et des cellules 200 de tout le module. Une telle configuration permet également une répartition homogène de la chaleur entre les cellules, y compris entre les cellules des différents plateaux.

L'ensemble formé par les cellules 200, les connectiques (210,211), les joints (220,221), et le collecteur thermique, formé par les plaques, les tiges et le MCP, est inclus dans un boîtier 240 de manière à assurer un contact substantiel entre la plaque 230 du collecteur et une paroi thermiquement conductrice 242 du boîtier 240.

Le boîtier est identique à celui décrit en relation avec la figure 1. Il comprend en outre la paroi thermiquement conductrice permettant de dissiper et évacuer la chaleur conduite par la plaque 230 vers l'extérieur de la batterie. De préférence, ce boîtier est en matériau métallique, par exemple en aluminium, de manière à assurer un cloisonnement étanche entre l'intérieur du boîtier et l'extérieur tout en favorisant la conduction thermique. Le boîtier peut être également en matière plastique ou composite, comprenant par exemple un ou plusieurs polymères thermoplastiques de type PLA (Acide polylactique), ABS (Acrylonitrile-butadiène-styrène), ou nylon. La conduction thermique de la paroi du

boîtier en contact avec la plaque est de préférence supérieure à 0,1 W/m/K, et plus préférentiellement supérieure à 10 W/m/K. Le boîtier, qui peut être également monté en plusieurs parties de natures différentes, est de préférence étanche, et équipé de passages étanches pour l'entrée et la sortie des connexions électriques du module selon les besoins.

La paroi thermiquement conductrice 242 du boîtier 240 est en contact avec la plaque thermiquement conductrice 230 du collecteur thermique, de manière à développer une surface de contact telle que la chaleur collectée est dissipée et évacuée vers l'extérieur de la batterie de manière passive. Les tiges 250 peuvent être fixées au boîtier 240.

La régulation thermique de la batterie est ainsi assurée à la fois par le changement de phase du MCP pré-conditionné et par la dissipation et l'évacuation de la chaleur via les plaques, les tiges et le boitier.

La Figure 4 est une vue schématique en coupe longitudinale (selon un plan parallèle au plan XY) de la batterie illustrée à la figure 3. Seule une partie de la batterie est représentée.

Cette coupe permet de mieux comprendre un exemple de configuration des cellules d'un plateau, des connectiques et de la disposition des tiges.

Sur cette coupe ne sont pas représentés les joints, le collecteur thermique et le boîtier.

Sur la coupe de la figure 4 est visible le plateau inférieur 201, en particulier la face supérieure 201a, comportant six rangées r1 à r6 de cellules 200, chaque rangée comportant 4 cellules. Les connectiques 210 relient électriquement les cellules 200, par exemple deux à deux sur une même rangée, et toutes les cellules selon la direction X de deux rangées adjacentes. Les connectiques 210 sont des clinquants métalliques comportant des trous pour laisser le passage des tiges 250, avec lesquelles tout contact est évité.

Les tiges 250 sont disposées entre quatre cellules adjacentes du plateau. L'espace entre quatre cellules adjacentes cylindriques peut en effet être plus important que l'espace entre deux cellules adjacentes sur une même rangée ou selon la direction Y, et permettre une insertion plus aisée des tiges. Quinze tiges 250 sont ainsi disposées dans le module comprenant m= 6 rangées de n = 4 cellules par rangées, soit (n-1) x (m-1)

tiges avec n le nombre de cellules par rangées et m le nombre de rangées, constituant un exemple de disposition des tiges.

D'autres dispositions des tiges sont possibles, avec de préférence au moins une tige, et plus préférentiellement un nombre de tige compris entre 2 et (n-1) x (m-1). Les tiges peuvent ainsi être distribuées, de manière aléatoire, ou selon une symétrie particulière, entre les cellules des plateaux. Une ou plusieurs tiges peuvent également être positionnées en périphérie des plateaux, entre les parois du boîtier et le périmètre formé par les cellules. La conduction thermique entre les plaques de collecte est améliorée avec un nombre croissant de tiges.

Selon le troisième mode de réalisation, la batterie peut comprendre plus de deux plateaux de cellules. Dans ce cas, pour chaque plateau additionnel, disposé entre les deux plateaux, une plaque de collecte supplémentaire dotée de très bonnes propriétés de conduction thermique, et percée de trous pour laisser passer les tiges, est insérée au contact d'un joint supplémentaire placé sur une des faces du plateau additionnel intermédiaire aux deux plateaux. Le contact entre les plaques de collecte supplémentaires et les tiges est assuré dans les règles du métier, par ajustement et soudure ou encore en utilisant une pâte thermique.

A titre d'exemple, la figure 5 représente schématiquement une variante à trois plateaux du deuxième mode réalisation.

La description des éléments identiques entre la première et la deuxième variante du deuxième mode de réalisation, portant les mêmes références dans les figures 3, 4 et 5 n'est pas reprise ici.

Selon cette variante, la batterie 3000 comporte un troisième plateau 302, qui est un plateau intermédiaire disposé entre le premier plateau 201 et le deuxième plateau 202, selon l'axe Z, qui est aussi l'axe de symétrie des cellules 200. Le premier et le deuxième plateau ont leur face supérieure 201a et 202a plus proche du boîtier 240 que leur face inférieure 201b et 202b.

Ce plateau intermédiaire 302 est organisé de la même manière que les plateaux 201 et 202 du point de vue de l'arrangement des cellules 200 et des connectiques 311 et 313 qui relient les bornes des cellules du plateau, les connectiques 311 étant portées par une première face 302a du plateau intermédiaire 302 et les connectiques étant portées par une deuxième face 302b du plateau intermédiaire. D'autres connectiques 312 et 314

permettent de connecter électriquement les cellules du plateau intermédiaire et celles du premier plateau 201 et du deuxième plateau 202.

Selon cette variante, la batterie comprend, pour le troisième plateau 302, un joint supplémentaire 322, de préférence plan, en matériau isolant électrique et conducteur thermique surmontant chaque connectique de la première face ou de la deuxième face du troisième plateau, par exemple la première face 302a tel que représenté dans la figure 5. Le joint supplémentaire 322 recouvre de préférence la plus grande partie des bornes reliées par chaque connectique. Le joint supplémentaire 322 comporte des trous permettant le passage des tiges 250.

Une plaque de collecte supplémentaire 332 en matériau thermiquement conducteur, à l'instar des autres plaques de collecte 230 et 231, est disposée sur ledit joint supplémentaire, et comporte également des trous pour le passage des tiges.

Le contact entre la plaque supplémentaire 332 et les tiges 250 est par exemple réalisé par ajustement et soudure, ou encore par utilisation d'une pâte thermique, par exemple une graisse comprenant des particules d'argent, ou un silicone conducteur thermique.

Les cellules ont été décrites dans ce troisième mode de réalisation, en référence avec les figures 3, 4 et 5, comme étant de forme cylindrique mais toute autre forme, comme des cellules prismatiques, de forme parallélépipédique, peut être envisagée.

Selon ce troisième mode de réalisation, il est donc avantageusement possible d'améliorer la régulation thermique par le MCP pré-conditionné avec une évacuation de la chaleur vers l'extérieur de la batterie par l'intermédiaire d'une seule face du boîtier.

Un tel mode de réalisation permet également une flexibilité améliorée, et donc plus de simplicité, pour l'agencement de composants dans la batterie et pour son intégration dans le système qui la contient. Dans le cas de l'intégration dans un véhicule par exemple, la batterie peut être introduite sous le bas de caisse, et être ainsi refroidie au niveau de ladite face du boîtier par convection forcée avec l'air extérieur, la vitesse de l'air dépendant de la vitesse du véhicule.

L'usage de capteurs pour instrumenter l'intérieur du module, l'ajout d'éléments ou circuits dissipatifs à l'intérieur ou à l'extérieur du module, ou encore l'insertion de

composants électroniques à l'intérieur du module de batterie selon l'invention peut être envisagé, sans sortir du cadre de la présente invention.

La présente invention n'est pas limitée aux différents modes de réalisation et leurs variantes décrits ci-dessus et illustrés par les figures, qui peuvent être modifiés sans s'écarter des objectifs visés par l'invention, et qui peuvent être combinés entre eux.

La batterie modulaire selon l'invention peut être utilisée pour de nombreuses applications. Avantageusement, la batterie modulaire selon l'invention peut être intégrée dans un véhicule électrique ou hybride, et utilisée pour la traction d'un tel véhicule, apportant plus de sécurité lors du fonctionnement du véhicule grâce à une régulation thermique optimisée et une protection mécanique efficace de la batterie limitant l'occurrence et la propagation de court-circuit dans la batterie.

Exemples

Les exemples suivants permettent d'illustrer la régulation thermique de deux exemples de batterie selon l'invention en s'appuyant sur une simulation numérique, et de comparer la chaleur développée dans des batteries selon l'invention et dans des batteries sans dispositif de protection et de régulation thermique selon l'invention.

Batteries modulaires selon l'invention

Exemple 1 de batterie selon l'invention

On considère un module de batterie Li-ion constitué d'un plateau de cellules Li-ion LFP/C cylindriques de format 26650 et de capacité 3 Ah connectées en série/parallèle par des connectiques métalliques (bus barre en nickel d'une épaisseur de 200 µm). La température maximum des cellules spécifiée par le fabriquant est de 56 °C. Le plateau comprend un alignement de 8 cellules constituant une rangée. La distance entre les cellules de la même rangée au sein d'un plateau est fixée à 2 mm. L'ensemble est maintenu par des flasques.

Le module comporte un joint plastique isolant électrique et thermiquement conducteur sous forme de tapis d'une épaisseur de 4 mm disposé sur les connectiques, une plaque de collecte métallique surmontant le joint, d'une épaisseur de 6 mm, et un

collecteur thermique organique, disposé sur la plaque métallique, contenant un matériau à changement de phase sur une épaisseur de 10 mm. Le matériau à changement de phase est une paraffine dont la température de fusion est de 40 °C, et dont la chaleur latente est de 200 kJ/kg. Les collecteurs thermiques métalliques et organiques sont au contact direct sur l'ensemble de leur surface. Le joint assure la liaison thermique entre les connectiques des cellules et la plaque métallique.

L'ensemble est placé dans un boitier étanche en matière plastique d'épaisseur 2 mm. Une distance de 2 cm est laissée sur chaque bord latéral du boîtier. Dans la partie supérieure, un espace de 1 cm environ est ménagé dans ce cas afin de pouvoir positionner les cartes électroniques, entre autres.

Exemple 2 de batterie selon l'invention

On considère un module de batterie Li-ion constitué de deux plateaux superposés de cellules Li-ion LFP/C cylindriques de format 26650 et de capacité 3Ah connectées en série/parallèle par des connectiques métalliques (bus barre en nickel d'une épaisseur de 200 µm). La température maximum des cellules spécifiée par le fabriquant est de 56°C. Chaque plateau comprend un alignement de 8 cellules constituant une rangée. La distance entre les cellules d'une même rangée au sein d'un plateau est fixée à 2 mm. La distance entre les plateaux est de 9 mm. L'ensemble est maintenu par des flasques.

Le module est serré entre deux flasques, et posé dans un boitier étanche en laissant une distance de 2 cm sur chaque bord latéral du boitier. Dans la partie supérieure, un espace de 1 cm environ est ménagé dans ce cas afin de pouvoir notamment positionner les cartes électroniques de manière isolée par rapport aux cellules connectées.

Le boîtier comprend en outre un fond muni d'ailettes en aluminium.

Le module comporte, sur la face portant les connectiques de chaque plateau, un joint plastique isolant électrique et thermiquement conducteur sous forme de tapis d'une épaisseur de 4 mm, disposé au contact des connectiques d'une part, et d'une plaque de collecte de chaleur métallique d'une épaisseur de 6 mm d'autre part. Le joint assure la liaison thermique entre les connectiques des cellules et les plaques métalliques des collecteurs thermiques.

Un MCP préalablement conditionné est placé au-dessus de la plaque de collecte métallique du plateau supérieur : une plaque de MCP ensaché dans un sachet métalloplastique soudé de 1 cm d'épaisseur et de 15 x 20 cm^2 de surface est posée sur la plaque de collecte métallique du plateau supérieur. La masse totale est de 400 g environ. Le matériau à changement de phases est une paraffine dont la température de fusion est de 40 °C, la chaleur latente est de 200 kJ/kg et ladensité de 0,8 g/cm^3.

La plaque de collecte métallique du plateau inférieur est au contact direct avec la face inférieure du boîtier étanche.

Des tiges métalliques, au nombre de 7, et disposées entre les cellules des plateaux, relient les deux plaques de collecte métalliques. Cette configuration correspond au mode de réalisation décrit en relation avec la figure 3.

Batteries modulaires selon l'art antérieur

Exemple 3 selon l'art antérieur

Une première batterie de référence selon l'état de l'art comporte un module comprenant un simple boîtier étanche en matière plastique d'épaisseur 2 mm.

Le module comporte un plateau de cellules Li-ion LFP/C cylindriques de format 26650 et de capacité 3 Ah connectées en série/parallèle par des connectiques métalliques (bus barre en nickel d'une épaisseur de 200 µm). La température maximum des cellules spécifiée par le fabriquant est de 56°C. Le plateau comprend un alignement de 8 cellules constituant une rangée. La distance entre les cellules de la même rangée au sein d'un plateau est fixée à 2 mm. L'ensemble est maintenu par des flasques.

Une distance de 2 cm est laissée sur chaque bord latéral du boîtier. Dans la partie supérieure, un espace de 1 cm environ est ménagé dans ce cas afin de notamment pouvoir positionner les cartes électroniques.

Exemple 4 selon l'art antérieur

Une deuxième batterie de référence selon l'état de l'art comporte également un module comprenant un simple boîtier étanche en matière plastique d'épaisseur 2 mm. Le boîtier comprend en outre un fond muni d'ailettes en aluminium.

Le module comporte deux plateaux superposés de cellules Li-ion LFP/C cylindriques de format 26650 et de capacité 3 Ah connectées en série/parallèle par des connectiques métalliques (bus barre en nickel d'une épaisseur de 200 µm). La température maximum des cellules spécifiée par le fabriquant est de 56°C. Chaque

plateau comprend un alignement de 8 cellules constituant une rangée. La distance entre les cellules d'une même rangée au sein d'un plateau est fixée à 2 mm. La distance entre les plateaux est de 9 mm. L'ensemble est maintenu par des flasques.

Le module est serré entre deux flasques, et une distance de 2 cm est laissée sur chaque bord latéral du boîtier. Dans la partie supérieure, un espace de 1 cm environ est ménagé, afin notamment de pouvoir positionner les cartes électroniques.

Conditions d'usage appliquées

Ces conditions sont appliquées pour les quatre batteries testées par simulation.

L'ensemble du module a une température initiale de 20 °C.

Pour les exemples 2 et 4 : les conditions aux limites extérieures se résument à imposer une isolation thermique sur la face supérieure du module, un coefficient d'échange thermique avec l'air extérieur sur le boitier de 10W/m²/K.

Pour les exemples 1 et 3 : il n'y a pas d'échange avec l'air, les cellules se trouvent dans un environnement adiabatique

Ce module est sollicité électriquement suivant un cycle de charge et décharge, à savoir une recharge de 5 A pendant 10 minutes suivie d'une décharge de 5 A pendant 10 minutes. Le module subit 6 fois ce type de cycle correspondant à une durée de 2 heures au total.

Les figures 6 à 9 montrent les résultats de simulation thermique des différents exemples de batteries. Les dimensions des modules sont données par les axes X et Y en millimètres. Seules les cellules, et le plaques de collecte métalliques le cas échéant, sont représentées sur les figures.

La figure 6 présente le résultat de la montée en température observée après le cycle prédéfini dans la première batterie de référence selon l'art antérieur (exemple 3).

La figure 7 présente le résultat de la montée en température observée après le cycle prédéfini dans la deuxième batterie de référence selon l'art antérieur (exemple 4).

Une échelle de la température est donnée à droite par une variation de niveaux de gris. Dans les figures, l'abscisse représente une distance en mètre selon la direction Y et l'ordonnée représente une distance en mètre selon la direction Z (hauteur de la batterie).

On constate que la température des cellules augmente jusqu'à 55 °C environ, tel qu'indiqué par les traits en pointillé sur l'échelle de température. Cette élévation de température est supérieure à la température maximum spécifiée pour les cellules Li-ion de ces exemples. Ainsi, les batteries selon l'art antérieur telles que décrites ne peuvent pas assurer les deux heures (ici seulement 5680 secondes pour l'exemple 3 et 4) d'usage prévues en toute sécurité.

La figure 8 présente le résultat de la montée en température observée après le cycle prédéfini dans l'exemple 1 de batterie modulaire selon l'invention. La température des cellules après cycle reste homogène autour de 51 °C, tel qu'indiqué par les traits en pointillé sur l'échelle de température, soit 4°C de différence avec les cas de référence selon l'art antérieur. Ainsi, la batterie selon l'invention tel qu'exemplifiée, permet de continuer l'utilisation du module pendant plus de 2 heures (et jusqu'à la fonte totale du matériau à changement de phase).

La figure 9 présente le résultat de la montée en température observée après le cycle prédéfini dans l'exemple 2 de batterie modulaire selon l'invention. On observe une amélioration de la thermique de la batterie comparativement aux résultats illustrés à la figure 7, avec une température des cellules variant entre 51 °C (plateau du bas) et 52°C (plateau du haut), avec une utilisation du module pendant plus de deux heures (et jusqu'à la fonte totale du matériau à changement de phases).

Ainsi, la batterie selon l'invention permet un échauffement global moindre comparativement à une batterie selon l'art antérieur tel qu'exemplifié, ce qui permet par exemple d'accroître la durée de cycle tout en restant en dessous d'une consigne de température maximale.

REVENDICATIONS

1. Batterie électrique modulaire (1000, 1100, 2000, 3000) comportant :
- un ensemble de cellules électrochimiques de stockage et de restitution d'énergie électrique (100, 200) connectées électriquement entre elles, chaque cellule comportant une borne positive et une borne négative, les cellules étant disposées les unes à côté des autres pour former au moins un premier plateau (101, 101, 202) comprenant au moins une première face (101a, 101a, 202a) comportant des moyens de connexion électrique (110, 211) entre les cellules,
- un dispositif de protection et de régulation thermique comprenant au moins un joint en matériau à la fois isolant électrique et conducteur thermique (120, 221) intercalé entre lesdits moyens de connexion électrique (110, 211) de ladite première face et un collecteur thermique comprenant au moins un matériau à changement de phase pré-conditionné (130, 1030, 260),
- un boîtier (140, 240) contenant au moins ledit ensemble de cellules.

2. Batterie selon la revendication 1, dans laquelle le collecteur thermique comprend en outre une première plaque en matériau thermiquement conducteur (1060, 231), ladite première plaque étant intercalée entre ledit joint (120,221) et ledit matériau à changement de phase pré-conditionné (1030, 260).

3. Batterie selon la revendication 1 ou 2, comprenant au moins deux plateaux de cellules (101, 201, 202), disposés l'un face à l'autre par une deuxième face (101b, 201b, 202b), opposée à ladite première face comportant des moyens de connexion, chaque plateau étant muni d'un dispositif de protection et de régulation thermique.

4. Batterie selon la revendication 2, comprenant un deuxième plateau de cellules (201) similaire au premier plateau (202), et disposé face au premier plateau (202) par une deuxième face (201b) opposée à ladite première face (202a, 201a) comportant des moyens de connexion, et dans laquelle :
- le boitier comprend au moins une paroi thermiquement conductrice (242),
- le dispositif de protection et de régulation thermique comprend en outre :
  - un deuxième joint en matériau à la fois isolant électrique et conducteur thermique (220) intercalé entre les moyens de connexion électriques (210) de la première face

(201a) du deuxième plateau (201) et une deuxième plaque en matériau thermiquement conducteur (230), ladite deuxième plaque (230) étant au contact de la paroi thermiquement conductrice (242) du boitier (240), et

- au moins une tige en matériau thermiquement conducteur (250) fixée à ses deux extrémités auxdites première et deuxième plaques (230,231), ladite tige étant insérée entre les cellules (200).

5. Batterie selon la revendication 4, comprenant au moins un plateau intermédiaire (302) disposé entre lesdits premier et deuxième plateaux (202, 201), le dispositif de protection et de régulation thermique comprenant en outre un troisième joint en matériau à la fois isolant électrique et conducteur thermique (322) intercalé entre les moyens de connexion électrique (311) de la première face (302a) du troisième plateau (302) et une troisième plaque en matériau thermiquement conducteur (332), ladite au moins une tige en matériau thermiquement conducteur (250) étant en outre fixée à la troisième plaque (332) du plateau intermédiaire (302).

6. Batterie selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les cellules sont de type Li-ion.

7. Batterie selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ledit matériau à changement de phase pré-conditionné comprend au moins une paraffine.

8. Batterie selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ledit matériau à changement de phase pré-conditionné a une température de fusion Tf comprise entre 0°C et une température maximale d'échauffement autorisé donnée pour les cellules, par exemple une température de fusion Tf comprise entre environ 0°C et environ 60°C.

9. Batterie selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ledit matériau à changement de phase pré-conditionné est un gel, ou un matériau à changement de phase inséré dans un ou plusieurs conteneurs, ou un matériau à changement de phase infiltré dans une matrice poreuse.

10. Batterie selon l'une des revendications 2 à 9, dans laquelle ladite ou lesdites plaques sont formées d'un ou plusieurs matériaux thermiquement conducteur, de préférence du métal et/ou un matériau composite comprenant des charges thermiquement conductrices.

11. Batterie selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ledit joint est sous une forme discontinue et constitué par un ensemble de lamelles, ou sous forme d'un tapis continu.

12. Batterie selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ledit joint est en matière plastique.

13. Batterie selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la paroi thermiquement conductrice du boîtier est en métal, de préférence en aluminium, ou en matériau plastique ou composite comprenant de préférence un ou plusieurs polymères thermoplastiques de type acide polylactique, acrylonitrile-butadiène-styrène, ou nylon.

14. Véhicule électrique ou hybride comprenant une batterie selon l'une des revendications précédentes.

15. Système de stockage stationnaire comprenant une batterie selon l'une des revendications 10 à 13.

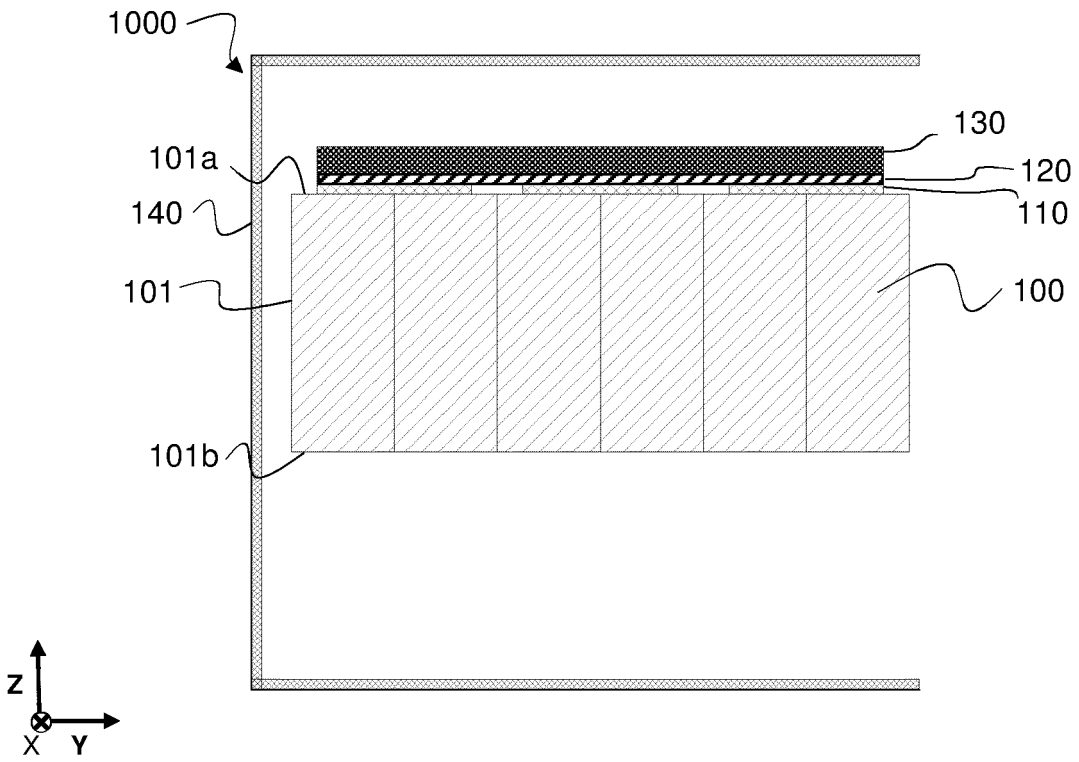

1000
130
101a
120
140
110
101
100
101b
Z
X
Y

FIG. 1

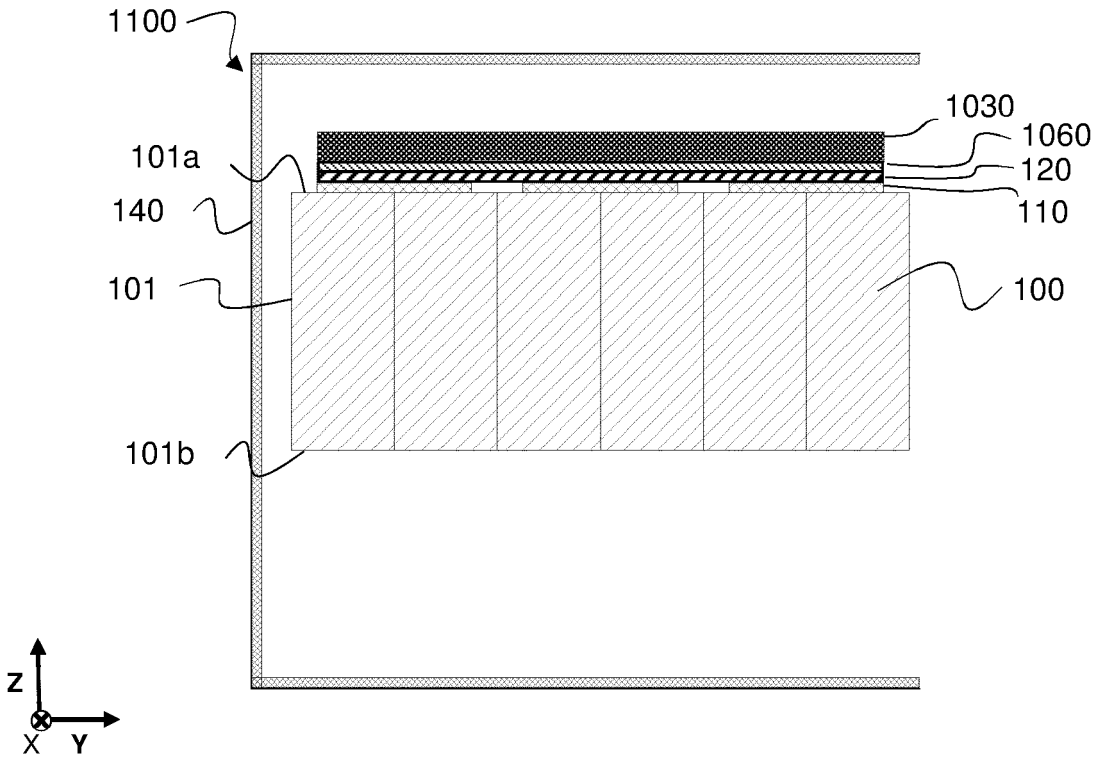

1100
1030
1060
101a
120
140
110
101
100
101b
Z
X
Y

FIG. 2

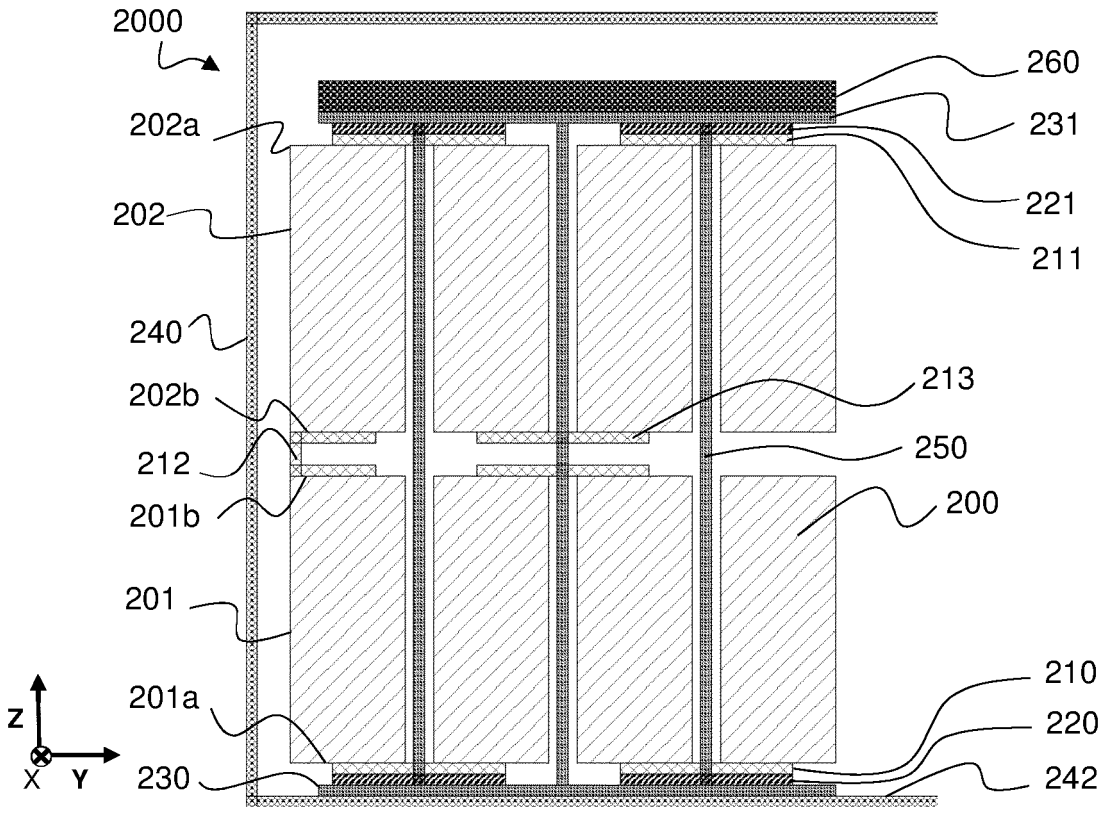

2000
260
202a
231
221
202
211
240
213
202b
250
212
200
201b
201
210
201a
220
230
242
Z
X
Y

FIG. 3

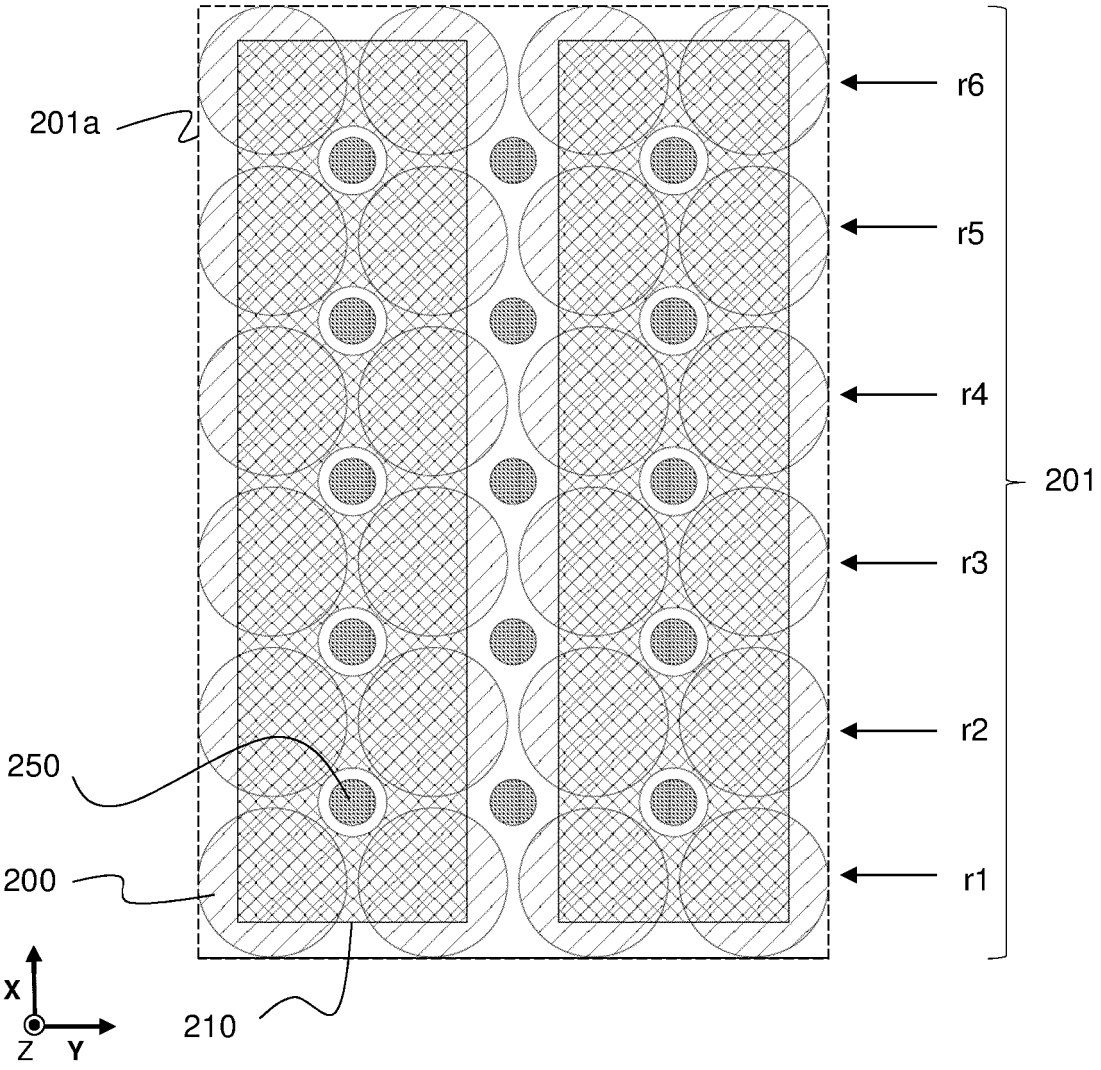


FIG. 4

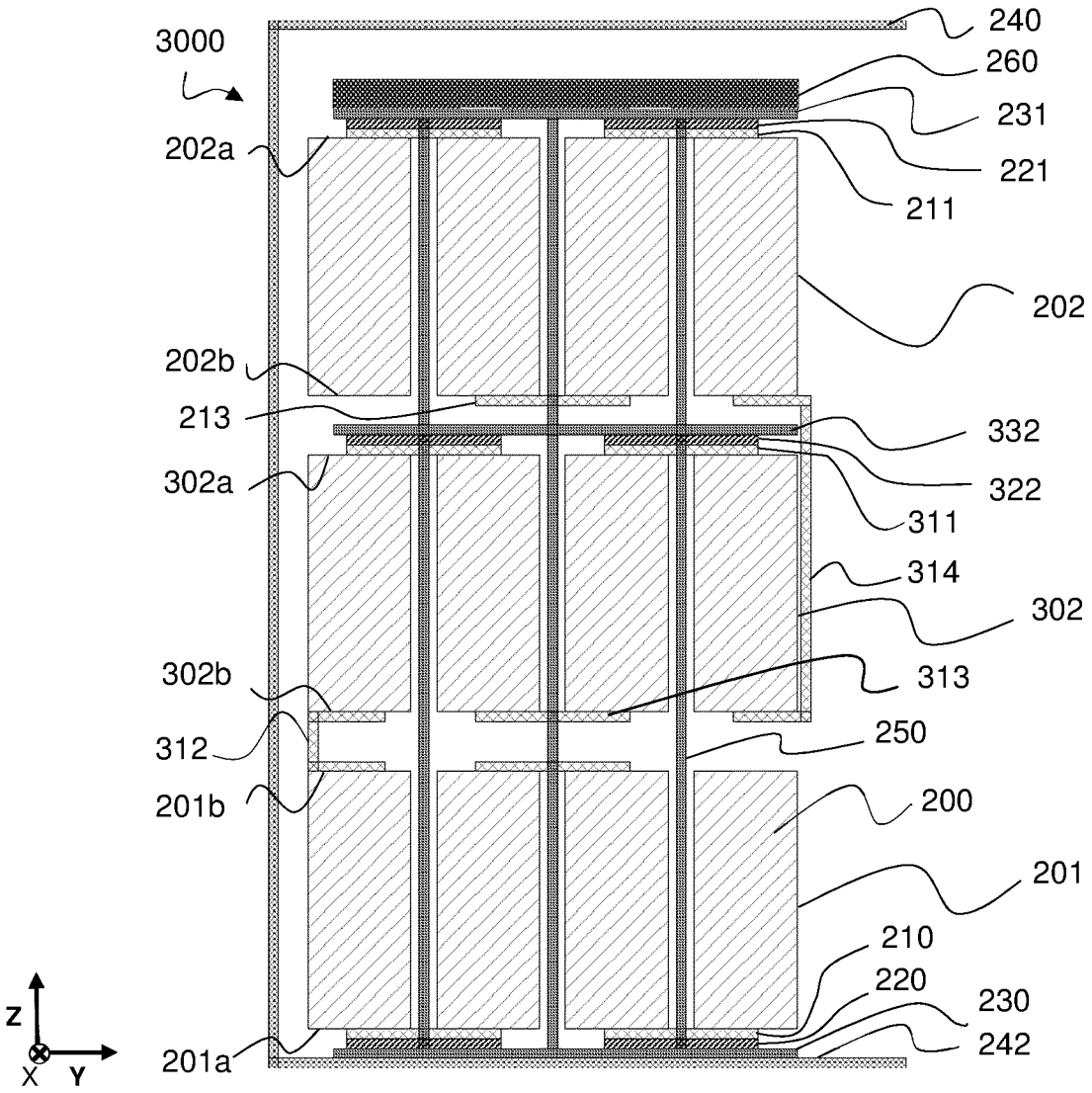

3000
240
260
231
221
211
202a
202
202b
213
332
322
311
302a
314
302
313
302b
312
250
201b
200
201
210
220
230
242
201a
Z
X
Y

FIG. 5

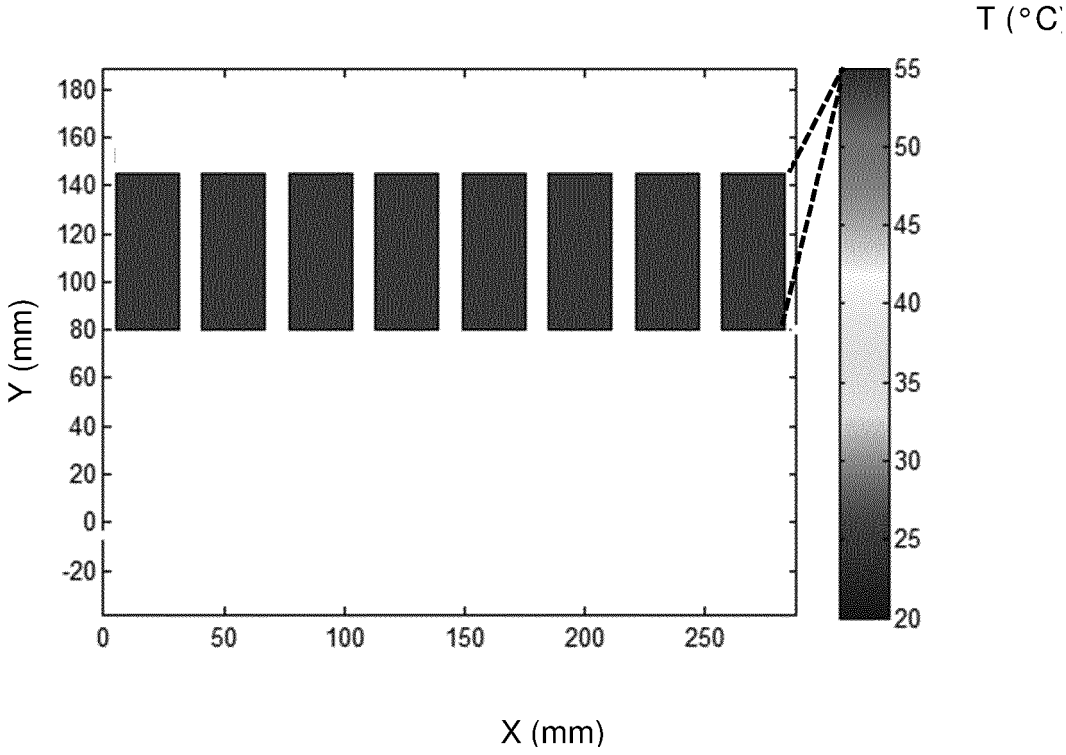


FIG. 6 – ART ANTERIEUR

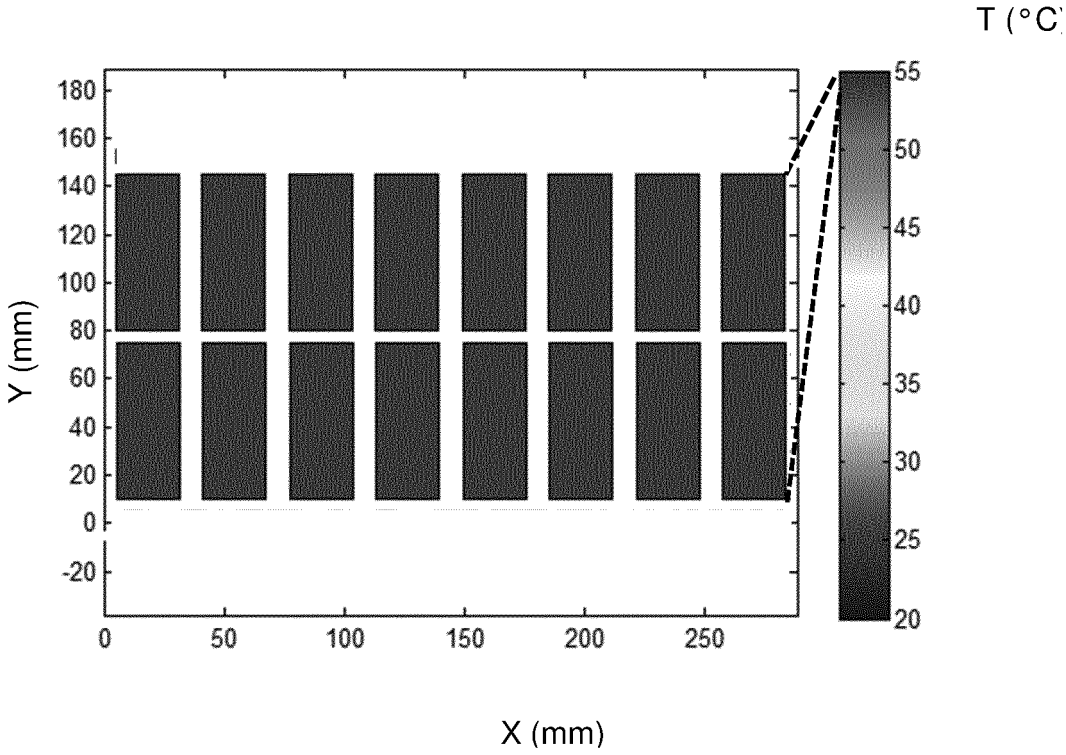


FIG. 7 – ART ANTERIEUR

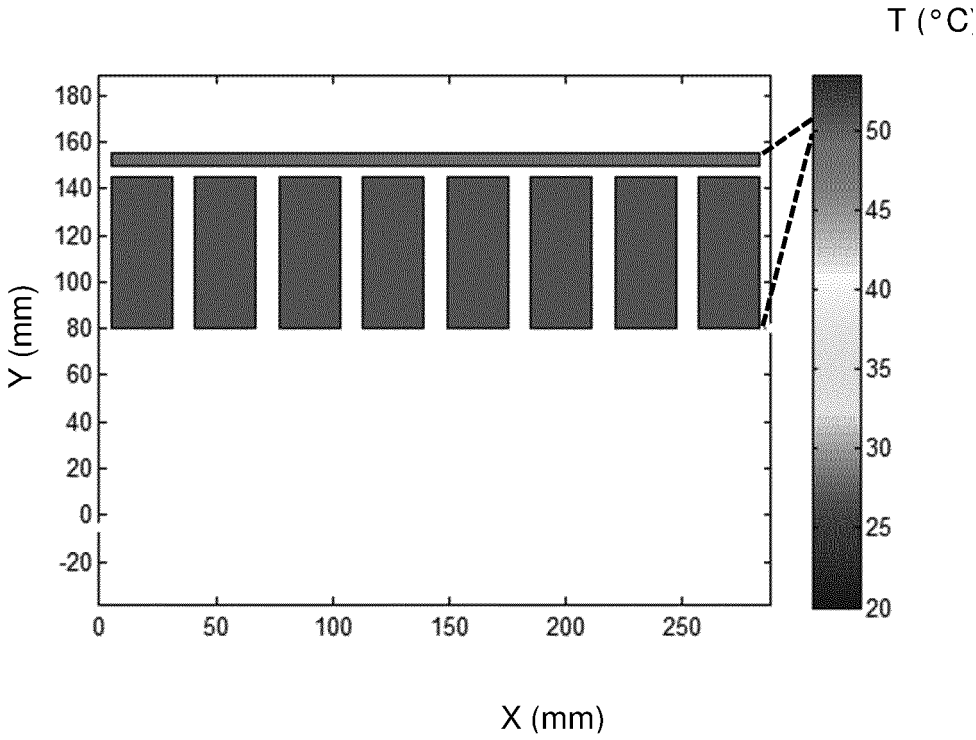

T (°C)
Y (mm)
X (mm)
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
-20
0
50
100
150
200
250
50
45
40
35
30
25
20

FIG. 8

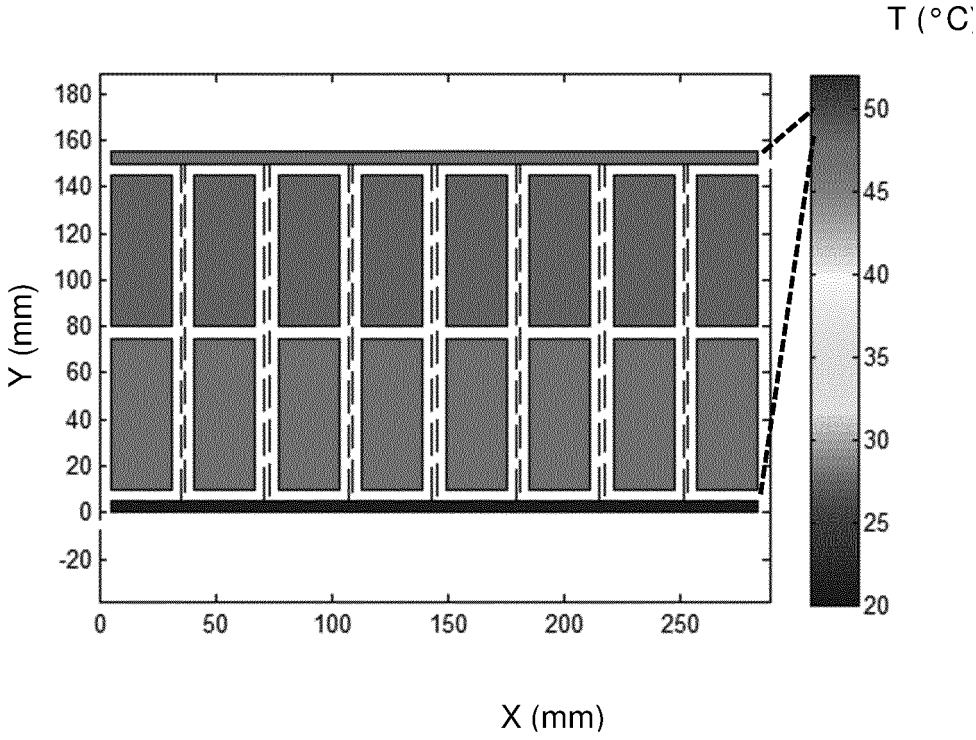

T (°C)
Y (mm)
X (mm)
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
-20
0
50
100
150
200
250
50
45
40
35
30
25
20

FIG. 9

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 800366
FR 1459290

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X Y A	US 2014/242436 A1 (PYZZA JAKE [US] ET AL) 28 août 2014 (2014-08-28) * alinéas [0051] - [0053], [0064], [0066], [0071], [0072] * * figures 2,6 * -----	1,2,6, 11-13 7-10 3-5,14, 15	H01M10/6552 H01M10/0525
X A	US 2011/070474 A1 (LEE JIN KYU [KR] ET AL) 24 mars 2011 (2011-03-24) * alinéas [0004] - [0009], [0011] - [0014], [0030] - [0033], [0050], [0053], [0099] * -----	1,2,6-15 3-5	
X A	US 2011/305935 A1 (YOON JI-HYOUNG [KR]) 15 décembre 2011 (2011-12-15) * abrégé * * alinéas [0004], [0052] - [0056], [0060] - [0063], [0076] - [0078] * * revendications 1-20 * -----	1,2,6-14 3-5	
Y	FR 2 991 106 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 29 novembre 2013 (2013-11-29) * abrégé * * page 4, ligne 25 - page 5, ligne 16 * * revendications 1-11 * -----	7-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01M
A	JP H11 354166 A (SONY TEKTRONIX CORP) 24 décembre 1999 (1999-12-24) * abrégé * * alinéas [0007], [0008], [0012], [0015] - [0017] * -----	1,2,6, 10-14	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
20 mai 2015	Haering, Christian

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1459290 FA 800366

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 20-05-2015
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2014242436 A1	28-08-2014	AUCUN	
US 2011070474 A1	24-03-2011	CN 102356504 A	15-02-2012
		EP 2416438 A2	08-02-2012
		JP 5448116 B2	19-03-2014
		JP 2012523085 A	27-09-2012
		KR 20100109871 A	11-10-2010
		US 2011070474 A1	24-03-2011
		WO 2010114311 A2	07-10-2010
US 2011305935 A1	15-12-2011	KR 101084224 B1	17-11-2011
		US 2011305935 A1	15-12-2011
FR 2991106 A1	29-11-2013	AUCUN	
JP H11354166 A	24-12-1999	AUCUN	

EPO FORM P0465