(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 093 863**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **19 02683**

(51) Int Cl[8] : ***H 01 M 10/60*** *(2019.01), H 01 M 10/613, 10/615, 10/625, 10/635, 10/657*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 15.03.19.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 18.09.20 Bulletin 20/38.

(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) :** *CENTUM ADETEL TRANSPORTATION Société par actions simplifiée (SAS)* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** PERON Benoît.

(73) **Titulaire(s) :** CENTUM ADETEL TRANSPORTATION Société par actions simplifiée (SAS).

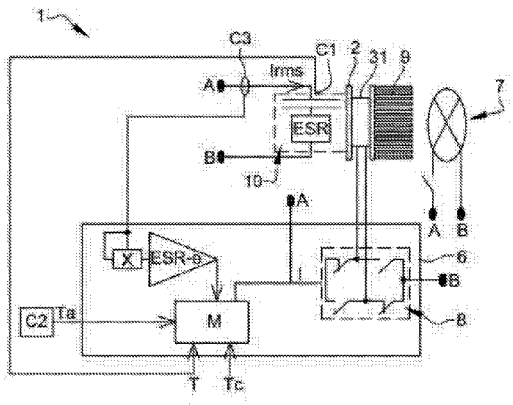
(74) **Mandataire(s) :** Cabinet GERMAIN & MAUREAU.

(54) Batterie et procédé de régulation thermique d'une batterie embarquée sur un véhicule électrique.

(57) Batterie (1) configurée pour alimenter électriquement au moins un actionneur ou pour recevoir de l'énergie électrique d'au moins un actionneur embarqué dans un véhicule autonome électriquement, la batterie comprenant au moins un élément de batterie (10, 11, 12, ..., 20, 21, 22), l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, ..., 20, 21, 22) étant configuré pour stocker ou restituer une énergie électrique, la batterie comprenant également un dispositif thermoélectrique électriquement connecté à l'au moins un élément de batterie, le dispositif thermoélectrique comprenant : - une première partie thermoconductrice (2) placée au contact de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, ..., 20, 21, 22), - au moins une cellule thermoélectrique (31, 32), placée au contact de la partie thermoconductrice (2), l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32) étant configurée pour produire une première puissance thermique positive ou négative en fonction d'une première intensité électrique (I) traversant l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32), la première intensité électrique (I) étant fournie par l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, ..., 20, 21, 22) - une deuxième partie thermoconductrice (9) placée au contact de l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32) et configurée pour dissiper une deuxième puissance thermique générée par l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, ..., 20, 21, 22).

- au moins un premier capteur (C1) configuré pour mesurer une température (T) de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, ..., 20, 21, 22), - un module de régulation (6), l'au moins un premier capteur (C1) étant couplé au module de régulation (6), le module de régulation (6) étant configuré pour contrôler la première intensité électrique (I) en fonction d'une température cible (Tc) de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, ..., 20, 21, 22), de sorte qu'un écart entre la température (T) mesurée par l'au moins un premier capteur (C1) et la température cible (Tc) reste inférieur à un seuil prédéterminé.

Figure 1



FR 3 093 863 - A1

Description

Titre de l'invention : Batterie et procédé de régulation thermique d'une batterie embarquée sur un véhicule électrique

[0001] La présente invention concerne un dispositif et un procédé de régulation thermique d'une batterie, en particulier une batterie pour véhicule, en particulier pour véhicule de transport collectif.

[0002] Il est connu de refroidir et ou de réchauffer une batterie à l'aide d'un fluide circulant à l'intérieur d'une conduite, dont une portion serpente au contact d'une plaque thermoconductrice pour respectivement réchauffer ou refroidir celle-ci, la plaque thermoconductrice étant au contact de la batterie, et le fluide ayant été respectivement réchauffé par une résistance électrique, ou refroidi par des cycles successifs de changement de phase au passage à travers un compresseur et un détendeur. Une pompe motorisée est nécessaire pour assurer la circulation du fluide. Ces dispositifs connus présentent notamment l'inconvénient d'être consommateurs d'énergie électrique, encombrants, bruyants, et peu fiable du fait des nombreuses parties mécaniques mobiles présentes dans le compresseur et la pompe, ces parties mobiles étant à l'origine de vibrations et d'usure mécaniques. En outre tous les fluides utilisés dans ces dispositifs sont ou seront bientôt interdits d'utilisation par la réglementation, pour des raisons liées à la protection de l'environnement.

[0003] L'invention a donc pour but de proposer une solution à tout ou partie de ces problèmes.

[0004] A cet effet, la présente invention concerne une batterie configurée pour alimenter électriquement au moins un actionneur ou pour recevoir de l'énergie électrique d'au moins un actionneur embarqué dans un véhicule autonome électriquement, la batterie comprenant au moins un élément de batterie, l'au moins un élément de batterie étant configuré pour stocker ou restituer une énergie électrique, la batterie comprenant également un dispositif thermoélectrique électriquement connecté à l'au moins un élément de batterie, le dispositif thermoélectrique comprenant :

- une première partie thermoconductrice placée au contact de l'au moins un élément de batterie,
- au moins une cellule thermoélectrique, placée au contact de la partie thermoconductrice, l'au moins une cellule thermoélectrique étant configurée pour produire une première puissance thermique positive ou négative en fonction d'une première intensité électrique traversant l'au moins une cellule thermoélectrique, la première intensité électrique étant fournie par l'au moins un élément de batterie
- une deuxième partie thermoconductrice placée au contact de l'au moins une cellule

thermoélectrique et configurée pour dissiper une deuxième puissance thermique générée par l'au moins un élément de batterie.

[0005] - au moins un premier capteur configuré pour mesurer une température de l'au moins un élément de batterie,

- un module de régulation, l'au moins un premier capteur étant couplé au module de régulation, le module de régulation étant configuré pour contrôler la première intensité électrique en fonction d'une température cible de l'au moins un élément de batterie, de sorte qu'un écart entre la température mesurée par l'au moins un premier capteur et la température cible reste inférieur à un seuil prédéterminé.

[0006] Selon ces dispositions la température de la batterie est maintenue à une température proche de la température cible, sans utilisation de fluide calorique interdit par la réglementation, sans risque de fuites de ce fluide. En outre le dispositif de régulation thermique est moins encombrant, plus simple et plus robuste que les dispositifs classiques basés sur une circulation d'un fluide calorique.

[0007] Selon un mode de réalisation, l'invention comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, seules ou selon toute combinaison techniquement compatible.

[0008] Selon un mode de réalisation, la température cible est comprise entre 5 degrés et 35 degrés Celsius, lorsque la température ambiante à l'extérieur de la batterie est comprise entre -25 degrés et +55 degrés Celsius.

[0009] Selon un mode de réalisation, l'au moins un élément de batterie comprend du Lithium et du Titanate Oxyde (LTO), ou du Nickel et du Manganèse Cobalt (NMC), ou du Lithium et du Fer Phosphate (LFP), ou du Lithium et du Soufre (LiS).

[0010] Selon un mode de réalisation, l'au moins un actionneur comprend un moteur électrique.

[0011] Selon un mode de réalisation, la cellule thermoélectrique est une cellule Peltier, comprenant une jonction entre une jonction N et une jonction P.

[0012] Selon un mode de réalisation, la jonction comprend du Bismuth (Bi) associé à de l'Antimoine (Sb) pour la jonction N et du Tellure (Te) associé au Sélénium (Se) pour la jonction P, notamment pour des températures de fonctionnement possibles de la jonction comprises entre 200°Kelvin et 450°Kelvin.

[0013] Selon un mode de réalisation, la jonction comprend également des composés de Tellure (Te), d'Argent (Ag), de Germanium (Ge), de Sélénium (Se), de Plomb (Pb), d'Etain (Sn) et de Silicium (Si) pour améliorer les performances de l'effet thermoélectrique par dopage.

[0014] Selon un mode de réalisation, le module de régulation comprend un commutateur configuré pour inverser l'intensité traversant l'au moins une cellule thermoélectrique de manière à commander respectivement une production de chaleur ou de froid au niveau de la cellule thermoélectrique.

[0015] Selon un mode de réalisation, la deuxième partie thermoconductrice comprend un ventilateur électriquement connecté à l'au moins un élément de batterie, le ventilateur étant configuré, pour faire circuler un flux d'air au contact de la deuxième partie thermoconductrice, le flux d'air étant fonction de la puissance thermique à dissiper, la puissance thermique à dissiper étant estimée sur la base du modèle thermoélectrique de la batterie.

[0016] Selon ces dispositions, l'évacuation de la chaleur est plus efficace, et l'autonomie de la batterie est optimisée par rapport à un dispositif de refroidissement et de chauffe classique.

[0017] Selon un mode de réalisation, le dispositif thermoélectrique comprend en outre :

[0018] - un deuxième capteur configuré pour mesurer une température ambiante à l'extérieur de l'au moins un élément de batterie,

- au moins un troisième capteur configuré pour mesurer une deuxième intensité électrique traversant l'au moins un élément de batterie

[0019] et le deuxième et l'au moins un troisième capteurs sont couplés au module de régulation, le module de régulation étant configuré pour déterminer la première intensité électrique en fonction de la température cible, de la température ambiante mesurée par le deuxième capteur, et de la deuxième intensité mesurée par l'au moins un troisième capteur, sur la base d'un modèle thermoélectrique de la batterie, ledit modèle thermoélectrique de la batterie comprenant un modèle de l'au moins un élément de batterie.

[0020] Selon ces dispositions, la température des éléments de batterie est ramenée dans un intervalle de température prédéterminé autour de température cible selon un processus de convergence économe en énergie électrique, qui améliore donc l'autonomie de la batterie.

[0021] Selon ces dispositions, est évité « un pompage de l'automatisme de régulation, qui serait à l'origine d'une convergence vers la température cible peu efficace, générant des écarts successifs de température autour de la température cible, qui réduirait la durée de vie de la batterie et qui serait excessivement consommateur d'énergie électrique.

[0022] Selon un mode de réalisation, le module de régulation est configuré pour :

- estimer une température estimée de l'au moins un élément de batterie à partir du modèle thermoélectrique de la batterie,

[0023] - calculer un écart entre la température estimée et une température mesurée sur l'au moins un élément de batterie,

[0024] - si l'écart est supérieur à un seuil déterminé, actualiser le modèle thermoélectrique de la batterie en estimant une valeur d'au moins un paramètre du modèle thermoélectrique de la batterie en fonction de la température mesurée par l'au moins un premier capteur.

[0025] Selon un mode de réalisation, l'au moins un paramètre comprend une résistance interne de l'au moins un élément de batterie.

[0026] Selon ces dispositions le modèle thermoélectrique de la batterie est recalé et actualisé lorsque cela est nécessaire.

[0027] Selon un mode de réalisation, le véhicule est un véhicule de transport collectif, de préférence ferroviaire.

[0028] Selon un aspect, l'invention concerne un assemblage de batteries comprenant une première batterie selon l'un des modes de réalisation précédemment décrit et une deuxième batterie selon l'un des modes de réalisation précédemment décrit, la deuxième partie thermoconductrice de la première batterie étant au contact de l'au moins une cellule thermoélectrique de la deuxième batterie et étant configurée pour absorber et évacuer la chaleur produite par l'au moins un élément de batterie de la deuxième batterie, de sorte que la première et la deuxième batterie ont en commun la même deuxième partie thermoconductrice.

[0029] Ces dispositions permettent d'obtenir une meilleure compacité de l'assemblage des batteries, toutes choses égales par ailleurs, et notamment à performance identique.

[0030] Selon un mode de réalisation, l'invention comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, seules ou selon toute combinaison techniquement compatible.

[0031] Selon un mode de réalisation, une pluralité d'assemblage de batterie sont juxtaposées les unes à côté des autres,

[0032] Selon ce mode de réalisation, une pluralité de batterie selon l'un des mode de réalisation précédents sont assemblées par paire selon le mode de réalisation de l'assemblage précédemment décrit, et les paires sont juxtaposées les unes à côté des autres, les deuxièmes partie thermoconductrice communes à chaque paire de batterie étant alignées pour former un unique canal pour le passage du flux d'air forcé.

[0033] Selon ces dispositions la compacité de l'assemblage est encore améliorée

[0034] Selon un autre aspect, l'invention concerne également un procédé de régulation thermique d'une batterie configurée pour alimenter électriquement au moins un actionneur ou pour recevoir de l'énergie électrique d'au moins un actionneur embarqué dans un véhicule autonome électriquement, la batterie comprenant :

[0035] - au moins un élément de batterie, l'au moins un élément de batterie étant configuré pour stocker ou restituer une énergie électrique,

[0036] - un dispositif thermoélectrique électriquement connecté à l'au moins un élément de batterie, le dispositif thermoélectrique comprenant:

[0037] - une première partie thermoconductrice placée au contact de l'au moins un élément de batterie,

[0038] - au moins une cellule thermoélectrique, placée au contact de la partie thermoconductrice, l'au moins une cellule thermoélectrique étant configurée pour produire une

première puissance thermique positive ou négative en fonction d'une première intensité électrique traversant l'au moins une cellule thermoélectrique, la première intensité électrique étant fournie par l'élément de batterie,

[0039] - une deuxième partie thermoconductrice placée au contact de l'au moins une cellule thermoélectrique et configurée pour dissiper une deuxième puissance thermique générée par l'au moins un élément de batterie,

[0040] - au moins un premier capteur configuré pour mesurer une température de l'au moins un élément de batterie,

[0041] - un module de régulation, l'au moins un premier capteur étant couplé au module de régulation, le module de régulation étant configuré pour contrôler la première intensité électrique en fonction d'une température cible de l'au moins un élément de batterie,

[0042] le procédé comprenant les étapes suivantes mises en œuvre par le module de régulation:

[0043] - commander une mesure de la température ambiante;

[0044] - déterminer la première intensité en fonction de la température de consigne, et de la température ambiante, pour qu'un écart entre la température mesurée par l'au moins un premier capteur et la température cible reste inférieur à un seuil prédéterminé.

[0045] Selon un mode de mise en oeuvre, le procédé comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, seules ou selon toute combinaison techniquement compatible.

[0046] Selon un mode de mise en œuvre du procédé, le dispositif thermoélectrique comprend en outre :

[0047] - un deuxième capteur configuré pour mesurer une température ambiante à l'extérieur de l'au moins un élément de batterie,

[0048] - au moins un troisième capteur configuré pour mesurer une deuxième intensité électrique traversant l'au moins un élément de batterie,

[0049] et dans lequel le deuxième et l'au moins un troisième capteurs sont couplés au module de régulation,

[0050] le procédé comprenant en outre une étape de commande d'une mesure de la deuxième intensité,

[0051] et dans l'étape de détermination de la première intensité, la première intensité est fonction de la température de consigne, de la température ambiante et de la deuxième intensité, sur la base d'un modèle thermoélectrique de la batterie, le modèle thermoélectrique de la batterie comprenant un modèle de l'au moins une batterie;

[0052] Selon un mode de mise en œuvre du procédé, le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- commander une mesure d'une température de l'au moins un élément de batterie,

[0053] - estimer une température estimée de l'au moins un élément de batterie à partir du modèle thermoélectrique de la batterie,

[0054] - calculer un écart entre la température estimée et la température mesurée de l'au moins un élément de batterie,

[0055] - si l'écart est supérieur à un seuil déterminé, actualiser le modèle thermoélectrique de la batterie en estimant une valeur d'au moins un paramètre du modèle thermo-électrique de la batterie en fonction de la température mesurée.

[0056] Selon un mode de mise en oeuvre, l'au moins un paramètre comprend une résistance interne de l'au moins un élément de batterie.

[0057] Selon ces dispositions le modèle thermoélectrique de la batterie est recalé et actualisé lorsque cela est nécessaire.

[0058] Pour sa bonne compréhension, un mode de réalisation et/ou de mise en oeuvre de l'invention est décrit en référence aux dessins ci-annexés représentant, à titre d'exemple non limitatif, une forme de réalisation ou de mise en œuvre respectivement d'un dispositif et/ou d'un procédé selon l'invention. Les mêmes références sur les dessins désignent des éléments similaires ou des éléments dont les fonctions sont similaires.

[0059] [fig.1]
est une vue simplifiée d'une batterie selon l'invention

[0060] [fig.2]
est une vue en perspective d'une batterie selon l'invention

[0061] [fig.3]
est une vue en perspective d'une batterie selon l'invention

[0062] [fig.4]
est organigramme simplifié d'un procédé selon l'invention

[0063] Pour répondre au besoin de puissance électrique des véhicules électrique, une batterie 1 est embarquée sur le véhicule pour assurer le stockage et la restitution d'une énergie électrique, qui est consommée par un ou plusieurs actionneurs, mus par au moins un moteur électrique, et configurés pour entraîner les roues motrices du véhicule, et/ou d'autres accessoires du véhicule. Cette énergie électrique stockée dans la batterie est produite par des dispositifs de chargement électrique externe au véhicule, ou par la transformation à bord du véhicule d'une énergie mécanique en énergie électrique.

[0064] Comme cela est illustré sur la figure 2, une batterie 1 embarquée sur un véhicule, comprend en général un assemblage d'éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 ; la figure 2 présente un exemple de batterie comprenant 12 éléments de batterie, mais l'homme du métier comprendra que ce nombre n'est pas limitatif, et que le nombre d'élément de batterie peut être quelconque. Chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 peut comprendre du Lithium et du Titanate Oxyde (LTO), ou du Nickel et du Manganèse Cobalt (NMC), ou du Lithium et du Fer Phosphate (LFP), ou du Lithium et du Soufre (LiS).

[0065] Les éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 d'une batterie peuvent être connectés électriquement en série ou en parallèle, de manière à fournir respectivement une intensité électrique ou une tension électrique correspondant au cumul respectivement des intensités électriques ou des tensions électriques fournies instantanément par chaque d'élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22.

[0066] Chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 de la batterie 1 stocke l'énergie électrique qu'il reçoit au cours des périodes de charge électrique, et restitue l'énergie électrique stockée, au cours des périodes de décharge électrique. Au cours de ces périodes de charge et de décharge chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 de la batterie 1 est traversée par un courant électrique Irms qui est à l'origine d'une énergie thermique perdue et dégagée par l'élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 ; la puissance thermique, i.e. l'énergie thermique, par unité de temps, produite ainsi par chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 s'exprime en fonction d'une résistance interne ESR de l'élément de batterie considéré.

[0067] Cette puissance thermique dégagée par chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 de la batterie 1 doit être dissipée afin d'éviter un phénomène d'échauffement excessif nuisible au bon fonctionnement de la batterie 1 dans son ensemble. Inversement lorsque la température ambiante Ta à l'extérieur de la batterie 1 est très basse, le fonctionnement des éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 n'est plus optimal, et il est nécessaire de réchauffer les éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 pour les ramener dans un domaine de température approprié pour un fonctionnement nominal des éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22. A titre d'exemple, un domaine de température approprié peut être compris entre 5 degrés et 35 degrés, alors que la température ambiante peut varier entre -25 degrés et 55 degrés.

[0068] A cet effet une ou plusieurs cellules thermoélectriques 31, 32 sont placées au contact d'une première partie thermoconductrice 2 et d'une deuxième partie thermoconductrice 9, la première partie thermoconductrice 2 étant placée au contact des éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22, et configurée pour favoriser les échanges thermiques entre d'un côté les éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22, et de l'autre côté la ou les cellules thermoélectriques 31, 32. La deuxième partie thermoconductrice 9 est placée au contact de la ou des cellules thermoélectriques 31, 32, de préférence d'un autre côté de la ou des cellules thermoélectriques 31, 32 par rapport au plan de contact entre la ou les cellules thermoélectriques 31, 32 et les éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 ; la deuxième partie thermoconductrice 9 a pour fonction de dissiper la puissance thermique générée par les éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22.

[0069] La première partie thermoconductrice 2 est réalisée dans un des matériaux thermoconducteurs, bien connus de l'homme du métier.

[0070] La deuxième partie thermoconductrice 9 est également réalisée dans un des matériaux thermoconducteurs, bien connus de l'homme du métier ; la deuxième partie thermoconductrice 9 peut de surcroît comprendre des ailettes pour favoriser la dissipation de la puissance thermique ; la deuxième partie thermoconductrice 9 peut en outre comprendre un ventilateur configuré pour créer un flux d'air 7 forcé pour encore améliorer la dissipation thermique recherchée.

[0071] La ou les cellules thermoélectriques 31, 32 placées entre les et au contact des deux parties thermoconductrices 2, 9 sont de préférence des cellules Peltier ; chaque cellule Peltier est formée par une jonction entre une jonction N et une jonction P.

[0072] La jonction peut comprendre du Bismuth (Bi) associé à de l'Antimoine (Sb) pour la jonction N et du Tellure (Te) associé au Sélénium (Se) pour la jonction P, notamment pour des températures de fonctionnement possibles de la jonction comprises entre 200°Kelvin et 450°Kelvin.

[0073] La jonction peut comprendre également des composés de Tellure (Te), d'Argent (Ag), de Germanium (Ge), de Sélénium (Se), de Plomb (Pb), de l'Etain (Sn), ou de Silicium (Si) pour améliorer les performances de l'effet thermoélectrique par dopage.

[0074] Lorsqu'elle est traversée par un courant électrique, la jonction produit une énergie thermique positive ou négative, i.e. produit une quantité de chaleur ou de froid, en fonction de l'intensité I du courant qui traverse la jonction de la cellule Peltier.

[0075] Selon un mode de réalisation, les deux matériaux qui composent la jonction sont par exemple le Lithium et le Titanate Oxyde (LTO), ou le Nickel et le Manganèse Cobalt (NMC), ou le Lithium et le Soufre (LiS), ou le Bismuth et le Sélénium (BiSe).

[0076] L'intensité I du courant électrique qui traverse la jonction de chaque cellule thermoélectrique 31, 32 est contrôlée par un module de régulation électronique 6.

[0077] Le module de régulation 6 comprend un commutateur 8 configuré pour inverser l'intensité I traversant la ou les cellules thermoélectriques 31, 32 de manière à commander respectivement une production de chaleur ou de froid, i.e. une génération d'énergie thermique positive ou négative, au niveau de la cellule thermoélectrique 31, 32 traversée par le courant électrique d'intensité I.

[0078] Le module de régulation électronique 6 est connecté à un ou plusieurs capteurs C1 configurés pour mesurer une température représentative de la température interne de chacun des éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 de la batterie 1. Par exemple, un capteur de température C1 sera placé sur chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22, par exemple au niveau d'une connexion électrique présentant une faible résistance thermique de façon à ce que la température mesurée à cet endroit soit représentative de la température interne de l'élément de batterie considéré 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22.

[0079] Le module de régulation électronique 6 est également connecté à un capteur de tem-

pérature C2 configuré pour mesurer la température ambiante Ta l'extérieur de la batterie 1.

[0080] Le module de régulation électronique 6 est également connecté à un ou plusieurs capteurs C3, chaque capteur C3 étant configuré pour mesurer l'intensité électrique Irms du courant électrique traversant chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22.

[0081] Ainsi selon un premier mode de réalisation, le module de régulation électronique 6 est configuré pour déterminer 102, et contrôler en conséquence, l'intensité I du courant électrique injectée dans la ou les cellules thermoélectriques 31, 32 en fonction de la température ambiante Ta mesurée à l'extérieur de la batterie et d'une température cible Tc de façon à ramener la température T de chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 à l'intérieur d'un intervalle de température approprié autour de la température cible.

[0082] L'intensité I du courant électrique injecté dans la ou les cellules thermoélectrique 31, 32 est prélevée que l'énergie électrique fourni par un ou plusieurs des éléments de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 de la batterie 1. Aussi, pour optimiser l'autonomie de la batterie 1, il convient de réguler efficacement la température de celle-ci, en évitant notamment un pompage de l'automatisme de régulation qui serait à l'origine d'une convergence vers la température cible peu efficace, générant des écarts successifs de température autour de la température cible, qui serait excessivement consommateur d'énergie électrique. Ainsi selon un deuxième mode de réalisation, le module de régulation électronique 6 est configuré pour déterminer 102, et contrôler en conséquence, l'intensité I du courant électrique injectée dans la ou les cellules thermoélectriques 31, 32 en fonction non seulement de la température ambiante Ta et d'une température de consigne Tc, mais également de l'intensité Irms du courant traversant chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22, sur la base d'un modèle thermoélectrique M de la batterie 1 ; le modèle M de la batterie 1 comprend un modèle de chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22. Un modèle thermoélectrique M de la batterie 1 comprenant un modèle de chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 est connu de l'homme du métier, et est ainsi implémenté dans le module de régulation 6 de façon à ce que, ayant reçu en données d'entrée la température ambiante Ta, la température de consigne Tc, et l'intensité Irsm de chaque élément de batterie, le module de régulation 6 calcule l'intensité électrique I pour que la température T de chaque élément de batterie 10, 11, 12, ..., 20, 21, 22 soit ramené à l'intérieur d'un intervalle de température approprié autour de la température cible, selon un processus de convergence économe en énergie électrique, qui améliore donc l'autonomie de la batterie 1, en comparaison du premier mode de réalisation.

[0083] Selon un mode de réalisation, le flux d'air 7 créé par le ventilateur de la deuxième

partie thermoconductrice 9 est fonction de la puissance thermique à dissiper, la puissance thermique à dissiper étant estimée par le module de régulation électronique 6 sur la base du modèle thermoélectrique M de la batterie 1. Selon ces dispositions, l'évacuation de la chaleur est rendue plus efficace, et l'autonomie de la batterie est encore améliorée.

[0084] L'amélioration de l'autonomie de la batterie est obtenue avec le mode de réalisation de la batterie 1 décrit précédemment, sous réserve que le modèle thermoélectrique M de la batterie 1 soit adapté. Ainsi, selon un mode de réalisation complémentaire, il sera possible de configuré le module de régulation 6 pour vérifier que le modèle thermoélectrique M de la batterie 1 est bien adapté, en comparant une estimation de la température T d'un élément de batterie 10, 11, 12, …, 20, 21, 22, estimée à partir du modèle thermoélectrique M de la batterie 1, avec la température T' mesurée par le capteur C1 configuré pour mesurer la température T de l'élément de batterie considéré 10, 11, 12, …, 20, 21, 22. Si l'écart entre la température T estimée selon le modèle M et la température T' mesurée est supérieur à un seuil prédéterminé, alors le module de régulation électronique 6 est configuré pour ajuster la valeur d'un paramètre du modèle thermoélectrique M de la batterie 1, en fonction de la valeur de température T' mesurée. Le paramètre ajusté pet par exemple être la résistance interne ESR-e d'un des éléments de batterie 10, 11, 12, …, 20, 21, 22 de la batterie 1. Selon ces dispositions le modèle thermoélectrique de la batterie est recalé et actualisé lorsque cela est nécessaire.

[0085] Selon un aspect, l'invention concerne un assemblage de batteries comprenant une première batterie et une deuxième batterie selon l'un des mode de réalisation décrit précédemment, la deuxième partie thermoconductrice 9 de la première batterie étant au contact de la ou des cellules thermoélectriques 31, 32 de la deuxième batterie et étant configurée pour absorber et évacuer la chaleur produite par l'au moins un élément de batterie 10, 11, 12, …., 20, 21, 22 de la deuxième batterie, de sorte que la première et la deuxième batterie ont en commun la même deuxième partie thermoconductrice 9. La figure 3 présente de manière schématique un exemple de deuxième partie thermoconductrice 9 commune à une première batterie, non représentée, qui serait d'un côté, et une deuxième batterie, non représentée qui serait d'un autre côté de cette deuxième partie thermoconductrice 9.

[0086] Ces dispositions permettent d'obtenir une meilleure compacité de l'assemblage des batteries, toutes choses égales par ailleurs, et notamment à performance identique.

[0087] Selon un mode de réalisation, une pluralité de batterie selon l'un des mode de réalisation précédents sont assemblées par paire selon le mode de réalisation de l'assemblage précédemment décrit, et les paires sont juxtaposées les unes à côté des autres, les deuxièmes partie thermoconductrice communes à chaque paire de batterie

étant alignées pour former un unique canal pour le passage du flux d'air forcé.

[0088] Selon ces dispositions la compacité de l'assemblage est encore améliorée.

[0089] Selon un aspect, l'invention concerne un procédé 100 de régulation thermique d'une batterie selon l'un des modes de réalisation décrit précédemment. Le procédé 100 selon l'invention va maintenant être décrit brièvement en référence à la figure 4 qui est un organigramme simplifié des étapes dudit procédé.

[0090] Selon un premier mode de mise en œuvre, le procédé 100 comprend les étapes suivantes mise en œuvre par le module de régulation 6:

- commander 101 une mesure la température ambiante Ta ;
- déterminer 102 l'intensité I du courant traversant la ou les cellules thermoélectrique 31, 32, en fonction de la température de consigne Tc, et de la température ambiante Ta, pour qu'un écart entre la température T mesurée et la température cible Tc soit inférieur à un seuil prédéterminé.

[0091] Selon un deuxième mode de mise en œuvre, le procédé 100 comprend en outre une étape de commande 103 d'une mesure de la deuxième intensité Irms ,

et la détermination 102 de la première intensité I est fonction de la température de consigne Tc, de la température ambiante Ta et de la deuxième intensité Irms, sur la base d'un modèle thermoélectrique M de la batterie 1, le modèle thermoélectrique M de la batterie 1 comprenant un modèle de l'au moins une batterie 10, 11, 12, …., 20, 21, 22;

[0092] Selon un troisième mode de mise en œuvre, le procédé 100 comprend en outre les étapes suivantes :

- commander 104 une mesure une température T de l'au moins un élément de batterie 10, 11, 12, …., 20, 21, 22,
- estimer 105 une température estimée de l'au moins un élément de batterie 10, 11, 12, …., 20, 21, 22 à partir du modèle thermoélectrique M de la batterie 1
- calculer 106 un écart entre la température estimée et la température mesurée T de l'au moins un élément de batterie 10, 11, 12, …., 20, 21, 22,
- si l'écart est supérieur à un seuil déterminé, actualiser 107 le modèle thermo-électrique M de la batterie 1 en estimant une valeur d'au moins un paramètre du modèle thermoélectrique M de la batterie 1 en fonction de la température T mesurée.

Revendications

[Revendication 1] Batterie (1) configurée pour alimenter électriquement au moins un actionneur ou pour recevoir de l'énergie électrique d'au moins un actionneur embarqué dans un véhicule autonome électriquement, la batterie comprenant au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22), l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22) étant configuré pour stocker ou restituer une énergie électrique, la batterie comprenant également un dispositif thermoélectrique électriquement connecté à l'au moins un élément de batterie, le dispositif thermoélectrique comprenant :

- une première partie thermoconductrice (2) placée au contact de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
- au moins une cellule thermoélectrique (31, 32), placée au contact de la partie thermoconductrice (2), l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32) étant configurée pour produire une première puissance thermique positive ou négative en fonction d'une première intensité électrique (I) traversant l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32), la première intensité électrique (I) étant fournie par l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22)
- une deuxième partie thermoconductrice (9) placée au contact de l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32) et configurée pour dissiper une deuxième puissance thermique générée par l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22).
- au moins un premier capteur (C1) configuré pour mesurer une température (T) de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
- un module de régulation (6), l'au moins un premier capteur (C1) étant couplé au module de régulation (6), le module de régulation (6) étant configuré pour contrôler la première intensité électrique (I) en fonction d'une température cible (Tc) de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22), de sorte qu'un écart entre la température (T) mesurée par l'au moins un premier capteur (C1) et la température cible (Tc) reste inférieur à un seuil prédéterminé.

[Revendication 2] Batterie (1) selon la revendication 1, dans laquelle le dispositif thermoélectrique comprend en outre :

- un deuxième capteur (C2) configuré pour mesurer une température ambiante (Ta) à l'extérieur de l'au moins un élément de batterie (10, 11,

12, …., 20, 21, 22),
- au moins un troisième capteur (C3) configuré pour mesurer une deuxième intensité électrique (Irms) traversant l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
et dans lequel le deuxième (C2) et l'au moins un troisième (C3) capteurs sont couplés au module de régulation (6), le module de régulation (6) étant configuré pour déterminer la première intensité électrique (I) en fonction de la température cible (Tc), de la température ambiante (Ta) mesurée par le deuxième capteur (C2), et de la deuxième intensité (Irms) mesurée par l'au moins un troisième capteur (C3), sur la base d'un modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1), ledit modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1) comprenant un modèle de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22).

[Revendication 3] Batterie (1) selon la revendication 2, dans lequel le module de régulation (6) est configuré pour :
- estimer une température estimée de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22) à partir du modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1)
- calculer un écart entre la température estimée et une température mesurée (T) sur l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
- si l'écart est supérieur à un seuil déterminé, actualiser le modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1) en estimant une valeur d'au moins un paramètre du modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1) en fonction de la température (T) mesurée par l'au moins un premier capteur (C1).

[Revendication 4] Batterie (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le véhicule est un véhicule de transport collectif, de préférence ferroviaire.

[Revendication 5] Assemblage de batteries comprenant une première batterie selon l'une des revendications précédentes et une deuxième batterie selon l'une des revendications précédentes, la deuxième partie thermoconductrice (9) de la première batterie étant au contact de l'au moins une cellule thermoélectrique de la deuxième batterie et étant configurée pour absorber et évacuer la chaleur produite par l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22) de la deuxième batterie, de sorte que la première et la deuxième batterie ont en commun la même deuxième partie thermoconductrice (9).

[Revendication 6] Procédé (100) de régulation thermique d'une batterie (1) configurée pour alimenter électriquement au moins un actionneur ou pour recevoir

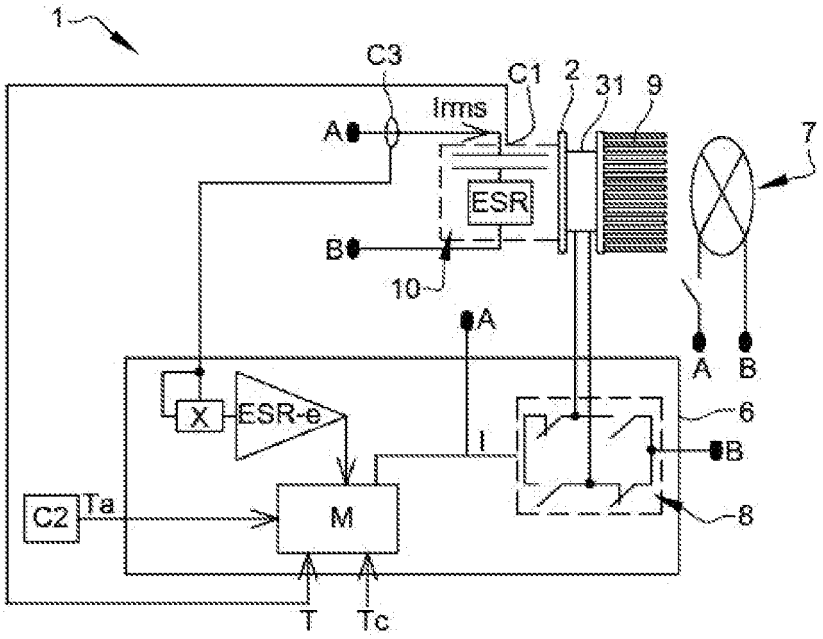
de l'énergie électrique d'au moins un actionneur embarqué dans un véhicule autonome électriquement, la batterie (1) comprenant :
- au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22), l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22) étant configuré pour stocker ou restituer une énergie électrique,
- un dispositif thermoélectrique électriquement connecté à l'au moins un élément de batterie, le dispositif thermoélectrique comprenant :
- une première partie thermoconductrice (2) placée au contact de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
- au moins une cellule thermoélectrique (31, 32), placée au contact de la partie thermoconductrice (2), l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32) étant configurée pour produire une première puissance thermique positive ou négative en fonction d'une première intensité électrique (I) traversant l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32), la première intensité électrique (I) étant fournie par l'élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22)
- une deuxième partie thermoconductrice (9) placée au contact de l'au moins une cellule thermoélectrique (31, 32) et configurée pour dissiper une deuxième puissance thermique générée par l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22).
- au moins un premier capteur (C1) configuré pour mesurer une température (T) de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
- un module de régulation (6), l'au moins un premier capteur (C1) étant couplé au module de régulation (6), le module de régulation (6) étant configuré pour contrôler la première intensité électrique (I) en fonction d'une température cible (Tc) de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
le procédé comprenant les étapes suivantes mises en œuvre par le module de régulation (6):
- commander (101) une mesure de la température ambiante (Ta) ;
- déterminer (102) la première intensité (I) en fonction de la température de consigne (Tc), et de la température ambiante (Ta), pour qu'un écart entre la température (T) mesurée par l'au moins un premier capteur (C1) et la température cible (Tc) reste inférieur à un seuil prédéterminé.

[Revendication 7] Procédé (100) selon la revendication 6, dans lequel le dispositif thermoélectrique comprend en outre :
- un deuxième capteur (C2) configuré pour mesurer une température

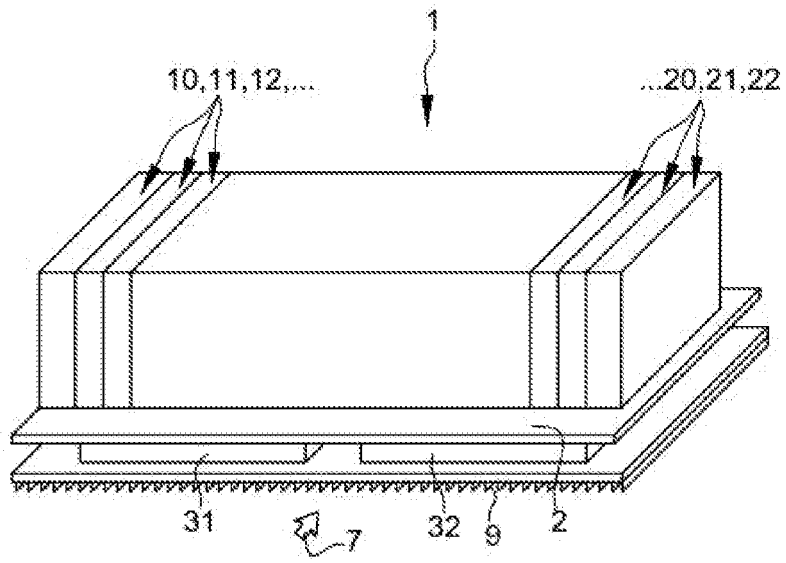
ambiante (Ta) à l'extérieur de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
- au moins un troisième capteur (C3) configuré pour mesurer une deuxième intensité électrique (Irms) traversant l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22)
et dans lequel le deuxième (C2) et l'au moins un troisième (C3) capteurs sont couplés au module de régulation (6),
le procédé comprenant en outre une étape de commande (103) d'une mesure de la deuxième intensité (Irms),
et dans lequel à l'étape de détermination (102) de la première intensité (I), la première intensité est fonction de la température de consigne (Tc), de la température ambiante (Ta) et de la deuxième intensité (Irms), sur la base d'un modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1), le modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1) comprenant un modèle de l'au moins une batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22);

[Revendication 8] Procédé (100) selon la revendication 7, comprenant en outre les étapes suivantes :
- commander une mesure (104) d'une température (T) de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
- estimer (105) une température estimée de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22) à partir du modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1)
- calculer (106) un écart entre la température estimée et la température mesurée (T) de l'au moins un élément de batterie (10, 11, 12, …., 20, 21, 22),
- si l'écart est supérieur à un seuil déterminé, actualiser (107) le modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1) en estimant une valeur d'au moins un paramètre du modèle thermoélectrique (M) de la batterie (1) en fonction de la température (T) mesurée.

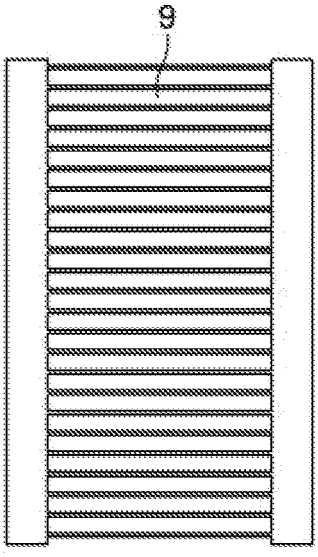
[Fig. 1]


1
C3
C1
2
31
9
Irms
A
ESR
B
10
7
A
A
B
X
ESR-e
6
B
C2
Ta
M
8
T
Tc

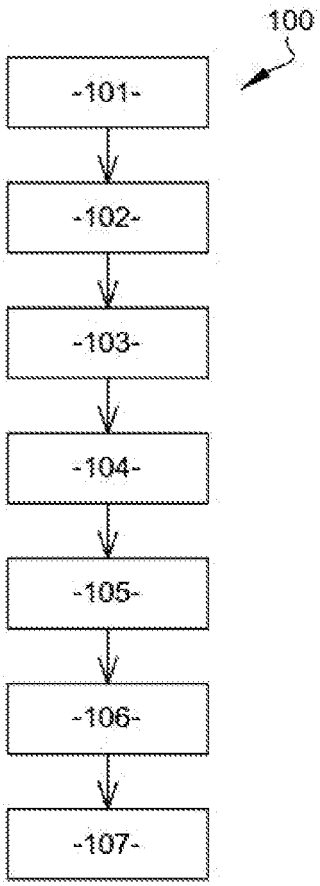
[Fig. 2]


1
10,11,12,...
...20,21,22
31
7
32
9
2

[Fig. 3]



[Fig. 4]



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 865474
FR 1902683

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 2014/030560 A1 (LEV LEONID C [US] ET AL) 30 janvier 2014 (2014-01-30) * alinéas [0029] - [0033], [0081], [0084]; figures 1A,3A,3B,4 * -----	1,4,5 2,6,7 3,8	H01M10/60 H01M10/613 H01M10/615 H01M10/625 H01M10/635
Y	JP 2012 252887 A (TOYOTA IND CORP) 20 décembre 2012 (2012-12-20) * alinéas [0001], [0017] - [0035]; figure 1 * -----	1,4,6	H01M10/6572
Y	FR 2 986 663 A1 (RENAULT SAS [FR]) 9 août 2013 (2013-08-09) * page 2, ligne 8 - ligne 30 * -----	1,4,6	
Y	US 2008/280192 A1 (DROZDZ PIOTR [CA] ET AL) 13 novembre 2008 (2008-11-13) * alinéas [0074] - [0081]; figure 13 * -----	2,6,7	
A	US 4 314 008 A (BLAKE CHARLES R) 2 février 1982 (1982-02-02) * figures 2,3 * -----	1,6	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

H01M

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
21 novembre 2019	Raimondi, Fabio

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

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1902683 FA 865474

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 21-11-2019
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 2014030560 A1	30-01-2014	CN 103579713 A	12-02-2014
		DE 102013214112 A1	30-01-2014
		US 2014030560 A1	30-01-2014
JP 2012252887 A	20-12-2012	AUCUN	
FR 2986663 A1	09-08-2013	CN 104170156 A	26-11-2014
		EP 2810335 A1	10-12-2014
		FR 2986663 A1	09-08-2013
		JP 2015510229 A	02-04-2015
		US 2015340746 A1	26-11-2015
		WO 2013113618 A1	08-08-2013
US 2008280192 A1	13-11-2008	US 2008280192 A1	13-11-2008
		WO 2008095313 A1	14-08-2008
US 4314008 A	02-02-1982	AUCUN	

EPO FORM P0465