

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 28.11.12.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.05.14 Bulletin 14/22.

(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 :

(71) Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA Société anonyme — FR.

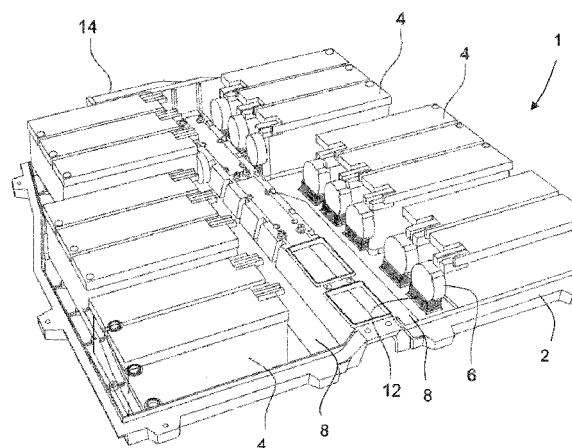
(72) Inventeur(s) : FILANGI SEBASTIEN et PAILHOUX FREDERIC.

(73) Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA Société anonyme.

(74) Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA Société anonyme.

(54) **PROCEDE DE CONTROLE DE REFROIDISSEMENT D'UN SYSTEME DE BATTERIES, COMPORTANT DES PALIERS POUR LE DEBIT D'AIR.**

(57) Procédé de contrôle d'un dispositif de refroidissement d'un système de batteries (1), comprenant différents modules (4) de cellules électrochimiques, et plusieurs pulseurs d'air (6) refroidissant par des circuits distincts ces modules, caractérisé en ce qu'il établit un nombre limité de paliers de débit volumique pour chaque pulseur d'air (6), et il associe à chaque besoin de refroidissement du système de batteries (1) une cartographie définissant pour chaque pulseur une commande particulière choisie parmi le nombre limité de paliers de débit.



PROCEDE DE CONTROLE DE REFROIDISSEMENT D'UN SYSTEME DE BATTERIES, COMPORTANT DES PALIERS POUR LE DEBIT D'AIR

La présente invention concerne un procédé de contrôle du dispositif
5 de refroidissement d'un système de batteries comportant des modules de cellules électrochimiques, ainsi qu'un véhicule hybride ou électrique mettant en œuvre un tel procédé.

Les véhicules hybrides ou électriques comportent généralement des accumulateurs d'énergie appelés par la suite batteries, comprenant des
10 cellules électrochimiques qui peuvent être réalisées suivant différentes technologies connues. Certaines technologies nécessitent un système de refroidissement pour assurer les performances, la durée de vie ainsi que la sécurité.

En particulier les cellules au lithium-ion disposant d'une forte densité
15 d'énergie, nécessitent un suivi important de leurs conditions de fonctionnement, notamment la tension et la température, et un système de refroidissement comprenant un fluide caloporteur pour les maintenir dans une plage de température réduite. Ces cellules au lithium-ion comportent des moyens de mesure de la tension et de la température, le système de
20 refroidissement étant asservi en fonction des valeurs mesurées.

Un procédé de contrôle du dispositif de refroidissement connu, présenté notamment par le document FR-A1-2930077, prend en compte l'écart entre la température de la batterie et celle du fluide caloporteur, ainsi que la
25 vitesse du véhicule, pour déterminer le débit de ce fluide à appliquer afin de réguler la température de cette batterie.

Cependant dans le cas où l'air est utilisé pour refroidir un ensemble de modules formant un système de batteries, comportant chacun des cellules électrochimiques, un seul pulseur d'air peut être insuffisant pour obtenir un
30 refroidissement homogène de ces modules. De plus un unique pulseur doit comporter des dimensions suffisantes afin d'obtenir le flux d'air nécessaire, ce qui entraîne des contraintes importantes d'encombrement pour le placer.

On notera que dans le cas de modifications du nombre de modules ou de leurs dispositions, une étude aéraulique du circuit d'air est à refaire à chaque fois pour obtenir une répartition homogène des flux dans chaque module, afin de les maintenir tous dans des plages de température
5 similaires.

Il est connu par ailleurs d'utiliser un système de refroidissement comportant plusieurs pulseurs d'air afin de refroidir différents modules de cellules, et des conduits communs pour les flux d'air de ces pulseurs. Cependant les commandes des différents pulseurs ne peuvent pas se faire
10 de manière indépendante entre elles, car les conduits communs entraînent des interférences entre les circulations d'air de chaque pulseur, et la gestion de l'ensemble devient alors compliquée.

La présente invention a notamment pour but d'éviter ces inconvénients de la technique antérieure.

Elle propose à cet effet un procédé de contrôle d'un dispositif de refroidissement d'un système de batteries, comprenant différents modules de cellules électrochimiques, et plusieurs pulseurs d'air refroidissant par des circuits distincts ces modules, caractérisé en ce qu'il établit un nombre limité de paliers de débit volumique pour chaque pulseur d'air, et il associe à
15 chaque besoin de refroidissement du système de batteries une cartographie définissant pour chaque pulseur une commande particulière choisie parmi le nombre limité de paliers de débit.
20

Un avantage du procédé de refroidissement selon l'invention, est que l'on peut définir à l'avance par des simulations et des essais différentes
25 cartographies simples correspondant chacune à une plage de besoin de refroidissement des cellules, en prenant en compte le nombre limité de paliers disponibles qui facilite cette définition, pour commander automatiquement l'ensemble des pulseurs en appliquant la cartographie sélectionnée par le besoin de refroidissement, afin d'obtenir de suite la
30 bonne distribution des flux d'air qui optimise le refroidissement des cellules.

Le procédé de refroidissement selon l'invention peut de plus comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, qui peuvent être combinées entre elles.

Avantageusement, le nombre limité de paliers de débit pour chaque pulseur d'air ne dépasse pas 20 paliers.

Avantageusement, les paliers de débit pour chaque pulseur d'air comportent des valeurs régulièrement espacées afin de couvrir la plage de débit complète.

En particulier, les paliers de débit peuvent comporter une gamme d'environ 16 paliers régulièrement répartis, pour atteindre un débit volumique maximum d'environ 8 à 10m³/h.

Avantageusement, à chaque besoin de refroidissement du système de batteries défini par une demande de débit volumique, le procédé fait correspondre un débit volumique corrigé couvrant chacun une plage de ces demandes de débit, qui est pris parmi les paliers de débit volumique pour des pulseurs d'air.

Avantageusement, le procédé établit la demande de débit volumique par une comparaison entre une température de consigne, et la température la plus élevée des cellules du système de batteries.

Selon un mode de réalisation, la comparaison entre la température de consigne et la température la plus élevée des cellules, est multipliée par une valeur de gain proportionnelle pour donner la demande de débit volumique.

L'invention a aussi pour objet un véhicule automobile du type électrique ou hybride, comportant pour la traction un système de batteries équipé d'un dispositif de refroidissement, comprenant différents modules de cellules électrochimiques, et plusieurs pulseurs d'air refroidissant par des circuits distincts ces modules, ce véhicule comportant des moyens mettant en œuvre un procédé de contrôle du refroidissement comportant l'une quelconque des caractéristiques précédentes.

Avantageusement, chaque module comporte son propre pulseur d'air, les flux d'air sortant de ces modules étant ensuite récupérés par des collecteurs communs.

En particulier, les cellules électrochimiques peuvent comporter une
5 technologie du type lithium-ion.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après donnée à titre d'exemple et de manière non limitative, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 10 - la figure 1 est une vue d'un système de batteries de véhicule automobile utilisé pour la traction, comportant des modules de cellules électrochimiques disposant d'un pulseur individuel ;
- la figure 2 est une vue intérieure d'un module ;
- la figure 3 est un schéma présentant le principe de régulation du
15 procédé selon l'invention ; et
- la figure 4 présente pour les modules en fonction du temps, des courbes de température et de débit d'air.

Les figures 1 et 2 présentent un système de batteries 1 prévu pour alimenter une machine électrique de traction d'un véhicule automobile
20 électrique ou hybride, comportant un support formant un plateau 2 recevant dessus des modules de batteries indépendants 4 disposés suivant deux rangés symétriques par rapport à un axe principal de ce système.

Les modules 4 sont similaires, comprenant chacun une forme parallélépipédique allongée suivant une direction transversale à l'axe de
25 symétrie du système de batteries.

Chaque rangée de modules 4 comporte des groupes de deux ou trois modules accolés entre eux, chaque groupe étant recouvert par un capot non représenté, comprenant sur le dessus une entrée d'air de refroidissement de ces modules.

30 Chaque module 4 comporte à son extrémité arrière opposée à l'axe de symétrie, une entrée d'air de refroidissement 24, et à l'autre extrémité un

ventilateur 6 qui aspire l'air venant de cette entrée, pour le refouler vers un collecteur 8 posé à plat sur le plateau 2. Le système de batteries 1 comporte pour chaque rangée de modules 4 un collecteur 8 qui est commun pour l'ensemble de ces modules. La liaison entre chaque ventilateur 6 et le collecteur 8, est assurée par un soufflet 12 qui permet de compenser des défauts d'alignement.

Les flux d'air de refroidissement circulant dans chaque collecteur 8 se rassemblent vers l'extrémité du plateau 2 dans une tubulure commune 14 qui est tournée vers le côté du véhicule, afin d'expulser cet air chaud vers l'extérieur.

Le module 4 présenté figure 2 comporte un boîtier 20 contenant des cellules électrochimiques cylindriques 22 qui sont disposées debout en quinconce, suivant deux rangées.

Le flux d'air de refroidissement présenté par des flèches, aspiré par le pulseur 6 disposé du côté avant, entre par l'entrée d'air arrière 24 pour permettre à l'air frais de traverser ce module suivant sa longueur afin de circuler au plus près de chacune des cellules 22, en les contournant toutes grâce à leur disposition en quinconce. On réalise ainsi un refroidissement suffisamment homogène de toutes les cellules 22 d'un même module 4.

Le débit d'air de refroidissement nécessaire pour chaque module 4, qui est donné par son pulseur 6, doit être adapté en fonction de l'énergie calorifique dégagée par les cellules électrochimiques 22 en cours de fonctionnement. Toutefois, l'ensemble des pulseurs 6 refoulant l'air dans un collecteur commun 8, il y a des interférences dans ce collecteur entre les différents débits venant de chaque pulseur. Il faut alors adapter individuellement la puissance électrique de ces pulseurs 6 pour obtenir dans chaque module 4 le débit d'air demandé.

La figure 3 présente le principe de régulation du procédé de contrôle du système de refroidissement, comportant l'établissement d'une température de consigne 30 pour les modules 4, qui dépend notamment des informations

données par leurs capteurs de température et de courant, afin d'optimiser le fonctionnement des cellules 22.

La température de consigne 30 est délivrée à un comparateur 32, qui la compare avec la température la plus élevée $T_{\max}$ des cellules 22 du système de batteries 1, pour donner un écart de consigne ε . Cet écart de consigne ε est délivré à un correcteur proportionnel 34 qui le multiplie par une valeur de gain proportionnel K .

Le correcteur proportionnel 34 donne un débit volumique Q_v par pulseur, qui est délivré à une fonction de correction 36 qui arrondit ce débit à la valeur la plus proche parmi un nombre limité de paliers de débit définis préalablement, pour obtenir un débit volumique corrigé $Q_v \text{ cor}$.

Pour simplifier les calculs, le nombre de paliers de débit ne dépasse pas 20. Avantageusement, on choisit pour une gamme de débit allant jusqu'à $8 \text{ m}^3/\text{h}$ pour chaque module 4, 16 paliers pour les débits volumiques corrigés $Q_v \text{ cor}$ allant de 0.5 à $8 \text{ m}^3/\text{h}$, qui sont régulièrement espacés suivant un pas de $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$. De cette manière on limite le nombre de choix disponibles, ce qui facilite les calculs et réduit le temps mis pour les effectuer. On simplifie aussi le calculateur nécessaire pour contenir les données en mémoire et pour réaliser ces calculs.

Le débit volumique corrigé $Q_v \text{ cor}$ est délivré à une fonction de cartographies 38, qui choisit la cartographie correspondant à cette valeur pour donner au système de batteries 1 une consigne individuelle de pilotage de chacun des pulseurs 6 en fonction de son positionnement dans ce système de batteries. En particulier la commande des pulseurs 6 peut être du type « Pulse Width Modulation » (PWM), la consigne individuelle de pilotage des pulseurs indique alors une largeur des créneaux d'impulsion de courant, pour obtenir une puissance électrique variable.

Chaque pulseur 6 fonctionne avec la puissance électrique spécifique dépendant de sa consigne de pilotage, de manière à obtenir rapidement et de manière uniforme pour tous les modules 4 le débit volumique $Q_v \text{ cor}$ prévu pour les refroidir, malgré le positionnement de ce module et les

interférences dues à la mise en commun des différents flux d'air dans les collecteurs 8.

Avantageusement, l'établissement des cartographies de la fonction de cartographies 38 est réalisé par une modélisation du système aéraulique et des simulations numériques, avec des validations par différents essais, pour
5 établir les différentes cartographies correspondant chacune à un débit volumique corrigé $Q_v \text{ cor}$, qui couvre une plage de débits réels Q_v .

Le système de batteries 1 comprenant des capteurs de température des différentes cellules électrochimiques 22, délivre ces informations à une
10 fonction de température maximale 40, qui sélectionne la température des cellules la plus élevée T_{max} pour la fournir au comparateur 32.

La figure 4 présente en fonction du temps exprimé en seconde, la température des cellules 50 exprimée en $^{\circ}\text{C}$, et le débit volumique corrigé $Q_v \text{ cor}$ 52 pour chaque pulseur 6 exprimé en m^3/h , qui est choisi parmi une
15 gamme de valeurs espacées chacune d'un pas de $0.5\text{m}^3/\text{h}$.

La courbe de température 50 comporte au départ des pics d'élévation de température des cellules montant jusqu'à 42°C , qui demande pour le refroidissement des débits d'air élevés où la puissance maximum des pulseurs est requise. Le débit maximum de $9.5\text{m}^3/\text{h}$ est atteint.

20 On a ensuite une régulation de la température autour de la valeur de 40.4°C , avec un petit écart de l'ordre de 0.1°C , ce qui montre que l'utilisation d'un nombre limité de paliers pour le débit volumique des pulseurs est suffisante pour obtenir une régulation assez précise.

On obtient ainsi un système de batteries comportant pour chaque
25 module des petit pulseurs comprenant un encombrement réduit, qui peuvent être choisis facilement dans des gammes de fabrication standard produites en grande série, dans des conditions économiques intéressantes.

L'utilisation de collecteurs communs pour recevoir les flux d'air de refroidissement de chaque module permet de simplifier la conception et la
30 fabrication du système de batteries, le procédé de refroidissement suivant l'invention permettant d'obtenir de manière simple et efficace un contrôle

suffisamment précis des débits d'air dans ces différents modules quelque soit le positionnement. Les performances ainsi que la durée de vie des cellules électrochimiques sont préservées.

De plus en cas de variante du nombre de modules ou de leurs
5 dispositions, il est facile de modifier les cartographies grâce au choix limité de paliers de débit volumique.

Le procédé de contrôle suivant l'invention est avantageusement utilisé pour des systèmes de batteries comportant des cellules électrochimiques au lithium-ion nécessitant des conditions de fonctionnement précises. Il peut
10 aussi être utilisé avec tous types de cellules demandant une régulation de la température.

REVENDEICATIONS

1 – Procédé de contrôle d'un dispositif de refroidissement d'un système de batteries (1), notamment pour la traction d'un véhicule électrique ou hybride, comprenant différents modules (4) de cellules électrochimiques (22), et plusieurs pulseurs d'air (6) refroidissant par des circuits distincts ces modules, caractérisé en ce qu'il établit un nombre limité de paliers de débit volumique pour chaque pulseur d'air (6), et il associe à chaque besoin de refroidissement du système de batteries (1) une cartographie (38) définissant pour chaque pulseur une commande particulière choisie parmi le nombre limité de paliers de débit.

2 – Procédé de contrôle du refroidissement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le nombre limité de paliers de débit pour chaque pulseur d'air (6) ne dépasse pas 20 paliers.

3 – Procédé de contrôle du refroidissement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les paliers de débit pour chaque pulseur d'air (6) comportent des valeurs régulièrement espacées afin de couvrir la plage de débit complète.

4 – Procédé de contrôle du refroidissement selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les paliers de débit comportent une gamme d'environ 16 paliers régulièrement répartis, pour atteindre un débit volumique maximum d'environ 8 à 10m³/h.

5 – Procédé de contrôle du refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à chaque besoin de refroidissement du système de batteries (1) défini par une demande de débit volumique (Q_v), il fait correspondre un débit volumique corrigé ($Q_v \text{ cor}$) couvrant chacun une plage de ces demandes de débit, qui est pris parmi les paliers de débit volumique des pulseurs d'air (6).

6 – Procédé de contrôle du refroidissement selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il établit la demande de débit volumique (Q_v) par une

comparaison entre une température de consigne (30), et la température la plus élevée (Tmax) des cellules (22) du système de batteries (1).

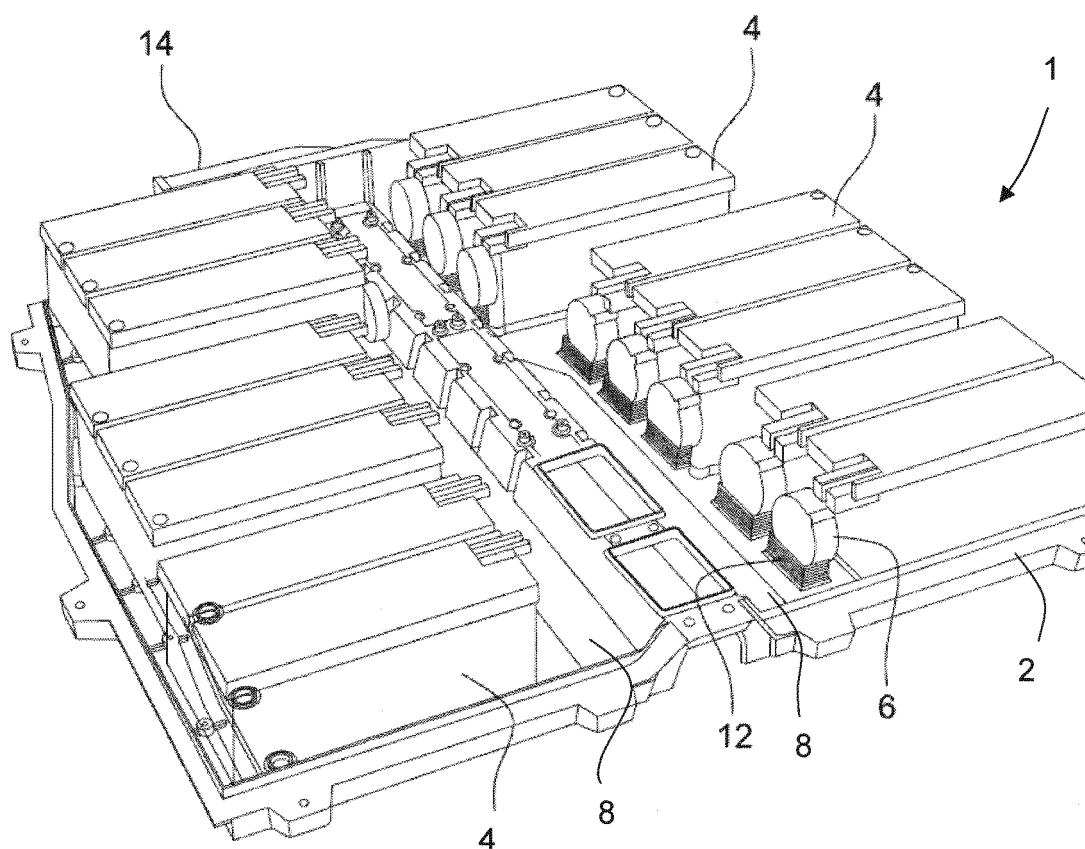
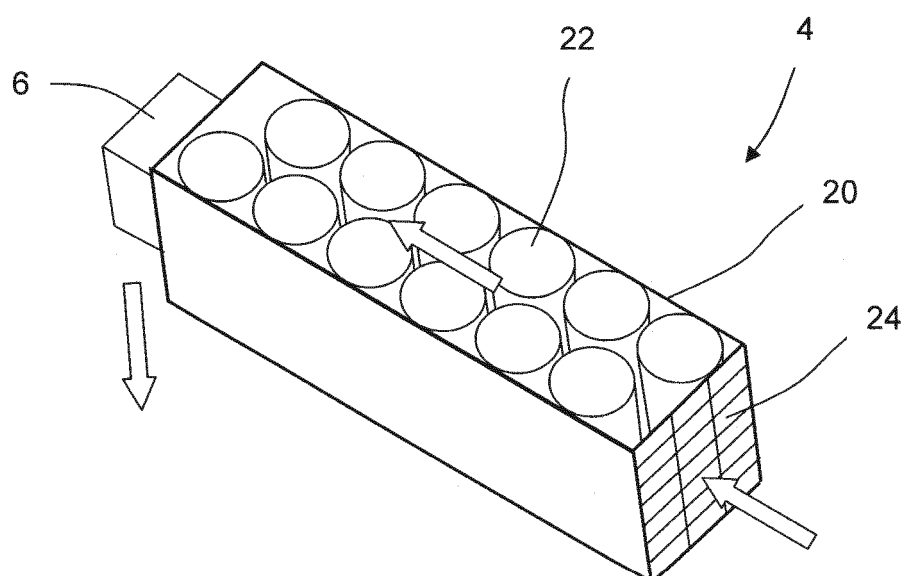
7 – Procédé de contrôle du refroidissement selon la revendication 6, caractérisé en ce que la comparaison entre la température de consigne (30) et la température la plus élevée (Tmax) des cellules (22), est multipliée par une valeur de gain proportionnelle pour donner la demande de débit volumique (Qv).

8 – Véhicule automobile du type électrique ou hybride, comportant pour la traction un système de batteries (1) équipé d'un dispositif de refroidissement, comprenant différents modules (4) de cellules électrochimiques (22) ainsi que plusieurs pulseurs d'air (6) refroidissant par des circuits distincts ces modules, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens mettant en œuvre un procédé de contrôle du refroidissement réalisé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

9 – Véhicule automobile selon la revendication 8, caractérisé en ce que chaque module (4) comporte son propre pulseur d'air (6), les flux d'air sortant de ces modules étant ensuite récupérés par des collecteurs communs (8).

10 – Véhicule automobile selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que les cellules électrochimiques (22) comportent une technologie du type lithium-ion.

1/2

Fig. 1**Fig. 2**

2/2

Fig. 3

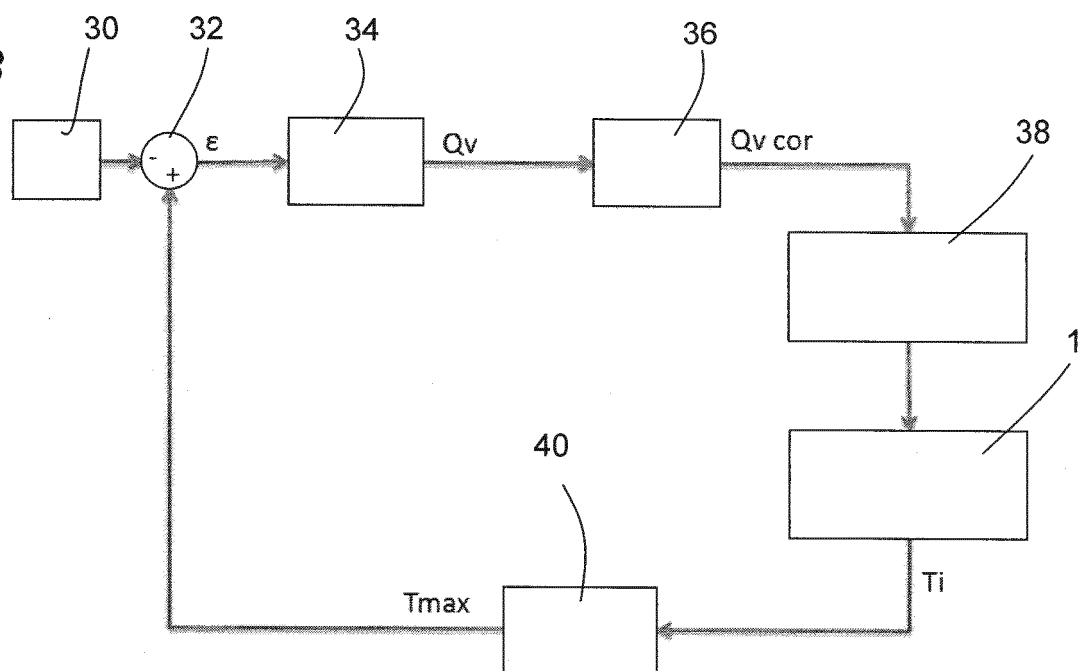
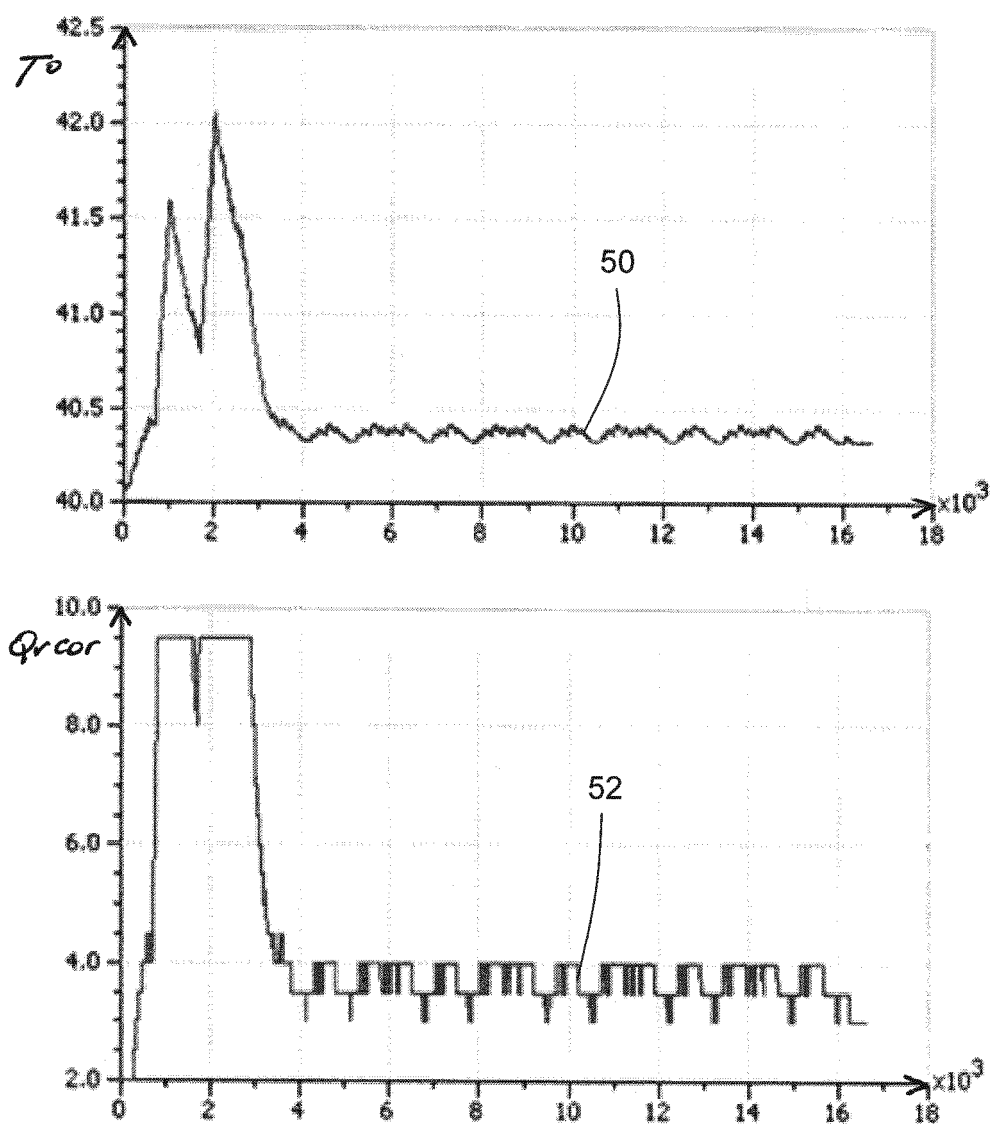


Fig. 4





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 777087
FR 1261344

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	US 2008/251246 A1 (OHKUMA KANAE [JP] ET AL) 16 octobre 2008 (2008-10-16) * alinéas [0051] - [0074]; figures 1-10 *	1-10	H01M10/50 G05D7/00 B60L11/18
X	US 2005/269994 A1 (ISHISHITA TERUO [JP]) 8 décembre 2005 (2005-12-08) * alinéas [0031] - [0097]; figures 1-6 *	1,2,5,6,8	
A	US 2009/249803 A1 (SUZUKI YUSUKE [JP] ET AL) 8 octobre 2009 (2009-10-08) * le document en entier *	1-10	
A	US 2007/072061 A1 (SHIMIZU HIDEO [JP]) 29 mars 2007 (2007-03-29) * le document en entier *	1-10	
A	US 2007/120537 A1 (YAMAMOTO TAKAO [JP]) 31 mai 2007 (2007-05-31) * le document en entier *	1-10	
A	US 2007/298315 A1 (YAMAMOTO TAKAO [JP] ET AL) 27 décembre 2007 (2007-12-27) * le document en entier *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 juillet 2013		Brune, Markus	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1261344 FA 777087**

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 **26-07-2013**

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 2008251246	A1	16-10-2008	JP 5015649 B2	29-08-2012
			JP 2008260458 A	30-10-2008
			US 2008251246 A1	16-10-2008

US 2005269994	A1	08-12-2005	CN 1705159 A	07-12-2005
			DE 102005025142 A1	12-01-2006
			JP 4792712 B2	12-10-2011
			JP 2005347085 A	15-12-2005
			US 2005269994 A1	08-12-2005

US 2009249803	A1	08-10-2009	CN 101530017 A	09-09-2009
			DE 112007002846 T5	24-09-2009
			JP 4434199 B2	17-03-2010
			JP 2008153278 A	03-07-2008
			US 2009249803 A1	08-10-2009
			WO 2008072719 A1	19-06-2008

US 2007072061	A1	29-03-2007	DE 102006044928 A1	16-05-2007
			JP 4781071 B2	28-09-2011
			JP 2007095482 A	12-04-2007
			KR 20070035969 A	02-04-2007
			US 2007072061 A1	29-03-2007

US 2007120537	A1	31-05-2007	JP 5008863 B2	22-08-2012
			JP 2007157348 A	21-06-2007
			US 2007120537 A1	31-05-2007

US 2007298315	A1	27-12-2007	JP 4932340 B2	16-05-2012
			JP 2008004386 A	10-01-2008
			US 2007298315 A1	27-12-2007
