

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 02.08.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.02.24 Bulletin 24/06.

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) : PSA AUTOMOBILES SA Société par
actions simplifiée (SAS) — FR.

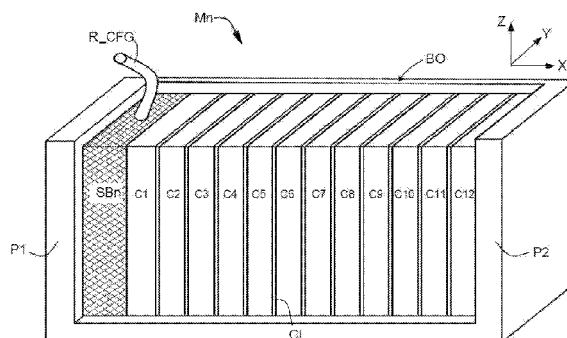
72 Inventeur(s) : DUFOR FREDERIC.

73 Titulaire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par
actions simplifiée.

74 Mandataire(s) :

54 MODULE DE STOCKAGE ÉLECTRIQUE ÉQUIPÉ D'UN DISPOSITIF DE MAINTIEN EN COMPRESSION DES
CELLULES DE STOCKAGE ET STOCKEUR D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE L'INCORPORANT.

57 Le module de stockage électrique comprend une pluralité de cellules de stockage électrique élémentaires juxtapo-
sées (C1 à C12) formant un empilement logé entre des pa-
rois rigides (P1, P2). Conformément à l'invention, le module
comprend au moins un ballon gonflable (SBn) ayant un rac-
cordement (R_CFG) à un circuit d'alimentation de fluide de
gonflage sous pression (CFG) et intercalé entre une paroi ri-
gide et une cellule de stockage électrique élémentaire ou
entre deux cellules de stockage électrique élémentaires.
Figure 2



Description

Titre de l'invention : MODULE DE STOCKAGE ÉLECTRIQUE ÉQUIPÉ D'UN DISPOSITIF DE MAINTIEN EN COMPRESSION DES CELLULES DE STOCKAGE ET STOCKEUR D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE L'INCORPORANT

- [0001] L'invention concerne de manière générale le domaine des batteries électriques, notamment les packs batteries de forte puissance utilisées pour la traction des véhicules. Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un module de stockage électrique équipé d'un dispositif de maintien en compression des cellules de stockage électrique. L'invention concerne aussi un stockeur d'énergie électrique formé par l'association de plusieurs modules de stockage électrique.
- [0002] De manière générale, un module de stockage électrique, ou bloc de cellules (dit « cell block » en anglais), est formé d'une pluralité de cellules de stockage électrique élémentaires, par exemple de type lithium-ion, qui sont juxtaposées côte à côte dans un boîtier et interconnectées électriquement en série de façon à obtenir une tension nominale voulue.
- [0003] Pour optimiser leur fonctionnement et leur durée de vie, les cellules doivent être maintenue en compression à l'intérieur du boîtier du module dans lequel elles sont intégrées. La mise en compression des cellules est faite lors du process d'assemblage du module et est obtenue grâce à la rigidité du boîtier de module et en insérant des coussinets intercalaires entre les cellules. Les coussinets intercalaires, de type gonflé ou aérogel, sont compressibles, dans une certaine mesure. La dilatation chimique des cellules, liée à leur « respiration » lors de la charge/décharge ou à leur gonflement permanent avec le vieillissement, est reprise par le boîtier de module conçu pour s'allonger légèrement sous la pression et par les coussinets intercalaires compressibles. Par ailleurs, les cellules ont des jeux internes prévus par les fabricants pour autoriser une certaine dilatation.
- [0004] Du fait de la dilatation des cellules et de leur gonflement, la contrainte mécanique sur celles-ci ne peut pas être maintenue à une valeur constante optimale sur leur plage de fonctionnement et sur toute leur durée de vie. Pour atteindre une durée de vie cible pour les cellules, la contrainte sur celles-ci est ajustée à une valeur relativement faible lors de la fabrication du module, sachant que cette contrainte augmentera avec le gonflement du au vieillissement des cellules. Il en résulte que les cellules ne sont compressées de façon idéale que pendant une phase de vie intermédiaire, entre leur début de vie où elles sont insuffisamment contraintes et leur fin de vie où elles sont trop contraintes avec un risque accru de placage du lithium (dit « lithium plating » en

anglais). La sous-compression et la surcompression des cellules sont néfastes à leur durée de vie.

- [0005] Par le document WO2022103212A1, il est connu une structure de pack batterie conçue pour permettre un certain contrôle du gonflement des cellules, dans la direction d'empilement de celles-ci. Avec cette structure, la contrainte mécanique s'exerçant sur une cellule augmente de façon relativement constante avec le gonflement.
- [0006] L'invention vise à apporter une solution aux inconvénients exposés ci-dessus de l'état de la technique, en fournissant un module de stockage électrique équipé d'un dispositif de maintien en compression des cellules de stockage électrique, dans lequel la contrainte mécanique exercée sur les cellules est maintenue constante quel que soit leur état de charge et de vieillissement.
- [0007] Selon un premier aspect, l'invention concerne un module de stockage électrique comprenant une pluralité de cellules de stockage électrique élémentaires juxtaposées formant un empilement logé entre des parois rigides. Conformément à l'invention, le module comprend au moins un ballon gonflable ayant un raccordement à un circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression et intercalé entre une paroi rigide et une cellule de stockage électrique élémentaire ou entre deux cellules de stockage électrique élémentaires.
- [0008] Selon une caractéristique particulière, le module comprend plusieurs ballons gonflables ayant chacun un raccordement direct (R_CFG) au circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression pour un gonflage en parallèle des ballons gonflables.
- [0009] Selon une autre caractéristique particulière, le module comprend plusieurs ballons gonflables raccordés entre eux en série et au circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression pour un gonflage en série des ballons gonflables.
- [0010] Selon encore une autre caractéristique particulière, le coussinet gonflable est réalisé avec un matériau plastique polymère, un matériau composite souple, et/ou en aluminium.
- [0011] L'invention concerne aussi un stockeur d'énergie électrique comprenant au moins un module de stockage électrique tel que décrit brièvement ci-dessus, ainsi que des moyens de gonflage à pression régulée raccordés au circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression, les moyens de gonflage à pression régulée assurant un gonflage de chaque ballon gonflable du module de stockage électrique à une pression de consigne prédéterminée.
- [0012] Selon une caractéristique particulière, les moyens de gonflage à pression régulée comprennent une pompe et une vanne de régulation.
- [0013] Selon une autre caractéristique particulière, le fluide de gonflage est l'air et/ou un fluide caloporteur de refroidissement.
- [0014] L'invention concerne aussi un véhicule électrifié comprenant un stockeur d'énergie

électrique comme décrit ci-dessus.

- [0015] D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée ci-dessous de plusieurs formes de réalisation particulières de l'invention, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :
- [0016] [Fig.1] La [Fig.1] est un dessin simplifié de principe montrant une première forme de réalisation d'un stockeur d'énergie électrique selon l'invention.
- [0017] [Fig.2] La [Fig.2] est un dessin simplifié en perspective montrant un module de stockage électrique du stockeur d'énergie électrique de la [Fig.1].
- [0018] [Fig.3] La [Fig.3] est un dessin simplifié en coupe d'un module de stockage électrique selon l'invention comprenant plusieurs coussinets gonflables agencés dans une configuration parallèle pour la mise en pression.
- [0019] [Fig.4] La [Fig.4] est un dessin simplifié en coupe d'un module de stockage électrique selon l'invention comprenant plusieurs coussinets gonflables agencés dans une configuration série pour la mise en pression.
- [0020] [Fig.5] La [Fig.5] est un dessin simplifié en coupe d'un module de stockage électrique selon l'invention dans lequel les coussinets gonflables remplissent aussi une fonction de refroidissement.
- [0021] En référence aux Figs.1 et 2, il est décrit ci-dessous une forme de réalisation particulières ST d'un stockeur d'énergie électrique selon l'invention. Dans cet exemple de réalisation, le stockeur d'énergie électrique ST est considéré comme étant un pack batterie de traction d'un véhicule électrifié.
- [0022] Comme visible à la [Fig.1], le stockeur d'énergie électrique ST comprend ici essentiellement une pluralité de m modules de stockage électrique M1 à Mm, avec Mn étant un module quelconque, et est équipé d'un dispositif de maintien en compression des cellules de stockage électrique.
- [0023] Le dispositif de maintien en compression des cellules de stockage électrique comprend essentiellement une pluralité de coussinets gonflables SB1 à SBm, un circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression CFG et un dispositif de gonflage à pression régulée CPG. Les coussinets gonflables SB1 à SBm sont compris respectivement dans les modules M1 à Mm.
- [0024] Comme mieux visible à la [Fig.2], dans cet exemple de réalisation, le module de stockage électrique Mn comprend essentiellement douze cellules de stockage électrique élémentaires C1 à C12 assemblées dans un boîtier rigide BO, des coussinets intercalaires CI, par exemple en aérogel, disposés entre les cellules, et un coussinet gonflable SBn. Les cellules C1 à C12 sont de type dit « prismatique » ou de type dit « pouch ».
- [0025] Le module de stockage électrique Mn est agencé spatialement dans un volume globalement parallélépipédique. Les cellules C1 à C12 du module ont une forme ex-

térieure générale de parallélépipède plat. Les cellules C1 à C12, en considérant le repère spatial orthogonal XYZ montré à la [Fig.1], ont deux faces d'extrémité parallèles alignées dans le plan YZ, deux bords parallèles alignés dans le plan XY et deux autres bords parallèles alignés dans le plan XZ. Les cellules C1 à C12 sont juxtaposées l'une contre l'autre par des faces respectives, avec les coussinets intercalaires CI disposés en sandwich entre les faces, et forment un empilement selon l'axe X.

- [0026] Le coussinet gonflable SBn est ici installé à une extrémité de l'empilement des cellules C1 à C12, entre une première paroi latérale d'extrémité P1 du boîtier BO et une face d'extrémité de la cellule C1, alignées dans le plan YZ. Le gonflage du coussinet SBn produit le serrage et le maintien en compression de l'empilement des cellules C1 à C12 dans le boîtier BO, entre la première paroi latérale d'extrémité P1 de celui-ci et une deuxième paroi latérale d'extrémité opposée P2. Le réglage de la pression de gonflage dans le coussinet SBn, via le circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression CFG, permet d'obtenir la contrainte mécanique optimale qui doit être appliquée sur les cellules C1 à C12 afin de maximiser leur durée de vie.
- [0027] Le coussinet gonflable SBn pourra être réalisé dans différents matériaux, comme des matériaux plastiques polymères, des matériaux composites souples, l'aluminium et autres.
- [0028] En référence de nouveau plus particulièrement à la [Fig.1], l'ensemble des coussinets gonflables SB1 à SBm, respectivement des modules M1 à Mm, sont raccordés ici en parallèle au dispositif de gonflage à pression régulée CPG via le circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression CFG. La nature du fluide de gonflage dépendra de l'application. On favorisera l'utilisation d'un fluide déjà disponible sous pression dans l'environnement du stockeur d'énergie électrique ST, mais pas exclusivement. Ainsi, par exemple, le fluide de gonflage pourra être l'air, un fluide caloporteur de refroidissement tel que l'eau, un fluide diélectrique ou autres.
- [0029] Comme visible à la [Fig.1], dans cet exemple de réalisation, le dispositif de gonflage à pression régulée CPG comprend essentiellement un réservoir de fluide RF, une pompe électrique pilotée PO pour la mise en pression du fluide de gonflage dans le circuit d'alimentation CFG et une vanne de régulation de pression VR. La vanne VR est tarée à une consigne de pression voulue CP dans les coussinets gonflables SB1 à SBm. En variante de réalisation, un coussinet gonflable SBn pourra contenir à l'intérieur des moyens de régulation de pression, analogue à la vanne de régulation de pression VR.
- [0030] Le dispositif de gonflage à pression régulée CPG assure une régulation dynamique de la pression de gonflage des coussinets SB1 à SBm à la valeur de consigne CP, valeur de consigne CP qui correspond à la contrainte mécanique optimale à appliquer sur les cellules C1 à C12. Les cellules C1 à C12 sont ainsi maintenues en permanence dans un

état de compression optimal, indépendamment de leur dilatation.

[0031] L'invention pourra être mise en œuvre sous différentes autres formes de réalisation.

[0032] Un module de stockage électrique selon l'invention pourra comprendre plusieurs coussinets gonflables. Ainsi, aux Figs.3 et 4, à titre d'exemple, les modules de stockage électrique MAn et MBn comprennent chacun sept coussinets gonflables SBn1 à SBn7 disposés toutes les deux cellules. Dans le module MAn, les sept coussinets gonflables SBn1 à SBn7 sont raccordés chacun directement au circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression CFG pour un gonflage en parallèle de ceux-ci. Dans le module MBn, les sept coussinets gonflables SBn1 à SBn7 sont raccordés l'un à l'autre et au circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression CFG pour un gonflage en série de ceux-ci. De manière générale, dans un module de l'invention, les coussinets intercalaires CI pourront être totalement ou partiellement supprimés, en les remplaçant par des coussinets gonflables SBn, ou par des écarteurs notamment dans le cas d'un refroidissement immersif.

[0033] Outre leur fonction principale de maintien en compression optimal des cellules dans un module de stockage électrique selon l'invention, les coussinets gonflables SBn pourront également remplir une fonction de refroidissement. Pour cela, comme montré dans l'exemple de réalisation de la [Fig.5], les coussinets gonflables SBn1 à SBn7 d'un module de l'invention MCn sont alimentés par un fluide caloporteur FC provenant d'un dispositif de refroidissement (non représenté). La pression du fluide caloporteur FC circulant dans les coussinets gonflables SBn1 à SBn7 est ajustée pour obtenir le gonflement voulu des ballons SBn1 à SBn7. Dans l'exemple de la [Fig.5], les coussinets gonflables SBn1 à SBn7 sont alimentés en parallèle avec le fluide caloporteur FC. La pression du fluide caloporteur FC est régulée à la valeur de consigne CP au moyen d'une pompe électrique pilotée POa et d'une vanne de régulation tarée VRa. En variante, un module de stockage électrique selon l'invention pourra comprendre un ou plusieurs coussinets gonflables ayant la fonction de refroidissement et d'autres ne l'ayant pas.

[0034] De manière générale, l'invention est applicable dans différentes solutions d'intégration des cellules de stockage électrique de type « prismatique » ou de type « pouch » dans un module ou un pack de cellules empilées, comme la solution dite « cell to pack » dans laquelle les cellules sont installées directement dans le pack ou la solution dite « cell to body » dans laquelle les cellules sont installées directement dans la structure du véhicule.

[0035] L'invention est applicable quel que soit le système de refroidissement des cellules, comme par flux d'air, plaque de refroidissement, immersion dans un fluide diélectrique ou autre.

[0036] Outre l'augmentation de leur durée de vie, l'invention apporte une réduction du

risque de défaillance des cellules de stockage électrique et une sécurité accrue, grâce à la maîtrise de la pression dans les cellules.

[0037] Par ailleurs, l'invention autorise une réparabilité accrue des modules et packs de cellules. En effet, en dégonflant le ou les coussinets gonflables lors d'une opération de maintenance, le serrage de maintien mécanique des cellules dans le module/pack est supprimé et celles-ci peuvent alors être extraites et insérées aisément.

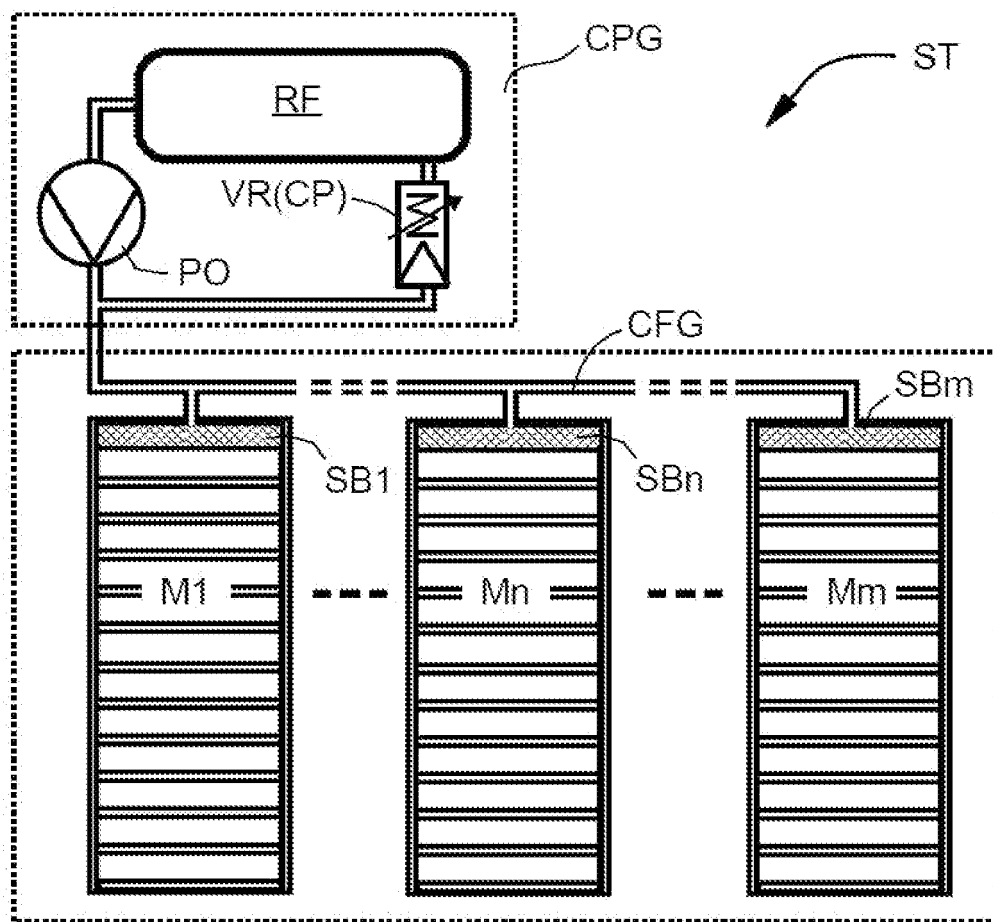
[0038] L'invention ne se limite pas aux formes de réalisation particulières qui ont été décrites ici à titre d'exemple. L'homme du métier, selon les applications de l'invention, pourra apporter différentes modifications et variantes entrant dans le champ de protection de l'invention.

Revendications

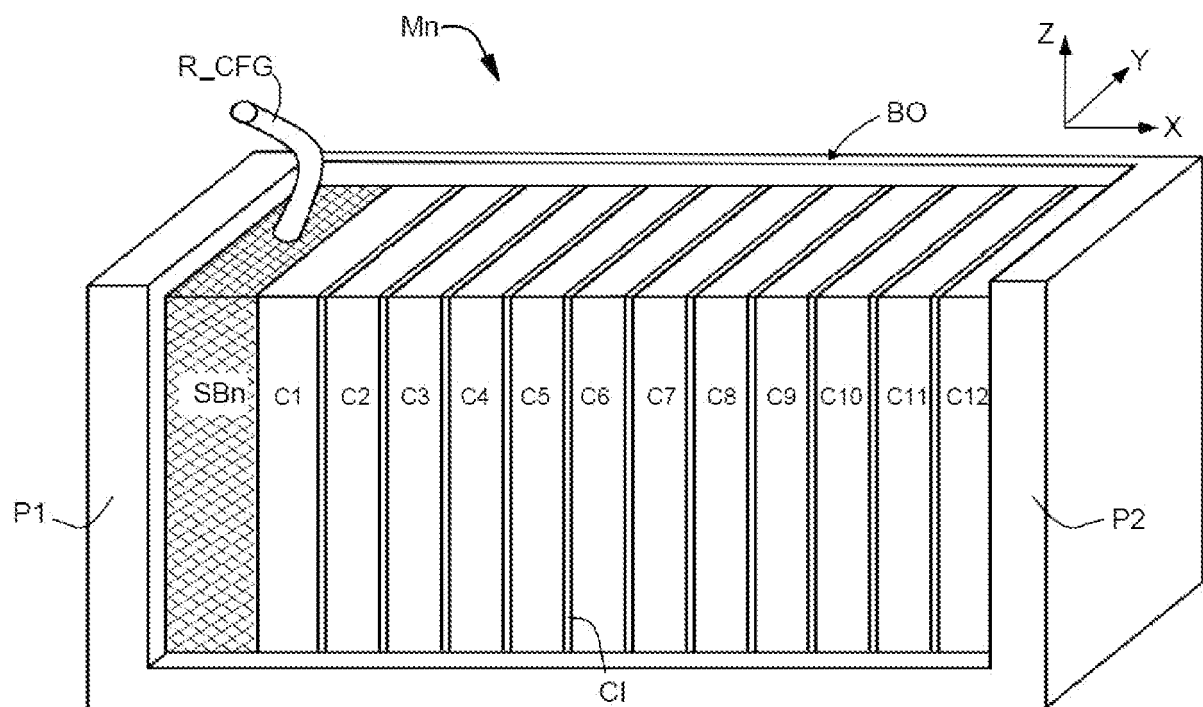
- [Revendication 1] Module de stockage électrique comprenant une pluralité de cellules de stockage électrique élémentaires juxtaposées (C1 à C12) formant un empilement logé entre des parois rigides (P1, P2), caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ballon gonflable (SBn) ayant un raccordement (R_CFG) à un circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression (CFG) et intercalé entre une dite paroi rigide et une dite cellule de stockage électrique élémentaire ou entre deux cellules de stockage électrique élémentaires.
- [Revendication 2] Module de stockage électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs dits ballons gonflables (MAn, MCn, SBn1 à SBn7) ayant chacun un raccordement direct (R_CFG) audit circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression (CFG) pour un gonflage en parallèle desdits ballons gonflables.
- [Revendication 3] Module de stockage électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs dits ballons gonflables (MBn, SBn1 à SBn7) raccordés entre eux en série et audit circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression (CFG) pour un gonflage en série desdits ballons gonflables.
- [Revendication 4] Module de stockage électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'un dit coussinet gonflable (SBn) est réalisé avec un matériau plastique polymère, un matériau composite souple, et/ou en aluminium.
- [Revendication 5] Stockeur d'énergie électrique comprenant au moins un module de stockage électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de gonflage à pression régulée (CPG) raccordés audit circuit d'alimentation de fluide de gonflage sous pression (CFG), lesdits moyens de gonflage à pression régulée (CPG) assurant un gonflage de chaque dit ballon gonflable (SBn) dudit module de stockage électrique (Mn, MAn, MBn, MCn) à une pression de consigne prédéterminée (CP).
- [Revendication 6] Stockeur d'énergie électrique selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens de gonflage à pression régulée (CPG) comprennent une pompe (PO, POa) et une vanne de régulation (VR, VRa).
- [Revendication 7] Stockeur d'énergie électrique selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que ledit fluide de gonflage est l'air et/ou un fluide caloporteur de refroidissement (FC).

[Revendication 8] Véhicule électrifié caractérisé en ce qu'il comprend un stockeur d'énergie électrique (ST) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7.

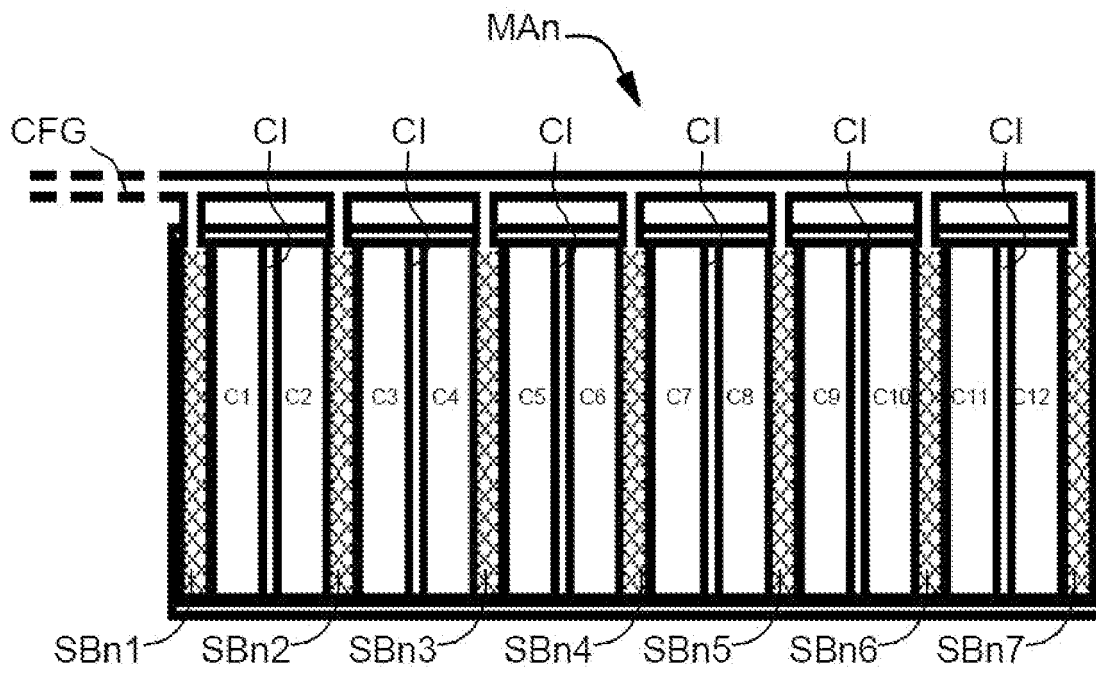
[Fig. 1]



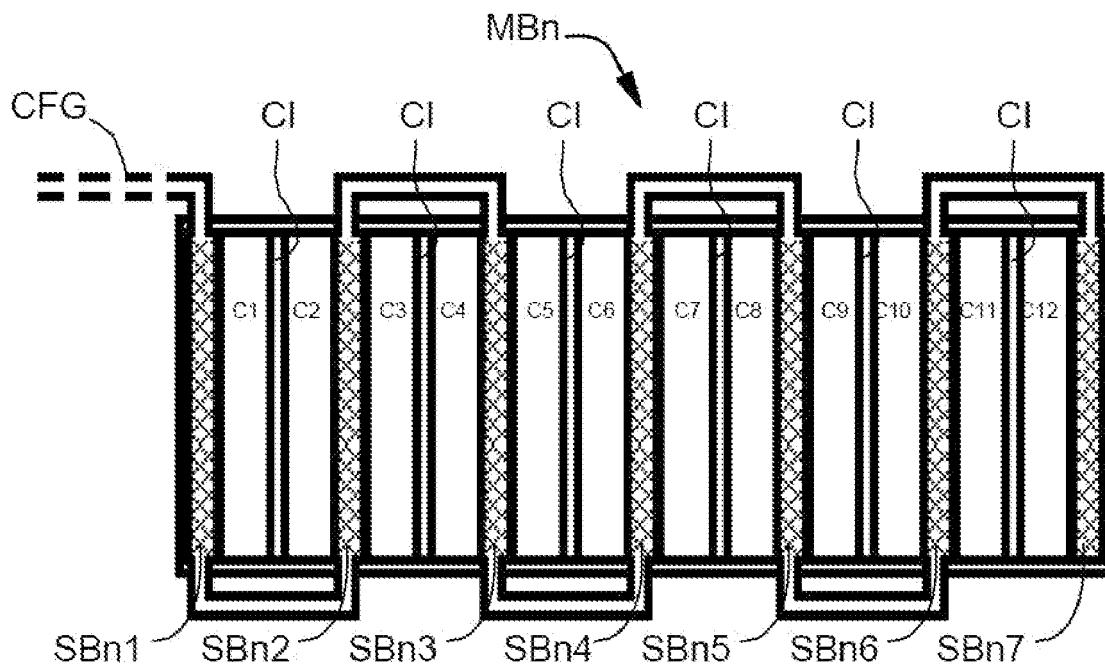
[Fig. 2]



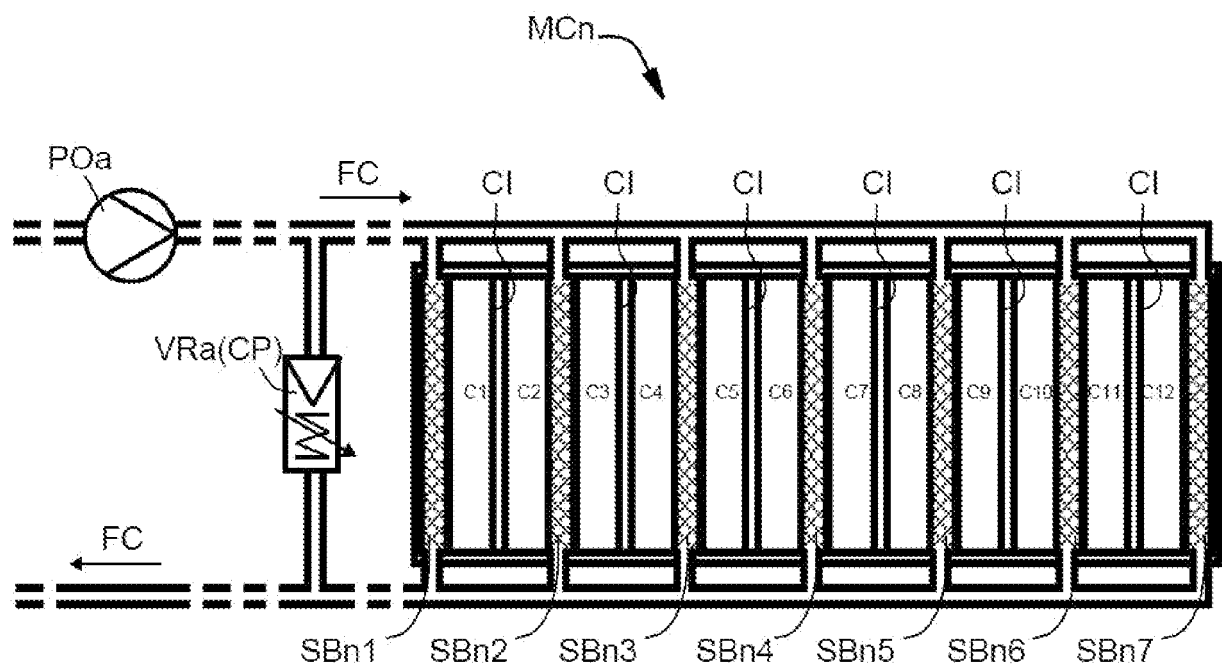
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 909845
FR 2208022

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 2016/221443 A1 (YAO JIANFENG [SE])	1, 2, 4-8	H01M50/291
A	4 août 2016 (2016-08-04)		H01M50/204
	* alinéas [0043], [0048]; figures 1, 2B *	3	H01M10/613

X	CN 214 254 591 U (BYD CO LTD)	1, 5-7	
	21 septembre 2021 (2021-09-21)		
	* alinéas [0031], [0035]; figure 2 *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 mai 2023		Meini, Stefano	
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 2208022 FA 909845**

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 **12-05-2023**
 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 2016221443 A1		04-08-2016	CN 105870371 A	17-08-2016
			EP 3051607 A1	03-08-2016
			US 2016221443 A1	04-08-2016

CN 214254591 U		21-09-2021	AUCUN	
