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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
16 janvier 2014 (16.01.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/009397 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01M 8/02 (2006.01) *H01M 8/10* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2013/064538

(22) Date de dépôt international :
10 juillet 2013 (10.07.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
12 56638 10 juillet 2012 (10.07.2012) FR

(71) Déposant : **AREVA STOCKAGE D'ENERGIE** [FR/FR]; Avenue Louis Philibert, Bât. Jules Verne, Domaine du Petit Arbois, F-13547 Aix en Provence Cedex 4 (FR).

(72) Inventeur : **QUINTIERI, Christian**; 15 B Chemin du Ruisseau de La Brillane, Couteron, F-13100 Aix en Provence (FR).

(74) Mandataires : **BLOT, Philippe** et al.; Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75009 Paris (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée :

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

(54) **Title** : FUEL CELL HAVING IMPROVED ELECTRIC INSULATION

(54) **Titre** : PILE À COMBUSTIBLE À ISOLATION ÉLECTRIQUE AMÉLIORÉE

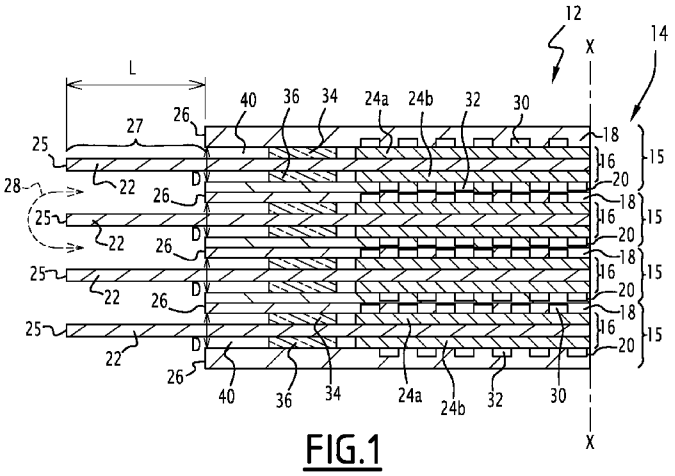


FIG.1

(57) **Abstract** : The invention relates to a fuel cell (12) including a stack (14) of at least one electrochemical cell (15), suitable for generating an electric current from the redox reaction between an oxidizing fluid and a reduction fluid, the or each cell (15) including an anodic conductor plate (18) defining a flow channel (30) for the reduction fluid, a cathodic conductor plate (20) defining a flow channel (32) for the oxidizing fluid, and an ion-exchange membrane (22) provided between the conductor plates (18, 20), said membrane (20) forming a barrier to free electrons. According to one aspect of the invention, the membrane (22) is arranged relative to the conductor plates (18, 20) such that an outer peripheral edge (25) of the membrane (22) projects outward from the stack (14) relative to the conductor plates (18, 20), in order to extend the airborne leakage paths (28) between said conductor plates (18, 20).

(57) **Abrégé** :

[Suite sur la page suivante]

WO 2014/009397 A1

Cette pile à combustible (12) comprend un empilement (14) d'au moins une cellule électrochimique (15), adaptée pour générer un courant électrique à partir d'une réaction d'oxydoréduction entre un fluide oxydant et un fluide réducteur, la ou chaque cellule (15) comprenant une plaque conductrice anodique (18), délimitant un canal (30) de circulation du fluide réducteur, une plaque conductrice cathodique (20), délimitant un canal (32) de circulation du fluide oxydant, et une membrane échangeuse d'ions (22) interposée entre les plaques conductrices (18, 20), ladite membrane (22) formant une barrière pour les électrons libres. Selon un aspect de l'invention, la membrane (22) est disposée relativement aux plaques conductrices (18, 20) de sorte qu'un bord périphérique extérieur (25) de la membrane (22) dépasse vers l'extérieur de l'empilement (14) par rapport aux plaques conductrices (18, 20), de façon à allonger les lignes de fuite aériennes (28) entre lesdites plaques conductrices (18, 20).

Pile à combustible à isolation électrique améliorée

La présente invention concerne une pile à combustible, du type comprenant un empilement d'au moins une cellule électrochimique, adaptée pour générer un courant électrique à partir d'une réaction d'oxydoréduction entre un fluide oxydant et un fluide réducteur, la ou chaque cellule comprenant une plaque conductrice anodique, délimitant un canal de circulation du fluide réducteur, une plaque conductrice cathodique, délimitant un canal de circulation du fluide oxydant, et une membrane échangeuse d'ions interposée entre les plaques conductrices, ladite membrane formant une barrière pour les électrons libres.

De telles piles à combustibles sont connues et constituent une solution écologique d'apport en énergie électrique.

Un problème rencontré sur certaines piles à combustible est la mise en court-circuit des plaques conductrices. Lorsqu'un tel événement survient, la pile à combustible ne peut pas fonctionner, et risque même d'être endommagée définitivement.

Pour éviter la survenue de tels court-circuit, il est possible de prolonger la membrane échangeuse d'ions en-dehors de la zone active de la cellule où se produit la réaction d'oxydoréduction. Ainsi, le bord périphérique extérieur de la membrane échangeuse d'ions affleure généralement le bord périphérique extérieur des plaques conductrices. Un joint est le plus souvent interposé entre la membrane et chaque plaque conductrice pour assurer l'étanchéité, ce joint contribuant à l'isolation électrique des plaques.

Toutefois, cette solution ne donne pas satisfaction, dans la mesure où l'ensemble formé des joints et de la membrane échangeuse d'ions est généralement trop fin pour assurer une bonne isolation électrique entre les plaques conductrices. En outre, les lignes de fuite dans l'air à l'extérieur de l'empilement sont très courtes et, les piles à combustible étant généralement utilisées dans une atmosphère humide, il existe un risque important que survienne un claquage diélectrique dans l'air occasionnant un court-circuit entre les plaques conductrices. Enfin, il est possible que, lors d'une opération de manutention de la pile à combustible, un élément conducteur extérieur vienne se loger entre les plaques conductrices et forme un court-circuit entre ces plaques.

Une solution pour compenser le manque d'épaisseur de l'ensemble formé par la membrane et les joints est apportée par JP 2002 352417, qui propose de déposer un matériau isolant électrique à la surface des plaques conductrices, autour de la zone active. Toutefois, un tel dépôt de matériau isolant sur les plaques conductrices constitue une opération coûteuse.

Pour protéger la pile à combustible d'éléments conducteurs extérieurs et éviter les claquages diélectriques dans l'air, il est possible d'enrober l'empilement dans une résine isolante. Cette solution est cependant très contraignante, dans la mesure où elle impose une opération supplémentaire dans la fabrication de la pile à combustible, gêne la dissipation thermique en fonctionnement, et s'oppose à la dilatation thermique des plaques conductrices en fonctionnement. En outre, la maintenance de la pile à combustible est compliquée par la présence de cette enveloppe en résine.

Les solutions précitées ne donnent donc pas entière satisfaction.

Un objectif de l'invention est de proposer une pile à combustible peu coûteuse, adaptée pour éviter la survenue de court-circuit entre les plaques conductrices de la pile, et de maintenance facile.

A cet effet, l'invention a pour objet une pile à combustible du type précité, dans laquelle la membrane est disposée relativement aux plaques conductrices de sorte qu'un bord périphérique extérieur de la membrane dépasse vers l'extérieur de l'empilement par rapport aux plaques conductrices, de façon à allonger les lignes de fuite aériennes entre lesdites plaques conductrices.

Dans des modes de réalisation particuliers de l'invention, la pile à combustible présente l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- le bord périphérique extérieur de la membrane est laissé libre ;
- chaque plaque conductrice présente un bord extérieur périphérique qui est à une distance D du bord extérieur périphérique de l'autre plaque conductrice, et en ce que le bord périphérique extérieur de la membrane dépasse d'une longueur L par rapport aux plaques conductrices, de sorte que la relation suivante est vérifiée : $2 \times L + D \geq 1mm$;
- la longueur L est supérieure à 0,3 mm ;
- la distance D est strictement inférieure à 0,5 mm, et de préférence strictement inférieure à 0,4mm ;
- une couche isolante électrique solide est interposée entre un bord extérieur périphérique de chaque plaque conductrice et la membrane ;
- le bord extérieur périphérique de chaque plaque conductrice est distant de plus de 0,4 mm du bord extérieur périphérique de l'autre plaque conductrice.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue en coupe d'une moitié d'une pile à combustible selon l'invention, et

- la Figure 2 est une vue en coupe d'un détail de la pile à combustible, selon une variante de l'invention.

La pile à combustible 12, représenté sur la Figure 1, est adaptée pour produire un courant électrique par une réaction d'oxydoréduction entre un fluide oxydant et un fluide réducteur. A cet effet, elle comprend un empilement 14 de cellules électrochimiques 15, empilées selon une direction longitudinale X d'empilement.

Pour des raisons de simplification, seule une moitié de la pile 12, coupée selon un plan longitudinal médian, a été représentée.

Chaque cellule 15 comprend un assemblage membrane-électrode 16 intercalé selon la direction longitudinale X entre une plaque conductrice anodique 18 et une plaque conductrice cathodique 20.

L'assemblage membrane-électrode 16 comprend une membrane 22 d'échange d'ions prise en sandwich selon la direction longitudinale X entre une anode 24a et une cathode 24b.

La membrane 22 sépare les fluides oxydant et réducteur.

La membrane 22 est généralement une membrane d'échange de protons, adaptée pour ne laisser que des protons la traverser. En particulier, la membrane 22 forme une barrière aux électrons libres. Ainsi, elle isole électriquement l'anode 24a de la cathode 24b, et la plaque anodique 18 de la plaque cathodique 20.

La membrane 22 est typiquement en matériau polymère.

Un bord périphérique extérieur 25 de la membrane 22 dépasse vers l'extérieur de la cellule 15 par rapport à l'anode 24a et à la cathode 24b, perpendiculairement à la direction longitudinale X. Le bord périphérique extérieur 25 dépasse sur toute la circonférence de la membrane 22, de sorte qu'il s'étend autour de l'anode 24a et de la cathode 24b dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale X. Ainsi, l'anode 24a et la cathode 24b n'affleurent en aucun lieu le bord périphérique extérieur 25 de la membrane 22.

L'anode 24a et la cathode 24b comprennent chacune un catalyseur, typiquement du platine ou un alliage de platine, pour faciliter la réaction. Elles sont disposées au droit l'une de l'autre de part et d'autre de la membrane 22, et définissent ensemble une zone active de la cellule 15 où se produit la réaction d'oxydoréduction.

Chaque plaque conductrice 18, 20 présente un bord extérieur périphérique 26. Les bords extérieurs périphériques 26 des plaques conductrices 18, 20 sont sensiblement alignés suivant la direction longitudinale X. Le bord extérieur périphérique 26 de chaque plaque conductrice 18, 20 dépasse vers l'extérieur de l'empilement 14 par rapport à

l'anode 24a et à la cathode 24b, perpendiculairement à la direction longitudinale X, sur toute la circonférence de la plaque conductrice 18, 20.

Le bord extérieur périphérique 26 de la plaque anodique 18 est à une distance D, prise selon la direction longitudinale X, du bord extérieur périphérique 26 de la plaque cathodique 20.

Le bord périphérique extérieur 25 de la membrane 22 dépasse vers l'extérieur de l'empilement 14 par rapport aux plaques conductrices 18, 20, perpendiculairement à la direction longitudinale X. Le bord périphérique extérieur 25 dépasse sur toute la circonférence de la membrane 22 en faisant saillie des plaques conductrices 18, 20 sur toute la circonférence des plaques conductrices 18, 20 dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale X. Ainsi, les plaques conductrices 18, 20 n'affleurent en aucun lieu le bord périphérique extérieur 25 de la membrane 22.

Le bord périphérique extérieur 25 dépasse d'une longueur L par rapport aux plaques conductrices 18, 20, la longueur L étant mesurée entre le bord périphérique extérieur 25 et le projeté orthogonal, selon la direction longitudinale X, du bord extérieur périphérique 26 de chaque plaque conductrice 18, 20 sur la membrane 22. De préférence, la longueur L est supérieure ou égale à 0,2 mm, en particulier à 0,3 mm.

En tout état de cause, la longueur L vérifie avec la distance D la relation suivante :

$$2\times L + D \geq 0{,}4mm$$, en particulier $$2\times L + D \geq 1mm$$

Ainsi les lignes de fuites aériennes entre les plaques conductrices 18, 20 d'une même cellule, matérialisées sur la Figure 1 par le trait pointillé 28, ont une longueur supérieure à 0,4 mm, en particulier supérieure à 1 mm. Les conditions d'isolation électrique imposées par les normes CEI 62282-2 et CEI 62282-3-1 sont donc respectées.

De préférence, la région périphérique extérieure 27 de la membrane 22, comprise entre le bord extérieur périphérique 26 de chaque plaque 18, 20 et le bord périphérique extérieur 25 de la membrane 22, est laissée libre. Ainsi, elle n'est pas prise dans une matrice de matériau, par exemple une matrice de résine isolante.

La plaque anodique 18 délimite un conduit anodique 30 pour la circulation du fluide réducteur le long de l'anode 24a et en contact avec celle-ci. Pour ce faire, la plaque 18 est munie d'au moins un canal ménagé dans la face de la plaque 18 tournée vers l'assemblage membrane-électrode 16 et refermé par ledit assemblage membrane électrode 16. La plaque anodique 18 est formée d'un matériau conducteur électriquement, typiquement du graphite. Le fluide réducteur utilisé est un fluide comprenant du dihydrogène, comme par exemple du dihydrogène pur.

La plaque cathodique 20 délimite un conduit cathodique 32 pour la circulation du fluide oxydant le long de la cathode 24b et en contact avec celle-ci. Pour ce faire, la

plaque 20 est munie d'au moins un canal ménagé dans la face de la plaque 20 tournée vers l'assemblage membrane-électrode 16 et refermé par ledit assemblage membrane électrode 16. La plaque cathodique 20 est formée d'un matériau conducteur électriquement, typiquement du graphite. Le fluide oxydant utilisé est un fluide comprenant du dioxygène, comme par exemple du dioxygène pur ou un mélange d'air et de dioxygène.

L'anode 24a est en contact électrique avec la plaque anodique 18. La cathode 24b et est en contact électrique avec la plaque cathodique 20. C'est au niveau de l'anode 24a qu'a lieu l'oxydation du fluide réducteur et que les électrons et les protons sont générés. Les électrons transitent ensuite via la plaque anodique 18 vers la cathode 24b d'une cellule 15 voisine, pour participer à la réduction du fluide oxydant dans la cellule 15 voisine.

Dans l'empilement 14, la plaque anodique 18 de chaque cellule 15 est en contact avec la plaque cathodique 20 de la cellule 15 voisine. Les plaques conductrices 18, 20 assurent ainsi le transfert des électrons du fluide réducteur circulant dans une des cellules 15 de l'empilement 14 vers le fluide oxydant circulant dans une autre cellule 15 de l'empilement 14. De préférence, un canal (non représenté) pour la circulation d'un fluide de refroidissement est formé à l'interface entre les plaques anodique 18 et cathodique 20.

En variante, les plaques anodique 18 et cathodique 20 de deux cellules 15 voisines de l'empilement 14 sont venues de matière et forment ensemble une plaque bipolaire.

La cellule 15 comprend en outre des joints 34, 36 pour assurer l'étanchéité entre les plaques conductrices 18, 20 d'une part et l'assemblage membrane-électrode 16 d'autre part. Un premier joint 34 est interposé selon la direction longitudinale X entre la plaque conductrice anodique 18 et la membrane 22, et un deuxième joint 36 est interposé selon la direction longitudinale X entre la plaque conductrice cathodique 20 et la membrane 22, au droit du premier joint 34. Chaque joint, respectivement 34, 36, s'étend autour de l'anode 24a, respectivement de la cathode 24b.

Les cellules 15 sont maintenues empilées grâce à des plaques de serrage (non représentées) disposées aux extrémités longitudinales de l'empilement 14. Des boulons de serrage (non représentés) exercent une force de serrage sur ces plaques pour les maintenir en compression contre les cellules 15.

Dans la variante représentée sur la Figure 1, le bord extérieur périphérique 26 de chaque plaque conductrice 18, 20 est à distance de la membrane 22 suivant la direction longitudinale X. En d'autres termes, le bord extérieur périphérique 26 est espacé de la membrane 22. La distance D est supérieure à l'épaisseur de la membrane 22.

En particulier, un espace vide 40 est ménagé entre le bord extérieur périphérique 26 de chaque plaque conductrice 18, 20 et la membrane 22. Aucun élément solide n'est disposé dans cet espace vide 40. La fabrication de l'empilement 14 est ainsi facilitée.

La distance D est alors de préférence strictement inférieure à 0,4 mm. Ainsi, l'encombrement de l'empilement 14 est limité.

Dans la variante représentée sur la Figure 2, une couche 42 de matériau isolant électrique, typiquement de résine, est déposée entre le bord extérieur périphérique 26 de chaque plaque conductrice 18, 20 et la membrane 22. Chaque couche 42 remplit l'espace entre le bord extérieur périphérique 26 de la plaque conductrice 18, 20 correspondante et la membrane 22. Le bord périphérique extérieur 25 de la membrane 22 dépasse des couches 42 de matériau isolant interposée entre la membrane 22 et chaque plaque conductrice 18, 20, perpendiculairement à la direction longitudinale X.

Les couches 42 de matériau isolant et la membrane 22 évitent le dépôt d'élément conducteur entre les plaques conductrices 18, 20.

La distance D est alors supérieure à 0,4 mm, pour respecter les normes CEI 62282-2 et CEI 62282-3-1.

Grâce à l'invention, la survenue de court-circuit entre les plaques conductrices 18, 20 d'une même cellule 15 est évitée, à moindre coût. En particulier, les lignes de fuite aériennes entre les plaques 18, 20 sont suffisamment longues pour éviter tout risque de claquage diélectrique, et les plaques 18, 20 sont protégées d'éventuels éléments conducteurs extérieurs qui viendraient au contact de l'empilement 14.

En outre, l'accès aux éléments de l'empilement 14 est facilité, ce qui permet une maintenance aisée de la pile 12.

REVENDICATIONS

1.- Pile à combustible (12) comprenant un empilement (14) d'au moins une cellule électrochimique (15), adaptée pour générer un courant électrique à partir d'une réaction d'oxydoréduction entre un fluide oxydant et un fluide réducteur, la ou chaque cellule (15) comprenant une plaque conductrice anodique (18), délimitant un canal (30) de circulation du fluide réducteur, une plaque conductrice cathodique (20), délimitant un canal (32) de circulation du fluide oxydant, et une membrane échangeuse d'ions (22) interposée entre les plaques conductrices (18, 20), ladite membrane (22) formant une barrière pour les électrons libres,

caractérisée en ce que la membrane (22) est disposée relativement aux plaques conductrices (18, 20) de sorte qu'un bord périphérique extérieur (25) de la membrane (22) dépasse vers l'extérieur de l'empilement (14) par rapport aux plaques conductrices (18, 20), de façon à allonger les lignes de fuite aériennes (28) entre lesdites plaques conductrices (18, 20).

2.- Pile à combustible (12) selon la revendication 1, caractérisée en ce que le bord périphérique extérieur (25) de la membrane (22) est laissé libre.

3.- Pile à combustible (12) selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que chaque plaque conductrice (18, 20) présente un bord extérieur périphérique (26) qui est à une distance D du bord extérieur périphérique (26) de l'autre plaque conductrice (18, 20), et en ce que le bord périphérique extérieur (25) de la membrane (22) dépasse d'une longueur L par rapport aux plaques conductrices (18, 20), de sorte que la relation suivante est vérifiée : $2 \times L + D \geq 0{,}4mm$.

4.- Pile à combustible (12) selon la revendication 3, caractérisée en ce que la relation suivante est vérifiée : $2 \times L + D \geq 1mm$.

5.- Pile à combustible (12) selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que la distance D est strictement inférieure à 0,5 mm, et de préférence strictement inférieure à 0,4mm.

6.- Pile à combustible (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'une couche (42) isolante électrique solide est interposée entre un bord extérieur périphérique (26) de chaque plaque conductrice (18, 20) et la membrane (22).

7.- Pile à combustible (12) selon la revendication 6, caractérisée en ce que le bord extérieur périphérique (26) de chaque plaque conductrice (18, 20) est distant de plus de 0,4 mm du bord extérieur périphérique (26) de l'autre plaque conductrice (18, 20).

8.- Pile à combustible (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le bord périphérique extérieur (25) de la membrane (22) dépasse d'une longueur L par rapport aux plaques conductrices (18, 20), la longueur L étant supérieure à 0,2 mm.

9.- Pile à combustible (12) selon la revendication 8, caractérisée en ce que la longueur L est supérieure à 0,3 mm.

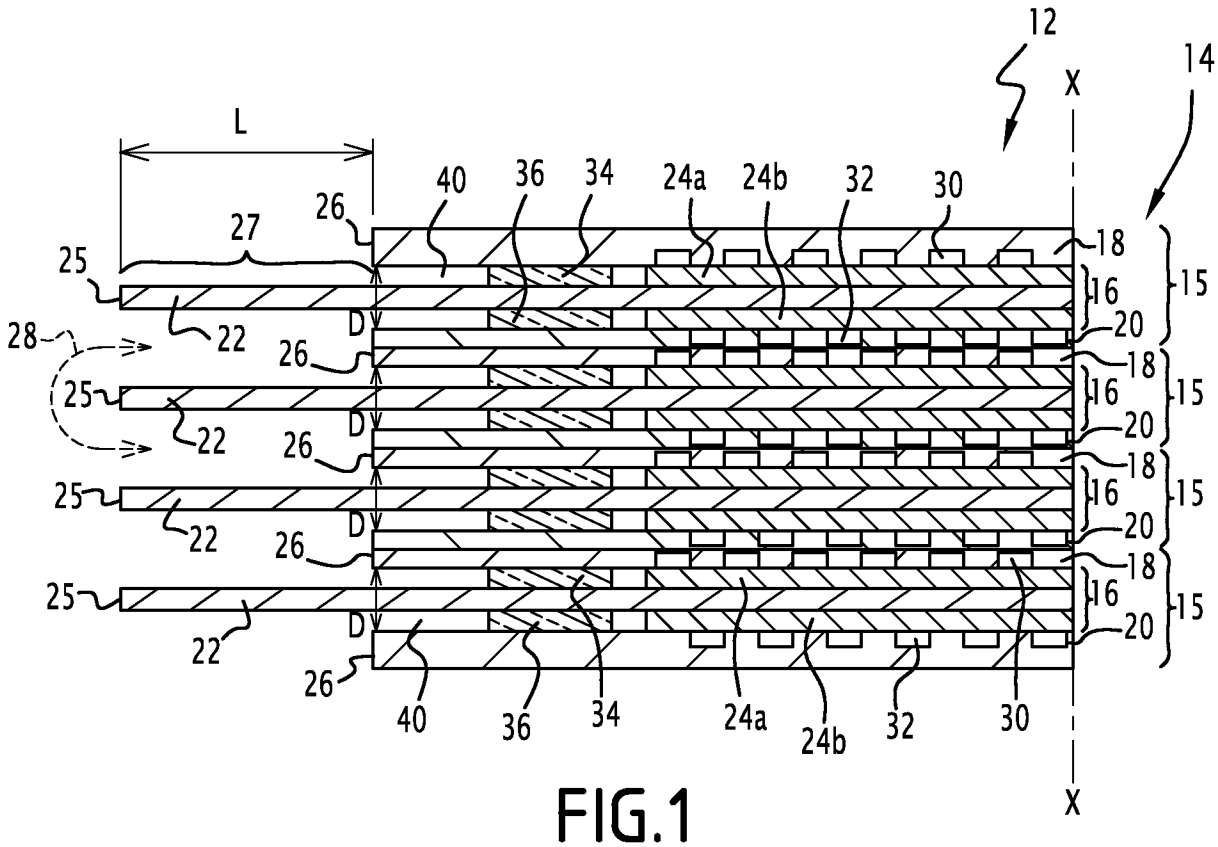

12
14
X
L
40
36
34
24a
24b
32
30
26
27
25
18
16
15
20
D
28
22
24b
X

FIG.1

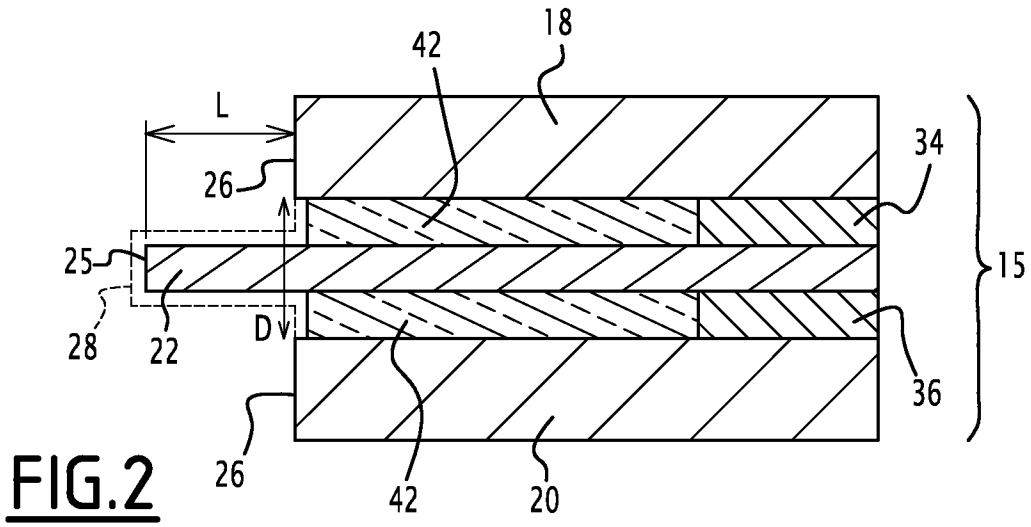

18
42
L
34
26
25
15
28
22
D
36
26
42
20

FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/064538

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01M8/02
ADD. H01M8/10

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01M

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/162732 A1 (NOBLET MARC [FR] ET AL) 25 June 2009 (2009-06-25) paragraphs [0057], [0072]; figures 4, 5, 9	1,2,6
A	WO 2011/152405 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; OKU TAKANORI; ABE MITSUTAKA; UEHARA SHIGETAKA; NUMA) 8 December 2011 (2011-12-08) abstract; figure 4 & EP 2 579 376 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 10 April 2013 (2013-04-10) paragraph [0024]; figure 4	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
1 October 2013	14/10/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Koessler, Jean-Luc

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/064538

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009162732 A1	25-06-2009	US 2009162732 A1	25-06-2009
		WO 2009085647 A1	09-07-2009
WO 2011152405 A1	08-12-2011	CA 2801416 A1	08-12-2011
		CN 102918699 A	06-02-2013
		EP 2579376 A1	10-04-2013
		US 2013115541 A1	09-05-2013
		WO 2011152405 A1	08-12-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2013/064538

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01M8/02
ADD. H01M8/10

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2009/162732 A1 (NOBLET MARC [FR] ET AL) 25 juin 2009 (2009-06-25) alinéas [0057], [0072]; figures 4, 5, 9	1,2,6
A	WO 2011/152405 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; OKU TAKANORI; ABE MITSUTAKA; UEHARA SHIGETAKA; NUMA) 8 décembre 2011 (2011-12-08) abrégé; figure 4 & EP 2 579 376 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 10 avril 2013 (2013-04-10) alinéa [0024]; figure 4	1-9

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
1 octobre 2013	14/10/2013

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Koessler, Jean-Luc

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2013/064538

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2009162732 A1	25-06-2009	US 2009162732 A1	25-06-2009
		WO 2009085647 A1	09-07-2009
WO 2011152405 A1	08-12-2011	CA 2801416 A1	08-12-2011
		CN 102918699 A	06-02-2013
		EP 2579376 A1	10-04-2013
		US 2013115541 A1	09-05-2013
		WO 2011152405 A1	08-12-2011