

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/082829 A1

(43) Date de la publication internationale
11 juin 2015 (11.06.2015)

(51) Classification internationale des brevets :
C25B 9/18 (2006.01) H01M 8/02 (2006.01)
H01M 8/24 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2014/053128

(22) Date de dépôt international :
2 décembre 2014 (02.12.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1362036 3 décembre 2013 (03.12.2013) FR

(71) Déposant : AREVA H2GEN [FR/FR]; 20 rue Quentin
Bauchart, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeur : BEILLE, Florent; 3 place Lucien Fauchier,
F-13510 Eguilles (FR).

(74) Mandataire : PALACCI, Jérémie; Cabinet Netter, 36
avenue Hoche, F-75008 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

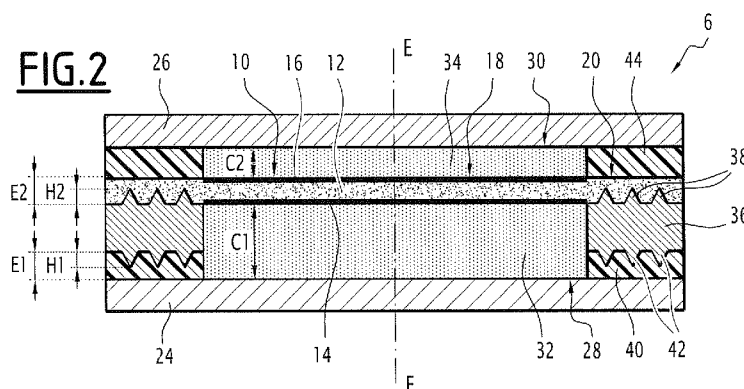
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, 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 : ELECTROCHEMICAL REACTOR

(54) Titre : RÉACTEUR ÉLECTROCHIMIQUE



(57) Abstract : The invention relates to an electrochemical reactor which includes at least one electrochemical cell (6) having a membrane/electrode assembly (10) sandwiched between a first separating plate (24) and a second separating plate (26), the membrane/electrode assembly (10) having an electrolytic membrane (12) sandwiched between two electrodes (14, 16). Each electrochemical cell has a respective porous diffusion layer (32, 34) inserted between the membrane/electrode assembly (10) and each separating plate (24, 26). The or each electrochemical cell includes a spacing ring (36) inserted between a peripheral region (20) of the membrane/electrode assembly (10) and the first separating plate (24), and lacks a spacing ring between the membrane/electrode assembly (10) and the second separating plate (26), the spacing ring being configured such as to maintain a separation between the membrane/electrode assembly (10) and the first separating plate (24) and to ensure the seal between same around the active region (18).

(57) Abrégé : Ce réacteur

[Suite sur la page suivante]



WO 2015/082829 A1

électrochimique comprend au moins une cellule électrochimique (6) possédant un assemblage membrane/électrode (10) pris en sandwich entre une première plaque séparatrice (24) et une deuxième plaque séparatrice (26), l'assemblage membrane/électrode (10) possédant une membrane électrolytique (12) prise en sandwich entre deux électrodes (14, 16). Chaque cellule électrochimique possède une couche de diffusion (32, 34) poreuse respective interposée entre l'assemblage membrane/électrode (10) et chaque plaque séparatrice (24, 26). La ou chaque cellule électrochimique comprend une bague d'espacement (36) interposée entre une région périphérique (20) de l'assemblage membrane/électrode (10) et la première plaque séparatrice (24), et est dépourvue de bague d'espacement entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la deuxième plaque séparatrice (26), la bague d'espacement étant configurée pour maintenir un écartement et assurer l'étanchéité entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la première plaque séparatrice (24) autour de la région active (18).

Réacteur électrochimique

La présente invention concerne le domaine des réacteurs électrochimiques à membrane électrolytique.

Elle concerne en particulier le domaine des électrolyseurs à membrane électrolytique, notamment pour la génération du dioxygène et de dihydrogène par électrolyse de l'eau.

Il est possible de prévoir un électrolyseur à membrane électrolytique comprenant au moins une cellule électrochimique, la ou chaque cellule électrochimique comprenant un assemblage membrane/électrode (AME) comprenant une membrane électrolytique prise en sandwich entre une anode et une cathode, l'assemblage membrane/électrode étant lui-même pris en sandwich entre deux plaques séparatrices, chaque plaque séparatrice possédant sur sa face tournée vers l'assemblage membrane/électrode des canaux pour la circulation de fluides le long des deux faces de l'assemblage membrane/électrode.

En fonctionnement, des fluides sous pression circulent dans les canaux. Il est nécessaire d'assurer une étanchéité entre les plaques séparatrices et l'assemblage membrane/électrode de chaque cellule électrochimique.

Un des buts de l'invention est de proposer un réacteur électrochimique possédant une étanchéité satisfaisante, tout en étant facile et peu coûteux à fabriquer.

A cet effet, l'invention propose un réacteur électrochimique comprenant au moins une cellule électrochimique comprenant, en superposition suivant une direction d'empilement, un assemblage membrane/électrode pris en sandwich entre une première plaque séparatrice et une deuxième plaque séparatrice, l'assemblage membrane/électrode possédant une membrane électrolytique prise en sandwich entre deux électrodes, l'assemblage membrane/électrode comprenant une région active entourée par une région périphérique,

dans lequel la ou chaque cellule électrochimique comprend une couche de diffusion poreuse respective interposée entre la région active de l'assemblage membrane/électrode et chaque plaque séparatrice,

dans lequel la ou chaque cellule électrochimique comprend une bague d'espacement interposée entre la région périphérique de l'assemblage membrane/électrode et la première plaque séparatrice, la ou chaque cellule électrochimique étant dépourvue de bague d'espacement entre l'assemblage membrane/électrode et la deuxième plaque séparatrice, la bague d'espacement étant configurée pour maintenir un écartement entre la région périphérique de l'assemblage membrane/électrode et la première plaque séparatrice et assurer l'étanchéité entre

l'assemblage membrane/électrode et la première plaque séparatrice autour de la région active, la bague d'espacement entourant la région active de l'assemblage membrane/électrode.

Selon des modes de réalisation particuliers, le réacteur comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- dans la ou chaque cellule électrochimique, l'écartement entre l'assemblage membrane/électrode et la première plaque séparatrice, est supérieur à l'écartement entre l'assemblage membrane/électrode et la deuxième plaque séparatrice ;

- dans la ou chaque cellule électrochimique, la couche de diffusion interposée entre l'assemblage membrane/électrode et la première plaque séparatrice est plus épaisse que la couche de diffusion interposée entre l'assemblage membrane/électrode et la deuxième plaque séparatrice ;

- la première plaque séparatrice est situé du côté d'une électrode formant l'anode et la deuxième plaque séparatrice est située du côté d'une électrode formant la cathode ;

- la bague d'espacement comprend des stries sur une face tournée vers l'assemblage membrane/électrode, les stries pénétrant dans l'assemblage membrane/électrode ;

- la bague d'espacement comprend des stries sur une face tournée vers la première plaque séparatrice ;

- la ou chaque cellule électrochimique comprend un film d'étanchéité interposé entre la bague d'espacement et la première plaque séparatrice ;

- la ou chaque cellule électrochimique comprend un film d'étanchéité interposé entre l'assemblage membrane/électrode et la deuxième plaque séparatrice ; et

- le réacteur est un électrolyseur, en particulier un électrolyseur pour la génération de dioxygène et de dihydrogène par électrolyse de l'eau.

L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence au dessin annexé, sur lequel :

- la Figure 1 est une vue schématique en élévation d'un électrolyseur à membrane électrolytique comprenant un empilement de cellules électrochimiques élémentaires ; et

- la Figure 2 est une vue schématique en coupe d'une cellule électrochimique de l'électrolyseur de la Figure 1.

Tel que représenté sur la Figure 1, l'électrolyseur 2 comprend un empilement 4 de cellules 6 électrochimiques élémentaires analogues, empilées suivant une direction d'empilement E.

L'électrolyseur 2 comprend deux plaques de maintien 8 disposées aux extrémités de l'empilement 4 pour maintenir les cellules 6. De manière connue en soi, l'électrolyseur 2 comprend un dispositif de serrage (non représenté) pour serrer les plaques de maintien 8 l'une vers l'autre suivant la direction d'empilement E. Le dispositif de serrage comprend par exemple des tirants s'étendant entre la plaque de maintien 8, en passant à côté ou à travers l'empilement 4.

La Figure 2 qui est une vue en coupe d'une cellule 6 de l'empilement 4. La cellule 6 comprend un assemblage membrane/électrode 10 stratifié, comprenant une membrane 12 électrolytique échangeuse de protons prise en sandwich entre deux électrodes 14, 16, l'une formant une anode et l'autre une cathode.

L'assemblage membrane/électrode 10 comprend une région active 18 centrale et une région périphérique 20 entourant la région active 18. Dans la région active 18, la membrane 12 est recouverte par les deux électrodes 14, 16, chacune sur une face respective de la membrane 12.

La membrane 12 est par exemple une membrane échangeuse de proton (PEM pour « Proton Exchange Membrane » en anglais) pour la réalisation d'une électrolyse de l'eau.

L'assemblage membrane/électrode 10 est pris en sandwich entre une première plaque séparatrice 24 et une deuxième plaque séparatrice 26. L'assemblage membrane/électrode 10 et les plaques séparatrices 24, 26 sont superposés suivant la direction d'empilement E.

Chacune de la première plaque séparatrice 24 et de la deuxième plaque séparatrice 26 délimite avec la région active 18 de l'assemblage membrane/électrode 10 une chambre 28, 30 respectivement.

La première plaque séparatrice 24 est ici située du côté de l'électrode 14 formant l'anode. La deuxième plaque séparatrice 26 est située du côté de l'électrode 16 formant la cathode.

La cellule 6 comprend une première couche de diffusion 32 et une deuxième couche de diffusion 34 interposées respectivement entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la première plaque séparatrice 24, et entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la deuxième plaque séparatrice 26. Chaque couche de diffusion 32, 34 recouvre seulement la région active 18 de l'assemblage

membrane/électrode 10, en laissant la région périphérique 20 découverte. Chaque couche de diffusion 32, 34 est reçue dans une chambre 28, 30 respective.

Les plaques séparatrices 24, 26 sont munies de canaux ou d'orifices pour l'alimentation des chambres 28, 30 en réactif et l'évacuation d'espèces générées hors des chambres 28, 30.

Chaque couche de diffusion 32, 34 est poreuse pour permettre la diffusion, au travers de la couche de diffusion 32, 34, du réactif alimentant les chambres 28, 30 vers l'assemblage membrane/électrode 10, et la diffusion des espèces générées au niveau de l'assemblage membrane/électrode 10 hors des chambres 28, 30 pour leur évacuation.

10 La première couche de diffusion 32 est en contact avec la région active 18 de l'assemblage membrane/électrode 10 et avec la première plaque séparatrice 24. La deuxième couche de diffusion 34 est en contact avec la région active 18 de l'assemblage membrane/électrode 10 et avec la deuxième plaque séparatrice 26.

15 La cellule 6 comprend une bague d'espacement 36 interposée entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la première plaque séparatrice 24. La bague d'espacement 36 est configurée pour maintenir un écartement entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la première plaque séparatrice 24 et assurer une étanchéité entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la première plaque séparatrice 24.

20 La bague d'espacement 36 est ici rapportée entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la première plaque séparatrice.

La bague d'espacement 36 entoure la région active 18. La bague d'espacement 36 est plus spécifiquement interposée entre la région périphérique 20 de l'assemblage membrane/électrode 10 et la première plaque séparatrice 24. La bague d'espacement 36 est en contact étanche avec l'assemblage membrane/électrode 10, plus spécifiquement avec la membrane 12, dans la région périphérique 20.

25 La bague d'espacement 36 entoure la première couche de diffusion 32.

La bague d'espacement 36 comprend des stries 38 sur sa face tournée vers l'assemblage membrane/électrode 10. Les stries 38 ont pour fonction d'assurer une étanchéité entre la bague d'espacement 36 et l'assemblage membrane/électrode 10. Les stries 38 sont configurées pour pénétrer dans la région périphérique 20 de l'assemblage membrane/électrode 10 pour assurer l'étanchéité. Les stries 38 s'étendent linéairement, avantageusement chacune suivant un contour fermé. La bague d'espacement 36 comprend ici trois stries 38 parallèles. Les stries 38 possèdent une hauteur H2 inférieure à l'épaisseur E2 de la membrane 12. Les stries 38 possèdent par exemple une hauteur comprise entre 50 et 100 μm .

35

La cellule 6 comprend un film d'étanchéité 40 interposé entre la bague d'espacement 36 et la première plaque séparatrice 24. Le film d'étanchéité 40 est en contact étanche avec la bague d'espacement 36 et avec la première plaque séparatrice 24. Le film d'étanchéité 40 est réalisé dans un matériau souple, déformable en compression. Le film d'étanchéité 40 est par exemple un film d'étanchéité réalisé en PTFE (polytétrafluoroéthylène).

La bague d'espacement 36 comprend des stries 42 sur sa face tournée vers la première plaque séparatrice 24. Les stries 42 sont configurées pour pénétrer dans l'épaisseur du joint d'étanchéité 40 pour assurer l'étanchéité entre la bague d'espacement 36 et le film d'étanchéité 40. Les stries 42 possèdent une hauteur H2 inférieure à l'épaisseur E2 du film d'étanchéité 40.

Les stries 38, 42 sont moulées ou usinées dans la bague d'espacement 36.

En variante, les stries 38, 42 sont remplacées par des joints d'étanchéité interposée entre la bague d'espacement 36 et le film d'étanchéité 40 et l'assemblage membrane/électrode 10.

La bague d'espacement 36 est réalisée dans un matériau dur, plus dur que celui de la membrane 12 et plus dur que celui du film d'étanchéité 40. La bague d'espacement 36 est par exemple réalisée en PEI (Polyrtherimide) ou en PPSU (Polyphenylsulfone).

La cellule 6 est dépourvue de bague d'étanchéité interposée entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la deuxième plaque séparatrice 26.

La cellule 6 comprend un film d'étanchéité 44 interposé entre la région périphérique 20 de l'assemblage membrane/électrode 10 et la deuxième plaque séparatrice 26, pour assurer l'étanchéité entre ceux-ci. Le film d'étanchéité 44 entoure la deuxième couche de diffusion 34. Le film d'étanchéité 44 est en contact étanche avec l'assemblage membrane/électrode 10, plus spécifiquement avec la membrane 12, d'une part, et en contact étanche avec la deuxième plaque séparatrice 26, d'autre part.

Le film d'étanchéité 44 est analogue au film d'étanchéité 40. De préférence, il est réalisé dans le même matériau. De préférence, il possède la même épaisseur.

La bague d'espacement 36 est prévue pour ne pas se comprimer, et ainsi conserver son épaisseur lors de l'empilement des composants pour former la cellule 6, et de l'empilement et de la mise en compression des cellules 6 pour former l'empilement 4. Les films d'étanchéité 40, 44 et l'assemblage membrane/électrode 10 sont au contraire prévus pour se déformer.

L'écartement C1 entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la première plaque séparatrice 24 est supérieur à l'écartement C2 entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la deuxième plaque séparatrice 26.

Chaque écartement C1, C2 entre l'assemblage membrane/électrode 10 et une plaque séparatrice 24, 26 est pris entre les faces en regard de l'assemblage membrane/électrode 10 et de cette plaque séparatrice au droit de la région active 18, suivant la direction d'empilement E.

A l'état libre, la première couche de diffusion 32 présente une épaisseur supérieure à l'épaisseur de la deuxième couche de diffusion 34. L'épaisseur à l'état libre désigne ici l'épaisseur des couches de diffusion 32, 34 avant empilement et mise en compression des composants pour former la cellule 6.

L'épaisseur à l'état libre de la première couche de diffusion 32 est par exemple comprise entre 1 et 2 mm. Cette première couche de diffusion 32 est peu compressible. La compression de la première couche de diffusion 32 est inférieure à 10 % entre l'état libre et l'état comprimé.

L'épaisseur à l'état libre de la deuxième couche de diffusion 34 est par exemple comprise entre 200 et 300 μm . La compression de la deuxième couche de diffusion 34 est d'environ 20 % entre l'état libre et l'état comprimé.

Après mise en compression, la première couche de diffusion 32 présente une épaisseur à l'état comprimé sensiblement égale à la somme de l'épaisseur de la bague d'espacement 36 et du film d'étanchéité 40 interposé entre la bague d'espacement 36 et la première plaque séparatrice 24.

Après mise en compression, la deuxième couche de diffusion 34 présente une épaisseur sensiblement égale à celle du joint d'étanchéité 44 interposé entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la deuxième plaque séparatrice 26.

La première couche de diffusion 32 et la deuxième couche de diffusion 34 sont constituées différemment. La première couche de diffusion 32 est par exemple formée d'un assemblage de grilles et de frittés en métal, par exemple en titane ou en alliage de titane. La deuxième couche de diffusion 34 est par exemple formée en tissé, en non-tissé ou en feutre, par exemple à partir de fibres de carbone, tel qu'utilisé pour la pile à combustible. En variante elles sont de constitutions analogues.

Les plaques séparatrices 24, 26 sont conductrices d'électricité et sont par exemple réalisées en métal. Chaque plaque séparatrice 24, 26 d'une cellule 6 est en contact électrique avec l'électrode formant anode ou la l'électrode formant cathode de la cellule 6. Les plaques séparatrices 24, 26 d'une cellule 6 sont isolées électriquement par la membrane 12 de la cellule 6.

Les cellules 6 sont reliées fluidiquement en parallèle. Plus particulièrement, les chambres 28 des premières plaques séparatrices 24 sont reliés fluidiquement en parallèle et définissent ensemble un premier compartiment fluidique, et les chambres 30 des

deuxièmes plaques séparatrices 26 sont reliés fluidiquement en parallèle et définissent ensemble un deuxième compartiment fluide.

Le premier compartiment fluide, formé par les chambres 28, et le deuxième compartiment fluide, formé par les chambres 30, sont séparés par les assemblages membrane/électrode 10 des cellules 6.

Les cellules 6 sont reliées électriquement en série. L'électrode 14 formant l'anode de chaque cellule 6 est reliée électriquement à l'électrode 16 formant cathode de la cellule 6 suivante dans l'empilement 4. Les cellules 6 sont reliées de proche en proche jusqu'aux bornes électriques de l'électrolyseur 2.

L'électrolyseur 2 comprend une source de tension 46 pour appliquer une force électromotrice aux bornes de l'électrolyseur 2.

Dans un empilement de cellules électrochimiques, une plaque séparatrice est bipolaire ou monopolaire. Une plaque séparatrice bipolaire est commune à deux cellules adjacentes empilées. Elle est disposée entre deux assemblages membrane/électrode. Une plaque séparatrice bipolaire peut former la première plaque séparatrice d'une cellule et la deuxième plaque séparatrice de la cellule adjacente. Une plaque séparatrice monopolaire est dédiée à une cellule.

Dans un mode de réalisation, l'empilement 4 est formé d'une alternance d'assemblages membrane/électrode et de plaques séparatrices bipolaires, avec des plaques séparatrices monopolaires aux extrémités de l'empilement. En variante, chaque cellule comprend des plaques séparatrices monopolaires propres à cette cellule.

L'électrolyseur 2 comprend au moins une entrée pour le fluide réactif et des sorties pour les fluides produits résultant de l'électrolyse.

L'électrolyseur 2 comprend ici une entrée 2A d'eau, une sortie d'oxygène 2B et une sortie de dihydrogène 2C. L'entrée 2A alimente en eau la chambre 28 de chaque cellule 6 délimités entre la première plaque séparatrice 24 et l'assemblage membrane/électrode 10.

Les entrées 2A et sorties 2B, 2C sont ici formées dans les plaques de maintien 8 qui forment des collecteurs fluidiques. L'entrée 2A est formée dans une plaque de maintien 8, et les sorties 2B, 2C sont formées dans l'autre plaque de maintien 8.

Les bagues d'espacement 36 représentent une part importante du coût de fabrication d'un réacteur électrochimique. La prévision d'une seule bague d'espacement dans chaque cellule 6 entre l'assemblage membrane/électrode 10 et une plaque séparatrice, et l'omission d'une bague d'espacement entre l'assemblage membrane/électrode 10 et l'autre plaque séparatrice permet ainsi de limiter le coût de fabrication et facilite en outre le montage de l'électrolyseur 2.

En outre, les couches de diffusion épaisses sont moins répandues et par conséquent généralement plus coûteuses que les couches de diffusion fines déjà utilisées en quantité pour l'application à des piles à combustibles. L'utilisation d'une couche de diffusion fine du côté de la seconde plaque séparatrice permet d'assurer une étanchéité du fait du seul joint d'étanchéité interposé entre l'assemblage membrane/électrode 10 et la deuxième plaque séparatrice 26, tout en contrôlant l'épaisseur résiduelle de la couche de diffusion interposée entre ceux-ci pour obtenir une diffusion satisfaisante des fluides.

La prévision d'une couche de diffusion 32 plus épaisse et d'une couche de diffusion 34 plus fine permet d'alimenter en fluide réactif uniquement la chambre 28 délimitée par la première plaque séparatrice 24 de chaque cellule 6 tout en conservant un fonctionnement satisfaisant, notamment avec des pertes de charges limitées dans la chambre 28 de la première plaque séparatrice.

L'invention n'est pas limitée à un électrolyseur. Elle s'applique également à une pile à combustible, dont la structure est analogue à celle de l'électrolyseur, mais le fonctionnement est inverse : la pile à combustible est alimentée en dioxygène et dihydrogène et fournit de l'électricité et de l'eau.

Ainsi, de manière générale, l'invention concerne un réacteur électrochimique à membrane électrolytique.

REVENDEICATIONS

1.- Réacteur électrochimique comprenant au moins une cellule électrochimique (6) possédant, superposés suivant une direction d'empilement E, un assemblage membrane/électrode (10) pris en sandwich entre une première plaque séparatrice (24) et une deuxième plaque séparatrice (26), l'assemblage membrane/électrode (10) possédant une membrane électrolytique (12) prise en sandwich entre deux électrodes (14, 16), l'assemblage membrane/électrode (10) comprenant une région active (18) entourée par une région périphérique (20),

dans lequel la ou chaque cellule électrochimique (6) comprend une couche de diffusion (32, 34) poreuse respective interposée entre la région active (18) de l'assemblage membrane/électrode (10) et chaque plaque séparatrice (24, 26),

dans lequel la ou chaque cellule électrochimique comprend une bague d'espacement (36) interposée entre la région périphérique (20) de l'assemblage membrane/électrode (10) et la première plaque séparatrice (24), la ou chaque cellule électrochimique étant dépourvue de bague d'espacement entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la deuxième plaque séparatrice (26), la bague d'espacement étant configurée pour maintenir un écartement entre la région périphérique (20) de l'assemblage membrane/électrode (10) et la première plaque séparatrice (24) et assurer l'étanchéité entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la première plaque séparatrice (24) autour de la région active (18), la bague d'espacement (36) entourant la région active (18) de l'assemblage membrane/électrode (20).

2.- Réacteur électrochimique selon la revendication 1, dans lequel, dans la ou chaque cellule électrochimique (6), l'écartement (C1) entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la première plaque séparatrice (24), est supérieur à l'écartement (C2) entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la deuxième plaque séparatrice (26).

3.- Réacteur électrochimique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel, dans la ou chaque cellule électrochimique (6), la couche de diffusion (32) interposée entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la première plaque séparatrice (24) est plus épaisse que la couche de diffusion (34) interposée entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la deuxième plaque séparatrice (26).

4.- Réacteur électrochimique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première plaque séparatrice (24) est situé du côté d'une électrode formant l'anode et la deuxième plaque séparatrice (26) est située du côté d'une électrode formant la cathode.

5.- Réacteur électrochimique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la bague d'espacement (36) comprend des stries (38) sur une face tournée vers l'assemblage membrane/électrode, les stries pénétrant dans l'assemblage membrane/électrode.

5 6.- Réacteur électrochimique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la bague d'espacement (36) comprend des stries (42) sur une face tournée vers la première plaque séparatrice (24).

10 7.- Réacteur électrochimique selon la revendication 6, dans lequel la ou chaque cellule électrochimique comprend un film d'étanchéité (40) interposé entre la bague d'espacement (36) et la première plaque séparatrice (24).

8.- Réacteur électrochimique selon l'une quelconque des revendications, dans lequel chaque cellule électrochimique (6) comprend un film d'étanchéité (44) interposé entre l'assemblage membrane/électrode (10) et la deuxième plaque séparatrice (26).

15 9.- Réacteur électrochimique selon l'une quelconque des revendications précédentes, constituant un électrolyseur (2), en particulier un électrolyseur pour la génération de dioxygène et de dihydrogène par électrolyse de l'eau.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/053128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C25B9/18 H01M8/24 H01M8/02
ADD.
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)
C25B 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	JP 2010 267628 A (HONDA MOTOR CO LTD) 25 November 2010 (2010-11-25)	1-4,8,9
Y	figures 1, 6 paragraph [0021] paragraph [0029]	5-7
Y	FR 2 977 724 A1 (HELION [FR]) 11 January 2013 (2013-01-11) page 1, line 33 - page 2, line 2 figure 1	5-7

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
11 March 2015

Date of mailing of the international search report
20/03/2015

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

Authorized officer
Ritter, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2014/053128

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2010267628 A	25-11-2010	JP 5280414 B2	04-09-2013
		JP 2010267628 A	25-11-2010

FR 2977724 A1	11-01-2013	CA 2841157 A1	17-01-2013
		CN 103703598 A	02-04-2014
		EP 2729982 A1	14-05-2014
		FR 2977724 A1	11-01-2013
		US 2014147768 A1	29-05-2014
		WO 2013007692 A1	17-01-2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2014/053128

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C25B9/18 H01M8/24 H01M8/02 ADD.		
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) C25B 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	JP 2010 267628 A (HONDA MOTOR CO LTD) 25 novembre 2010 (2010-11-25)	1-4,8,9
Y	figures 1, 6 alinéa [0021] alinéa [0029]	5-7
Y	----- FR 2 977 724 A1 (HELION [FR]) 11 janvier 2013 (2013-01-11) page 1, ligne 33 - page 2, ligne 2 figure 1 -----	5-7
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> 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 11 mars 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 20/03/2015
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Ritter, Thomas

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2014/053128

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2010267628 A	25-11-2010	JP 5280414 B2	04-09-2013
		JP 2010267628 A	25-11-2010

FR 2977724 A1	11-01-2013	CA 2841157 A1	17-01-2013
		CN 103703598 A	02-04-2014
		EP 2729982 A1	14-05-2014
		FR 2977724 A1	11-01-2013
		US 2014147768 A1	29-05-2014
		WO 2013007692 A1	17-01-2013
