



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **718 644 A2**

(51) Int. Cl.: **C25B** 9/015 (2021.01)
C25B 9/63 (2021.01)
C25B 13/02 (2006.01)
C25B 1/04 (2021.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00558/21

(71) Requérant:
ASPHY Technologies, Rue du Jura 12
1196 - Gland (CH)

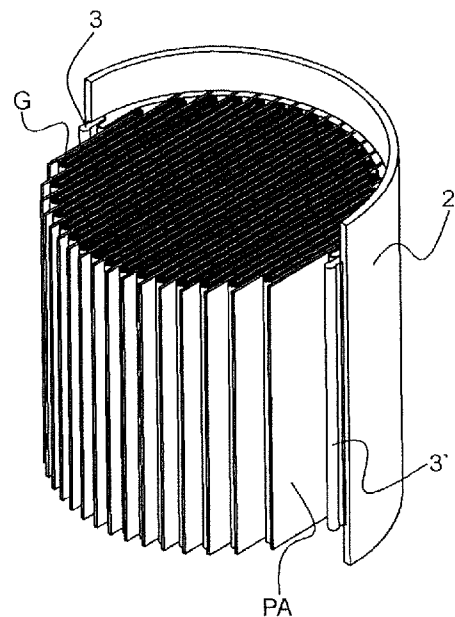
(22) Date de dépôt: 19.05.2021

(43) Demande publiée: 30.11.2022

(72) Inventeur(s):
Guillaume Desenne, 74370 Pringy (FR)
Renaud Kerbrat, 1196 Gland (CH)

(54) **Arrangement d'une membrane et électrodes pour cellule d'électrolyse.**

(57) L'invention concerne l'arrangement d'une membrane de séparation pour l'électrolyse de l'eau, alcaline ou non, avec des anodes et cathodes pour la production de dihydrogène et dioxygène. La membrane est contrainte à prendre une forme en accordéon par les électrodes (PA) placées dans des rainures ménagées sur les faces de deux demi-coques (2'). Cet arrangement a pour caractéristique prioritaire d'augmenter considérablement la surface de la membrane et celle des anodes et cathodes pour un meilleur rendement électrolytique et dans un volume remarquablement réduit. L'invention permet aussi une plus grande fiabilité de fonctionnement de cet arrangement, par la quasi absence de joints d'étanchéité. La configuration „verticale” de l'arrangement est aussi favorable à l'utilisation de pressions de fonctionnement très importantes et supérieures à celles communément utilisées dans l'industrie de l'électrolyse de l'eau.



Description

[0001] La présente invention concerne l'arrangement interne d'une cellule électrolytique comprenant une membrane de séparation pour l'électrolyse de l'eau, alcaline ou non, et des anodes et cathodes pour la production de dihydrogène et dioxygène. Ce nouvel „arrangement“ offre l'avantage d'augmenter la surface de la membrane et celle de l'anode et de la cathode dans un volume réduit et d'en garantir une plus grande efficacité.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Les membranes de séparation pour l'électrolyse de l'eau, alcaline ou non, utilisent très majoritairement des films, d'épaisseurs diverses, tels que le Zirfon® de Agfa Gevaert et le Nafion® de Dupont, pour les principaux producteurs. Ces membranes sont insérées en „sandwich“ entre des plaques électrolytiques, joints et isolants. Cette configuration, très classique, imposée par la conception générale des cellules électrolytiques actuelles, oblige des géométries simples, telles que des disques, des carrés et rectangles, selon la forme des cellules composant les empilements, „stacks“, de la majorité de ces électrolyseurs.

DEFAUTS ET INCONVENIENTS

[0003] Les formes de ces membranes et électrodes (anodes-cathodes), que nous pouvons considérer comme „simples“, sont la conséquence d'un mode de réalisation de ces cellules qui ne favorise pas la meilleure géométrie de la membrane et des électrodes (anode, cathode) pour l'optimisation du processus d'électrolyse de l'eau. Cette disposition en „sandwich“ qualifiée de „classique“ génère un effet de flux laminaire entre la membrane et les électrodes insuffisant, réduisant considérablement l'efficacité de l'électrolyse. D'autre part, l'impossibilité de mixage de la nature des électrodes (métaux rares) par la conception „monobloc“ des plaques électrolytiques constitue un handicap pour l'optimisation du rendement de production du dihydrogène et dioxygène. Un autre défaut de l'assemblage actuel membrane /électrodes réside dans la surface représentée par le diamètre interne de la cellule qui, de par leur empilement, limite les pressions de fonctionnement.

AVANTAGES DE L'INVENTION

[0004] Objet de l'invention, le nouvel arrangement interne d'une membrane de séparation pour l'électrolyse de l'eau, alcaline ou non, et des anodes et cathodes pour la production de dihydrogène et dioxygène, offre de nombreux avantages. Le premier et l'un des plus remarquables, est de disposer d'une très grande surface de membrane et d'électrodes (anodes, cathodes) proportionnellement au volume interne d'une cellule électrolytique. Le second, lui aussi important, est de favoriser un espacement minimum des faces des électrodes avec la membrane (de 0.5 à 1mm). Le troisième avantage se caractérise par la disposition générale de l'arrangement qui opte pour une position verticale des éléments en opposition à celle des cellules empilées, obligatoirement horizontale. Cette verticalité de l'architecture de ce nouvel arrangement favorise l'utilisation d'une forme tubulaire de l'enveloppe constituant la cellule équipée de cet arrangement membrane / électrodes. Cette forme tubulaire permet à l'enveloppe de résister aux plus hautes pressions de fonctionnement.

ARRANGEMENT DE LA MEMBRANE ET DES ELECTRODES

[0005] La membrane et les électrodes (anodes, cathodes) sont placées verticalement dans une enceinte tubulaire recevant, en son centre, deux demi coques, réalisées en matière polymère, préférablement du PEE et munies de différents évidements permettant le positionnement de ladite membrane et des électrodes. Ces deux demi-coques reçoivent respectivement les électrodes anodes et les électrodes cathodes dans les évidements ménagés sur leur face intérieure alors que les extrémités de la membrane sont retenues par les barrettes de tension insérées dans les logements ménagés par construction dans les faces jointives des deux demi-coques. Chaque plaque d'électrode est munie, sur toute la longueur de l'un de ses bords, opposé à celui inséré dans les évidements ménagés sur la face interne des demi-coques, d'une garniture en polymère arrondi apte à imprimer une pression sur la membrane pour sa tension lors de l'assemblage des deux demi-coques. L'assemblage des deux demi-coques s'effectue préférablement par soudage mais d'autres moyens d'assemblage sont possibles tels que par vis, clips, collage ou tout autre technique connue et utilisable pour cet assemblage. Les plaques d'électrodes utilisées sont rigides et la nature de leur composition n'entre pas dans l'objet de l'invention. Chaque garniture polymère des électrodes (au nombre variable mais toujours proportionnel au diamètre de l'enceinte tubulaire) vient contraindre la membrane en la forçant à épouser une forme en „accordéon“ sans détériorer la membrane dont le matériau est souple mais relativement fragile. La membrane ainsi contrainte délimite donc deux „chambres“, l'une pour l'anode et l'autre pour la cathode, la distance entre les surfaces des anodes et cathodes et celles de la membrane doit être la plus faible possible et ne pas dépasser 0.3 à 0.5mm. La précision de la réalisation des éléments constitutifs de l'arrangement caractérisant l'invention peut permettre de réduire plus encore cette distance. Ces garnitures, réalisées en polymère souple sont de forme circulaire et collées ou surmoulées sur un des bords de l'électrode selon le mode de réalisation préféré et comme expliqué plus avant. Les deux demi-coques sont munies d'encoches sur leur partie supérieure afin de laisser échapper les effluents gazeux et liquides lors de l'électrolyse. Les extrémités de l'enceinte tubulaire de la cellule sont fermées par deux bouchons solidarisés par soudage. Le bouchon supérieur comporte les orifices de sortie du dihydrogène et dioxygène ainsi que les connexions d'alimentation en courant électrique en contact direct avec les électrodes. Le bouchon inférieur comportant les orifices d'alimentation en eau de la cellule. L'étanchéité des deux

chambres séparées par la membrane est primordiale pour favoriser la meilleure électrolyse de l'eau possible. Cette étanchéité est parfaite par le scellement des extrémités de l'assemblage membrane/électrodes avec une colle polyuréthane ou silicone pour assurer l'étanchéité entre les extrémités de l'assemblage membrane / électrodes, Cette méthode est indicative, toute autre technique de scellement connue peut être utilisée sans réduire pour autant la portée de l'invention. Ainsi assemblée la cellule et son arrangement interne est totalement hermétique et indémontable. Celle-ci, selon l'épaisseur de l'enceinte, elle-même réalisée en polymère PEE, peut être soumise à une pression correspondante à l'utilisation de la cellule électrolytique. Dans une gamme de pression allant de 10 à 30 bars l'enceinte polymère peut être suffisante. Comme mentionné plus avant, le nouvel arrangement, objet de l'invention, est totalement verticalisé, la surface totale de la membrane et des électrodes dépendent plus de la longueur de l'enceinte tubulaire que de son diamètre, ce qui offre de très nombreux avantages en matière de simplicité de réalisation et de diminution voir suppression de joints et isolants toujours source de problèmes pour une cellule électrolytique. Cette verticalité de l'arrangement, membrane / électrodes, permet une considérable augmentation des surfaces concernées (et dépendant du nombre et de la taille des plis effectués par la membrane), à volumes égaux, comparées à ceux d'une cellule électrolytique de stacks actuellement produits. D'autres caractéristiques aussi avantageuses de l'invention apparaîtront par la description détaillée, les revendications et les dessins annexés, dans lesquels:

La figure 1 est une vue en perspective de l'assemblage complet de l'arrangement selon l'invention.

La figure 2 montre la face inférieure, en perspective, d'un des bouchons et ses rainures.

La figure 3 est une autre vue en perspective d'un des bouchons et montrant sa face supérieure et ses cavités.

La figure 4 montre en perspective la membrane, les électrodes respectives, les barrettes et les deux demi-coques assemblées.

La figure 5 montre en perspective et en coupe partielle, l'agencement interne de la membrane, ses barrettes de retenue, les électrodes et leurs garnitures ainsi qu'une des deux demi-coques.

La figure 6 montre la membrane dans sa forme après réunion des deux demi-coques.

La figure 7 montre les deux demi-coques assemblées.

La figure 8, montre une des plaques électrolytiques munie de sa garniture polymère.

La figure 9 montre la forme en „Zig-Zag“ de la membrane après contrainte.

La figure 10a montre en détail l'agencement des électrodes (anodes et cathodes) avec la membrane.

La figure 10b est un autre détail de l'espacement des faces des électrodes par rapport à celles de la membrane. Elle précise aussi la matérialisation de la séparation des chambres.

DESCRIPTION

[0006] L'arrangement, caractérisant avantageusement l'invention, se compose des éléments suivants :

- Une membrane (1) de type Zirfon®, Nafion® ou toute autre marque de membrane, utilisée pour une électrolyse alcaline ou „PEM“ de l'eau afin de favoriser la production de dihydrogène et dioxygène.
- Deux demi-coques (2 et 2') supportant les plaques électrolytiques et favorisant l'arrangement en „accordéon“ de la membrane (1).
- Deux barrettes de retenue de membrane (3) et (3').
- Des plaques électrolytiques (PA) et (PC), de nombre variable en fonction des dimensions de l'arrangement.
- Deux bouchons (7) et (7') obturant l'enceinte externe (8).
- Une enceinte externe (8) assurant la cohésion du positionnement des éléments constitutifs de l'arrangement, objet de l'invention.

[0007] Selon un exemple de mode de réalisation de l'arrangement, objet de l'invention, une membrane (1) est positionnée entre les deux demi-coques (2) et (2') (Fig :4, 5) et solidarisée à elles par les barrettes (3) et (3') insérées dans les logements (4) et (4') ménagés respectivement sur les faces (F) et (F') des demi-coques (2) et (2') (Fig :4, 5, 7). Les plaques électrolytiques (anodes, cathodes) (PA) (PC) munies de leurs garnitures (G) (Fig : 8, 10a, 10b), sont insérées, par leur bord (B), dans les rainures (5) et (5') ménagées dans les parois internes (6) et (6') des demi-coques (2) et (2') (Fig : 4, 5, 7). Cet

assemblage réalisé, deux bouchons (7) et (7') viennent obturer les extrémités (E) de l'enceinte (8) (Fig : 1). Les éléments mentionnés, membrane (1), barrettes (4) et (4'), plaques électrolytiques (PA),(PC) et leurs garnitures (G), positionnées par leur bord (B), dans les rainures (5) et (5'), ménagées sur les faces internes (6) et (6') des demi-coques (2) et (2'), sont assemblés par la réunion des deux demi-coques (2) et (2') (Fig :4. 5). Cette „réunion“ des deux demi-coques (2) et (2') avec tous les éléments précités, contraint la membrane (1), jusque-là détendue, à prendre une forme en accordéon (ou zig-zag) sous la poussée des garnitures (G) des plaques électrolytiques (PA, PC) (Fig : 4, 5, 6, 9, 10a, 10b). La forme prise par la membrane (1) (Fig : 9) délimite deux chambres distinctes (C) et (C') (Fig : 10a, 10b), définissant la localisation des plaques électrolytiques anodiques (PA) et cathodiques (PC) (Fig :4, 5, 10a,10b) et permettant la réalisation de l'électrolyse de l'eau. Le mode d'assemblage des deux demi-coques (2) et (2') (Fig : 4. 7) est, préférablement, la soudure, mais tout autre moyen connu peut être utilisé sans réduire ou altérer la portée de l'invention. Les deux bouchons (7) et (7') terminent l'assemblage complet en obturant les extrémités (E) de l'enceinte (8) (Fig:1, 2, 3). Là aussi le mode de liaison préféré des bouchons (7) et (7') avec l'enceinte (8) est la soudure, mais tout autre moyen connu peut être utilisé sans réduire ou altérer la portée de l'invention. La fermeture de l'enceinte (8) par les bouchons (7) et (7') (Fig :1) est conjointe à la pose d'un cordon de colle polyuréthane ou silicone garantissant une parfaite étanchéité des extrémités (EM) de la membrane (1) (Fig : 6) et des extrémités (EPE) (Fig :8) des plaques électrolytiques (PA) et (PC) en contact avec les faces (F) et (F') des bouchons (7) et (7'). Le bouchon supérieur (7) comporte des trous oblongs (11) et (11') (Fig: 2), égaux au nombre de plaques électrolytiques (PA) et (PC) et, sur sa face supérieure (12), deux cavités (13) et (13') permettant, respectivement, de collecter séparément les effluents liquides et gazeux respectifs des deux chambres (C) et (C') matérialisées par la membrane (1), générés par l'électrolyse de l'eau (Fig : 4, 10a, 10b). Le bouchon inférieur (7') est identique au bouchon supérieur (7) et comporte les mêmes trous oblongs égaux aussi au nombre de plaques électrolytiques (PA) et (PC) et les deux mêmes cavités, ménagées sur sa face inférieure, mais permettant l'alimentation en eau (électrolyte) du coeur de l'arrangement, objet de l'invention. Les connexions électriques (positif- négatif) en contact respectifs avec les plaques anodiques (PA) et cathodiques (PC) peuvent être invariablement positionnées sur le bouchon supérieur (7) ou le bouchon inférieur (7'). Ces connexions ne sont pas présentes sur les différentes figures, enrichissant ce document explicatif, pour ne pas être l'objet direct de l'invention.

FONCTIONNEMENT

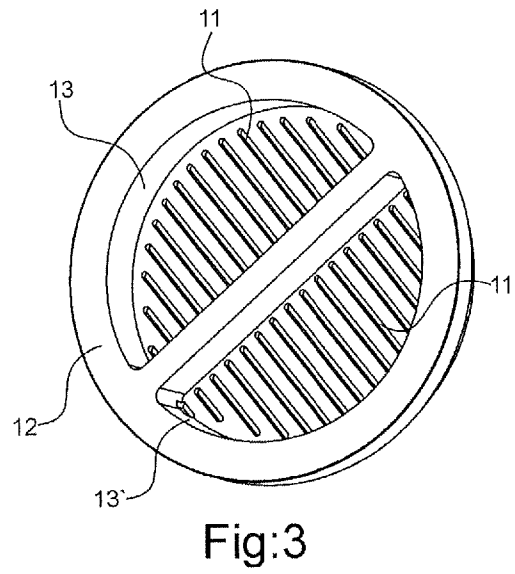
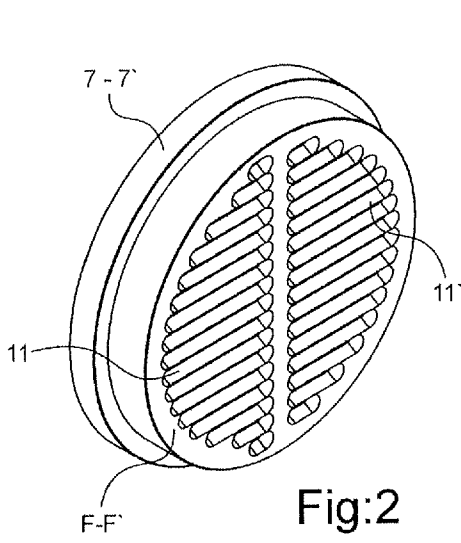
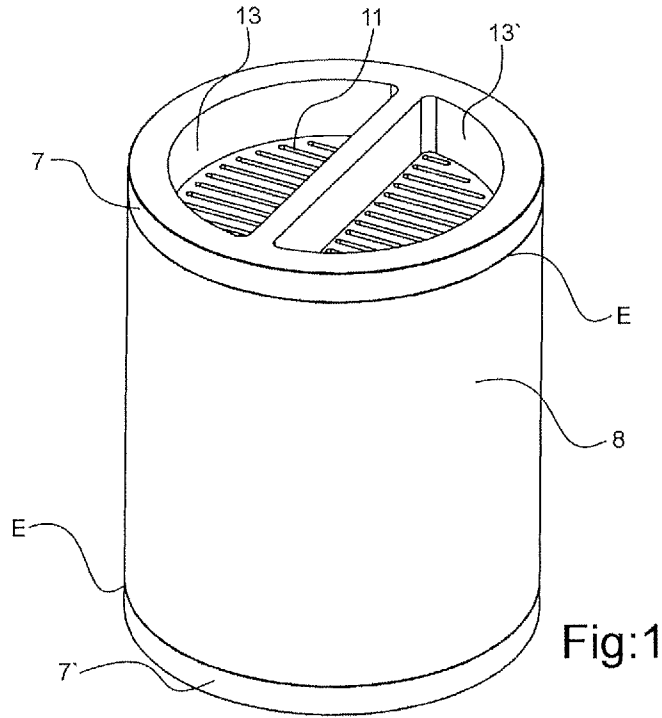
[0008] L'arrangement de la membrane et ses électrodes, selon l'invention, fonctionne classiquement selon les principes connus de l'électrolyse alcaline et, selon la qualité de la membrane utilisée, en mode PEM. (Polymer Electrolyte Membrane). Il n'est donc pas nécessaire de préciser ces principes à l'homme de l'art qui lira cet explicatif.

Revendications

1. Arrangement d'une membrane et ses électrodes caractérisant l'invention, comprenant obligatoirement et principalement une membrane échangeuse (1) et, au moins, deux électrodes(PA) et (PC), mais préférablement plusieurs et placés dans des rainures (5) et (5') ménagées sur les faces (6) et (6') de deux demi-coques (2) et (2') jointes ensemble. La membrane (1) est insérée, à chacune de ses extrémités, dans deux encoches (4) et (4') ménagées sur les faces de jointage des deux demi-coques (2) et (2') par des barrettes (3) et (3').La membrane (1) est mise sous tension et contrainte à prendre une forme en „accordéon“, caractéristique de l'invention, sous l'effet de la poussée des plaques électrolytiques (PA) et (PC) et de leurs garnitures (G) lors de la réunion des deux demi-coques (2) et (2') (Fig :1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10a, 10b). Cet assemblage, ainsi réalisé, est inséré dans une enceinte (8) recevant à ses extrémités (E) deux bouchons (7) et (7') (Fig : 1, 2, 3) pour terminer l'assemblage de l'arrangement objet de l'invention.
2. Arrangement, selon la revendication 1, où la membrane (1) est obligatoirement retenue aux deux demi-coques (2) et (2') un moyen mécanique, préférablement une barrette (3) et (3') la forçant dans des logements (4) et (4'), organisés à cet effet sur les faces de jointage des deux demi-coques (2) et (2') (Fig : 4, 5, 7).
3. Arrangement selon les revendications 1 et 2 où les extrémités de la membrane (1) retenues dans les deux demi-coques (2) et (2') doivent aussi être collées ou mastiquées avec une pâte polyuréthane ou silicone pour garantir son étanchéité.
4. Arrangement, selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les plaques électrolytiques, (PA) et (PC), sont assujetties aux deux demi-coques (2) et (2') par l'intermédiaire de rainures (5) et (5') ménagées, par construction sur les faces internes (6) et (6') des demi-coques (2) et (2') et serties, collées ou mastiquées avec une pâte polyuréthane ou silicone pour garantir l'étanchéité de cet assemblage et selon le mode de réalisation préféré.
5. Plaques électrolytiques (PA) et (PC), selon les revendications 1 et 4, réalisées en des matières et métaux communs à l'état de l'art, d'une forme rectangulaire et aux dimensions adaptées à celles du volume interne des deux demi-coques (2) et (2') positionnées et scellées dans les rainures (5) et (5') de ces deux demi-coques par l'extrémité (B) opposée à la garniture (G) (Fig :8).
6. Plaque électrolytique (PA) ou (PC), selon les revendications 1, 4 et 5, munie d'une garniture (G) sur son extrémité en contact avec la membrane (1).

CH 718 644 A2

7. Demi-coques, selon les revendications 1, 2 et 3 en ce qu'elles sont obligatoirement jointes préférablement par soudage ou tout autre moyen existant et compatible avec leurs fonctions.
8. Enceinte (8), selon la revendication 1, recevant en interne, les deux demi-coques (2) et (2'), équipées de la membrane (1) et ses barrettes (3) et (3').
9. Enceinte (8) selon la revendication 1 caractérisée en ce qu'elle reçoit, à ses extrémités (E), deux bouchons (7) et (7') venant obturer l'assemblage complet constituant l'arrangement selon l'invention (Fig :1, 2, 3).
10. Bouchons (7) et (7') selon les revendications 1 et 7, recevant des rainures ou fentes (11) et (11') traversantes, ménagées sur leur face F et aptes à favoriser la circulation d'un liquide et de gaz (Fig. 2, 3).
11. Bouchons (7) et (7') selon les revendications 1, 7, et 8, dont les rainures (11) et (11') correspondent au nombre de plaques électrolytiques (PA) et (PC) contenues dans l'assemblage de l'arrangement (Fig: 2, 3).
12. Bouchon supérieur (7) selon les revendications 1 et 7, 8 et 9, en ce que les rainures (11) et (11') sont „appariées“ en fonction des plaques électrolytiques (PA) et (PC) afin de correspondre aux „chambres“ (C) et (C') délimitées par la membrane (1). (Fig : 1, 2, 3, 10a, 10b).
13. Bouchon supérieur (7) selon les revendications 1 et 7, 8, 9 et 10, recevant sur sa face supérieure (12), deux évidements (13) et (13') communicant avec les rainures (11) et (11') aptes à capter le dihydrogène et le dioxygène et ses effluents liquides.
14. Bouchon inférieur (7') selon la revendication (11), identique en construction au bouchon supérieur (7), dont la fonction est l'alimentation en électrolyte liquide des deux chambres (C) et (C') de l'arrangement caractérisant l'invention.
15. Demi-coques (2) et (2'), barrettes (3) et (3'), Enceinte (8), bouchons (7) et (7'), selon une quelconque des revendications, réalisées en une même matière polymère, préférablement diélectrique et soudable.
16. Assemblage, selon la revendication 1, où la membrane (1) et les plaques électrolytiques (PA) et (PC) doivent être solidarisiées par leurs extrémités (EPE), par une colle ou mastic poly uréthane aux faces (F-F') des bouchons (7) et (7') (Fig : 8).
17. Assemblage membrane (1) et plaques électrolytiques (2) et (2') selon la revendication 1, imposant la distance la plus faible possible entre les faces de la membrane (1) et celles de la plaque électrolytique (PA) (PC) (préférablement de 0.3 à 0.5 mm et moins selon la qualité de la réalisation) (Fig : 10b).



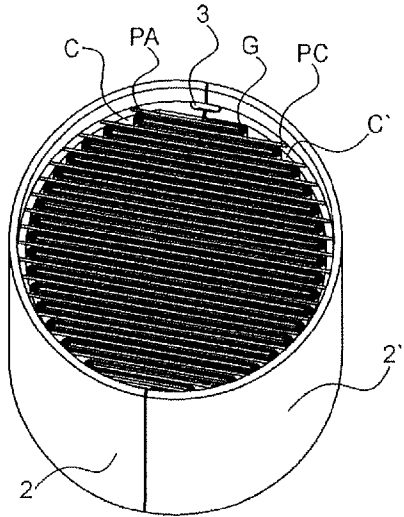


Fig:4

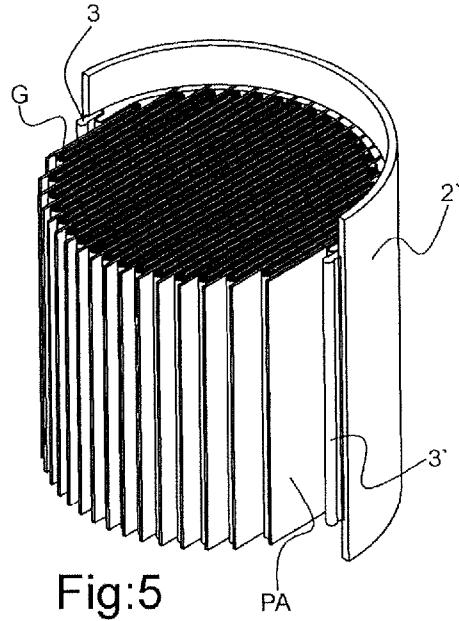


Fig:5

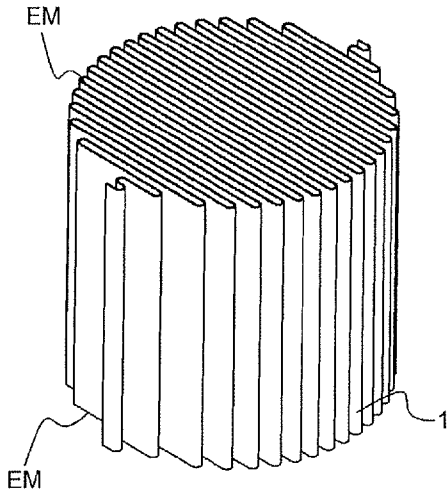


Fig:6

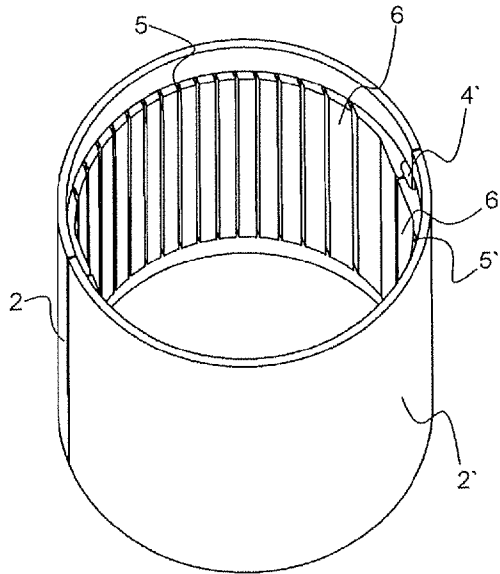


Fig:7

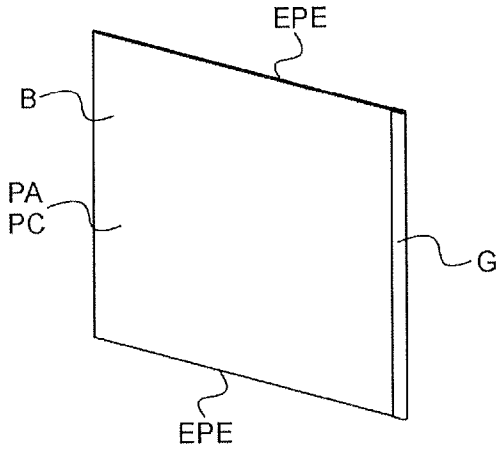


Fig:8

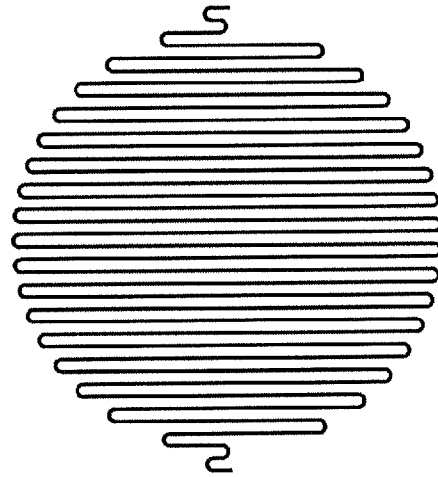


Fig:9

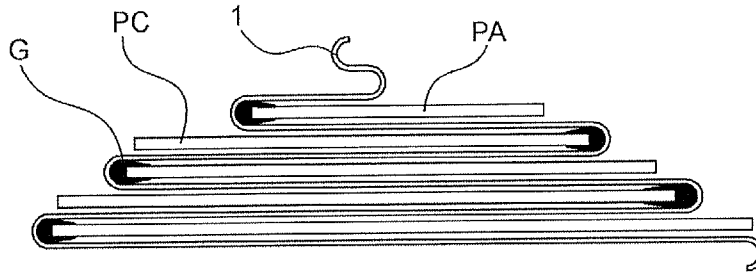


Fig:10 a

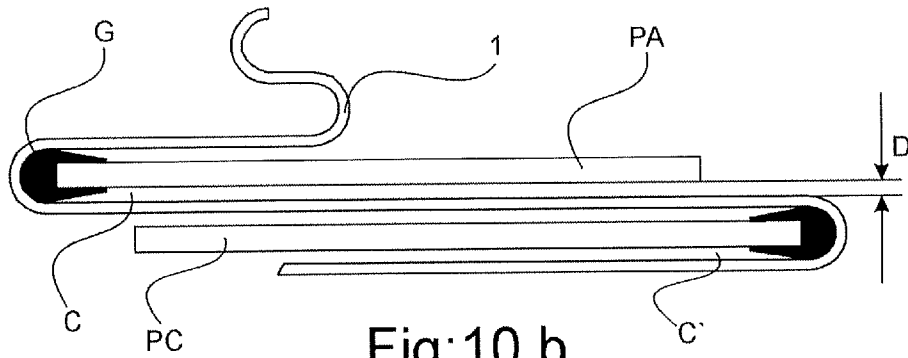


Fig:10 b