(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
24 juin 2004 (24.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/054018 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : H01M 4/86, 8/04

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/003558

(22) Date de dépôt international :
2 décembre 2003 (02.12.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/15253 4 décembre 2002 (04.12.2002) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **MARSACQ, Didier** [FR/FR]; 12, rue Jean Prévost, F-38000 Grenoble (FR). **NAYOZE, Christine** [FR/FR]; "Les Caravelles", 140, Bld Joliot Curie, F-38600 Fontaine (FR). **ROUX, Christel** [FR/FR]; La Terrasse, F-38210 SAINT QUENTIN sur ISERE (FR). **FRANCO, Alejandro** [AG/FR]; 13 Avenue du 08 mai 1945, Porte 28, F-38130 Echirolles (FR).

(74) Mandataires : **GERARD, Hecke.** etc.; Cabinet Hecke, WTC Europole, 5 place Robert Schuman - BP 1537, F-38025 Grenoble Cedex 1 (FR).

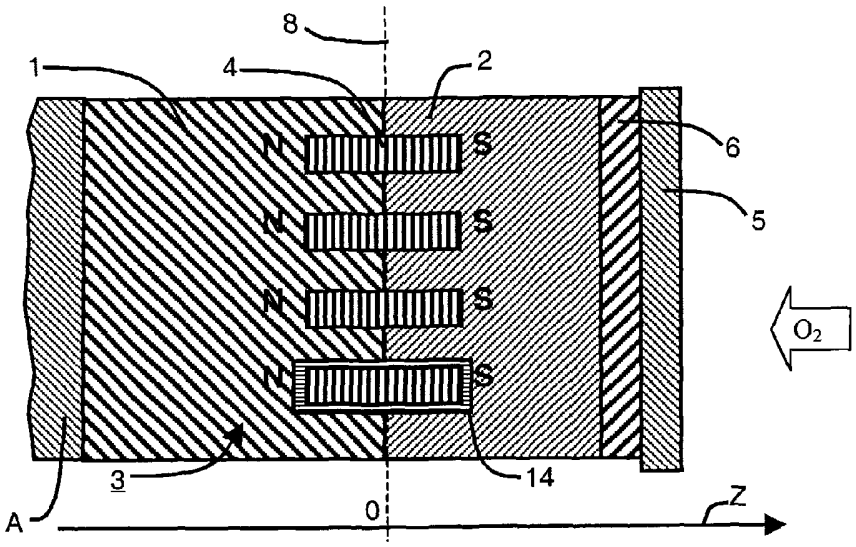
(81) États désignés *(national)* : CN, JP, US.

(84) États désignés *(régional)* : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: FUEL CELL COMPRISING A MAGNETIC CATHODE WITH STATIC PUMPING

(54) Titre : Pile A combustible comportant une cathode magnétique à pompage statique



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell which generates electric power from oxygen and hydronium ions. The inventive fuel cell consists of an anode (A), a magnetic cathode comprising an active layer (2) and a proton electrolyte (1) which is disposed between the anode and the cathode. Moreover, the invention also comprises a network (3) of permanent magnets (4) which are intended to increase the oxygen diffusion in the active layer. The centres of the magnets (4) in the network of permanent magnets are preferably distributed two-dimensionally in a plane that is disposed at the interface between the electrolyte (1) and the active layer (2), the magnets being magnetised parallel to the axis perpendicular to said plane. In this way, all of the poles of one polarity (S) are surrounded by the active layer (2), all of the poles of opposite polarity (N) being surrounded by the electrolyte (1).

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/054018 A1

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : La pile à combustible, générant de l'énergie électrique à partir d'oxygène et d'ions hydronium et comportant une anode (A), une cathode magnétique, comportant une couche active (2), et un électrolyte (1) protonique entre l'anode et la cathode, comporte un réseau (3) d'aimants permanents (4) destiné à augmenter la diffusion de l'oxygène dans la couche active. Les centres des aimants (4) du réseau (3) d'aimants permanents sont, de préférence, distribués selon une distribution bidimensionnelle dans un plan disposé à l'interface entre l'électrolyte (1) et la couche active (2), les aimants étant aimantés parallèlement selon l'axe perpendiculaire à ce plan. Ainsi, tous les pôles d'une seule polarité (S) sont entourés par la couche active (2), tous les pôles de polarité opposée (N) étant entourés par l'électrolyte (1).

Pile à combustible comportant une cathode magnétique à pompage statique

Domaine technique de l'invention

L'invention concerne une pile à combustible, générant de l'énergie électrique à partir d'oxygène et d'ions hydronium, et comportant une anode, une cathode magnétique comportant une couche active, un électrolyte protonique entre l'anode et la cathode, et un réseau d'aimants permanents ayant des axes magnétiques perpendiculaires à l'interface entre l'électrolyte et la couche active, les aimants comportant un premier pôle et un second pôle.

État de la technique

Les piles à combustible sont constituées d'une anode et d'une cathode séparées par un électrolyte liquide ou polymère. Pour certaines applications, notamment l'alimentation en énergie de dispositifs électroniques portables, un des combustibles est l'oxygène de l'air. Les performances d'un tel système sont limitées essentiellement par la cathode et en particulier par la quantité d'oxygène accessible au niveau du catalyseur. L'emploi d'un système de pompage classique augmentant le débit d'oxygène au niveau de la cathode est coûteux en énergie, l'augmentation des performances associée étant alors compensée par l'énergie consommée par le système de pompage.

Il serait intéressant de faire fonctionner la pile à combustible en exploitant au maximum l'oxygène présent dans l'air ambiant sans système de pompage mécanique. Une solution nommée « pompage statique » a été proposée,

utilisant les propriétés paramagnétiques de l'oxygène. Le pompage statique est basé sur la force exercée sur un objet paramagnétique par un champ magnétique dans lequel il est situé. Dans un champ magnétique cette force attire l'objet paramagnétique dans la direction dans laquelle la valeur absolue du champ augmente.

L'article « Magnetic Promotion of Oxygen Reduction Reaction with Pt Catalyst in Sulfuric Acid Solutions » de N.I. WAKAYAMA *et Al.* a proposé d'améliorer le fonctionnement d'une pile à combustible par pompage statique (Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 40 (2001) pp. L269-L271) en incorporant une poudre de petites particules magnétiques dans une couche active entre une membrane et une électrode de diffusion. Or, cette solution a un effet très faible, parce que les particules magnétiques sont réparties de manière aléatoire sur toute l'épaisseur de la couche active.

Le document JP 2002/198057 décrit une pile à combustible comportant des aimants permanents dispersés dans une des électrodes d'une pile à combustible. Les aimants peuvent être agencés en réseau et les orientations des aimants permanents sont uniformes et parallèles à une ligne reliant les électrodes.

Par conséquent, dans les deux documents précités, la force magnétique résultante est réduite dans les points de l'espace où les champs magnétiques de plusieurs particules ou aimants magnétiques sont opposés. L'oxygène n'est pas attiré par les forces magnétiques pour pénétrer dans tout le volume de la couche active. Le fonctionnement de la couche active est alors amélioré en surface uniquement, tandis que le fonctionnement en volume reste affaibli.

Un autre inconvénient de petites particules magnétiques est la forte corrosion du matériau magnétique dans un milieu acide ou même basique selon le type de pile envisagé.

Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et en particulier d'augmenter la quantité d'oxygène accessible au niveau de l'ensemble du catalyseur de la couche active cathodique.

Selon l'invention, ce but est atteint par les revendications annexées et, plus particulièrement, par le fait que les premiers et seconds pôles des aimants du réseau sont respectivement disposés dans la couche active et dans l'électrolyte.

Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une représentation d'un mode de réalisation d'une pile à combustible selon l'invention.
La figure 2 illustre les variations de la force magnétique à l'intérieur de la pile.
Les figures 3 et 4 sont des vues en coupe selon l'axe vertical 8 de différents modes de réalisations de la pile selon la figure 1.

La figure 5 représente schématiquement la symétrie d'un autre mode de réalisation particulier d'un réseau d'aimants permanents.

Description de modes particuliers de réalisation.

La figure 1 représente une pile à combustible comportant une anode A, un électrolyte 1 protonique et une cathode magnétique comportant une couche active 2, une plaque collectrice 5 de courant électrique poreuse et une couche 6 de diffusion. L'oxygène arrivant par la droite traverse la plaque collectrice 5 et la couche 6 de diffusion de la cathode pour aller dans la couche active. L'hydrogène arrive sous forme d'ions hydronium (usuellement dénommés H^+), portés par un composé susceptible d'être un vecteur d'hydrogène (alcool, sucre, composé azoté, etc...).

Pour augmenter la diffusion de l'oxygène arrivant dans la couche active 2, la cathode comporte un réseau 3 d'aimants 4 permanents ayant des axes magnétiques perpendiculaires à l'interface entre l'électrolyte et la couche active.

Dans un mode de réalisation préféré, les centres des aimants 4 du réseau 3 d'aimants permanents sont distribués selon une distribution bidimensionnelle. A la figure 1, cette distribution bidimensionnelle est localisée dans le plan parallèle à l'interface entre l'électrolyte 1 et la couche active 2. Les aimants 4 sont, de préférence, aimantés selon l'axe z perpendiculaire au plan de la distribution bidimensionnelle de manière à ce que tous les pôles de polarité nord N soient dans un plan et tous les pôles de polarité sud S soient dans un plan parallèle. Ainsi, des premiers pôles S des aimants 4 du réseau 3 sont disposés dans un premier plan parallèle à l'interface entre l'électrolyte 1 et la couche active 2 et

des seconds pôles N des aimants 4 du réseau 3 sont disposés dans un second plan parallèle à l'interface entre l'électrolyte 1 et la couche active 2.

Dans un mode de réalisation préférentiel, les aimants permanents 4 sont semi-entourés par la couche active 2 de manière à ce que tous les pôles (S) d'une seule polarité soient entourés par la couche active 2, tous les pôles de polarité opposée (N) étant entourés par l'électrolyte 1. Ainsi, les premier et second plans sont respectivement disposés dans la couche active 2 et dans l'électrolyte 1. Dans le mode de réalisation représenté à la figure 1, l'interface entre l'électrolyte 1 et la couche active 2 est disposée sensiblement à égale distance des premier et second plans. Les aimants permanents 4 ont, de préférence, des formes identiques et des orientations spatiales identiques, comme représenté à la figure 1.

Dans le mode de réalisation représenté à la figure 1, l'interface entre l'électrolyte et la couche active est située sur un axe vertical 8 et les aimants sont aimantés selon un axe horizontal z. Les aimants créent alors un champ magnétique, dont la valeur absolue est maximale sur l'axe vertical 8. Une force magnétique F(z) attire l'oxygène vers l'axe vertical 8.

Sur la figure 2, la force magnétique F(z) est illustrée en fonction de la coordonnée suivant l'axe horizontal z. La force F(z) augmente en s'approchant de l'axe vertical 8 et change de signe précisément sur l'axe vertical 8, correspondant à un changement de direction de la force. Sur la partie gauche de l'axe 8, l'oxygène est alors attiré vers la droite, tandis que sur la partie droite de l'axe 8, l'oxygène est attiré vers la gauche.

La réaction électrochimique avec l'oxygène a lieu dans la couche active 2 entière. Cette couche doit donc se trouver dans la région où la concentration

d'oxygène est maximale. L'oxygène arrivant de la zone de diffusion 6 est attiré dans tout le volume de la couche active par les aimants. En revanche, dans l'électrolyte, l'oxygène est repoussé vers la couche active, de manière à ce que la concentration d'oxygène dans l'électrolyte soit réduite. L'insertion des aimants partiellement dans la couche active et partiellement dans l'électrolyte est optimisée par une répartition des aimants à 50 % dans la couche active et à 50 % dans l'électrolyte.

En référence à la figure 3, le réseau d'aimants permanents peut être constitué d'aimants 4 cylindriques répartis selon une distribution bidimensionnelle d'un réseau périodique 10.

Comme représenté à la figure 4, la pile peut comporter un réseau support 11 comportant des orifices 12, dans lesquels peuvent être disposés les aimants 4. Le support comporte des passages 13 pour les ions, notamment les ions hydronium en provenance de l'électrolyte, entre les aimants. Les passages 13 sont donc des zones de points triples où les éléments ions hydronium H^+, l'oxygène O_2 et les électrons sont en présence ce qui engendre la réaction électrochimique. Le matériau du réseau support 11 peut être un matériau non-magnétique. Le réseau support peut être fixé sur l'électrolyte 1 ou disposé à l'interface entre l'électrolyte 1 et la couche active 2.

La performance de ce système à diffusion améliorée de l'oxygène par un réseau 3 d'aimants 4 dépend de la variation de plusieurs paramètres : l'aimantation, la géométrie et le nombre des aimants 4, l'épaisseur de la cathode et la distribution géométrique des aimants 4 et des passages 13 pour les ions hydronium. Ainsi, avec une distribution plane périodique des centres des masses des aimants 4, comme sur la figure 3, on obtient une amélioration

uniforme de la diffusion du gaz dans le catalyseur. On peut également envisager d'autres géométries planes, par exemple triangulaires ou fractales.

Comme représenté à la figure 5, une distribution des orifices 12 destinés au montage des aimants 4 et des passages 13 dans le réseau support 11 peut constituer une structure fractale, représentée par des triangles de différentes dimensions, un triangle relativement important étant entouré par des triangles plus petits. Les centres des triangles de la figure 5 représentent les centres des aimants. La forme individuelle des aimants eux-mêmes n'est pas nécessairement triangulaire.

Afin d'éviter la corrosion des aimants 4 dans l'électrolyte 1 (acide ou basique), les aimants 4 peuvent être traités contre la corrosion ou comporter des revêtements anti-corrosion (à la figure 1, un des aimants est représenté avec un revêtement 14 anti-corrosion). Le traitement anti-corrosion dépend de la nature de l'électrolyte 1. Le matériau du revêtement est typiquement du platine ou de l'or.

Le réseau 3 d'aimants 4 permanents peut comporter des aimants 4 en matériau ferromagnétique. A titre d'exemple, les aimants 4 permanents peuvent être constitués de matériaux faisant partie des familles de SmCo, AlNiCo, NdFeB ou des Ferrites. Toutefois, l'ensemble des métaux et alliages magnétiques sont envisageables.

Les meilleures performances sont obtenues, si les aimants 4 sont très près de l'oxygène, c'est-à-dire du côté de la cathode. Cependant, une diffusion optimale de l'oxygène dans toute la cathode est obtenue avec le mode de réalisation de la figure 1, dans lequel les centres des aimants 4 sont situés sur l'interface entre la couche active 2 de la cathode et l'électrolyte 1. Les forces magnétiques

augmentent rapidement lorsque la distance entre les aimants 4 et l'oxygène diminue. Ainsi, le réseau 3 d'aimants 4 fonctionne comme un filtre de l'oxygène de l'air, en privilégiant l'oxygène par rapport aux autres gaz présents dans l'air.

Les aimants 4 permanents constituent une source de champ magnétique idéale, fonctionnant seule, sans apport d'énergie externe.

L'invention est plus particulièrement adaptée à la fabrication de mini-piles à combustible. Le réseau 3 d'aimants 4 permet de produire une force magnétique suffisante à une distance de quelques millimètres de la couche active 2. Cela permet d'obtenir une réduction de la surtension de la réaction de réduction de l'oxygène comme l'indique l'exemple suivant : dans le cas d'une pile à combustible comportant un électrolyte solide polymère avec une cathode d'épaisseur voisine de 250μm et un champ magnétique résultant des aimants de 10^{-6} teslas, on peut prévoir une diminution dans la surtension de diffusion de l'ordre de 10% à 20%.

Revendications

1. Pile à combustible, générant de l'énergie électrique à partir d'oxygène et d'ions hydronium, et comportant une anode (A), une cathode magnétique comportant une couche active (2), un électrolyte (1) protonique entre l'anode (A) et la cathode, et un réseau (3) d'aimants (4) permanents ayant des axes magnétiques perpendiculaires à l'interface entre l'électrolyte (1) et la couche active (2), les aimants (4) comportant un premier pôle (S) et un second pôle (N), pile à combustible caractérisée en ce que les premiers (S) et seconds pôles (N) des aimants (4) du réseau (3) sont respectivement disposés dans la couche active (2) et dans l'électrolyte (1).

2. Pile à combustible selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'interface entre l'électrolyte (1) et la couche active (2) est disposée sensiblement à égale distance des premiers (S) et seconds pôles (N) des aimants (4).

3. Pile à combustible selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce qu'elle comporte un réseau support (11), comportant des orifices (12), dans lesquels sont disposés les aimants (4), et des passages (13) pour les ions hydronium et l'oxygène.

4. Pile à combustible selon la revendication 3, caractérisée en ce que le réseau support (11) est en matériau non-magnétique, fixé sur l'électrolyte (1).

5. Pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les aimants (4) comportent un revêtement anti-corrosion (14).

6. Pile à combustible selon la revendication 5, caractérisée en ce que le revêtement anti-corrosion (14) est en platine ou en or.

7. Pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les aimants (4) sont distribués dans un plan parallèle à l'interface entre l'électrolyte (1) et la couche active (2) selon une distribution périodique.

8. Pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les aimants (4) sont distribués dans un plan parallèle à l'interface entre l'électrolyte (1) et la couche active (2) selon une distribution de type fractale.

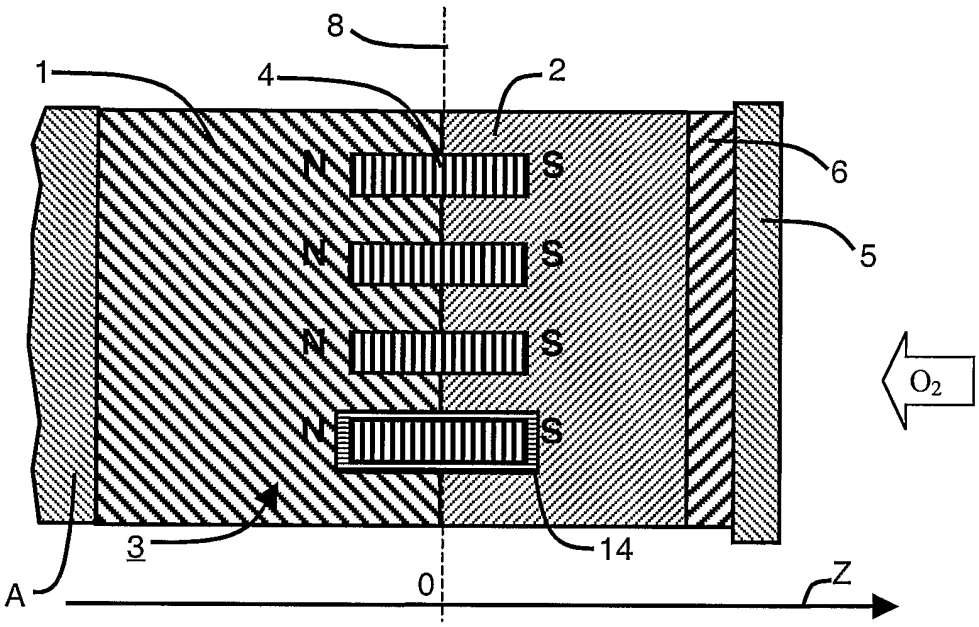


Figure 1

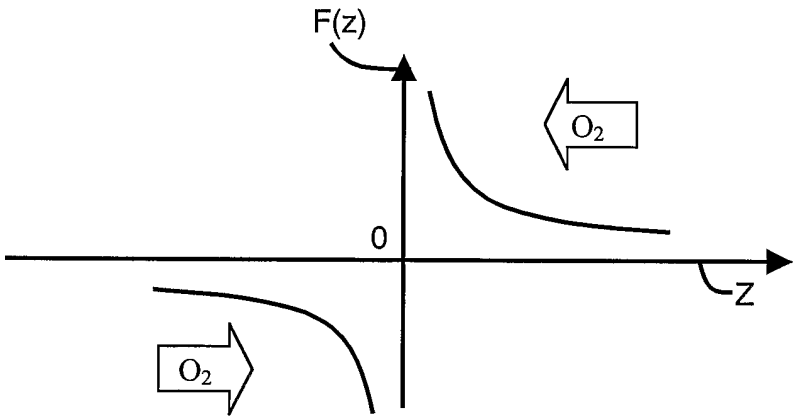


Figure 2

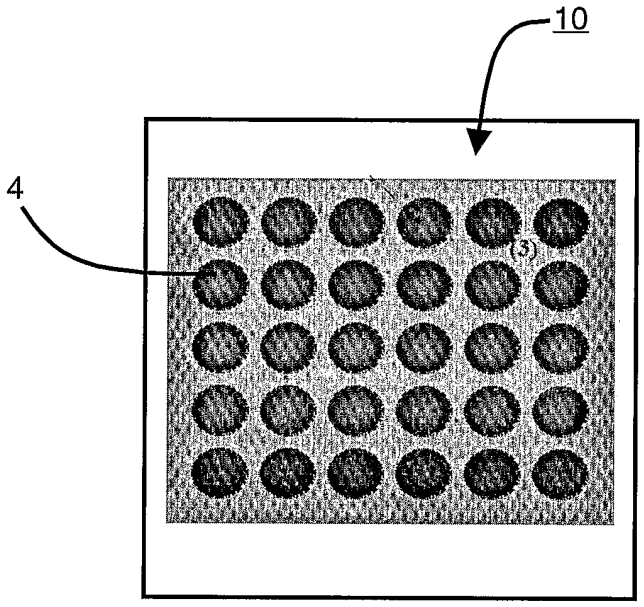


Figure 3

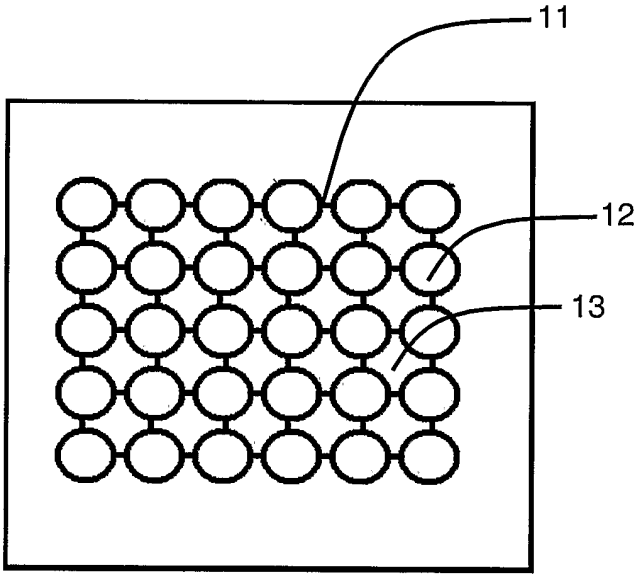


Figure 4

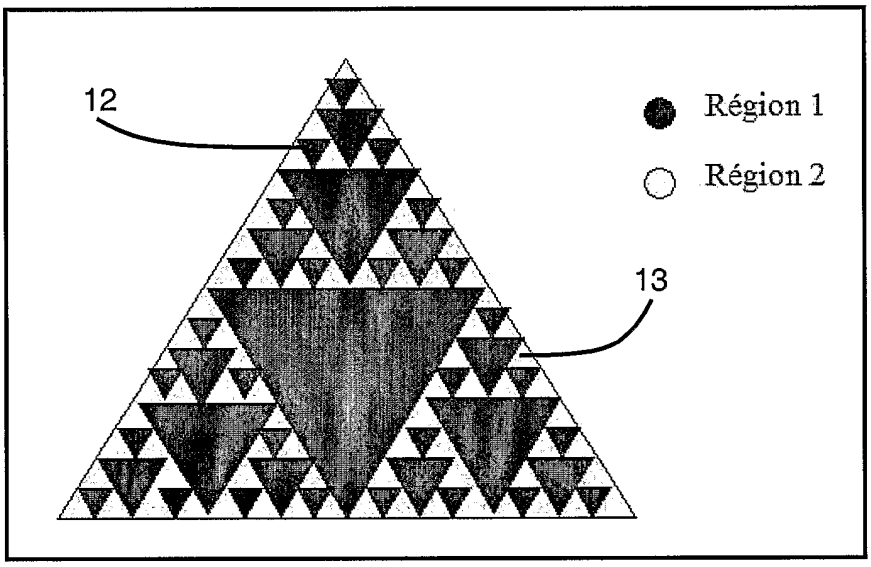


Figure 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/03558

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01M4/86 H01M8/04

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)
IPC 7 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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002 198057 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL & TECHNOLOGY;WAKAYAMA NOBUKO) 12 July 2002 (2002-07-12)	1,5-7
A	paragraphs '0005!,'0007!,'0008!,'0016!,'0017! figures 3,4,8,9	2-4,8
X	US 2002/012821 A1 (LEDDY JOHNA ET AL) 31 January 2002 (2002-01-31)	1,5-7
A	paragraphs '0019!-'0027!,'0149!-'0152!,'0221!-'0242! figures 18A,18B	2-4,8

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in 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 document 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
17 May 2004	02/06/2004

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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Jacquinot, P

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/03558

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WAKAYAMA N I ET AL: "Magnetic promotion of oxygen reduction reaction with Pt catalyst in sulfuric acid solutions" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PART 2 (LETTERS), vol. 40, 15 March 2003 (2003-03-15), pages L269-L271, XP001154940 cited in the application	1
A	the whole document	2-4
A	JP 2001 205078 A (NATL INST OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY METI;WAKAYAMA NO) 31 July 2001 (2001-07-31) the whole document	1-4
A	JP 61 091876 A (TOSHIBA CORP) 9 May 1986 (1986-05-09) the whole document	1-4
A	OKADA T ET AL: "The effect of magnetic field on the oxygen reduction reaction and its application in polymer electrolyte fuel cells" ELECTROCHIMICA ACTA, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, BARKING, GB, vol. 48, no. 5, 15 January 2003 (2003-01-15), pages 531-539, XP004401305 ISSN: 0013-4686 > 5. conclusions <	1-8

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/FR 03/03558

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2002198057 A	12-07-2002	NONE	
US 2002012821 A1	31-01-2002	US 6303242 B1	16-10-2001
		US 6001248 A	14-12-1999
		AU 709505 B2	02-09-1999
		AU 6541696 A	30-12-1996
		CA 2222618 A1	19-12-1996
		CN 1191631 A	26-08-1998
		EP 0848859 A1	24-06-1998
		JP 2002505028 T	12-02-2002
		US 5928804 A	27-07-1999
		WO 9641391 A1	19-12-1996
		US 5981095 A	09-11-1999
		US 6207313 B1	27-03-2001
		US 6355166 B1	12-03-2002
		US 5871625 A	16-02-1999
		US 6375885 B1	23-04-2002
		US 5817221 A	06-10-1998
		US 5786040 A	28-07-1998
		US 2002004106 A1	10-01-2002
JP 2001205078 A	31-07-2001	NONE	
JP 61091876 A	09-05-1986	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR 03/03558

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01M4/86 H01M8/04

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)
CIB 7 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 réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

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 2002 198057 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL & TECHNOLOGY;WAKAYAMA NOBUKO) 12 juillet 2002 (2002-07-12)	1,5-7
A	alinéas '0005!,'0007!,'0008!,'0016!,'0017! figures 3,4,8,9	2-4,8

X	US 2002/012821 A1 (LEDDY JOHNA ET AL) 31 janvier 2002 (2002-01-31)	1,5-7
A	alinéas '0019!-'0027!,'0149!-'0152!,'0221!-'0242! figures 18A,18B	2-4,8

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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'appartenenant 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'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion 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
17 mai 2004	02/06/2004

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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Jacquinot, P

1

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (Janvier 2004)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR 03/03558

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WAKAYAMA N I ET AL: "Magnetic promotion of oxygen reduction reaction with Pt catalyst in sulfuric acid solutions" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PART 2 (LETTERS), vol. 40, 15 mars 2003 (2003-03-15), pages L269-L271, XP001154940 cité dans la demande	1
A	le document en entier	2-4
A	JP 2001 205078 A (NATL INST OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY METI;WAKAYAMA NO) 31 juillet 2001 (2001-07-31) le document en entier	1-4
A	JP 61 091876 A (TOSHIBA CORP) 9 mai 1986 (1986-05-09) le document en entier	1-4
A	OKADA T ET AL: "The effect of magnetic field on the oxygen reduction reaction and its application in polymer electrolyte fuel cells" ELECTROCHIMICA ACTA, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, BARKING, GB, vol. 48, no. 5, 15 janvier 2003 (2003-01-15), pages 531-539, XP004401305 ISSN: 0013-4686 > 5. conclusions <	1-8

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No
PCT/FR 03/03558

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2002198057 A	12-07-2002	AUCUN	
US 2002012821 A1	31-01-2002	US 6303242 B1	16-10-2001
		US 6001248 A	14-12-1999
		AU 709505 B2	02-09-1999
		AU 6541696 A	30-12-1996
		CA 2222618 A1	19-12-1996
		CN 1191631 A	26-08-1998
		EP 0848859 A1	24-06-1998
		JP 2002505028 T	12-02-2002
		US 5928804 A	27-07-1999
		WO 9641391 A1	19-12-1996
		US 5981095 A	09-11-1999
		US 6207313 B1	27-03-2001
		US 6355166 B1	12-03-2002
		US 5871625 A	16-02-1999
		US 6375885 B1	23-04-2002
		US 5817221 A	06-10-1998
		US 5786040 A	28-07-1998
		US 2002004106 A1	10-01-2002
JP 2001205078 A	31-07-2001	AUCUN	
JP 61091876 A	09-05-1986	AUCUN	