

(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
30 août 2001 (30.08.2001)

PCT

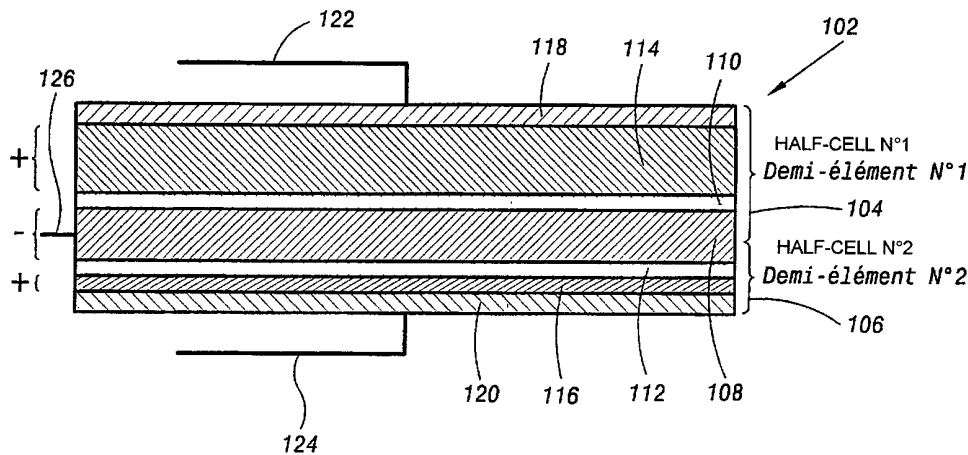
(10) Numéro de publication internationale
WO 01/63684 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ :
H01M 10/04, 10/40
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ELEC-
TRICITE DE FRANCE - SERVICE NATIONAL
[FR/FR]; 22-30 avenue de Wagram, F-75008 Paris (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/00508
- (72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : LAS-
CAUD, Stéphane [FR/FR]; 25, rue des Sablons, F-77300
Fontainebleau (FR).
- (22) Date de dépôt international :
21 février 2001 (21.02.2001)
- (74) Mandataire : MONCHENY, Michel; Cabinet Lavoix, 2,
place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).
- (25) Langue de dépôt : français
- (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
00/02197 22 février 2000 (22.02.2000) FR

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ELECTROCHEMICAL GENERATOR ELEMENT AND CORRESPONDING BATTERY

(54) Titre : ELEMENT DE GENERATEUR ELECTROCHIMIQUE ET BATTERIE CORRESPONDANTE



(57) Abstract: The invention concerns an electrochemical generator element (102) comprising successively a first electrode layer having a polarity (114), a first electrolyte layer (110), a second electrode layer with reverse polarity (108), a second electrolyte layer (112), a second electrode layer with said polarity (116). The electrode layers of said polarity (114, 116) are connected by a parallel connection. It further comprises current collectors (118, 120) connected to the electrode layers with said polarity (114, 116). The thickness of the first electrode layer with said polarity (114) is different from the thickness of said second electrode layer with said polarity (116). The invention is applicable to lithium-polymer storage batteries.

(57) Abrégé : Cet élément de générateur électrochimique (102) comporte successivement une première couche d'électrode d'une polarité (114), une première couche d'électrolyte (110), une couche d'électrode d'une polarité inverse (108), une deuxième couche d'électrolyte (112), une deuxième couche d'électrode de ladite polarité (116). Les couches d'électrode de ladite polarité (114, 116) sont connectées par une connexion en parallèle. Il comporte en outre des collecteurs de courant (118, 120) connectés aux couches d'électrodes de ladite polarité (114, 116). L'épaisseur de ladite première couche d'électrode de ladite polarité (114) est différente de l'épaisseur de ladite deuxième couche d'électrode de ladite polarité (116). L'invention s'applique aux accumulateurs du type lithium-polymère.

WO 01/63684 A1



NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,
MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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

Elément de générateur électrochimique et batterie
correspondante

La présente invention concerne un élément de générateur électrochimique comportant successivement une première couche d'électrode d'une polarité, une première
5 couche d'électrolyte, une couche d'électrode d'une polarité inverse, une deuxième couche d'électrolyte, une deuxième couche d'électrode de ladite polarité, lesdites couches d'électrodes de ladite polarité étant connectés par une connexion en parallèle, l'élément comportant en outre des
10 collecteurs de courant connectés aux couches d'électrodes de ladite polarité.

L'invention s'applique par exemple aux batteries électrochimiques au lithium-polymère pour des véhicules électriques ou des applications stationnaires.

15 On connaît des générateurs électrochimiques au lithium à électrolyte polymère. De tels générateurs comprennent généralement des éléments constitués par deux demi-éléments connectés électriquement en parallèle.

Chaque demi-élément est réalisé par une couche de cathode qui est appliquée par l'intermédiaire d'une couche
20 d'électrolyte sur l'une de deux faces d'une couche en lithium. Le courant est prélevé par des collecteurs de courant agencés sur la surface libre des cathodes et des pattes collectrice reliées à la couche de lithium.

25 Les couches de cathode sur les deux côtés de la couche de lithium ont la même épaisseur (Figure 1). Afin d'augmenter l'énergie spécifique (énergie massique) d'un tel générateur électrochimique, on augmente l'épaisseur des deux couches cathodiques de la même valeur. De façon
30 correspondante, on augmente aussi l'épaisseur de la couche en lithium. Ceci a pour effet que la puissance spécifique

(puissance massique) maximale diminue en raison de l'augmentation de la résistance de l'élément.

L'invention a pour but de pallier cet inconvénient et de fournir un élément électrochimique dans lequel
5 l'énergie spécifique est sensiblement indépendante de la puissance spécifique maximale.

A cet effet, l'invention a pour objet un élément de générateur électrochimique du type précité, caractérisé en ce que l'épaisseur de ladite première couche d'électrode de
10 ladite polarité est différente de l'épaisseur de ladite deuxième couche d'électrode de ladite polarité.

L'invention a également pour objet une batterie électrochimique comportant au moins un élément de générateur électrochimique du type défini ci-dessus.

15 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la Figure 1 est une coupe transversale d'un
20 élément de générateur électrochimique au lithium polymère connu ;

- la Figure 2 montre l'énergie spécifique et la puissance spécifique d'un élément électrochimique de l'état de la technique en fonction de l'épaisseur des cathodes;

25 - la Figure 3 est une coupe transversale d'un élément générateur électrochimique au lithium polymère selon l'invention ; et

- la Figure 4 montre l'énergie spécifique et la puissance spécifique des éléments électrochimiques selon
30 l'invention et indique le ratio entre ces deux dernières en fonction de l'épaisseur de cathode.

Pour mieux comprendre l'effet de l'invention, on va tout d'abord décrire le problème posé par l'état de la technique en se référant aux figures 1 et 2.

La Figure 1 montre en coupe transversale un élément de générateur électrochimique 2 de l'état de la technique. L'élément comprend deux demi-éléments 4, 6 qui sont constitués chacun par une couche en lithium 8 commune, une
5 couche d'électrolyte 10, 12, une couche d'électrode positive 14, 16 et un collecteur de courant 18, 20.

Des conducteurs électriques 22, 24 sont connectés aux collecteurs 18, 20 et un conducteur électrique 26 est connecté à la couche en lithium 8.

10 En fonction du type d'accumulateur, les conducteurs 24, 26 peuvent être connectés directement aux couches d'électrode positive 14, 16, de telle façon que la collection de courant soit effectuée par les conducteurs 24, 26.

15 Les deux conducteurs électriques 22, 24 sont connectés à un côté d'un utilisateur (non représenté), tandis que le conducteur électrique 26 est connecté à l'autre côté de l'utilisateur de sorte qu'il se forme une connexion en parallèle des deux demi-éléments 4, 6.

20 Les couches d'électrolyte 10, 12 ont chacune une épaisseur de 30 μm et séparent les couches d'électrodes positives 14, 16 de la couche en lithium 8 commune qui sert comme électrode négative.

La couche en lithium a une épaisseur comprise entre
25 10 μm et 150 μm , de préférence entre 30 μm et 70 μm .

Les couches d'électrodes positives 14, 16 présentent chacune (dans cet exemple) une épaisseur de 90 μm et sont fabriquées en un matériau qui contient une certaine quantité Y de V_2O_5 , généralement plus de 50%. Cette quantité de V_2O_5
30 détermine la capacité spécifique qui est dans le cas de $Y = 54\%$, 153 Ah/kg.

En variante, on peut utiliser un oxyde de nickel, de cobalt, de manganèse ou un mélange de ces oxydes au lieu de V_2O_5 .

La résistance surfacique interne d'un demi-élément est calculée par la formule suivante :

$$R_{s_de} = R_{s_Li/el} + r_{s_el} \cdot e_{el} + r_{s_cath} \cdot e_{cath} \quad (1.1.)$$

où $R_{s_Li/el}$ est la résistance surfacique d'interface
 5 entre l'électrolyte 10, 12 et la couche anodique en lithium 8. Elle a pour valeur $10 \Omega \text{ cm}^2$. r_{s_el} est la résistance spécifique de l'électrolyte 10, 12 ($r_{s_el} = 0,2 \Omega \text{ cm}^2/\mu\text{m}$). r_{s_cath} est la résistance spécifique des cathodes 14, 16 à 80% de profondeur de décharge ($r_{s_cath} = 3,5 \Omega \text{ cm}^2/\mu\text{m}$).

10 e_{el} et e_{cath} sont l'épaisseur de la couche d'électrolyte 10, 12 ($e_{el} = 30 \mu\text{m}$) et l'épaisseur de la couche de cathode 14, 16 ($e_{cath} = 90 \mu\text{m}$).

Les résistances surfaciques indiquées sont valables pour une température de 90°C .

15 Les résistances électriques des collecteurs de courant 22, 24, 26 et du lithium 8 sont considérées comme négligeables devant les résistances surfaciques d'interface, d'électrolyte et de cathode.

Pour l'élément électrochimique 2 donné, un demi-
 20 élément 4, 6 a donc la résistance surfacique:

$$R_{s_de} = 10 \Omega \text{ cm}^2 + 0,2 \Omega \text{ cm}^2/\mu\text{m} \cdot 30 \mu\text{m} + 3,5 \Omega \text{ cm}^2/\mu\text{m} \cdot 90 \mu\text{m} = 331 \Omega \text{ cm}^2.$$

La résistance surfacique interne d'un tel élément est calculée par la formule suivante (connexion en
 25 parallèle) :

$$R_{s_e} = \frac{R_{s_de} R_{s_de}}{R_{s_de} + R_{s_de}} = \frac{R_{s_de}}{2}$$

Pour l'exemple donné la résistance surfacique est

$$R_{s_e} = \frac{331 \Omega \text{ cm}^2}{2} = 165,5 \Omega \text{ cm}^2.$$

La puissance surfacique maximale produite par un tel
 30 élément 2 au lithium-polymère est donnée par la relation suivante :

$$P_{s_max} = \frac{U_0^2}{4R_s} \quad (1.2.)$$

où U_0 est la tension à vide de l'élément 2 (2,2 V à 80% de décharge).

L'énergie par unité de surface est donnée par la
5 formule suivante :

$$E_{s_e} = E_{s_de1} + E_{s_de2} = (e_{cath1} + e_{cath2}) \cdot \rho_{cath} \cdot Y \cdot E_s \cdot U_{moy} \quad (1.2.)$$

où E_{s_deX} est l'énergie surfacique du demi-élément 1
ou 2 ; e_{cathX} est l'épaisseur de la cathode correspondante, ρ
10 est la densité de la cathode ($\rho = 2,1 \text{ g/cm}^3$), Y est la
teneur en V_2O_5 de la cathode en % en poids (54%), E_s est la
capacité spécifique de V_2O_5 (153 Ah/kg) et U_{moy} est la tension
moyenne de 2,55 V.

$$E_{s_e} = 7,98 \text{ mWh/cm}^2 \text{ pour l'exemple donné.}$$

15 Afin d'augmenter l'énergie surfacique spécifique
d'un élément au lithium-polymère 2, on a déjà proposé
d'augmenter l'épaisseur des deux couches de cathode 14, 16.
Ceci a comme résultat que la résistance surfacique des deux
demi-éléments 4, 6 augmente tandis que la tension à vide de
20 l'élément 2 reste constante et ainsi la puissance surfacique
et, en conséquence, la puissance spécifique de l'élément 2
diminue.

L'épaisseur de la couche lithium reste constante.

25 Le rapport entre la puissance maximale de l'élément
2 et l'énergie spécifique de l'élément 2 diminue avec
l'augmentation de l'épaisseur des couches de cathodes.

30 Le tableau 1 montre, en fonction de l'épaisseur des
cathodes, les valeurs de résistance surfacique, de puissance
surfacique à 80% de décharge, d'énergie surfacique, le
rapport de la puissance surfacique à l'énergie surfacique,
la masse surfacique, la puissance spécifique et l'énergie
spécifique. Les valeurs sont établies à une température de
90°C.

5

TABLEAU 1

Épaisseur cathodique	Résistance Surfaccique	Puiss. surf. max.	Énergie surf.	Pmax/Énergie	Masse surfaccique	Puissance spécifique max.	Énergie spécifique
μm	Ohm. cm^2	mW/cm^2	mWh/cm^2		Mg/cm^2	W/kg	Wh/kg
10	25,50	47,45	0,89	53,53	29,7	1597,68	29,85
15	34,25	35,33	1,33	26,57	31,8	1110,96	41,82
20	43,00	28,14	1,77	15,87	33,9	830,07	52,30
25	51,75	23,38	2,22	10,55	36	649,49	61,56
30	60,50	20,00	2,66	7,52	38,1	524,93	69,80
40	78,00	15,51	3,55	4,37	42,3	366,73	83,83
50	95,50	12,67	4,43	2,86	46,5	272,48	95,32
60	113,00	10,71	5,32	2,01	50,7	211,20	104,91
70	130,50	9,27	6,21	1,49	54,9	168,89	113,03
80	148,00	8,18	7,09	1,15	59,1	138,34	120,00
90	165,50	7,31	7,98	0,92	63,3	115,50	126,05
100	183,00	6,61	8,87	0,75	67,5	97,96	131,34
110	200,50	6,03	9,75	0,62	71,7	84,17	136,01
120	218,00	5,55	10,64	0,52	75,9	73,13	140,16
130	235,00	5,14	11,52	0,45	80,1	64,14	143,88
140	253,00	4,78	12,41	0,39	84,3	56,73	147,23
150	270,50	4,47	13,30	0,34	88,5	50,54	150,26

La Figure 2 est un graphique montrant l'énergie spécifique et de la puissance spécifique en fonction de l'épaisseur de cathode d'un élément électrochimique connu.

On constate qu'une augmentation de l'énergie spécifique d'une cellule au lithium-polymère par augmentation de la même valeur des épaisseurs des deux couches cathodiques n'est pas possible sans réduire la puissance spécifique.

Maintenant l'invention sera décrite en se référant aux Figures 3 et 4.

La Figure 3 montre un élément de générateur électrochimique 102 au lithium à électrolyte polymère selon l'invention, en coupe transversale.

Sur la Figure 3, les éléments analogues à ceux de la Figure 1 sont désignés par des numéros de référence augmentés de 100.

L'élément de générateur électrochimique 102 comporte, comme l'élément de la Figure 1, deux demi-éléments 104, 106 comportant chacun une partie d'une couche de lithium 108 commune, une couche d'électrolyte 110, 112 et une couche de cathode 114, 116 ainsi qu'une couche formant collecteur 118, 120.

Les épaisseurs de la couche de lithium 108 et des couches d'électrolyte 110, 112 sont les mêmes que celles des couches 8, 11 et 12 de l'élément 2 de la Figure 1.

En revanche, les épaisseurs des deux couches de cathode 114, 116 sont différentes l'une par rapport à l'autre tandis que leur somme est égale à celle des deux couches de cathode 14, 16 de l'élément 2 de la Figure 1. L'épaisseur de la première couche 114 est par exemple de 150 μm . Pour cet exemple, elle peut être comprise entre 130 μm et 170 μm , de préférence entre 140 μm et 160 μm . L'épaisseur de la deuxième couche 116 est de 30 μm , et peut être

comprise entre 10 μm et 50 μm , de préférence entre 20 μm et 40 μm .

De façon générale, la couche la plus épaisse peut avoir une épaisseur comprise entre 80 μm et 200 μm , de
5 préférence entre 100 et 160 μm .

Afin de pouvoir comparer la puissance et l'énergie des deux éléments 2 et 102, on va calculer la résistance surfacique de l'élément 102 selon l'invention comme suit.

La résistance surfacique électrique de chacun des
10 deux demi-éléments est calculée en utilisant la formule (1.1.) pour des valeurs respectives d'épaisseur des couches cathodiques 114, 116.

Là encore, les résistances surfaciques électriques des collecteurs de courant 118, 120 et de la couche 108 de
15 lithium sont considérées comme négligeables.

Les valeurs des résistances spécifiques à une température de fonctionnement de 90°C restent les mêmes.

Pour un élément constitué d'un assemblage de deux demi-éléments comportant des couches de cathode de 30 μm et
20 150 μm respectivement, le calcul de la résistance surfacique interne des deux demi-éléments 104, 106 donne les valeurs suivantes :

$$R_{s_de1} = 60,5 \Omega \text{ cm}^2$$

$$R_{s_de2} = 270,5 \Omega \text{ cm}^2.$$

La résistance surfacique de l'élément complet 102
25 est calculée par la formule suivante relative à la connexion en parallèle des deux éléments.

$$R_{s_e} = \frac{R_{s_de1}R_{s_de2}}{R_{s_de1} + R_{s_de2}} \text{ où } R_{s_deX} \text{ est la résistance}$$

surfacique du demi-élément X ($X \in [1,2]$).

Pour l'ensemble donné la résistance surfacique
30 totale de l'élément est :

$$R_{s_e} = 121 \Omega \text{ cm}^2.$$

La puissance maximum (à 80% de décharge) par unité de surface vaut alors, en utilisant la formule 1.2. :

$$P_{s_max} = 10 \frac{mW}{cm^2}$$

L'énergie contenue par unité de surface de l'élément 102 est calculée par la relation de la formule 1.3. :

$$E_{s_e} = E_{s_de1} + E_{s_de2} = (e_{cath1} + e_{cath2}) \cdot \rho_{cath} \cdot Y \cdot E_s \cdot U_{moy}$$

Le rapport de la puissance surfacique à l'énergie surfacique est alors :

$$\frac{P_{max}}{E_{s_e}} = 1,52, \text{ ce qui signifie une augmentation de } 60\%$$

par rapport à l'élément de l'état de la technique qui a un

$$\text{rapport } \frac{P_{max}}{E_{s_e}} = 0,92 \text{ (cf. tableau 1).}$$

On conçoit que pour une épaisseur totale de cathode équivalente (180 μm), l'augmentation d'épaisseur de la première cathode 114 de 90 μm à 150 μm , d'une part, et la diminution d'épaisseur de la deuxième cathode 116 de 90 μm à 30 μm , d'autre part, permet de diminuer la résistance surfacique interne de l'élément de 160,5 $\Omega \text{ cm}^2$ à 121 $\Omega \text{ cm}^2$. Pour une densité d'énergie spécifique constante, puisque la masse et le volume n'ont pas changé, la puissance spécifique est fortement augmentée.

Le tableau 2 montre les résistances surfaciques de deux demi-éléments 114, 116 de différentes épaisseurs pour un élément 102 avec une épaisseur totale de cathode de 180 μm . Il montre en outre la résistance surfacique résultante de l'élément correspondant, ainsi que le gain de puissance par rapport à un élément 2 à couches cathodiques de la figure 1 ayant chacune une épaisseur égale à 90 μm .

La Figure 4 est un graphique montre la puissance spécifique, l'énergie spécifique ainsi que le rapport entre ces deux dernières en fonction de l'épaisseur de la couche cathodique la moins épaisse pour un élément selon

l'invention dont les couches cathodiques ont une somme d'épaisseurs de 180 μm .

TABLEAU 2

d_{cath1}	d_{cath2}	Résistance surf. demi- el.1	Résistance surf. demi- el.2	Résistance surf. élément	P/PO
μm	μm	Ohm.cm ²	Ohm.cm ²	Ohm.cm ²	Gain %
90	90	331	331	165,5	0,00
80	100	296	366	163,6	1,13
70	110	261	401	158,1	4,68
60	120	226	436	148,8	11,19
50	130	191	471	135,9	21,79
40	140	156	506	119,2	38,80
35	145	138,5	523,5	109,5	51,11
30	150	121	541	98,9	67,37
25	155	103,5	558,5	87,3	89,54
20	160	86	576	74,8	121,17
15	165	68,5	593,5	61,4	169,49
10	170	51	611	47,1	251,60

5 On constate qu'il est possible par l'augmentation de l'épaisseur d'une couche à 170 μm et la diminution de l'épaisseur de l'autre couche à 10 μm , d'augmenter la puissance spécifique d'un facteur 2,5 par rapport à la puissance disponible d'un élément dont les électrodes positives ont chacune une épaisseur de 90 μm .

10 L'invention permet donc d'accroître la puissance spécifique et en conséquence la densité de puissance disponible dans un élément de générateur électrochimique au lithium à électrolyte polymère à énergie spécifique constante.

15 Elle permet de moduler le rapport de la puissance à l'énergie en fonction de l'application envisagée pour une densité d'énergie donnée.

Il est clair que l'invention n'est pas limitée à l'exemple donné. Les épaisseurs des couches d'électrode, peuvent être modifiées dans de larges plages et la somme des épaisseurs des couches cathodiques n'est pas limitée à 180
5 μm mais peut aussi être modifiée.

L'invention peut aussi être appliquée à des cellules électrogénératrices utilisant d'autres matériaux d'électrodes positive ou négative que du lithium et du polymère.

10 En général, elle peut être appliquée à tout type de cellule électrogénératrice d'assemblage à couche mince.

En variante, l'invention peut également être appliquée à des cellules ayant une couche d'électrode positive commune et deux couches d'électrodes négatives
15 ayant des épaisseurs différentes, dont une couche est disposée de chacun des deux côtés de la couche d'électrode positive.

REVENDEICATIONS

1 - Élément de générateur électrochimique (102) comportant successivement une première couche d'électrode d'une polarité (114), une première couche d'électrolyte (110), une couche d'électrode d'une polarité inverse (108), une deuxième couche d'électrolyte (112), une deuxième couche d'électrode de ladite polarité (116), lesdites couches d'électrodes de ladite polarité (114, 116) étant connectés par une connexion en parallèle, l'élément comportant en outre des collecteurs de courant (118, 120) connectés aux couches d'électrodes de ladite polarité (114, 116), caractérisé en ce que l'épaisseur de ladite première couche d'électrode de ladite polarité (114) est différente de l'épaisseur de ladite deuxième couche d'électrode de ladite polarité (116).

2 - Élément selon la revendication 1, caractérisé en ce que les couches d'électrodes de ladite polarité sont des couches d'électrode positives (114, 116), et en ce que la couche d'électrode de ladite polarité inverse est une couche d'électrode négative.

3 - Élément selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite couche d'électrode négative (108) est en lithium ou en alliage à base de lithium, lesdites couches d'électrolyte (110, 112) sont en un matériau solide polymère et lesdites couches d'électrode positives (114, 116) sont en un matériau composite comportant de l'oxyde de vanadium, de nickel, de cobalt ou de manganèse ou d'un mélange de ces derniers.

4 - Élément selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que l'épaisseur de ladite première couche d'électrode positive (114) est comprise entre 80 μm et 200 μm , de préférence entre 100 μm et 160 μm .

5 - Élément selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que l'épaisseur de ladite

première couche d'électrode positive (114) est comprise entre 130 μm et 170 μm , de préférence entre 140 μm et 160 μm .

6 - Elément selon la revendication 4 ou la
5 revendication 5, caractérisé en ce que l'épaisseur de ladite deuxième électrode positive (116) est comprise entre 10 μm et 50 μm , de préférence entre 20 μm et 40 μm .

7 - Batterie électrochimique comportant au moins un élément selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

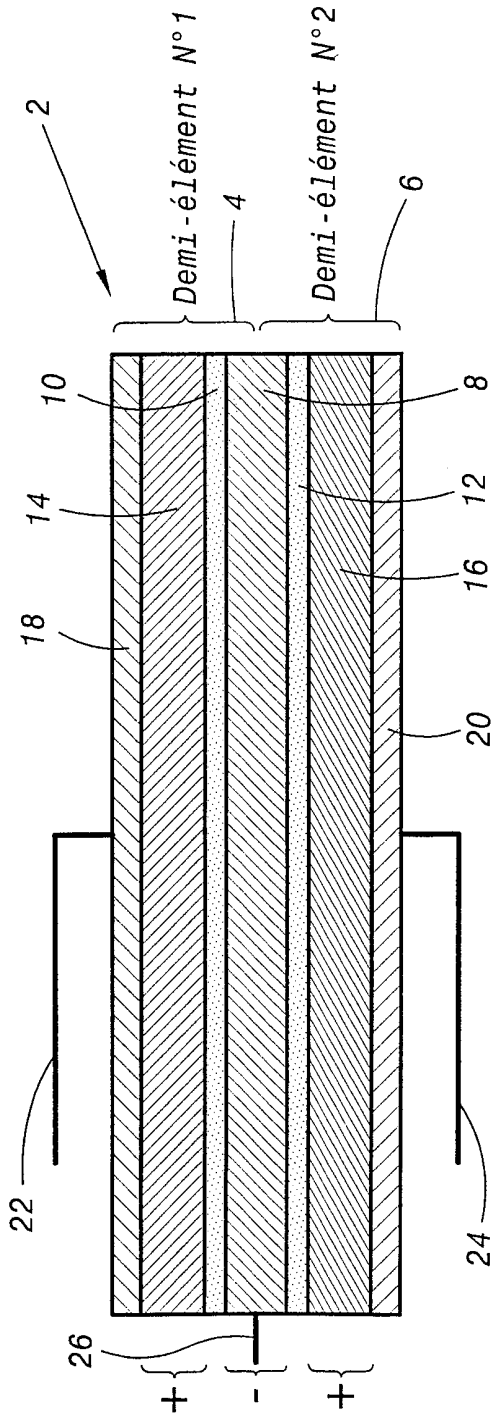


FIG.1

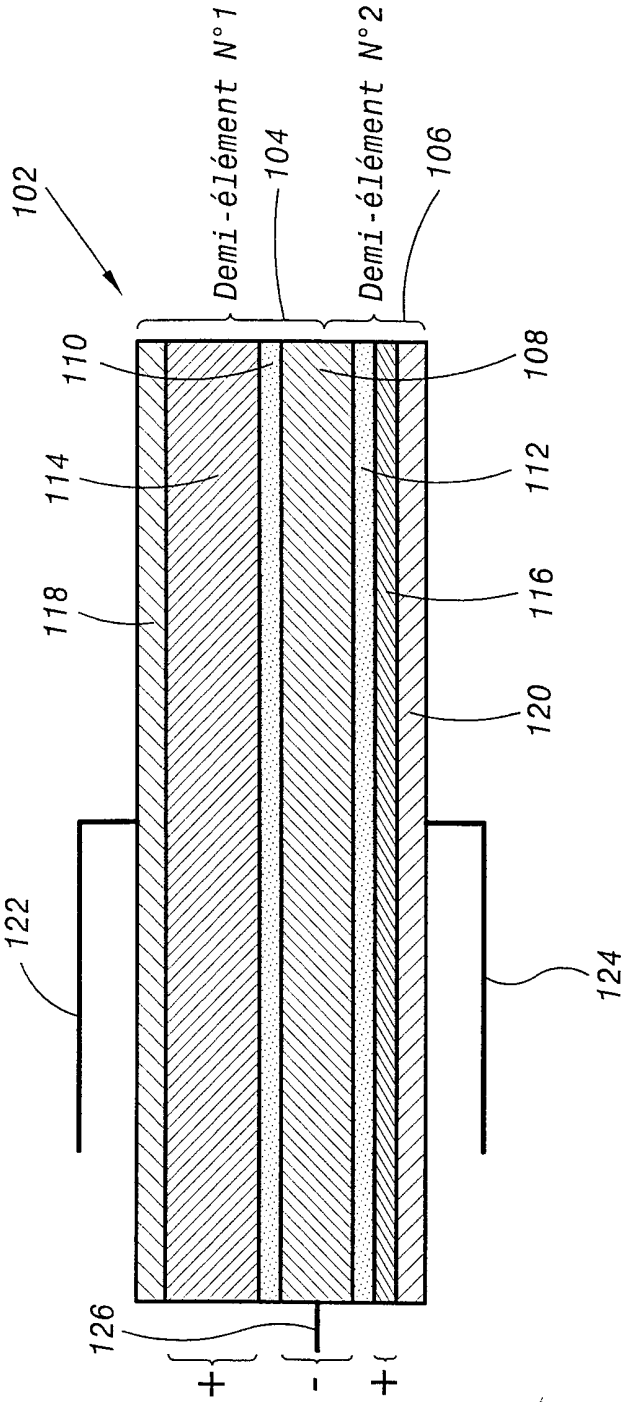


FIG.3

2/2

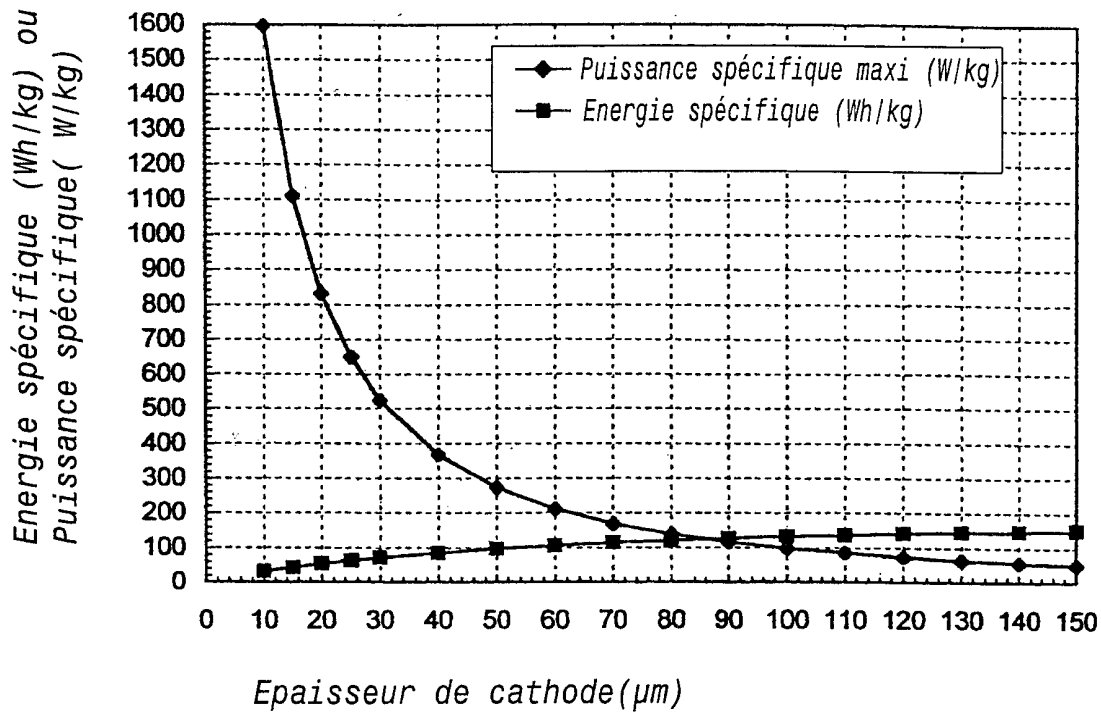


FIG.2

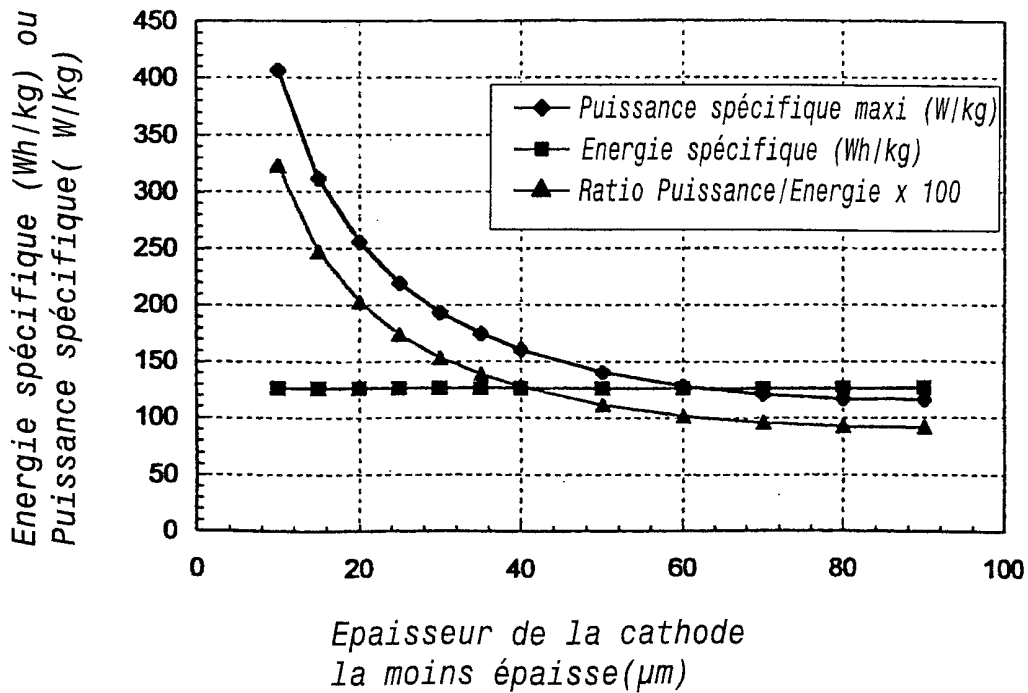


FIG.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 01/00508

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01M10/04 H01M10/40

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, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 840 087 A (WARREN PAUL C ET AL) 24 November 1998 (1998-11-24) figure 5 column 3, line 1 - line 23 column 4, line 18 - line 20 example 5	1-4,7
A	WO 99 60651 A (DELPHI TECH INC ; VALENCE TECHNOLOGY INC (US)) 25 November 1999 (1999-11-25) page 2, line 15 - line 28 page 8, line 16 - line 30 page 21, line 27 - line 31 example 8	1-4,7

Further documents are listed in the continuation of box C.

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

5 June 2001

Date of mailing of the international search report

13/06/2001

Name and mailing address of the ISA

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

Authorized officer

Gamez, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: al Application No

PCT/FR 01/00508

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 298 800 A (ELF AQUITAINE ;HYDRO QUEBEC (CA)) 11 January 1989 (1989-01-11) column 2, line 13 - line 29 column 8, line 27 - line 43 column 8, line 61 -column 9, line 8 ---	1-3,6,7
A	US 4 315 061 A (IKEDA HIRONOSUKE ET AL) 9 February 1982 (1982-02-09) figure 1 column 1, line 34 - line 55 column 3, line 19 - line 36 ---	1-3,7
A	US 5 902 697 A (KALNOKI-KIS TIBOR ET AL) 11 May 1999 (1999-05-11) column 3, line 23 - line 41 examples 2,4,6 ---	1-3,7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 02, 29 February 2000 (2000-02-29) -& JP 11 307084 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 5 November 1999 (1999-11-05) abstract -----	1-3,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern: al Application No

PCT/FR 01/00508

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5840087 A	24-11-1998	AU 729892 B	15-02-2001
		AU 4483097 A	14-04-1998
		CN 1230294 A	29-09-1999
		EP 0938757 A	01-09-1999
		JP 2000503161 T	14-03-2000
		WO 9812765 A	26-03-1998
WO 9960651 A	25-11-1999	US 6063519 A	16-05-2000
		AU 3897499 A	06-12-1999
		EP 1078410 A	28-02-2001
EP 0298800 A	11-01-1989	FR 2616970 A	23-12-1988
		AT 89102 T	15-05-1993
		CA 1340407 A	23-02-1999
		DE 3880747 A	09-06-1993
		DE 3880747 T	11-11-1993
		ES 2041817 T	01-12-1993
		WO 8810519 A	29-12-1988
		JP 1503660 T	07-12-1989
		JP 3047355 B	29-05-2000
		US 5100746 A	31-03-1992
		US 4315061 A	09-02-1982
DE 3022907 A	08-01-1981		
FR 2460043 A	16-01-1981		
GB 2056159 A, B	11-03-1981		
HK 23984 A	23-03-1984		
US 5902697 A	11-05-1999	AU 3977399 A	06-12-1999
		EP 1078407 A	28-02-2001
		WO 9960639 A	25-11-1999
JP 11307084 A	05-11-1999	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 01/00508

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01M10/04 H01M10/40

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, PAJ, 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
A	US 5 840 087 A (WARREN PAUL C ET AL) 24 novembre 1998 (1998-11-24) figure 5 colonne 3, ligne 1 - ligne 23 colonne 4, ligne 18 - ligne 20 exemple 5	1-4,7
A	WO 99 60651 A (DELPHI TECH INC ;VALENCE TECHNOLOGY INC (US)) 25 novembre 1999 (1999-11-25) page 2, ligne 15 - ligne 28 page 8, ligne 16 - ligne 30 page 21, ligne 27 - ligne 31 exemple 8	1-4,7

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
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 5 juin 2001	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 13/06/2001
---	---

Norm 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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Gamez, A
--	---

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar .ternationale No

PCT/FR 01/00508

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 298 800 A (ELF AQUITAINE ;HYDRO QUEBEC (CA)) 11 janvier 1989 (1989-01-11) colonne 2, ligne 13 - ligne 29 colonne 8, ligne 27 - ligne 43 colonne 8, ligne 61 -colonne 9, ligne 8 ---	1-3,6,7
A	US 4 315 061 A (IKEDA HIRONOSUKE ET AL) 9 février 1982 (1982-02-09) figure 1 colonne 1, ligne 34 - ligne 55 colonne 3, ligne 19 - ligne 36 ---	1-3,7
A	US 5 902 697 A (KALNOKI-KIS TIBOR ET AL) 11 mai 1999 (1999-05-11) colonne 3, ligne 23 - ligne 41 exemples 2,4,6 ---	1-3,7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 02, 29 février 2000 (2000-02-29) -& JP 11 307084 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 5 novembre 1999 (1999-11-05) abrégé -----	1-3,7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 01/00508

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication		
US 5840087 A	24-11-1998	AU 729892 B	15-02-2001		
		AU 4483097 A	14-04-1998		
		CN 1230294 A	29-09-1999		
		EP 0938757 A	01-09-1999		
		JP 2000503161 T	14-03-2000		
		WO 9812765 A	26-03-1998		
WO 9960651 A	25-11-1999	US 6063519 A	16-05-2000		
		AU 3897499 A	06-12-1999		
		EP 1078410 A	28-02-2001		
EP 0298800 A	11-01-1989	FR 2616970 A	23-12-1988		
		AT 89102 T	15-05-1993		
		CA 1340407 A	23-02-1999		
		DE 3880747 A	09-06-1993		
		DE 3880747 T	11-11-1993		
		ES 2041817 T	01-12-1993		
		WO 8810519 A	29-12-1988		
		JP 1503660 T	07-12-1989		
		JP 3047355 B	29-05-2000		
		US 5100746 A	31-03-1992		
		US 4315061 A	09-02-1982	CA 1126808 A	29-06-1982
				DE 3022907 A	08-01-1981
FR 2460043 A	16-01-1981				
GB 2056159 A, B	11-03-1981				
HK 23984 A	23-03-1984				
US 5902697 A	11-05-1999	AU 3977399 A	06-12-1999		
		EP 1078407 A	28-02-2001		
		WO 9960639 A	25-11-1999		
JP 11307084 A	05-11-1999	AUCUN			