



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2010/06/25

(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2011/01/13

(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2012/01/06

(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2010/051325

(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2011/004099

(30) Priorité/Priority: 2009/07/08 (FR0954726)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C25B 9/06* (2006.01),
C25B 11/03 (2006.01), *H01G 9/048* (2006.01),
H01L 21/02 (2006.01), *H01M 4/86* (2006.01)

(71) Demandeurs/Applicants:
CHAPEL, CHANTAL, FR;
FLEURY, JEAN-MARC, FR;
LASOU, GAUTHIER, FR;
ALONSO, PHILIPPE, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
FLEURY, JEAN-MARC, FR;
LASOU, GAUTHIER, FR;
ALONSO, PHILIPPE, FR

(74) Agent: BORDEN LADNER GERVAIS LLP

(54) Titre : SYSTEME DE CONVERSION DE L'ENERGIE A CHAMP ELECTRIQUE AUGMENTE

(54) Title: SYSTEM FOR CONVERTING ENERGY WITH AN ENHANCED ELECTRIC FIELD

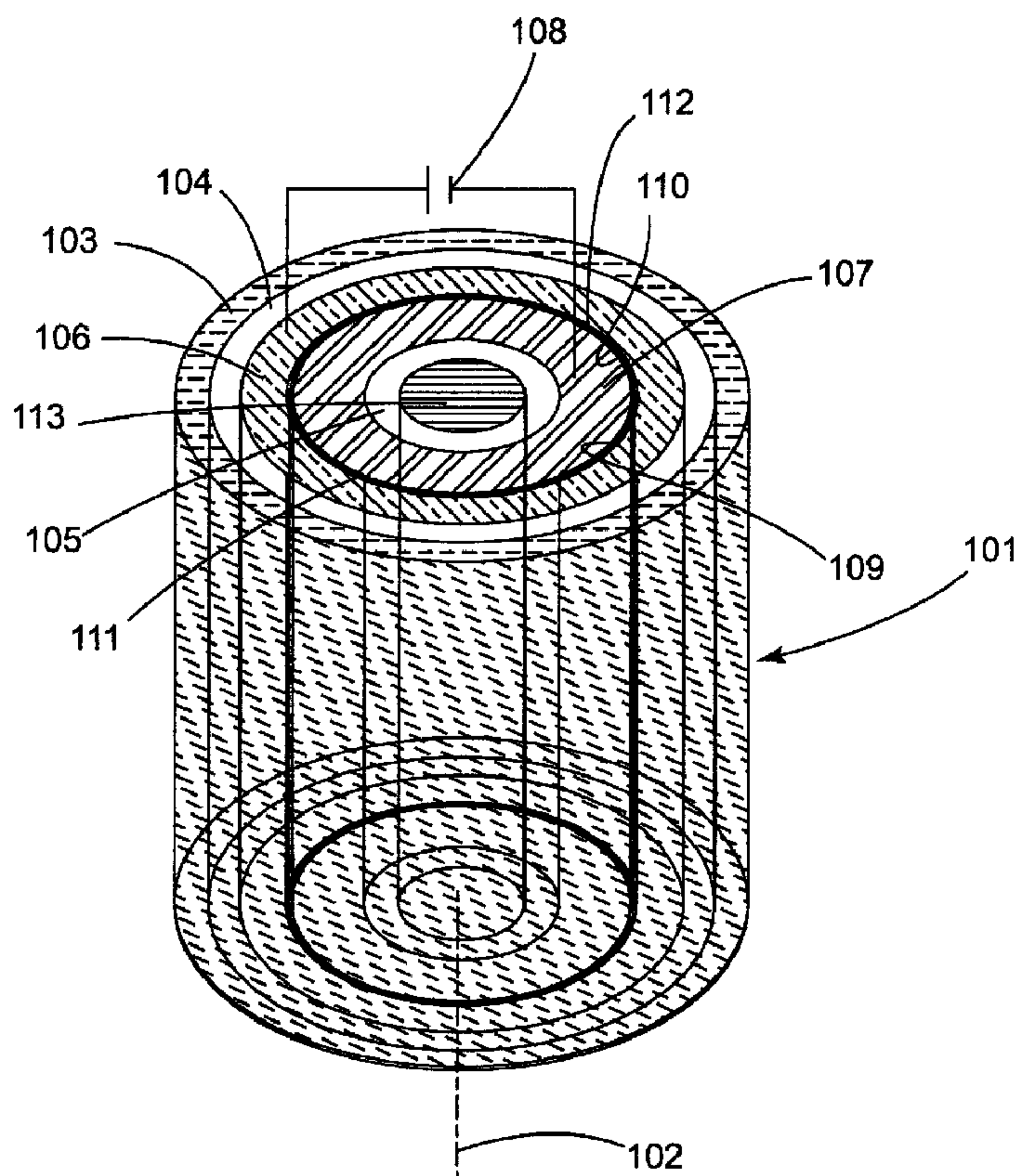


FIG.1

(57) Abrégé/Abstract:

L'invention consiste en un système de conversion de l'énergie comprenant une première électrode (106), une seconde électrode (107) et, entre elles, un espace inter-électrodes (111) comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode (106) étant réalisée

(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

à partir d'au moins un moyen conducteur de l'électricité, allongé et de longueur totale L, à section incurvée et de rayon de courbure R, agencé selon une structure d'ensemble solide, à consistance plus ou moins aérée, apte à être en tous endroits au même potentiel électrique et constituer ainsi la dite première électrode (106). Le système se caractérise en ce que: R est inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres), l'espace inter-électrodes est d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 5 millimètres), la longueur totale L du au moins un moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106) est supérieure à 1×10^3 m (1 kilomètre), et le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million) de sorte que la première électrode (106, 306) procure à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique vu par la seconde électrode (107).

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/004099 A1

(43) Date de la publication internationale
13 janvier 2011 (13.01.2011)

PCT

(51) Classification internationale des brevets :
C25B 9/06 (2006.01) *H01L 21/02* (2006.01)
C25B 11/03 (2006.01) *H01G 9/048* (2006.01)
H01M 4/86 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/051325

(22) Date de dépôt international :
25 juin 2010 (25.06.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0954726 8 juillet 2009 (08.07.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
CHAPEL, Chantal [FR/FR]; 25 rue de la cour des
Noues, F-75020 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(71) Déposants : **FLEURY, Jean-Marc** [FR/FR]; 9 rue
Mathieu Dumoulin, F-59230 Saint Amand Les Eaux
(FR). **LASOU, Gauthier** [FR/FR]; 23 rue du Bois Michel
Pierre, F-91440 Bures-sur-Yvette (FR). **ALONSO,
Philippe** [FR/FR]; 8 rue de la République, F-95160
Montmorency (FR).

(74) Mandataire : **DERAMBURE Conseil**; 14 avenue
d'Eylau, F-75116 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, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : SYSTEM FOR CONVERTING ENERGY WITH AN ENHANCED ELECTRIC FIELD

(54) Titre : SYSTEME DE CONVERSION DE L'ENERGIE A CHAMP ELECTRIQUE AUGMENTE

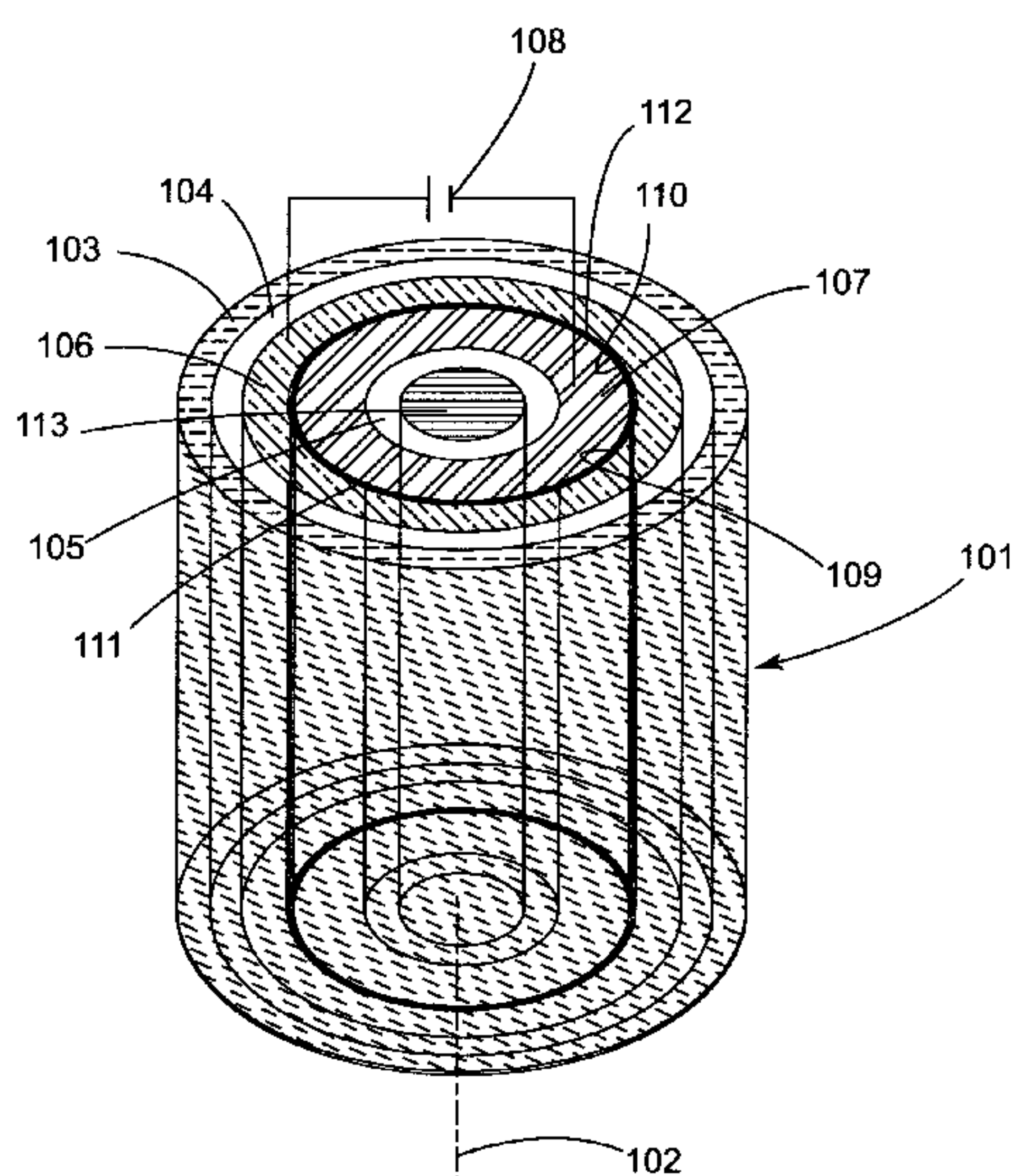


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to an energy conversion system, including a first electrode (106), a second electrode (107), and an inter-electrode gap (111) therebetween that includes a functional medium, wherein the first electrode (106) is made of at least one elongate electrically conductive means having a total length L, a curved cross-section, and a radius of curvature R, and arranged into a sturdy assembly structure having a more or less open pattern, capable of having the same electric potential at any location and thus of constituting said first electrode (106). The system is characterized in that R is lower than 40×10^{-6} m (40 micrometers), the inter-electrode gap has a thickness of between 1×10^{-9} m and 5×10^{-3} m (1 nanometer and 5 millimeters), the total length L of said at least one electrically conductive means of the first electrode (106) is greater than 1×10^3 m (1 kilometer), and the ratio L/R is greater than 10^6 (one million) such that the first electrode (106, 306) generates, at the nanometric to millimetric level, a significant increase in the electric field perceived by the second electrode (107).

(57) Abrégé : L'invention consiste en un système de conversion de l'énergie comprenant une première électrode (106), une seconde électrode (107) et, entre elles, un espace inter-électrodes (111) comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode (106) étant réalisée à partir d'au moins un moyen conducteur de l'électricité, allongé et de longueur totale L, à section incurvée

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/004099 A1

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

et de rayon de courbure R , agencé selon une structure d'ensemble solide, à consistance plus ou moins aérée, apte à être en tous endroits au même potentiel électrique et constituer ainsi la dite première électrode (106). Le système se caractérise en ce que: R est inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres), l'espace inter-électrodes est d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 5 millimètres), la longueur totale L du au moins un moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106) est supérieure à 1×10^3 m (1 kilomètre), et le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million) de sorte que la première électrode (106, 306) procure à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique vu par la seconde électrode (107).

Système de conversion de l'énergie à champ électrique augmenté

L'invention est relative à la conversion de l'énergie et elle vise plus spécialement un système de conversion de l'énergie à champ électrique augmenté autour de l'une au moins de ses deux électrodes. L'invention vise également différents dispositifs de conversion de l'énergie réalisés à partir d'un tel système. L'invention vise enfin l'application d'un moyen conducteur de l'électricité à la réalisation de l'une au moins des deux électrodes d'un tel système procurant un effet d'augmentation significative du champ électrique reçu par l'autre électrode.

On connaît des systèmes de conversion de l'énergie comportant une première électrode, une seconde électrode et un espace inter-électrodes comprenant un milieu fonctionnel tel qu'un électrolyte ou un diélectrique. L'efficacité de tels systèmes dépend notamment des deux paramètres que sont le rendement du système et son coût. Leur optimisation repose le plus souvent sur une démarche empirique consistant à faire varier les différents paramètres définissant le système.

La littérature spécialisée (Techniques de l'ingénieur, Encyclopedia of Electrochemistry, Ed. Wiley 2007, Handbook of Electrochemistry, 1st Ed., Cynthia G. Zoski, Ed. Elsevier 2007) enseigne les différentes stratégies d'optimisation du rendement d'un réacteur électrochimique et également de l'ensemble des coûts associés. En particulier, il y est indiqué que les paramètres intéressants sont principalement l'espace inter-électrode, le catalyseur et l'électrolyte pour les aspects liés à l'augmentation du rendement d'une part, l'augmentation de la surface d'électrode et de la densité volumique de surface d'électrode pour les aspects liés aux coûts d'investissement (augmentation de l'intensité électrique donc du débit de production pour un volume donné) d'autre part.

Le document GB-A-2018826 enseigne qu'il est souhaitable qu'une électrode offre à l'électrolyte la plus grande surface possible, ce qui peut être réalisé soit en prévoyant que la surface de l'électrode présente des micros rugosités soit en prévoyant que la structure d'ensemble de l'électrode procure une telle surface élevée.

Le document US 4046664 enseigne également que l'efficacité d'un réacteur électrochimique dépend de la surface de l'électrode de travail, laquelle doit être maximisée et entièrement exposée à l'électrolyte. Le document décrit à cet effet une électrode de travail consistant en une mèche constituée d'un grand nombre de filaments similaires, de même longueur, en cuivre ou en fibres de carbone revêtues de métal, disposés en parallèle les uns à côté des

autres, suspendue par son extrémité supérieure à un organe de montage et de connexion électrique apte à être en contact électrique avec tous les filaments de la mèche. La section des filaments est aussi petite que possible afin de remplir deux fonctions : augmenter la surface de contact de l'électrode de travail avec l'électrolyte et permettre le passage de l'électrolyte à travers la mèche de filaments. Le réacteur comprend une électrode de travail telle qu'elle vient d'être décrite, placée dans un organe de guidage non conducteur, et une contre électrode classique. Les filaments de l'électrode de travail ont tendance à se disposer individuellement dans l'électrolyte, par suite du flux d'électrolyte autour des filaments. Les filaments sont à section circulaire pour éviter qu'ils ne s'engagent les uns avec les autres et empêchent le passage de l'électrolyte.

Le document US 4108755 décrit un réacteur du type selon le document US 4046664, l'électrode de travail consistant en une mèche constituée d'un grand nombre de filaments métalliques.

Le document US 5294319 décrit un réacteur électrochimique dont au moins une électrode est constituée à partir d'un substrat de fibres ou filaments, dont le diamètre unitaire est inférieur à $254 \cdot 10^{-6}$ m (10 mils), qui se présentent également sous forme de mèches ou de bandes, ce substrat faisant ensuite l'objet d'opérations successives pour aboutir à l'électrode finale (dépôt de catalyseur, recuit, compression).

Le document US 4108754 décrit un réacteur découlant du document US 4046664, dans lequel l'électrode de travail est placée dans un logement comportant une amenée d'électrolyte en partie supérieure et des orifices d'évacuation d'électrolyte en partie inférieure. L'électrode de travail est formée d'un grand nombre de fibres en carbone étroitement regroupées et compressées les unes par rapport aux autres, et avec un contact électrique entre elles. Il peut être prévu de 5.000 à 10.000 fibres ayant chacune un diamètre compris entre 5 à 15 micromètres ($5 \cdot 10^{-6}$ m à $15 \cdot 10^{-6}$ m), cette fourchette étant purement indicative puisqu'il est enseigné que d'autres diamètres sont possibles.

Le document US 4108757 décrit une électrode pour un réacteur du type décrit dans le document US 4108754, comprenant des fibres en carbone et des moyens d'association des fibres disposés sur au moins une portion limitée de la longueur des fibres.

Par conséquent, l'enseignement de ces différents documents porte seulement sur la surface de l'électrode de travail souhaitée, maximisée et exposée à l'électrolyte. Aucun bénéfice électrostatique n'est réellement tiré de la microstructure de l'électrode, en particulier du rayon

de courbure des filaments, puisque l'emploi de mèches composées de multiples filaments équivaut, en terme de structure pour le champ électrique, à un filament dont le diamètre est d'environ le diamètre d'un filament unitaire que multiplie la racine carrée du nombre de filaments de la mèche.

5

D'autre part, le document US 4337138 pose le problème de l'augmentation du rendement des systèmes de conversion de l'énergie. A cet effet, ce document décrit une électrode qui comprend un collecteur électriquement conducteur et une surface de travail contenant une multiplicité d'îlots conducteurs dans une matrice non conductrice.

10

Le document US 4369104 pose le même problème et décrit à cet effet une électrode perfectionnée composite en graphite dans laquelle des fibres de graphite ayant un diamètre inférieur à 30 micromètres (30×10^{-6} m) sont dispersées dans une matrice en résine thermoplastique, en étant agencées de façon parallèle entre elles et perpendiculaire à la surface de la matrice.

15

Dans ces deux réalisations, on ne tire pas parti des parties conductrices noyées dans la matrice.

20 Le document WO 2008/012403 pose aussi le problème de l'augmentation du rendement et décrit un dispositif d'électrolyse comportant un compartiment cathodique, un compartiment anodique et un élément de liaison de ces deux compartiments, le compartiment cathodique contenant au moins un acide faible. Un tel dispositif requiert la mise en œuvre de membranes échangeuses d'ions, ce qui en rend le coût prohibitif.

25

Le document US-A-2008/027787 pose le même problème et décrit une électrode poreuse, des nanoparticules de nickel étant en suspension dans les espaces vides. Une telle réalisation est complexe et coûteuse.

30 Par conséquent, l'enseignement de cette seconde série de documents porte sur l'intérêt d'augmenter le rendement des systèmes de conversion de l'énergie et sur le fait que ce problème comporte nombre de solutions techniques différentes. Néanmoins, pour pouvoir espérer être exploitées industriellement, de telles solutions techniques doivent pouvoir être réalisées et exploitées à des conditions de coût acceptables, ce qui en l'espèce ne semble pas être le cas.

35

Le problème à la base de l'invention est donc de disposer d'un système de conversion de l'énergie, du type comportant une première électrode, une seconde électrode et un espace inter-électrodes comprenant un milieu fonctionnel tel qu'un électrolyte ou un diélectrique, qui soit optimisé afin de procurer un rendement élevé à un coût de fabrication à l'échelle industrielle et à un coût d'exploitation raisonnables permettant une exploitation commerciale.

L'invention vise à apporter une solution à ce problème, cette solution étant en outre simple à réaliser, ainsi que reproductible et fiable.

L'invention repose tout d'abord sur la mise en évidence d'un effet non identifié jusqu'à présent dans le contexte de l'invention, qu'un moyen conducteur de l'électricité allongé et à rayon de courbure R inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres) agencé pour constituer au moins la première électrode d'un système de conversion de l'énergie comprenant en outre une seconde électrode et un espace inter-électrodes comprenant un milieu fonctionnel, est apte, à l'échelle de nanométrique à millimétrique, à augmenter de façon significative le champ électrique autour de la première électrode ainsi constituée.

Cet effet est ici dénommé « effet couronne », par analogie avec l'effet couronne classique connu dans le cas de câbles électriques dont le diamètre est de l'ordre de quelques centimètres, sous haute tension électrique, de l'ordre de plusieurs dizaines de kilo volts.

Dans la présente invention, l'« effet couronne », ainsi dénommé, est obtenu avec un moyen conducteur de l'électricité dont le rayon de courbure R est très faible - inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres) – et avec une tension électrique également très faibles comparativement au rayon de courbure et à la tension connus dans le cas de l'effet couronne classique.

L'invention repose ensuite sur la constatation qu'une telle première électrode combinée à un espace inter-électrodes d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 5 millimètres) est telle que la seconde électrode est apte à voir le champ électrique ainsi augmenté, de sorte que le système de conversion d'énergie tire parti de cet « effet couronne ».

L'invention repose aussi sur la constatation que cet "effet couronne" qui doit exister sans être mesurable pour des faibles longueurs de filaments, devient intéressant en terme d'efficacité dès lors que la longueur du filament constituant dépasse 10^6 (un million) fois son rayon et préférentiellement $2,5 \times 10^7$ (25 millions) fois son rayon.

L'invention repose également sur la constatation qu'une telle structure - première électrode et espace inter-électrodes – combinée avec une structure de la première électrode telle que sa surface interfaciale est élevée, procure des résultats surprenants en termes de rendements de conversion de l'énergie.

5

L'invention repose enfin sur la constatation que les dispositions qui précèdent sont de portée générale et peuvent faire l'objet de nombreuses mises en œuvre différentes conduisant à une multiplicité d'applications.

10 Selon un premier aspect, l'invention consiste en un système de conversion de l'énergie comprenant une première électrode, une seconde électrode et, entre elles, un espace inter-électrodes comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode étant réalisée à partir d'au moins un moyen conducteur de l'électricité, allongé et de longueur totale L, à section incurvée et de rayon de courbure R, agencé selon une structure d'ensemble solide, à
15 consistance plus ou moins aérée, apte à être en tous endroits au même potentiel électrique et constituer ainsi la dite première électrode. Le système de conversion de l'énergie selon l'invention se caractérise en ce que:

- R est inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres),
- l'espace inter-électrodes est d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1
20 nanomètre et 5 millimètres),
- la longueur totale L du au moins un moyen conducteur de l'électricité de la première électrode est supérieure à 1×10^3 m (1 kilomètre), et
- le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million) de sorte que la première électrode procure à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ
25 électrique vu par la seconde électrode.

Selon un deuxième aspect, l'invention concerne également un système de conversion de l'énergie comprenant une première électrode, une seconde électrode et, entre elles, un espace inter-électrodes comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode étant
30 réalisée à partir d'au moins un moyen conducteur de l'électricité, allongé et de longueur totale L, à section incurvée et de rayon de courbure R, agencé selon une structure d'ensemble solide, à consistance plus ou moins aérée, apte à être en tous endroits au même potentiel électrique et constituer ainsi la dite première électrode. Ce système se caractérise en ce que

- 35 - R est inférieur à 50×10^{-6} m (50 micromètres),
- l'espace inter-électrodes est d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 2×10^{-2} m (1 nanomètre et 2 centimètres), et

- le rapport L/R est supérieur à 3×10^6 (trois millions) de sorte que la première électrode (106, 306) procure à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique vu par la seconde électrode (107, 307).

5 Selon les réalisations pouvant être envisagées, le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode est constitué d'un conducteur électrique ou comprend une structure interne électriquement isolante recouverte d'une structure externe conductrice de l'électricité, cette structure externe pouvant être sous forme de couche.

10 Selon une réalisation, la structure externe est en forme de couche.

Selon une réalisation, le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode est réalisé en, ou comporte, au moins un matériau choisi dans le groupe comprenant le carbone, le graphite, le nickel et un alliage comprenant du nickel et les aciers et alliages comprenant
15 du fer.

Selon une réalisation, le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode est autoportant ou non autoportant, la première électrode comprenant une partie de résistance mécanique.
20

Selon une réalisation, le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106, 306) est en forme de filament, ou de fibre, ou de pointe.

Selon une réalisation, la structure d'ensemble du moyen conducteur de l'électricité de la première électrode est une structure en vrac non organisée ou une structure organisée, notamment en forme de nappe, ou de plaque, ou de bande, ou de bobine.
25

Selon une réalisation, le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode est bouclé sur lui-même en circuit fermé.
30

Selon une réalisation, le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode est non bouclé sur lui-même en circuit ouvert.

Selon un premier mode de réalisation, le système de conversion comporte une première
35 électrode et une seconde électrode ayant une structure symétrique ou pseudo-symétrique. Selon un deuxième mode de réalisation alternatif, le système de conversion comporte une première électrode et une seconde électrode ayant une structure asymétrique.

L'invention concerne également un dispositif de conversion de l'énergie incluant un système de conversion de l'énergie selon le premier mode de réalisation précité, consistant en un dispositif d'électrolyse, de photolyse, d'électro-synthèse, de générateur électrique par
5 électrolyse inverse, de pile à combustible, d'accumulateur électrique, de générateur d'ozone, d'électrodialyse.

L'invention concerne également un dispositif de conversion de l'énergie incluant un système de conversion de l'énergie selon le deuxième mode de réalisation précité, consistant en un
10 dispositif tel que condensateur, lampe à décharge, générateur photovoltaïque, cellule solaire à conducteur photo-actif.

L'invention concerne en outre une application d'un moyen conducteur de l'électricité allongé de longueur L supérieure à 1×10^3 m (1 kilomètre) et de rayon de courbure R inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres) tel que le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million), à la
15 constitution d'une première électrode d'un système de conversion de l'énergie comprenant en outre une seconde électrode et un espace inter-électrodes comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode procurant à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique.

L'invention concerne également une application d'un moyen conducteur de l'électricité allongé de longueur L supérieure à 1×10^3 m (1 kilomètre) et de rayon de courbure R inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres) tel que le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million), à la constitution d'une première électrode d'un système de conversion de l'énergie
25 comprenant en outre une seconde électrode et un espace inter-électrodes comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode procurant à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique vu par la seconde électrode, l'espace inter-électrodes étant d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 5 millimètres).

L'invention concerne également l'application du système de conversion d'énergie selon l'invention pour la réalisation de poudres nanométriques à micrométriques.

Différents modes de réalisation de l'invention, non limitatifs, sont maintenant décrits en
35 relation avec les dessins annexés, dans lesquels :

- La figure 1 est un schéma en perspective d'une première réalisation particulière possible d'un dispositif incluant un système de conversion de l'énergie conforme à l'invention, à savoir

un dispositif d'électrolyse, la première électrode et la seconde électrode du système ayant une structure symétrique ou pseudo-symétrique.

- La figure 1' est un graphique représentant l'évolution du rendement du dispositif d'électrolyse en pourcentage (ordonnée) pour l'ensemble des expériences réalisées, en fonction du rapport de la longueur du filament sur son rayon (abscisse).

- La figure 2 est un schéma en perspective d'une deuxième réalisation particulière de dispositif incluant un système de conversion de l'énergie conforme à l'invention, à savoir un condensateur, les deux électrodes ayant ici aussi une structure asymétrique.

- La figure 3 est un schéma à l'échelle micrométrique illustrant une première réalisation possible d'une électrode du système de conversion de l'énergie dans laquelle le moyen conducteur de l'électricité est en forme de fibre, avec une structure d'ensemble en vrac non organisée.

- La figure 4 est un schéma à l'échelle micrométrique illustrant une deuxième réalisation possible d'une électrode du système de conversion de l'énergie dans laquelle le moyen conducteur de l'électricité est en forme de filament, avec une structure d'ensemble organisée telle qu'un tissu ou un réseau.

- La figure 5 est un schéma à l'échelle micrométrique illustrant une troisième réalisation possible d'une électrode du système de conversion de l'énergie dans laquelle le moyen conducteur de l'électricité est en forme de pointe, selon une structure d'ensemble organisée en réseau.

On se réfère maintenant plus spécialement à la figure 1 qui illustre un dispositif d'électrolyse 101, d'axe 102 de révolution.

Ce dispositif d'électrolyse 101 comprend une enceinte creuse extérieure 103, ici de forme cylindrique.

L'enceinte creuse extérieure 103 renferme un compartiment anodique 104 et un compartiment cathodique 105. Ces deux compartiments 104, 105 sont de forme générale cylindrique, coaxiales d'axe 102. Ils sont placés l'un dans l'autre, ici le compartiment anodique 104 entourant vers l'extérieur le compartiment cathodique 105.

Le compartiment anodique 104 comprend une électrode formant anode 106 et le compartiment cathodique 105 comprend une électrode formant cathode 107.

Une différence de potentiel est appliquée en 108 entre l'anode 106 et la cathode 107.

La surface intérieure 109 de l'anode 106 et la surface extérieure 110 de la cathode 107 sont situées en regard l'une de l'autre et définissent entre elles un espace inter-électrodes 111.

Un filtre 112, placé dans l'espace inter-électrodes 111 sépare l'anode 106 de la cathode 107 et permet la présence entre elles d'un électrolyte. Dans le cadre d'un essai réalisé, l'électrolyte est de l'eau de ville (eau du robinet), légèrement ionisée, un système passif constitué par un aimant de forme cylindrique 113 tel qu'un aimant NdFeB, placé au centre du compartiment cathodique 105 pourvu à cet effet d'un espace vide central.

L'anode 106 et la cathode 107 ont, dans la réalisation considérée ici, une structure identique ou analogue, sans nécessairement avoir la même surface, ce qui permet de qualifier cette structure de symétrique ou de pseudo-symétrique.

Selon une réalisation possible, pour former respectivement l'anode 106 et la cathode 107, on prévoit une structure constituée par un filtre en forme générale de cylindre creux avec des pores de 25×10^{-6} m (25 micromètres). Vers l'extérieur et vers l'intérieur de cette structure, de la laine d'acier présentant un faible rayon de courbure R de 9×10^{-6} m (9 micromètres) est moyennement tassée – avec un taux de porosité supérieur à 70 %, la longueur L totale de chaque électrode en laine d'acier étant de 10×10^3 m (10 kilomètres).

Les essais réalisés ont montré qu'il était possible avec un tel dispositif d'électrolyse 101 de dissocier la molécule d'eau de l'électrolyte, à partir d'eau de ville très légèrement ionisé, à une tension de l'ordre de 0,8 à 1 V (0,8 à 1 Volt), avec un rendement de production d'hydrogène mesuré à 88%, l'hydrogène recueilli étant pur et ne contenant ni gaz carbonique ni vapeur d'eau, le dispositif fonctionnant à température ambiante.

Les essais réalisés ont montré que le rendement pouvait être porté à 97% en utilisant comme électrolyte de l'eau salée, le système étant alors dépourvu de l'aimant 113.

Le dispositif d'électrolyse 101 qui vient d'être décrit est donc remarquable par son rendement élevé.

Ce rendement élevé semble devoir s'expliquer par une série de facteurs.

En premier lieu, un effet ici dénommé « effet couronne », résultant de la combinaison d'une anode 106 et d'une cathode 107 réalisées à partir d'un moyen conducteur de l'électricité (fibres ou filaments de laine d'acier) allongé de longueur L égale à 1×10^3 m (10 kilomètres)

et de très faible rayon de courbure R , inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres), tels que le rapport L/R est supérieur à 10^6 ($1,1 \times 10^9$ dans ce cas) et d'un espace inter-électrodes 111 de faible épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 1 millimètre), de sorte que le champ électrique autour d'une électrode, à l'échelle de nanométrique à
5 millimétrique, est augmenté de façon significative, en étant apte à être vu par l'autre électrode.

En deuxième lieu, la structure de l'anode 106 et de la cathode 107 est telle que leur surface interfaciale est élevée, ce qui contribue à son tour à augmenter l'efficacité du système.

10

Il convient de souligner que la laine d'acier n'est pas inerte au milieu fonctionnel constitué par l'eau de ville (eau du robinet). Elle est rapidement détruite pendant le fonctionnement électrochimique du réacteur. Des essais complémentaires ont donc été réalisés avec des matériaux considérés normalement comme relativement inertes, tels que le nickel. Il est très
15 rapidement apparu une décomposition des électrodes en nickel à l'anode comme à la cathode et l'apparition d'un composé oxydé de nickel sous forme d'une poudre de dimension micrométrique.

20

La réalisation d'un électrolyseur comprenant une cathode en tissu de nickel pur et une anode en or a également abouti à la décomposition des deux électrodes, la cathode en nickel présentant un aspect de poudre noire alors que l'anode en or s'est fragmentée en microparticules d'or.

25

Dans cette série d'essais, la force de l' "effet couronne", effet électrostatique dû au champ électrique augmenté, a ainsi été supérieure à l'inertie du matériau vis-à-vis de l'électrolyse.

30

Des expérimentations complémentaires ont également montré l'absence de création d'une couche de passivation pour des électrodes en zinc et en aluminium, et la création dans le premier cas d'une poudre d'oxyde de zinc, dans le second cas d'une poudre d'un oxyde ou hydroxyde d'aluminium, dont le diamètre dépend directement de l'intensité du courant appliqué aux bornes de l'électrolyseur. Pour des basses intensités, des mesures de dimension des poudres ont indiqué l'existence d'une population dont le diamètre est sub-micrométrique.

35

D'autres essais ont été réalisés à partir d'une réalisation alternative d'électrolyseur.

Selon cette réalisation, l'on a utilisé un milieu fonctionnel composé de silicate de sodium et d'hydroxyde de sodium puis des mesures ont également été réalisées afin de montrer l'influence directe du rayon de courbure et du rapport L/D d'une électrode filamenteuse.

- 5 Un électrolyseur élémentaire a été réalisé dans une géométrie cylindrique, sans aucune paroi de séparation entre le compartiment anodique et le compartiment cathodique (filtre ou membrane). La surface en regard de chaque électrode a été fixée à 30 cm^2 , la tension électrique a été fixée à 2,5 V, l'écartement entre les électrodes a été fixé à $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ (5 millimètres) l'électrolyte étant composé de silicate de sodium à 20 % en masse et
- 10 d'hydroxyde de sodium à 20% en masse dans de l'eau déminéralisée, cet électrolyte permettant d'obtenir une forte conductivité tout en garantissant la stabilité des électrodes, même dans le cas de l'acier.

- Ces paramètres (en particulier l'espacement inter-électrodes maximal de 5 millimètres) ont
- 15 été délibérément choisis pour garantir d'une part la reproductibilité des expériences, d'autre part pour permettre de mesurer les écarts importants sur les rendements de production d'hydrogène. En effet, la réduction de l'espace inter-électrode aurait conduit à avoir des rendements supérieurs pour l'ensemble des structures d'électrodes, mais les écarts entre ces rendements auraient été plus faibles donc plus difficiles à mesurer et interpréter.
- 20 L'ensemble de ces paramètres étant constant, la variation a porté sur la structure de l'électrode et, en particulier, sur le rayon de courbure et la longueur totale de filament. Les marges d'erreur sur les mesures de rendement de production d'hydrogène sont de 3 %. Les expérimentations ont été menées pendant plusieurs centaines d'heures.

- 25 L'ensemble de ces résultats est reporté dans le tableau ci-dessous :

Anode	Cathode	Espace inter électrodes	surfaces en regard	Electrolyte	Tension	Diamètre du filament	Rapport Longueur / Rayon	Rendement
acier	acier	$5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	30 cm^2	silicate de sodium à 20 % dans l'eau et hydroxyde de sodium à 20% dans l'eau	2,5 V	plaque	1	34%
acier	acier	$5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	30 cm^2	silicate de sodium à 20 % dans l'eau et hydroxyde de sodium à 20% dans l'eau	2,5 V	$1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	2000	34%

nickel	nickel	$5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	30 cm^2	silicate de sodium à 20 % dans l'eau et hydroxyde de sodium à 20% dans l'eau	2,5 V	$55 \cdot 10^{-6} \text{ m}$	2000000	47%
acier	acier	$5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	30 cm^2	silicate de sodium à 20 % dans l'eau et hydroxyde de sodium à 20% dans l'eau	2,5 V	$18 \cdot 10^{-6} \text{ m}$	200000000	51%

Le rendement mesuré est le rapport de l'énergie contenue dans l'hydrogène produit sur l'énergie apportée par l'alimentation électrique.

5

Ainsi, il a été obtenu un rendement de 34 % avec des électrodes constituées de plaques d'acier (pas de rayon de courbure, rapport L/R égal à 1).

Un rendement identique de 34 % (dans la marge d'erreur) a également été mesuré en utilisant un filament d'acier de diamètre 1 mm (rapport L/R de 2000 environ).

10

En utilisant un tissu de nickel dont les filaments ont un diamètre de $55 \times 10^{-6} \text{ m}$ (55 micromètres), le rendement a été mesuré à 47 % (rapport L/R d'environ 2 000 000).

15 Avec une laine d'acier de $18 \times 10^{-6} \text{ m}$ (18 micromètres) de diamètre, le rendement s'est avéré être de 51 % (rapport L/R d'environ 200 000 000).

Le graphique de la figure 1' représente l'évolution du rendement en pourcentage (ordonnée) pour l'ensemble des expériences réalisées, en fonction du rapport de la longueur du filament sur son rayon (abscisse).

20

Une dernière expérimentation a été réalisée avec une cellule d'électrolyse destinée à la production d'hydrogène, composée d'une cathode réalisée à partir d'un tissu de nickel, d'une anode en tissu d'acier inox, les deux électrodes ayant une surface en regard de 1 dm^2 (1 décimètre carré) et étant espacée l'une de l'autre de 5 mm (5 millimètres). L'électrolyte était composé de 30 % d'hydroxyde de potassium et de 20 % de silicate de potassium dans de l'eau déminéralisée. Le rendement mesuré, à température et pression ambiante, pour une tension de 1,9 V dans ces conditions non optimales s'est avéré être de 88 %. Ce type de

25

dispositif dont les coûts de fabrication et d'exploitation sont très bas permet d'envisager une exploitation commerciale.

5 Au lieu d'un dispositif d'électrolyse, le système de conversion d'énergie peut également, toujours avec une première électrode et une seconde électrode ayant une structure symétrique ou pseudo-symétrique, permettre de réaliser un générateur électrique. Le dispositif est structurellement identique ou analogue au dispositif d'électrolyse. Dans ce cas, on injecte par la partie inférieure du dispositif de l'hydrogène dans le compartiment anodique et de l'air dans le compartiment cathodique, sous forme de microbulles. Une réaction inverse
10 à l'électrolyse permet de générer du courant électrique. Un tel dispositif permet une réaction réversible : électrolyse ou génération d'un courant électrique.

D'autres dispositifs avec une structure symétrique ou pseudo-symétrique des électrodes sont envisageables, tels que dispositif de photolyse, dispositif d'électro-synthèse, pile à
15 combustible, accumulateur électrique, générateur d'ozone, électrodialyseur.

La réalisation de la figure 3 est maintenant décrite en détail.

20 Au lieu que la structure des électrodes soit symétrique ou pseudo-symétrique comme dans les réalisations précédentes, elle peut être asymétrique, comme dans le cas d'un condensateur 301 correspondant à la réalisation de la figure 3.

Comme précédemment, le condensateur 301 comprend une enceinte creuse extérieure 303, ici de forme cylindrique et d'axe 302.

25 L'enceinte creuse extérieure 303 renferme une première électrode 306 et une seconde électrode 307.

30 La première électrode 306 est réalisée à partir d'un fil de cuivre d'une longueur de 1×10^3 m (1 kilomètre) et d'un diamètre ($2 \times R$) de 50×10^{-6} m (50 micromètres), bouclé sur lui-même, disposé sur la face extérieure d'un support cylindrique, lui-même placé dans l'enceinte creuse extérieure 303.

35 La seconde électrode 307 est un électrolyte placé dans l'espace existant entre un diélectrique 311 en forme de couche revêtissant extérieurement le fil conducteur de la première électrode 306 et l'enceinte creuse extérieure 303.

Le diélectrique 311 vient ainsi remplir l'espace entre les électrodes 306 et 307.

Le diélectrique 311 est ici constitué par du polyuréthane.

- 5 Des connecteurs électriques 316 et 317 sont reliés d'une part au fil conducteur de l'électricité de la première électrode 306 et à l'électrolyte formant la seconde électrode 307.

Avec la constante diélectrique du polyuréthane de l'ordre de 2, la capacité théorique calculée du condensateur 301 est de 3 μF (3 microfarads). Avec le choix d'une solution aqueuse saturée de NaCl, la capacité est tout d'abord de 25 μF (25 microfarads), puis augmente jusqu'à atteindre 120 μF (120 microfarads) et ensuite se stabilise.

10

Bien entendu, ces valeurs de capacité sont données de façon purement indicative.

- 15 La première électrode 306 est d'un type analogue à l'anodes 106 et 206 précédemment décrites, alors que la seconde électrode 307, ici un électrolyte, présente une structure différente tant de la première électrode 306 que de la cathode 107 précédemment décrites, ce qui justifie de qualifier la structure des électrodes du condensateur 301 d'asymétrique.

- 20 Selon une variante, on utilise pour la réalisation de la première électrode 306 non un fil de cuivre émaillé, mais un fil d'aluminium d'un diamètre ($2 \times R$) de 40×10^{-6} m (40 micromètres) et d'une longueur de 600 m (600 mètres) environ.

- On crée sur le fil d'aluminium une couche d'oxydation dépendant de la tension de service maximale souhaitée, par exemple de 150×10^{-9} m (150 nanomètres), pour une tension de 100 V (100 Volts).
- 25

- La surface de l'électrode ainsi réalisée est de l'ordre de 145×10^{-4} m² (145 centimètres carrés). La capacité théorique d'un tel condensateur est de 9 μF (9 microfarads), mais sa capacité réelle compte tenu de l'effet d'augmentation « couronne » est supérieure.
- 30

D'autres dispositifs peuvent être envisagés à partir d'une structure asymétrique d'électrodes, telles qu'une lampe à décharge, un générateur photovoltaïque, une cellule solaire à conducteur photo-actif.

Dans tous les cas, ces dispositifs reposent sur des systèmes de conversion de l'énergie comprenant une première électrode (106, 306), une seconde électrode (107, 307) et, entre elles, un espace inter-électrodes (111, 311) comprenant un milieu fonctionnel.

- 5 L'une des électrodes – en l'espèce la première électrode ou anode – dans le cas d'une structure asymétrique, ou les deux électrodes, dans le cas d'une structure symétrique ou pseudo-symétrique, est réalisée à partir d'au moins un moyen conducteur de l'électricité, lequel est allongé et de longueur totale L, à section incurvée et de rayon de courbure R, agencé selon une structure d'ensemble solide, à consistance plus ou moins aérée, apte à
10 être en tous endroits au même potentiel électrique et constituer ainsi la dite première électrode ou les dites première électrode et seconde électrode.

- Selon l'invention, le rayon de courbure R est inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres) et la longueur L est telle que le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million), préférentiellement
15 supérieur à $2,5 \times 10^7$ (25 millions).

En combinaison, l'espace inter-électrodes (111, 311) est d'une épaisseur (distance entre les deux électrodes) comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 5 millimètres).

- 20 Ainsi, on crée un effet d'augmentation significative du champ électrique apte à être vu par l'électrode opposée.

Le moyen conducteur de l'électricité de la ou des électrodes considérées peut faire l'objet de différentes variantes de réalisations.

- 25 Dans une première réalisation, le moyen conducteur de l'électricité est constitué d'un conducteur électrique.

- 30 Dans une seconde réalisation, le moyen conducteur de l'électricité comprend une structure interne électriquement isolante recouverte d'une structure externe conductrice de l'électricité. Une telle structure externe est typiquement en forme de couche.

- Comme cela résulte de la description qui précède, le moyen conducteur de l'électricité comporte au moins un matériau choisi pour être adapté au milieu fonctionnel pour
35 l'application envisagée (électrolyse, photolyse, production de poudres). Par exemple, et sans que cette liste soit limitative, il peut s'agir de carbone, de graphite, de nickel ou d'un alliage comprenant du nickel, d'acier inoxydable ou d'un matériau photosensible. Le plus souvent, le

moyen conducteur n'est pas apte, en soi, à présenter la tenue mécanique d'ensemble nécessaire. Aussi, il est prévu, dans une réalisation, que le moyen conducteur de l'électricité comprenne une partie de résistance mécanique et une partie conductrice de l'électricité. Dans une autre réalisation, le moyen conducteur de l'électricité est porté par un moyen
5 distinct de résistance mécanique 400, tel qu'une plaque, une bande, une bobine...

Dans les réalisations précédemment décrites, le moyen conducteur de l'électricité est en forme de filament ou de fibre 401, comme il est d'ailleurs représenté sur les figures 3 et 4. Cette forme de réalisation n'est pas exclusive d'autres, par exemple une forme de pointe
10 402, comme il est représenté sur la figure 5. De telles pointes 402 peuvent saillir d'un moyen de résistance mécanique 400, tel qu'une plaque.

On se réfère maintenant plus spécialement aux figures 3 à 5 qui illustrent la structure d'ensemble du moyen conducteur de l'électricité.

15 Dans la réalisation illustrée par la figure 3, la structure d'ensemble du moyen conducteur de l'électricité est non organisée, en vrac.

Dans les réalisations illustrées par les figures 4 et 5, la structure d'ensemble du moyen
20 conducteur de l'électricité est organisée. Elle est une sorte de tissu (figure 4), ou une bobine plate ou encore un réseau de pointes (figure 5).

Selon les besoins, le moyen conducteur de l'électricité est bouclé sur lui-même en circuit fermé ou non bouclé, étant alors en circuit ouvert. Dans tous les cas, le conducteur est en
25 tous endroits au même potentiel électrique.

Comme cela résulte de la description qui précède, l'invention peut aussi être vue comme l'application d'un moyen conducteur tel qu'il vient d'être décrit à la constitution au moins d'une, et possiblement des deux, électrodes (106, 107, 306) d'un système de conversion de
30 l'énergie, procurant à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique.

Cette caractéristique combinée à un espace inter-électrodes (111, 311) d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 5 millimètres) est telle que cet effet
35 d'augmentation significative du champ électrique est apte à être vu par l'électrode opposée.

C'est ainsi que l'on peut disposer d'un système de conversion de l'énergie, du type comportant une première électrode, une seconde électrode et un espace inter-électrodes comprenant un milieu fonctionnel tel qu'un électrolyte ou un diélectrique, optimisé de manière à procurer un rendement élevé à un coût de fabrication à l'échelle industrielle et à un coût d'exploitation raisonnables permettant une exploitation commerciale.

Une réalisation additionnelle de l'invention (non représentée) est décrite, ci-dessous, à titre d'exemple non limitatif.

10 Selon cette réalisation, le système de conversion de l'énergie comprend une première électrode réalisée à partir d'un fil d'acier conducteur, allongé et de longueur totale L, à section incurvée et de rayon de courbure égal à 45×10^{-6} m (45 micromètres).

15 Le système de conversion de l'énergie comporte en outre, une seconde électrode et, entre elles, un espace inter-électrodes de 1,5 centimètres comprenant un milieu fonctionnel composé de silicate de sodium à 20 % en masse et d'hydroxyde de sodium à 10% en masse dans de l'eau déminéralisée.

20 En outre, selon cette réalisation, le rapport L/R est égale à 5×10^6 (5 millions) ce qui permet d'obtenir, à l'échelle de nanométrique à millimétrique, un effet d'augmentation significative du champ électrique vu par la seconde électrode.

REVENDICATIONS

1. Système de conversion de l'énergie comprenant une première électrode (106, 306), une seconde électrode (107, 307) et, entre elles, un espace inter-électrodes (111, 311) comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode (106, 306) étant réalisée à partir d'au moins un moyen conducteur de l'électricité, allongé et de longueur totale L, à section incurvée et de rayon de courbure R, agencé selon une structure d'ensemble solide, à consistance plus ou moins aérée, apte à être en tous endroits au même potentiel électrique et constituer ainsi la dite première électrode (106, 306),
- 10 caractérisé en ce que :
- R est inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres),
 - l'espace inter-électrodes est d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 5 millimètres),
 - la longueur totale L du au moins un moyen conducteur de l'électricité de la première
 - 15 électrode (106, 306) est supérieure à 1×10^3 m (1 kilomètre), et
 - le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million) de sorte que la première électrode (106, 306) procurant à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique vu par la seconde électrode (107, 307).
- 20 2. Système de conversion de l'énergie selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106, 306) est constitué d'un conducteur électrique ou comprend une structure interne électriquement isolante recouverte d'une structure externe conductrice de l'électricité.
- 25 3. Système de conversion de l'énergie selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la structure externe est en forme de couche.
4. Système de conversion de l'énergie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106, 306) est réalisé en, ou comporte, au moins un matériau choisi dans le groupe comprenant le carbone, le graphite, le nickel ou un alliage comprenant du nickel, les aciers et les alliages comprenant du fer.
- 30 5. Système de conversion de l'énergie selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106, 306) est autoportant ou non autoportant, la première électrode comprenant une partie de résistance mécanique (400).

6. Système de conversion de l'énergie selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106, 306) est en forme de filament, ou de fibre, ou de pointe.

5

7. Système de conversion de l'énergie selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que la structure d'ensemble du moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106, 306) est une structure en vrac non organisée ou une structure organisée, notamment en forme de nappe, ou de plaque, ou de bande, ou de bobine.

10

8. Système de conversion de l'énergie selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106, 306) est bouclé sur lui-même en circuit fermé.

15

9. Système de conversion de l'énergie selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le moyen conducteur de l'électricité de la première électrode (106, 306) est non bouclé sur lui-même en circuit ouvert.

10. Système de conversion de l'énergie selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé par une première électrode (106) et une seconde électrode (107) ayant une structure symétrique ou pseudo-symétrique.

20

11. Système de conversion de l'énergie selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé par une première électrode (306) et une seconde électrode (307) ayant une structure asymétrique.

25

12. Dispositif de conversion de l'énergie incluant un système de conversion de l'énergie selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il consiste en un dispositif d'électrolyse, de photolyse, d'électro-synthèse, de générateur électrique par électrolyse inverse, de pile à combustible, d'accumulateur électrique, de générateur d'ozone, d'électrodialyse.

30

13. Dispositif de conversion de l'énergie incluant un système de conversion de l'énergie selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il consiste en un dispositif tel que condensateur, lampe à décharge, générateur photovoltaïque, cellule solaire à conducteur photo-actif.

35

14. Application d'un moyen conducteur de l'électricité allongé de longueur L supérieure à 1×10^3 m (1 kilomètre) et de rayon de courbure R inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres) tel que le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million), à la constitution d'une première électrode (106, 306) d'un système de conversion de l'énergie comprenant en outre une seconde électrode (107, 307) et un espace inter-électrodes (111, 311) comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode procurant à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique.

15. Application d'un moyen conducteur de l'électricité allongé de longueur L supérieure à 1×10^3 m (1 kilomètre) et de rayon de courbure R inférieur à 40×10^{-6} m (40 micromètres) tel que le rapport L/R est supérieur à 10^6 (un million), à la constitution d'une première électrode (106, 306) d'un système de conversion de l'énergie comprenant en outre une seconde électrode (107, 307) et un espace inter-électrodes (111, 311) comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode procurant à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique vu par la seconde électrode, l'espace inter-électrodes étant d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 5×10^{-3} m (1 nanomètre et 5 millimètres).

16. Application du système de conversion d'énergie selon l'une des revendications 1 à 11 pour la réalisation de poudres nanométriques à micrométriques.

17. Système de conversion de l'énergie comprenant une première électrode (106, 306), une seconde électrode (107, 307) et, entre elles, un espace inter-électrodes (111, 311) comprenant un milieu fonctionnel, la première électrode (106, 306) étant réalisée à partir d'au moins un moyen conducteur de l'électricité, allongé et de longueur totale L, à section incurvée et de rayon de courbure R, agencé selon une structure d'ensemble solide, à consistance plus ou moins aérée, apte à être en tous endroits au même potentiel électrique et constituer ainsi la dite première électrode (106, 306),

caractérisé en ce que :

- R est inférieur à 50×10^{-6} m (50 micromètres),
- l'espace inter-électrodes est d'une épaisseur comprise entre 1×10^{-9} m et 2×10^{-2} m (1 nanomètre et 2 centimètres), et
- le rapport L/R est supérieur à 3×10^6 (trois millions) de sorte que la première électrode (106, 306) procure à l'échelle de nanométrique à millimétrique un effet d'augmentation significative du champ électrique vu par la seconde électrode (107, 307).

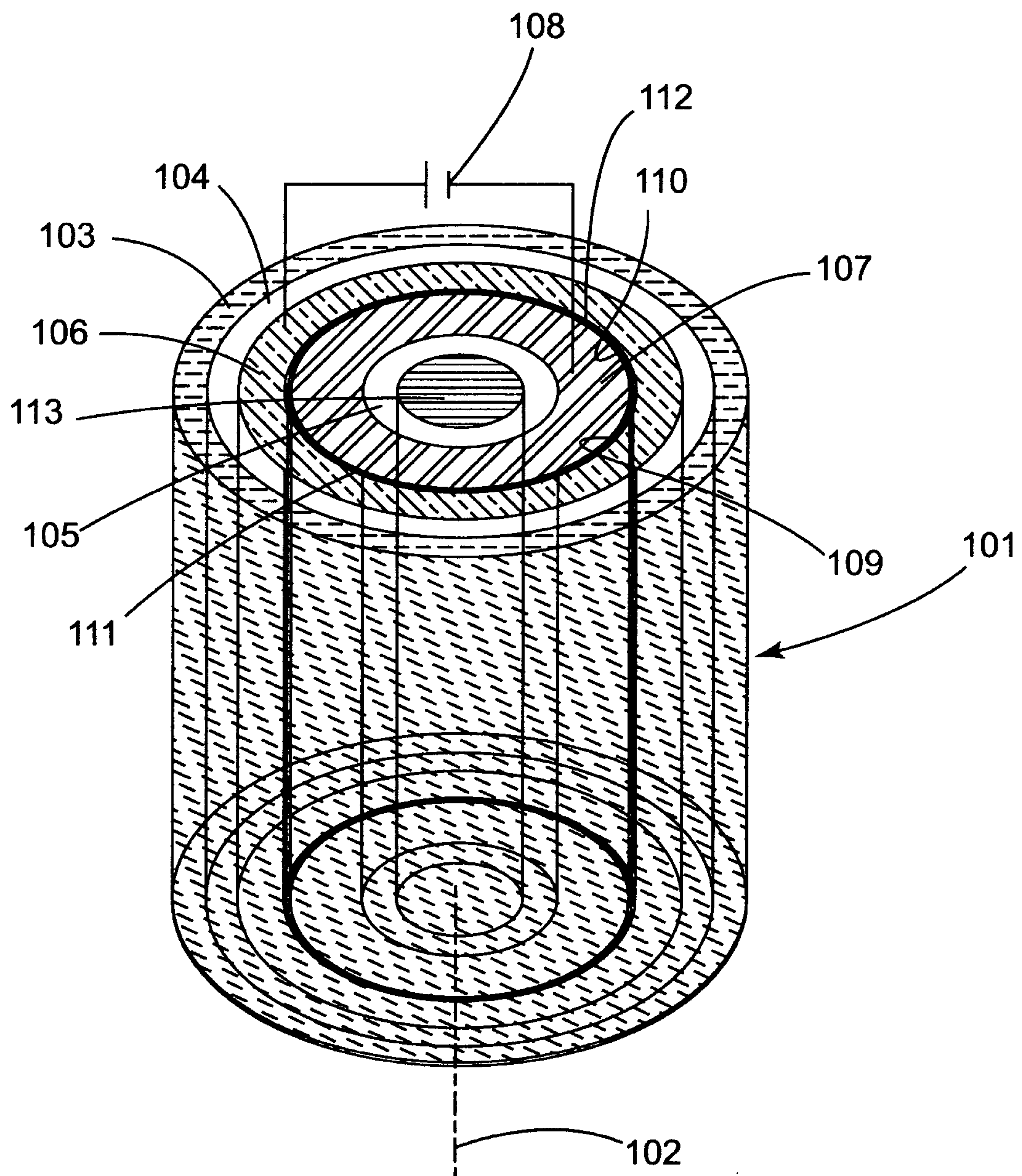


FIG.1

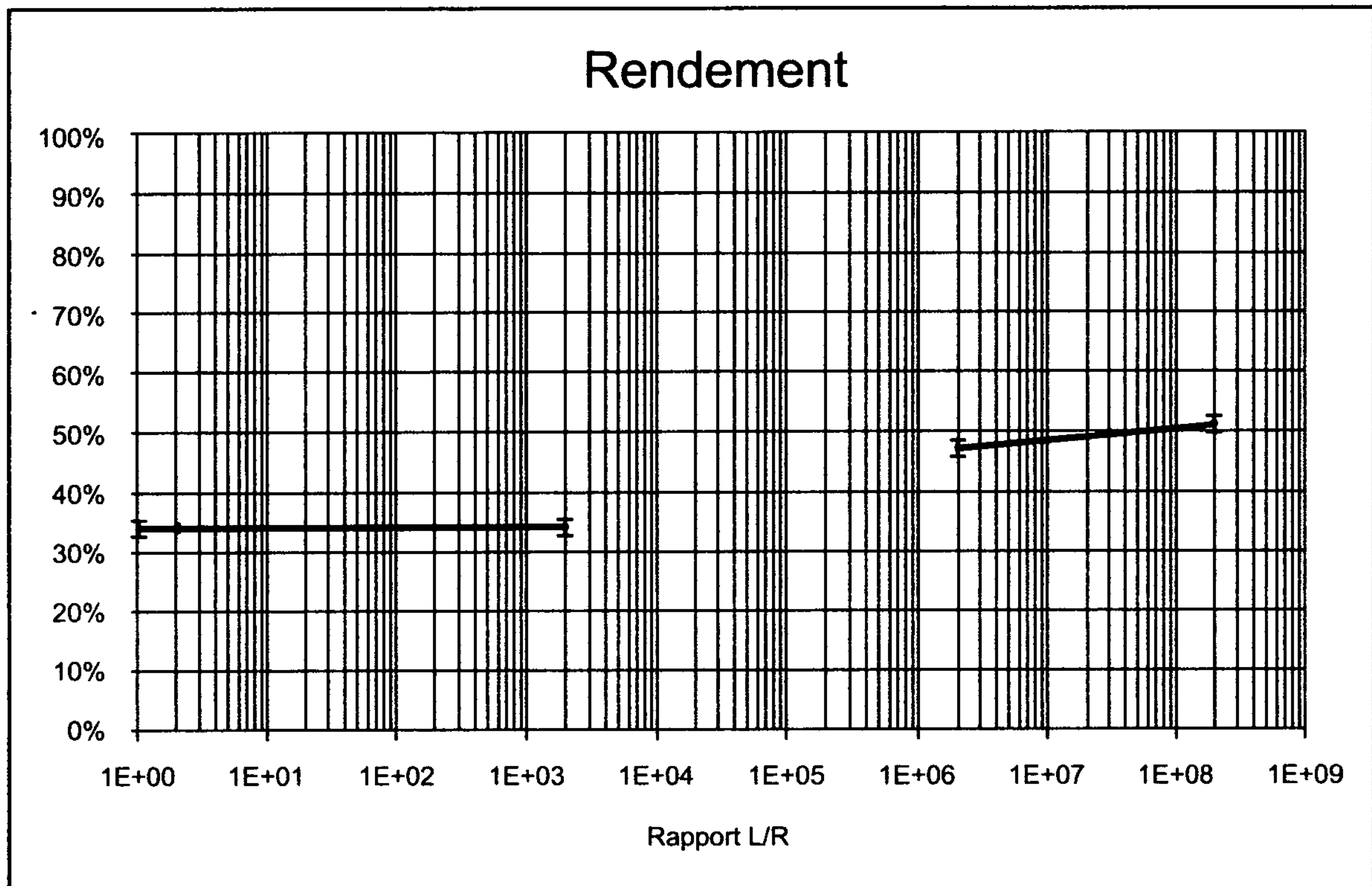


FIG.1'

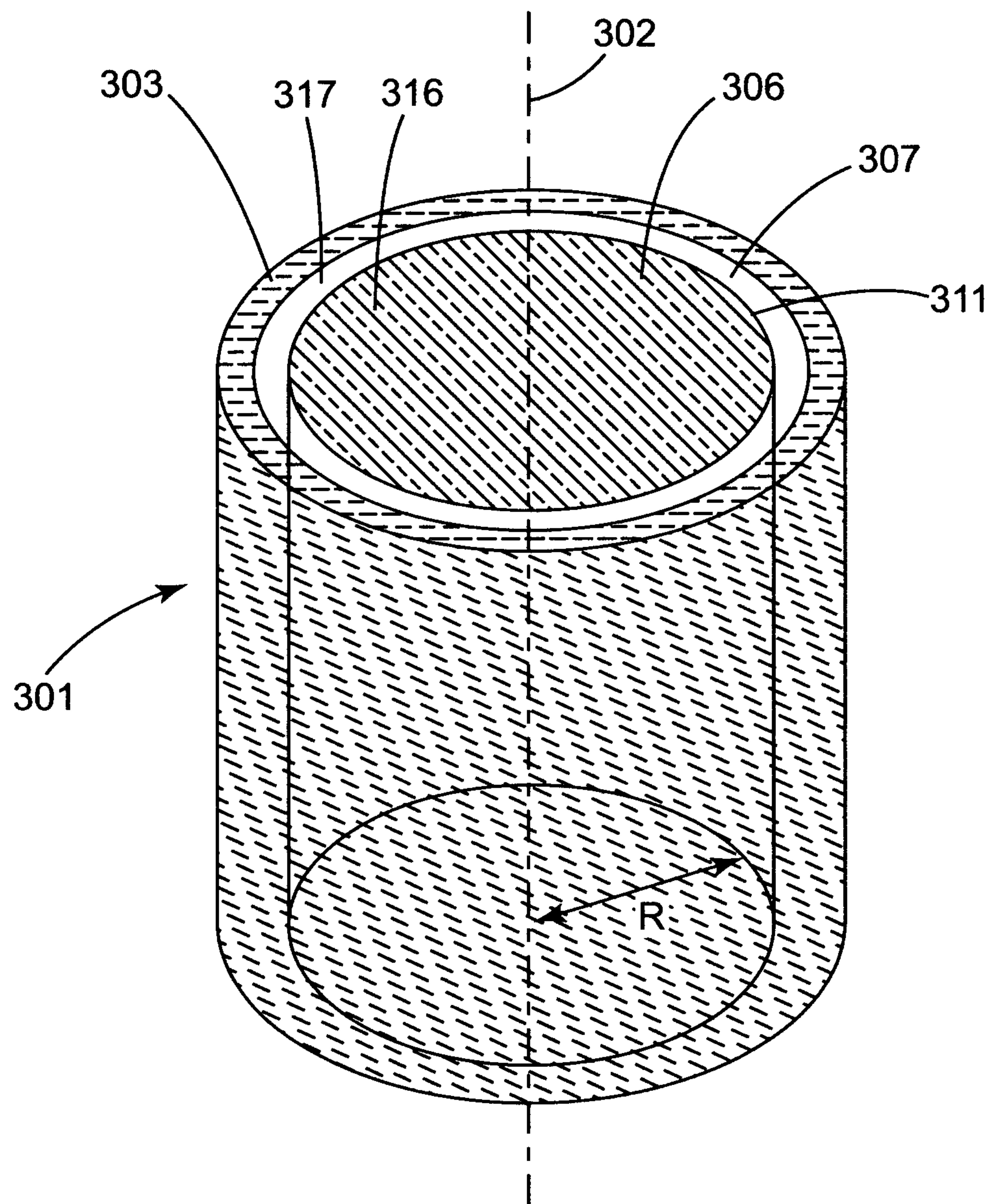


FIG.2

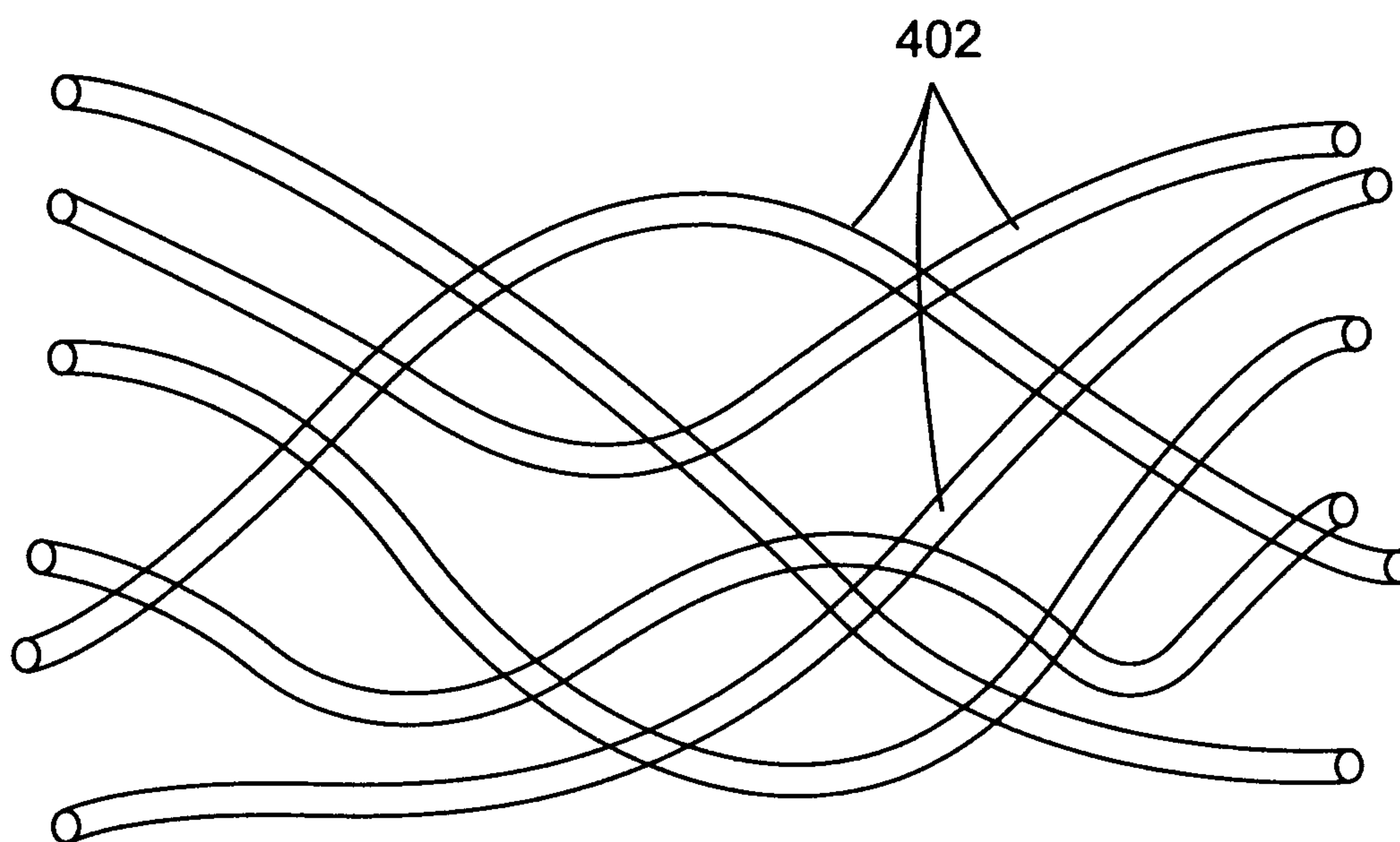


FIG. 3

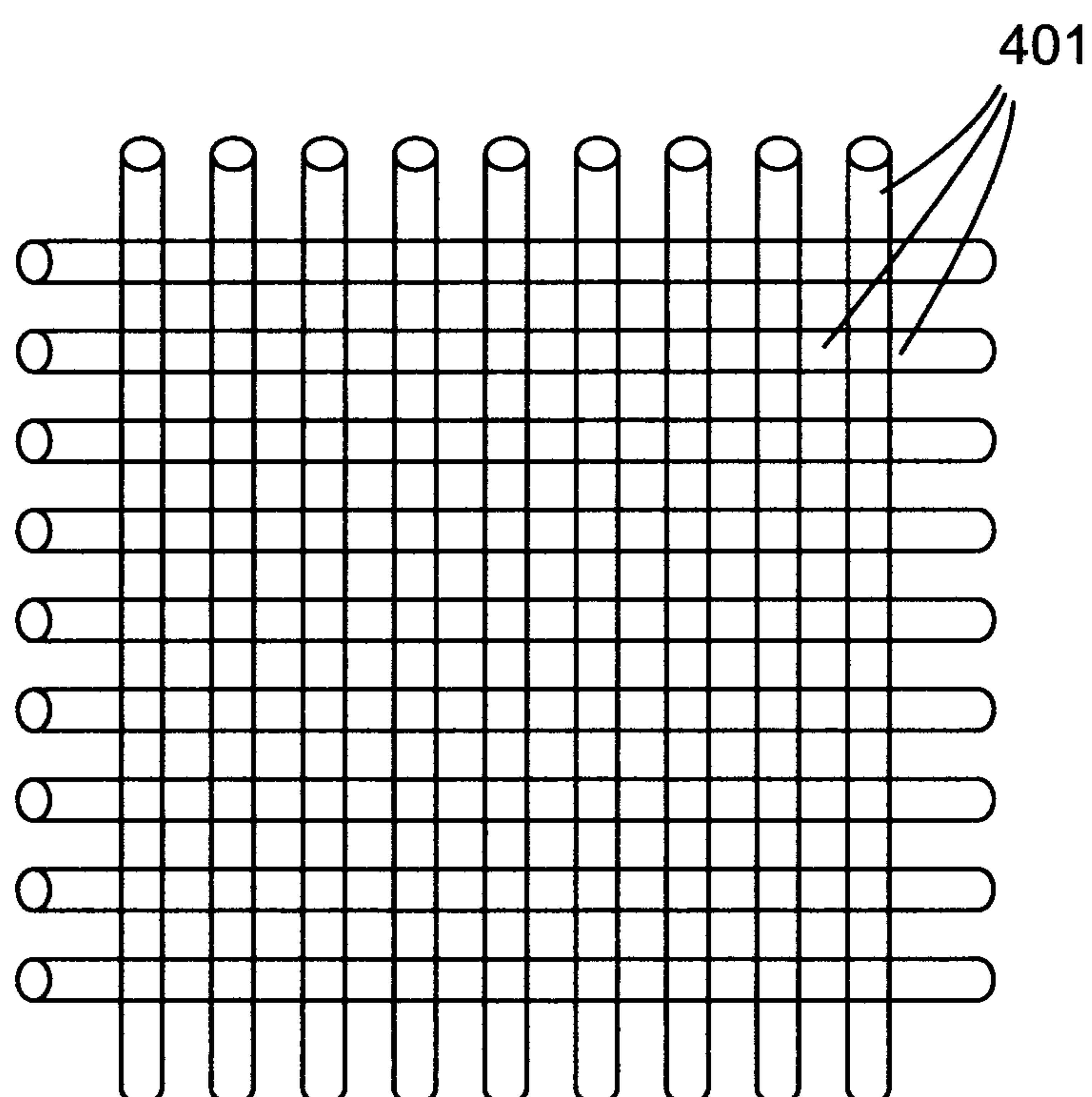


FIG. 4

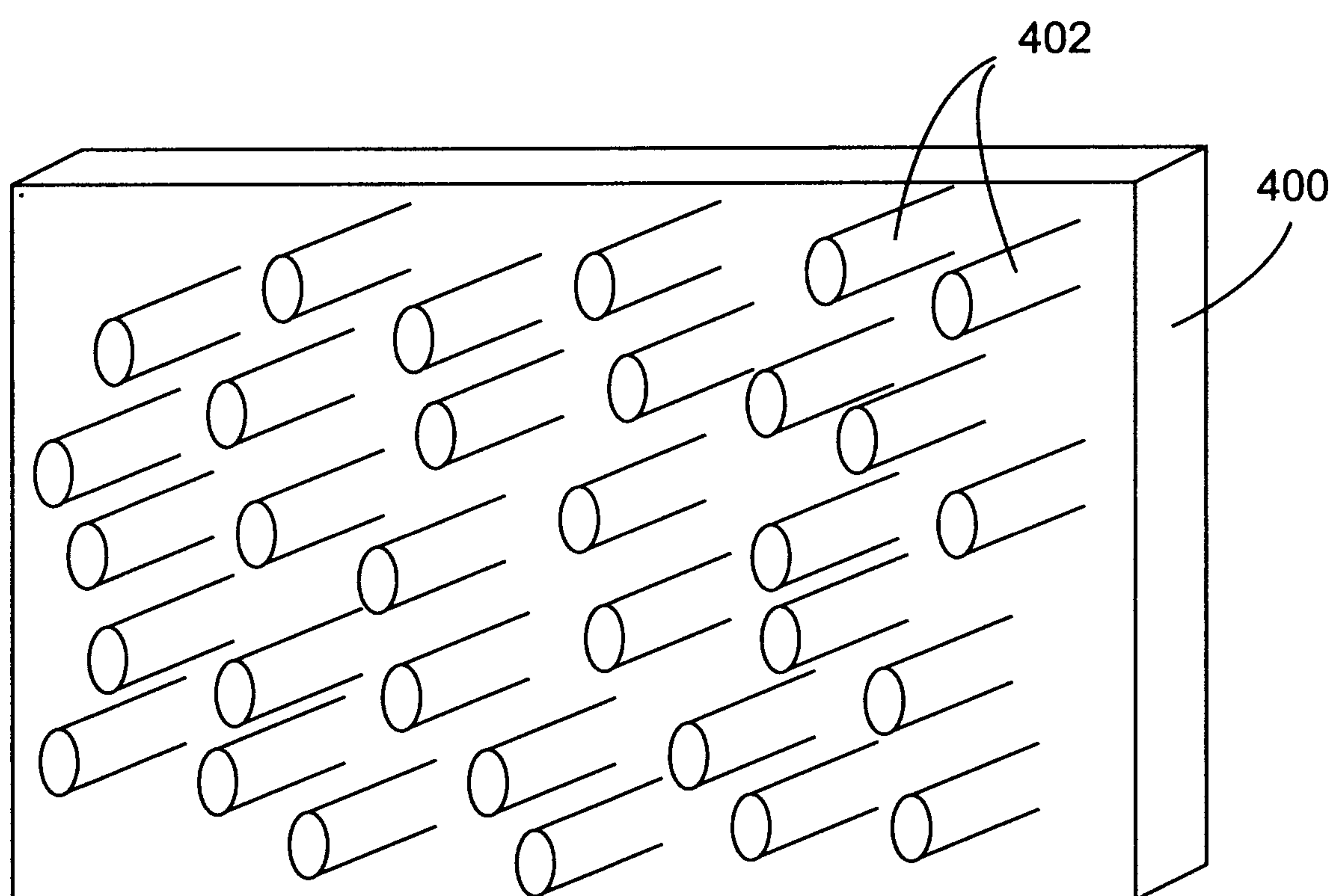


FIG. 5

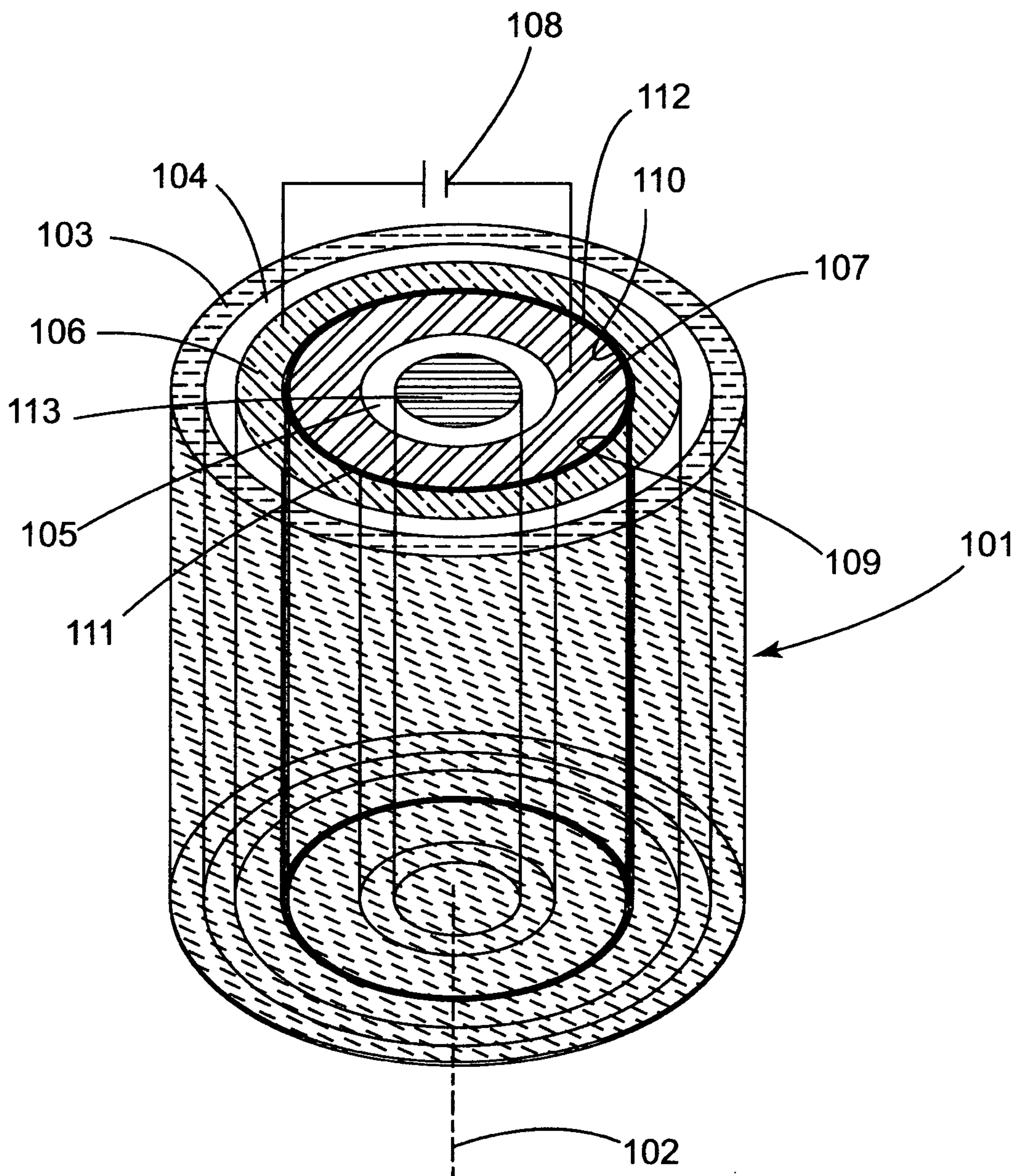


FIG.1