

(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
9 avril 2009 (09.04.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/044041 A2

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 41/04 (2006.01) *H01L 51/00* (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) *B81B 3/00* (2006.01)
H01L 41/04 (2006.01)

Sébastien [FR/FR]; 3 quai Fernard Pouillon, F-78180
Montigny Le Bretonneux (FR). PLANAS, Thierry
[FR/FR]; 8 square des Coquelicots, F-78310 Maurepas
(FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/051571

(74) Mandataire : RENAULT TECHNOCENTRE; See
00267 - TCR GRA 2 36, 1 avenue du Golf, 78288 Guyan-
court Cedex (FR).

(22) Date de dépôt international :
3 septembre 2008 (03.09.2008)

(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,
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, PG, PH, PL, PT,
RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0706188 4 septembre 2007 (04.09.2007) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : RE-
NAULT s.a.s. [FR/FR]; 13-15 quai Le Gallo, F-92100
Boulogne-Billancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

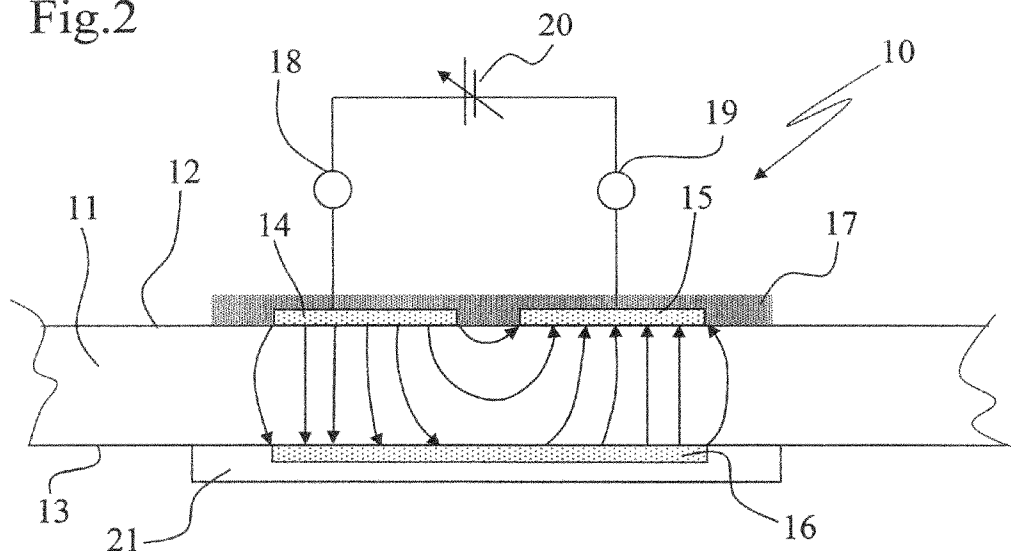
(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : GAY,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ACTUATOR DEVICE WITH ELECTRO-ACTIVE MEMBRANE

(54) Titre : DISPOSITIF D'ACTIONNEUR A MEMBRANE ELECTROACTIVE

Fig.2



(57) Abstract: The invention relates to an electro-active device (10; 10?; 10??) that comprises a member (11) made of an electro-active material and two electrodes (14, 15) in contact with a first surface (12) of the member, characterised in that both electrodes are to be brought to two different electric potentials and in that a means (16) for reflecting the electric field generated between the two electrodes is provided on a second surface (13) of the member.

(57) Abrégé : Dispositif (10; 10?; 10?) électroactif comprenant un élément (11) en matériau électroactif et deux électrodes (14, 15) en contact avec une première surface (12) de l'élément, caractérisé en ce que les deux électrodes sont destinées à être portées à deux potentiels électriques différents et en ce qu'un moyen (16) de réflexion du champ électrique créé entre les deux électrodes est disposé sur une deuxième surface (13) de l'élément.

WO 2009/044041 A2



(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

DISPOSITIF D'ACTIONNEUR A MEMBRANE ELECTROACTIVE

La présente invention se rapporte à un dispositif à membrane en polymère électroactif.

5

Il est connu, par exemple du document US 2006/0113878 de réaliser des dispositifs 1 comprenant une membrane 2 en polymère électroactif comme représenté à la figure 1. Dans un tel dispositif, on a disposé, sur une première face 9 de la membrane, en contact avec celle-ci, une première électrode 3 et, sur une deuxième face 8 de la membrane, en contact avec celle-ci, une deuxième électrode 4. Les électrodes présentent chacune des moyens de connexion à l'un des pôles d'un même générateur de tension. Dans un tel dispositif, lorsque l'on porte les deux électrodes à des potentiels électriques différents, il se crée, dans la membrane, un champ électrique sensiblement perpendiculaire aux faces de la membrane, ce champ provoquant une déformation de la membrane tant qu'il est appliqué. La membrane retrouve une configuration initiale dès que le champ disparaît. La déformation se fait par écrasement du polymère parallèlement aux lignes de champ électrique. Un tel phénomène peut être utilisé pour la réalisation d'actionneurs (notamment de pompes à membrane) mais aussi pour la réalisation de capteur, le polymère étant tel que le champ électrique est altéré lorsqu'il est déformé.

10

15

20

Il est connu de la demande US 2006/0208610 un dispositif comprenant une membrane en polymère électroactif sur une première face de laquelle sont disposées deux premières électrodes et sur une deuxième face de laquelle est disposée, en regard des deux premières électrodes, une troisième électrode. Dans ce dispositif, les deux premières électrodes sont reliées alternativement à un premier pôle d'un générateur de tension alors que la troisième électrode est reliée au deuxième pôle du générateur de tension.

25

30

On connaît de la demande US 2005/0256367 une prothèse de sphincter à commande électrique utilisant le principe évoqué précédemment. Il consiste en

un anneau ayant une structure électrique telle qu'évoquée précédemment et dont le diamètre augmente lorsque l'on fait apparaître une différence de potentiel électrique entre deux faces d'un polymère électroactif.

- 5 Tous les dispositifs décrits dans ces documents présentent un inconvénient majeur : il est nécessaire de porter deux électrodes de part et d'autre d'une membrane à des potentiels électriques différents à l'aide d'un générateur de tension et, donc, nécessaire de prévoir un passage, dans la membrane ou
- 10 autour de la membrane, pour un fil électrique reliant une électrode au générateur. Cette solution pose des problèmes d'étanchéité lorsqu'un fluide, et notamment un fluide sous pression, est retenu d'un côté de la membrane, pose des problèmes mécaniques de résistance de la membrane, un trou dans celle-ci provoquant évidemment localement une zone de concentration de contraintes particulièrement gênante, en particulier lorsque la membrane est
- 15 soumise à des sollicitations de fatigue et pose des problèmes électriques, une isolation électrique des deux faces de la membrane étant nécessaire. Ainsi, les possibilités et les formes des membranes sont limitées.

Cependant, dans certaines applications, il est possible d'appliquer un potentiel

20 électrique sur l'une des électrodes sans connexion filaire, en utilisant la conduction électrique du milieu avec lequel une électrode est en contact. Dans le cas de l'application du document US 2005/0256367, le corps humain sert de masse électrique dans un mode de réalisation.

- 25 Pour remédier, à certains de ces inconvénients, on connaît, de la demande EP 1 683 968, un dispositif de pompe à membrane comprenant une structure concentrique de disques en matériau électroactif séparés par des électrodes, cette structure étant collée sur la membrane. Ce dispositif permet dans cette application précise de ne pas percer la membrane. Cependant, cette solution
- 30 relativement complexe ne peut pas être utilisée dans toutes les applications de dispositifs à membrane.

Le but de l'invention est de fournir un dispositif électroactif obviant aux inconvénients précités et améliorant les dispositifs électroactifs connus de l'art antérieur. En particulier, le dispositif électroactif selon l'invention a une structure simple permettant d'éviter de réaliser un trou dans un élément électroactif afin
5 de relier l'une des électrodes à une borne d'un générateur de tension. L'invention concerne aussi un actionneur comprenant un tel dispositif électroactif.

Selon l'invention, le dispositif électroactif comprend un élément en matériau
10 électroactif et deux électrodes en contact avec une première surface de l'élément. Il est caractérisé en ce que les deux électrodes sont destinées à être portées à deux potentiels électriques différents et en ce qu'un moyen de réflexion du champ électrique créé entre les deux électrodes est disposé sur une deuxième surface de l'élément.

15

Le matériau électroactif peut être un polymère.

L'élément peut être une membrane.

20 Les première et deuxième surfaces peuvent être opposées ou au moins sensiblement parallèles.

Le moyen de réflexion du champ électrique peut être au moins sensiblement disposé en vis-à-vis des électrodes.

25

Le moyen de réflexion du champ électrique peut comprendre un élément conducteur électrique d'un seul tenant ou un ensemble d'éléments conducteurs électriques discrets.

30 Le moyen de réflexion peut être recouvert par un revêtement isolant.

Le moyen de réflexion du champ électrique peut comprendre des grains conducteurs électriques dans une matrice isolante.

Un revêtement isolant peut recouvrir l'ensemble formé par la première surface et les électrodes en contact avec cette surface.

Les électrodes peuvent présenter des moyens permettant de les relier aux deux
5 pôles d'un même générateur de tension électrique.

L'élément peut avoir une forme au moins sensiblement plane.

L'élément peut avoir une forme au moins sensiblement tubulaire, la première
10 surface étant la surface extérieure de cette forme et la deuxième surface étant la surface intérieure de cette forme.

L'élément peut avoir une forme au moins sensiblement sphérique, la première
surface étant la surface extérieure de cette forme et la deuxième surface étant
15 la surface intérieure de cette forme.

Selon l'invention, un actionneur comprend au moins un dispositif défini
précédemment.

20 Le dessin annexé représente, à titre d'exemples, plusieurs modes de réalisation d'un dispositif électroactif selon l'invention.

La figure 1 est un schéma d'un dispositif électroactif connu de l'art antérieur.

25 La figure 2 est un schéma d'un premier mode de réalisation d'un dispositif électroactif selon l'invention.

La figure 3 est un schéma d'un actionneur comprenant un dispositif électroactif
selon ce premier mode.

30

La figure 4 est un schéma d'un actionneur comprenant un dispositif électroactif
selon un deuxième mode de réalisation.

La figure 5 est un schéma d'un troisième mode de réalisation d'un dispositif électroactif selon l'invention.

Un premier mode de réalisation d'un dispositif électroactif (représenté à la figure 2) comprend principalement un élément électroactif 11 comme une membrane en polymère électroactif. Cette membrane présente une face supérieure 12 et une face inférieure 13, ces deux faces étant opposées et au moins sensiblement parallèles. Sur la face supérieure 12, sont disposées une première électrode 14 et une deuxième électrode 15. Les électrodes sont directement en contact avec la membrane au niveau de sa face supérieure. Les électrodes sont réalisées en un matériau conducteur électrique tel que par exemple un métal ou un polymère conducteur. Chaque électrode 14, 15 comprend un moyen 18, 19 permettant de la connecter à une borne d'un générateur de tension électrique 20. Sur la face inférieure 13, se trouve un moyen 16 de réflexion du champ électrique appelé « électrode à potentiel flottant » s'étendant en regard des électrodes 14 et 15. Cet élément comprend par exemple une plaque ou une pellicule métallique. L'électrode à potentiel flottant peut aussi ne pas être uniforme et/ou être composée de grains conducteurs isolés les uns des autres. On peut ainsi déposer par pulvérisation, déposition, ou autre sur la face inférieure de la membrane 11, une pellicule constituant une électrode à potentiel flottant composée de grains métalliques, par exemple une poudre métallique, pris dans une matrice polymère.

Lorsque les électrodes 14 et 15 sont portées à des potentiels électriques différents en les reliant aux bornes d'une même source de tension électrique 20, il se crée entre les électrodes, dans la membrane 11, un champ électrique dont quelques lignes de champ ont été représentées à la figure 2. Ces lignes de champ sont sensiblement perpendiculaires aux faces inférieure et supérieure de la membrane. Cette orientation des lignes de champ est due à la forte conductivité électrique de l'électrode à potentiel flottant (qui n'est pas à proprement parler une « électrode » car elle n'est pas destinée à être reliée à la source de tension). En effet, cette forte conductivité électrique assure une

fonction de concentration du champ électrique ou des lignes de champ électrique et toutes les lignes de champs ont tendance à passer par cette électrode à potentiel flottant. L'électrode à potentiel flottant crée ainsi un effet de « miroir électrique » et l'effet sur la membrane ainsi obtenu est sensiblement

5 équivalent à celui qui serait obtenu dans une structure classique à deux couples d'électrodes en vis-à-vis de part et d'autre d'une membrane, chaque électrode d'un même côté de la membrane étant relié à un même pôle d'une source de tension. On note en particulier que l'effet produit est le même que

10 l'électrode à potentiel flottant soit réalisée d'un seul tenant ou par un ensemble de grains conducteurs discrets ou isolés les uns des autres.

Il est à noter que le champ électrique n'est pas rigoureusement perpendiculaire à la membrane en tout point. Il existe, par endroit, une petite composante latérale parasite qui entraîne une légère contraction latérale de la membrane

15 alors que le champ principal tend à la dilater dans cette direction latérale. Le champ parasite étant principalement présent dans l'espace entre les deux électrodes de la face supérieure, ce défaut est limité.

On remarque que ce dispositif comprenant deux électrodes sur une même face

20 de membrane et une électrode à potentiel flottant sur l'autre face permet de n'avoir des connections électriques que d'un seul côté de la membrane.

Pour éviter tout arc électrique entre les deux électrodes 14 et 15 en toutes circonstances, tout en permettant la déformation de la membrane, un isolant 17

25 est prévu. Cet isolant est souple pour se déformer avec la membrane. L'isolant recouvre les surfaces des électrodes non en contact avec la face supérieure de la membrane. Il peut également recouvrir la surface supérieure de la membrane non en contact avec les électrodes. L'isolant présente une permittivité diélectrique bien inférieure à celle du matériau électroactif constituant la

30 membrane de manière à éviter que des lignes de champ électrique ne se concentrent dans l'isolant entre les deux électrodes.

L'isolant peut par exemple être appliqué de l'une des façons suivantes :

- par collage: une feuille d'isolant est collée sur la membrane une fois les électrodes mises en place. Les qualités diélectriques (champ d'avalanche) et mécaniques (fatigue en présence de sollicitations cycliques, tenue en température) importent autant que celles d'isolement proprement dit,
- 5 – par déposition: l'isolant est fondu et appliqué en minces couches sur la membrane, où il se solidifie et se fixe. Cette méthode est plus particulièrement indiquée pour les isolants polymères visqueux et/ou épais,
- 10 – par pulvérisation: convient aux isolants très minces et très peu visqueux en phase liquide,
- par polymérisation sur la membrane : les réactifs pour la fabrication de l'isolant sont mélangés sur la membrane et s'y attachent au cours de la formation du polymère,
- 15 – par peinture: la peinture constitue alors l'isolant.

L'isolant est de préférence au moins aussi souple que le polymère électroactif constituant la membrane sur laquelle il est posé. Il doit de plus posséder une permittivité relative beaucoup plus faible que celle du polymère électroactif

20 constituant la membrane sous peine de se déformer autant sinon plus qu'elle. Les matières possibles incluent mais ne se limitent pas au :

- caoutchouc,
- néoprène,
- polytétrafluoroéthylène (PTFE ou teflon ®),
- 25 – PVC,
- polyéthylène,
- éthylène tétrafluoréthylène (ETFE).

L'électrode à potentiel flottant peut aussi être isolée. Par exemple, elle peut être isolée de la même manière que les électrodes 14 et 15 en utilisant un même matériau afin de réaliser une pellicule isolante 21. Cette isolation est recommandée lorsque l'électrode à potentiel flottant est une pellicule métallique

30

ou un polymère conducteur. Par contre, lorsque l'électrode est constituée de grains métalliques noyés dans un polymère isolant, l'isolation électrique est déjà réalisée. Ainsi, l'isolant et l'électrode à potentiel flottant peuvent constituer un seul ensemble, ce qui rend le dispositif comprenant la membrane et les électrodes plus fin et élimine les risques de fuite de courant électrique vers le milieu en contact avec la membrane.

Le dispositif décrit en référence à la figure 2 peut être utilisé pour réaliser un actionneur 100 comprenant de multiples électrodes.

10

Par exemple, comme représenté à la figure 3, une membrane plane 11 peut être en contact avec une succession linéique d'électrodes 14a, 15a, 14b, 15b, 14c, 15c, 14d destinées à être alternativement reliées à un premier pôle 18a et à un deuxième pôle 19a d'une source de tension ou à plusieurs générateurs pour constituer une succession de dispositifs semblables à celui de la figure 2. Les éléments présentant les éléments des figures 2 et 3 portant les mêmes références sont semblables.

Cet actionneur peut par exemple être posé sur une surface conductrice, auquel cas, par rapport aux dispositifs connus de l'art antérieur, l'absence de contacts sur la surface de contact permet d'éviter des défauts électriques, notamment de court-circuit. Il est à noter que si la membrane est posée sur une surface conductrice, l'électrode à potentiel flottant n'est plus nécessaire, la surface conductrice assurant sa fonction. Il faut alors prévoir des moyens d'isolement de cette surface conductrice si nécessaire. Un autre avantage à faire reposer la membrane sur une surface réside dans l'uniformité du contact mécanique avec la surface sous l'électrode à potentiel flottant. Une précontrainte peut alors être effectuée par étirement et collage sur la surface en question.

30 Le principe du dispositif décrit en référence à la figure 2 peut aussi être utilisé pour réaliser un actionneur comprenant de multiples électrodes et ayant une forme tubulaire.

Un tel actionneur 110 est décrit en référence à la figure 4 et comprend une succession de dispositifs tubulaires 10' ayant une structure électrique semblable à celle du dispositif de la figure 2 et comprenant une membrane tubulaire 11' en matériau électroactif sur la face extérieure 12' de laquelle sont disposées une première électrode annulaire 14'a et une deuxième électrode annulaire 15'a et sur la face intérieure 13' de laquelle est prévue une électrode à potentiel flottant 16' de forme tubulaire. Les électrodes 14'a, 15'a, 14'b, 15'b, 14'c, 15'c, 14'd, entourées d'un isolant 17', sont destinées à être alternativement reliées à un premier pôle 18'a et à un deuxième pôle 19'b d'une source de tension ou à plusieurs sources de tension. Cette structure présente un avantage important : l'électrode à potentiel flottant se trouve à l'intérieur d'un tube et il n'est par conséquent pas nécessaire de perforer ce tube pour laisser passer un conducteur électrique. Ainsi, cette structure a pour avantage de simplifier la construction du tube, qui peut ainsi contenir des liquides sans risque de contacts électriques, de fuites ou de rupture du tube aux points de passage de fils sous l'effet de la pression.

Il serait possible d'obtenir la même sécurité avec un dispositif selon l'art antérieur, mais au prix d'un tube supplémentaire à l'intérieur pour contenir le fluide.

Le principe du dispositif décrit en référence à la figure 2 peut aussi être utilisé pour réaliser un actionneur 10'' ayant une forme sphérique et représenté à la figure 5.

L'actionneur 10'' a une structure électrique semblable à celle du dispositif de la figure 2 et comprend une membrane sphérique 11'' en matériau électroactif sur la face extérieure 12'' de laquelle sont disposées une première électrode 14'' et une deuxième électrode 15'' et sur la face intérieure 13'' de laquelle est prévue une électrode à potentiel flottant 16'' de forme sphérique. Les électrodes 14'' et 15'', entourées d'un isolant 17'', sont destinées à être reliées à un premier pôle

18'' et à un deuxième pôle 19'' d'une source de tension. Cette structure présente le même avantage que mentionné précédemment : l'électrode à potentiel flottant se trouve à l'intérieur d'une sphère qu'il n'est pas nécessaire de perforer pour laisser passer un conducteur électrique.

5

Grâce au dispositif selon l'invention, il est possible de réaliser des actionneurs ayant des structures simplifiées. Plus exactement, la membrane peut être réalisée de manière plus libre sans aucune perforation risquant de nuire à son étanchéité et/ou à sa résistance mécanique. L'électrode à potentiel flottant peut
10 présenter diverses structures et agit comme un miroir pour le champ électrique créé par les électrodes reliées à une source de tension. Le potentiel de l'électrode à potentiel flottant se fixe tout seul par référence aux autres électrodes et change avec la tension qui leur est appliquée. Le dispositif selon l'invention présente un nombre réduit de connexions électriques et simplifie la
15 commande du champ électrique dans la membrane. En outre, le dispositif selon l'invention permet de n'utiliser qu'une seule source de tension.

Le dispositif selon l'invention peut en particulier être appliqué à des pompes, notamment à membrane ou durites pompes et à des coussins, ballons ou
20 surfaces à formes géométriques variables (appuie-tête, siège...).

REVENDEICATIONS

1. Dispositif (10 ; 10' ; 10'') électroactif comprenant un élément (11) en matériau électroactif et deux électrodes (14, 15) en contact avec une première surface (12) de l'élément, caractérisé en ce que les deux électrodes sont destinées à être portées à deux potentiels électriques différents et en ce qu'un moyen (16) de réflexion du champ électrique créé entre les deux électrodes est disposé sur une deuxième surface (13) de l'élément.
5
- 10 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau électroactif est un polymère.
- 15 3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément est une membrane.
- 20 4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les première et deuxième surfaces sont opposées ou au moins sensiblement parallèles.
- 25 5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le moyen de réflexion du champ électrique est au moins sensiblement disposé en vis-à-vis des électrodes.
- 30 6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le moyen de réflexion du champ électrique comprend un élément conducteur électrique d'un seul tenant ou un ensemble d'éléments conducteurs électriques discrets.
7. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le moyen de réflexion est recouvert par un revêtement isolant (21).

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le moyen de réflexion du champ électrique comprend des grains conducteurs électriques dans une matrice isolante.
- 5 9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un revêtement isolant (17 ; 17' ; 17'') recouvre l'ensemble formé par la première surface et les électrodes en contact avec cette surface.
- 10 10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les électrodes présentent des moyens (18, 19) permettant de les relier aux deux pôles d'un même générateur de tension électrique (20).
11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément (11) a une forme au moins sensiblement plane.
- 15 12. Dispositif (10') selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément (11') a une forme au moins sensiblement tubulaire, la première surface étant la surface extérieure (12') de cette forme et la deuxième surface étant la surface intérieure (13') de cette forme.
- 20 13. Dispositif (10'') selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément (11'') a une forme au moins sensiblement sphérique, la première surface étant la surface extérieure (12'') de cette forme et la deuxième surface étant la surface intérieure (13'') de cette forme.
- 25 14. Actionneur (100 ; 110) comprenant au moins un dispositif selon l'une des revendications précédentes.

Fig.1

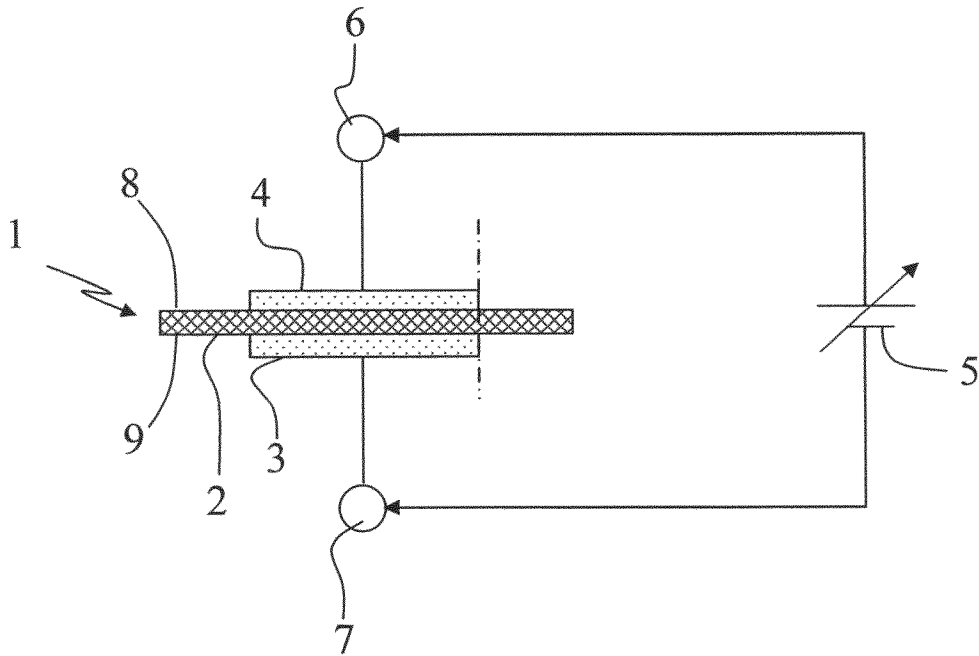


Fig.2

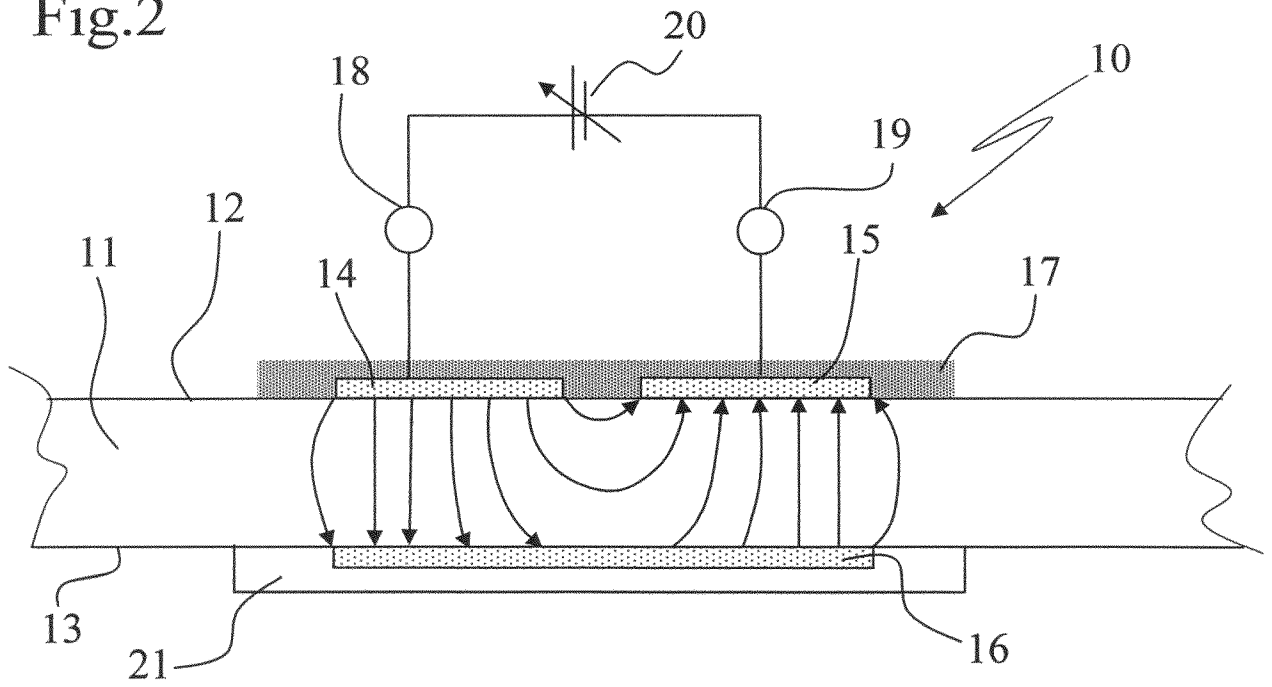


Fig.3

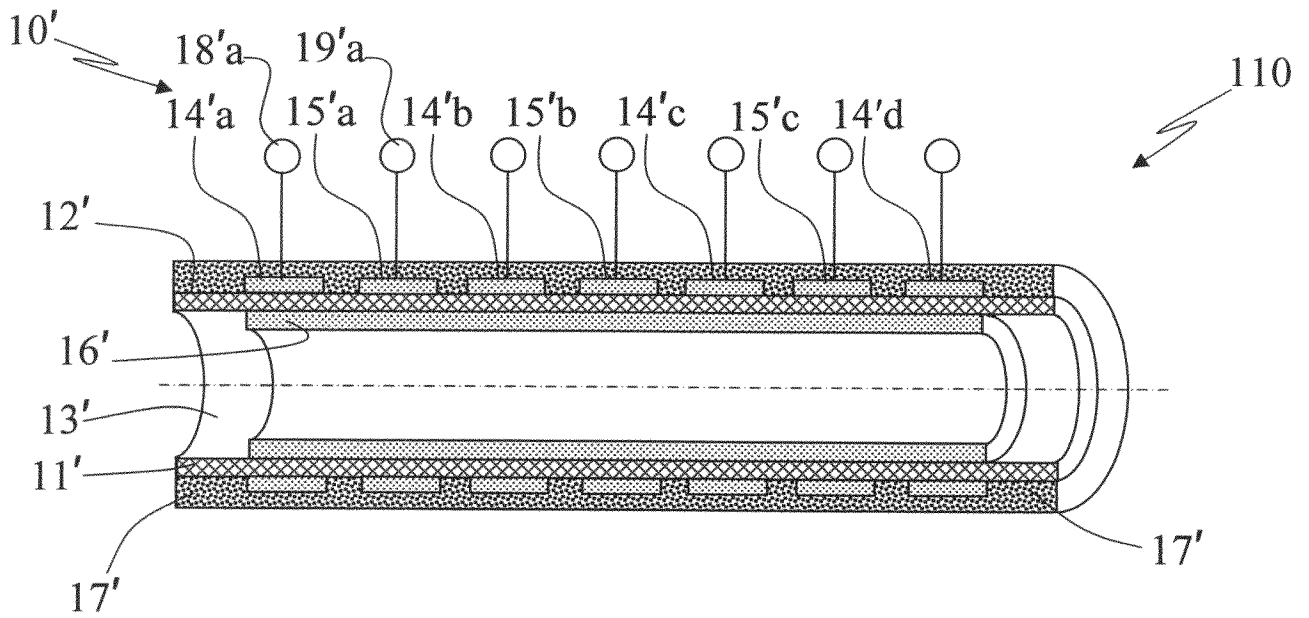
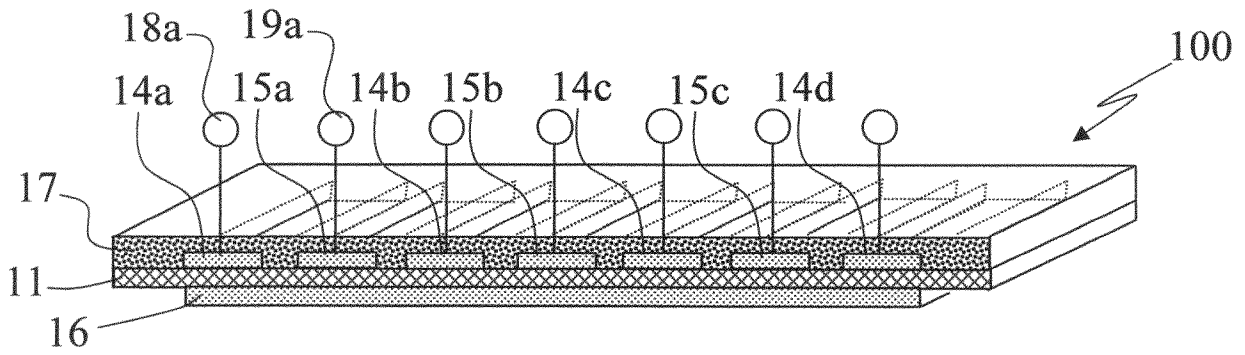


Fig.4

Fig.5

