

(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 2012/020095 A1

(43) Date de la publication internationale
16 février 2012 (16.02.2012)

PCT

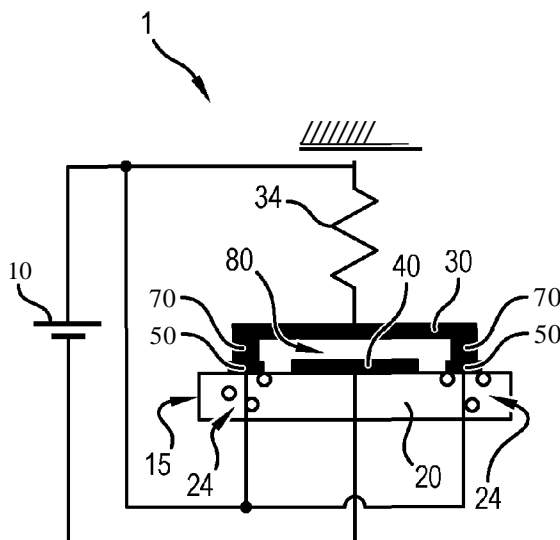
- (51) Classification internationale des brevets :
B81B 3/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP201 1/063856
- (22) Date de dépôt international :
11 août 2011 (11.08.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1056549 11 août 2010 (11.08.2010) FR
- (71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
UNIVERSITE DE LIMOGES [FR/FR]; Hôtel de l'Université, 33, rue François Mitterrand, F-87000 Limoges (FR). CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS) [FR/FR]; 3, rue Michel Ange, F-75016 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BLONDY, Pierre** [FR/FR]; 6, rue Etienne Dolet, F-87000 Limoges (FR). **COURREGES, Stanis** [FR/FR]; 7, rue des Palmiers, F-87100 Limoges (FR). **POTHIER, Arnaud** [FR/FR]; Route des Grands Bois, F-87920 Condat sur
- (74) Mandataire : **TEXIER, Christian**; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris cedex 17 (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, QA, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MICROELECTROMECHANICAL SYSTEM WITH AIR GAP

(54) Titre : MICROSYSTEMES ELECTROMECHANIQUES A GAPS DAIR

FIG. 5



(57) Abstract : The present invention relates to an microelectromechanical System (1) comprising: a base (15) comprising a substrate (20) and a substrate electrode (40); a moveable beam (30); a voltage generator (10) able to generate a potential difference between the beam (30) and the substrate electrode (40); and at least one mechanical stop (70) connected to the beam and designed to make contact with the base (15) when a potential difference is applied between the beam (30) and the substrate electrode (40), thereby defining an air-filled cavity (80) between the beam (30) and the substrate electrode (40), characterized in that it furthermore comprises an electrical-charge blocking element (50) placed on the substrate (20), said element facing the at least one mechanical stop (70) and being electrically connected to the beam (30).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un microsystème électromécanique (1) comprenant: - une base (15) comprenant un substrat (20) et une électrode de substrat (40), - une poutre mobile (30), - un générateur de tension (10), adapté pour générer une différence de potentiel entre la poutre (30) et l'électrode de substrat (40), et - au moins une butée mécanique (70) liée à la poutre et adaptée pour venir au contact de la base (15) lors de l'application d'une différence de potentiel entre la poutre (30) et l'électrode de substrat (40) en définissant

une lame d'air

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/020095 A1

Publiée :

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

TITRE : Microsvstèmes électromécaniques à qaps d'air.

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

La présente demande concerne le domaine des microsystèmes
5 électromécaniques.

ETAT DE L'ART

Les microsystèmes électromécaniques (MEMS) sont notamment
utilisés dans la conception de circuits ayant des fonctions de
10 commutation ou de circuits reconfigurables (agiles). Les microsystèmes
électromécaniques ont par exemple une fonction d'actionneur.

La figure 1 présente un microsystème électromécanique 1 selon
l'état de la technique, plus spécifiquement un actionneur électrostatique
à plaques parallèles.

15 Ce microsystème électromécanique 1 comprend une base 15
comprenant un substrat 20, une électrode de substrat 40 disposée sur
ledit substrat 20, et une poutre mobile 30 placée en regard de
l'électrode de substrat 40.

20 Une couche de diélectrique 42 est interposée entre l'électrode de
substrat 40 et la poutre mobile 30 en ménageant par ailleurs un
intervalle ou gap électrostatique 32. Ce gap a typiquement une
épaisseur de quelques micromètres lorsque le microsystème est en
position de repos. La couche de diélectrique 42 peut être placée sur
l'électrode de substrat 40 ou sur la poutre mobile 30.

25 Selon le mode de réalisation illustré sur la figure 1, la couche de
diélectrique 42 est placée sur l'électrode de substrat 40 et la poutre
mobile 30 est séparée de la couche de diélectrique 42 par le gap
électrostatique 32.

30 La poutre mobile 30 est illustrée comme étant maintenue par un
ressort de suspension 34 qui illustre la capacité de déformation élastique
de la poutre mobile 30.

Un générateur de tension 10 est relié sur commande à la poutre
30 et à l'électrode de substrat 40, de manière à pouvoir appliquer une

différence de potentiel entre la poutre mobile 30 et l'électrode de substrat 40.

Lors de l'application d'une différence de potentiel entre la poutre mobile 30 et l'électrode de substrat 40, la poutre mobile 30 se déplace, et vient au contact de la couche de diélectrique 42, sous l'effet de la force électrostatique générée.

Le contact entre la poutre mobile 30 et l'électrode de substrat 40 est alors réalisé via la fine couche de diélectrique 42 recouvrant la poutre mobile 30 ou l'électrode de substrat 40.

Plusieurs variantes sont possibles.

La poutre mobile 30 peut par exemple être fixe à une extrémité et libre à une autre, l'extrémité libre venant alors au contact de la couche de diélectrique 42 lors de l'application d'une différence de potentiel entre la poutre mobile 30 et l'électrode de substrat 40.

La poutre mobile 30 peut également être fixée à ses extrémités sur la base 15, mais posséder une souplesse intrinsèque de sorte que la déformation de la poutre mobile 30, lors de l'application d'une différence de potentiel, entraîne le contact du centre de la poutre mobile 30 avec la base 15.

Ces composants présentent toutefois des défaillances rapides et non réversibles entraînant une durée de vie et une fiabilité limitées, typiquement de l'ordre de quelques minutes, lorsque la poutre mobile 30 est maintenue constamment à l'état déformé et soumise à une alimentation en tension unipolaire.

Cet inconvénient est provoqué par une injection de charges dans la base 15 lors du contact entre la poutre 30 et la base 15.

En effet, l'injection de charges provoque l'apparition d'une tension de charge, qui, selon le type de charge, s'oppose ou se superpose à la différence de potentiel appliquée entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40.

Au fur et à mesure de l'injection de charges dans la base 15, ou plus particulièrement dans la couche de diélectrique 42, et donc au fur et à mesure que des charges s'accumulent, cette tension de charge

augmente, jusqu'à bloquer l'actionneur. Il en résulte une défaillance rapide de l'actionneur, par exemple de l'ordre de quelques dizaines de minutes, très souvent non réversible sur des laps de temps courts.

Plusieurs solutions ont été proposées afin de réduire l'injection de charges ou d'évacuer les charges injectées dans la couche de diélectrique, mais ces solutions ne permettent pas d'obtenir une durée de vie suffisante, en particulier pour des températures supérieures à 25°C.

Les figures 2 et 3 présentent, respectivement en position de repos et en position activée, un microsystème électromécanique 1 dans lequel la couche de diélectrique 42 a été supprimée. Ce microsystème électromécanique 1 est muni de butées mécaniques 70 liées à la périphérie de la poutre 30.

Les butées mécaniques 70 peuvent être fabriquées à partir de métal, semi-métal, semi-conducteur, ou tout autre matériau adapté.

On retrouve sur les figures 2 et 3 un microsystème électromécanique 1 qui comprend une base 15 comprenant un substrat 20, une électrode de substrat 40 fixe disposée sur le substrat 20 et une poutre 30 mobile en regard de l'électrode de substrat 40.

Le substrat peut par exemple être réalisé en Silicium, ou tout autre matériau adapté.

De la même manière que pour la figure 1, la poutre 30 est illustrée comme étant liée à un ressort de suspension 34 qui illustre la capacité de déformation élastique de la poutre mobile 30. La poutre 30 a une forme adaptée pour définir un espace interne 25 entre ledit substrat 20 et la poutre 30.

L'électrode de substrat 40 est disposée sur le substrat 20, sensiblement au milieu dudit espace interne 25.

Un générateur 10 est relié à la poutre 30 et à l'électrode de substrat 40, de manière à appliquer sous commande une différence de potentiel entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40.

La figure 2 présente le microsystème électromécanique 1 en position de repos, c'est-à dire lorsqu'aucune différence de potentiel n'est appliquée entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40.

Il n'y a alors pas de contact entre la poutre 30 et le substrat 20, ou entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40. La poutre 30 est maintenue espacée du substrat 20 et de l'électrode de substrat 40 par le ressort de suspension 34, qui représente physiquement la rigidité de la poutre 30.

La figure 3 présente le microsystème électromécanique 1 en position d'activation, où une différence de potentiel est appliquée entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40.

En état d'activation, la différence de potentiel appliquée entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40 entraîne une mise en contact des butées 70 et du substrat 20. Les butées 70 maintiennent une lame d'air 80 entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40.

Ainsi, il n'y a pas de contact entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40. La lame d'air 80 joue le rôle d'isolant électrique entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40.

Par exemple, cette lame d'air 80 peut avoir une valeur de l'ordre de 0,1 μm à 2 μm . Cette valeur résulte de la géométrie, du placement et de la hauteur des butées 70.

L'épaisseur de la lame d'air 80 peut varier pour obtenir différentes valeurs de capacité.

L'absence de contact entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40 grâce à la lame d'air 80, permet d'une part d'éviter un court circuit électrique, et d'autre part d'augmenter la durée de vie de ces éléments.

En effet, dans les modes de réalisation conventionnels dans lesquels un matériau isolant est situé entre la poutre 30 et l'électrode 40, on observe un phénomène de piégeage des charges électriques dans le matériau isolant 42 lors de l'actionnement du microsystème électromécanique 1 tel que présenté sur la figure 1.

Dans le mode de réalisation connu représenté sur les figures 2 et 3, l'absence de ce matériau isolant 42 prévient cette accumulation de charges dans ledit matériau isolant 42.

5 Toutefois, des charges 24, représentées schématiquement sur la figure 3, s'accumulent dans le substrat 20 de la base 15, au niveau d'une surface limitée, ce qui peut résulter en une défaillance du microsystème électromécanique 1.

10 Ce phénomène d'injection de charges et ses conséquences négatives sur la durée de vie des microsystèmes électromécaniques constituent un verrou technologique majeur pour l'utilisation de ces composants.

PRESENTATION DE L'INVENTION

15 La présente invention remédie à ces inconvénients, et propose un microsystème électromécanique comprenant :

- une base comprenant un substrat et une électrode de substrat fixée au substrat,
- une poutre mobile suspendue au-dessus du substrat,
- un générateur de tension, relié par une première borne à la poutre, et
20 par une seconde borne à l'électrode de substrat, adapté pour générer une différence de potentiel entre la poutre et l'électrode de substrat, et
- au moins une butée mécanique liée à la poutre et adaptée pour venir au contact de la base lors de l'application d'une différence de potentiel
25 entre la poutre et l'électrode de substrat,

ledit microsystème électromécanique étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre un élément de blocage de charges électriques disposé sur le substrat, en regard de la au moins une butée mécanique, et relié électriquement à la poutre.

30 Selon une autre caractéristique avantageuse, ledit élément de blocage de charges électriques est constitué par au moins un plot.

Selon une autre caractéristique avantageuse, ledit élément de blocage est constitué par une couche de matériau dont la résistivité électrique est comprise entre 100 MOhms.carré et 10 kOhms.carré.

5 Selon une variante de ce mode de réalisation particulier, au moins un plot métallique est disposé sur ladite couche de matériau, en regard d'une butée mécanique de la poutre.

Selon encore une variante, ledit matériau constituant l'élément de blocage est un alliage de Silicium Chrome, du Carbone à structure diamant, du Silicium implanté, ou un oxyde conducteur.

10 Selon encore un autre mode de réalisation particulier du microsystème électromécanique conforme à la présente invention, ledit élément de blocage comprend au moins un plot métallique relié à une base électriquement conductrice disposée sur le substrat et reliée à la poutre mobile, ladite base électriquement conductrice étant surmontée
15 d'une couche électriquement résistive, sur laquelle est disposée l'électrode de substrat.

Selon une variante, ledit substrat est réalisé en matériau parmi au moins un des matériaux suivants : céramique, saphir, quartz, silice fondue, substrats cristallins, semi-conducteurs, polymères.

20 Selon un mode de réalisation particulier, ladite butée est adaptée pour maintenir une épaisseur d'air entre la poutre et l'électrode de substrat comprise entre 0.1 et 2 μm .

Un tel microsystème électromécanique présente des performances supérieures à celles des microsystèmes électromécaniques
25 capacitifs actuels, ainsi qu'un fort accroissement de la durée de vie et de sa fiabilité.

PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention
30 ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- La figure 1 précédemment décrite présente un microsystème électromécanique selon l'état de l'art.
- Les figures 2 et 3 précédemment décrites présentent un microsystème électromécanique selon l'état de l'art muni d'une ou plusieurs butées
- 5 mécaniques.
- Les figures 4 et 5 présentent un microsystème électromécanique selon un mode de réalisation particulier de l'invention.
- Les figures 6 et 7 présentent un autre mode de réalisation particulier du microsystème électromécanique selon l'invention.
- 10 - Les figures 8 et 9 présentent un autre mode de réalisation de microsystème électromécanique selon l'invention.
- Les figures 10 et 11 présentent un autre mode de réalisation de microsystème électromécanique selon l'invention.

Dans l'ensemble des figures, les éléments similaires sont désignés

15 par des références identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE

Les figures 4 et 5 présentent un mode de réalisation particulier de microsystème électromécanique 1 selon l'invention, respectivement en

20 état de repos et en état d'activation.

Ce microsystème électromécanique 1 comprend une poutre mobile 30 et une base 15 comprenant un substrat 20 et une électrode de substrat 40 fixe disposée sur le substrat 20.

Le substrat 20 est typiquement réalisé en Silicium, ou tout autre

25 matériau adapté, typiquement en matériau de type céramique, saphir, quartz, silice fondue, autres substrats cristallins, semi-conducteurs, polymères, ou tout autre matériau adapté.

La poutre mobile 30 munie de butées 70, est disposée au dessus du substrat 20, et est illustrée comme étant maintenue par un ressort

30 de suspension 34 qui illustre la capacité de déformation élastique de la poutre mobile 30.

La poutre mobile 30 est par exemple réalisée en métal, tel que de l'Or, Alliage d'Or, Aluminium, Alliage d'Aluminium ou tout autre métal

adapté, ou semi-conducteur, tel que du polysilicium, du silicium monocristallin, etc. Elle a une forme adaptée pour définir un espace interne 25 entre ledit substrat 20 et la poutre 30.

5 L'électrode de substrat 40 est disposée sur le substrat 20, sensiblement au milieu dudit espace interne 25. L'électrode de substrat 40 est typiquement fabriquée à partir de métal, semi-métal, semi-conducteur, ou tout autre matériau adapté.

10 Un générateur 10 est relié à la poutre 30 et à l'électrode de substrat 40, de manière à pouvoir appliquer une différence de potentiel entre la poutre 30 et l'électrode de substrat 40.

Des plots 50 typiquement réalisés en matériau métallique, semi-métal, semi-conducteur ou tout autre matériau adapté, sont disposés sur le substrat 20, en regard des butées 70 de la poutre 30. Les plots 50 sont reliés électriquement à la borne du générateur 10 reliée à la poutre 15 30, par exemple à la masse du générateur 10. Les plots 50 sont donc électriquement connectés à la poutre 30, et sont au même potentiel que cette dernière de manière à ne pas provoquer de court-circuit électrique.

20 Les plots 50 ont un rôle que l'on qualifie d'élément de blocage de charges, c'est-à-dire qu'ils bloquent l'injection de charges électriques lorsque le dispositif est activé.

En effet, en état d'activation, le contact entre les plots 50 et les butées 70 de la poutre 30 permet de bloquer l'injection de charges dans le substrat 20 dans la mesure où les plots 50 et la poutre 30 sont reliés électriquement et sont au même potentiel.

25 Les figures 6 et 7 présentent un autre mode de réalisation particulier du microsystème électromécanique 1 tel que présenté par les figures 4 et 5, dans lequel la base 15 comprend en outre une base électriquement conductrice 52 adjacente au substrat 20 et une couche électriquement isolante 90 superposée à la base 52.

30 Dans ce mode de réalisation, les plots 50 sont placés sur la base 52 et sont ainsi reliés au générateur 10 par l'intermédiaire de la base conductrice 52 commune aux plots 50, sur laquelle est disposée la couche isolante 90. L'électrode de substrat 40 est quant à elle placée sur

la couche isolante 90, ce qui permet ainsi d'isoler l'électrode de substrat 40 des plots 50.

La couche isolante 90 est typiquement réalisée à partir d'une évaporation ou une pulvérisation d'un matériau ou d'un mélange de plusieurs matériaux, ou encore par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma et autres techniques de dépôt d'isolant.

La figure 7 représente le microsysteme électromécanique 1 en état d'activation, et illustre la superposition des éléments, à savoir respectivement :

- 10 - la poutre 30 ;
- la lame d'air 80 ;
- l'électrode de substrat 40 ;
- la couche isolante 90 ;
- la base conductrice 52 et les plots 50 ;
- 15 - le substrat 20.

Par rapport au mode de réalisation représenté sur les figures 4 et 5, ce mode de réalisation permet d'améliorer le captage et l'évacuation des charges électriques, grâce à la base conductrice 52 qui constitue une surface de captage des charges importante.

20 C'est ici l'ensemble constitué par les plots 50 et la base conductrice 52 qui joue le rôle d'élément de blocage de charges.

Les figures 8 et 9 présentent un autre mode de réalisation du microsysteme électromécanique 1 selon l'invention.

25 Dans ce mode de réalisation, le microsysteme électromécanique 1 comprend:

- une poutre 30 comprenant des butées mécaniques 70 ;
- une lame d'air 80;
- une électrode de substrat 40;
- une couche fortement résistive 100 ; et
- 30 - un substrat 20.

La couche fortement résistive 100, qui est disposée directement sur le substrat 20, est reliée à la borne du générateur 10 qui est reliée à

la poutre 30. La poutre 30 et la couche fortement résistive 100 sont donc électriquement reliées.

Préférentiellement, le matériau utilisé pour la réalisation de la couche fortement résistive 100 a une résistivité comprise entre 100
5 MOhms.carré et 10 kOhms.carré. Elle est formée typiquement d'un alliage de Silicium Chrome (SiCr), du Carbone à structure diamant (DLC), du Silicium implanté, ou d'un oxyde conducteur.

Plusieurs modes de réalisation sont possibles pour le dépôt de cette couche fortement résistive 100, notamment par ablation laser,
10 dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma ou toute autre méthode adaptée.

Ce mode de réalisation est notamment intéressant en raison de la simplicité de la structure de microsystème électromécanique 1 qui en résulte, qui peut ainsi être fabriqué facilement.

15 En état d'activation, la poutre 30 vient au contact de la couche fortement résistive 100, au niveau des butées 70. Le fait que la poutre 30 et la couche fortement résistive 100 soient électriquement connectées permet de bloquer l'injection de charges.

La couche fortement résistive 100 joue le rôle d'élément de
20 blocage de charges électriques. Elle permet en effet de bloquer l'injection de charges lors de l'activation du dispositif dans la mesure où la couche fortement résistive 100 et la poutre 30 sont au même potentiel.

De plus, le fait de disposer la couche fortement résistive 100 sur
25 le substrat 20 permet d'en ajuster très finement les caractéristiques, ce qui permet de préserver les performances électriques des microsystèmes.

Les figures 10 et 11 présentent, respectivement en état de repos et en état d'activation, un autre mode de réalisation du microsystème
30 électromécanique 1 présenté sur les figures 8 et 9.

Ce mode de réalisation reprend la structure présentée sur les figures 8 et 9, auquel des plots 50 disposés en regard des butées

mécaniques 70 de la poutre 30, sont ajoutés à la base 15 sur la couche fortement résistive 100.

La liaison entre la poutre 30 et la couche fortement résistive 100, lors de l'activation, se fait par l'intermédiaire des plots 50. C'est donc
5 l'ensemble constitué par les plots 50 et la couche fortement résistive 100 qui joue le rôle d'élément de blocage de charges électriques.

Le fait de disposer de plots 50 pour assurer le contact permet d'utiliser un matériau spécifique autre que celui de la couche résistive 100, et offre donc un degré de liberté supplémentaire.

10 Ces plots 50 peuvent par exemple être réalisés dans un matériau ayant un coefficient de frottement bas, typiquement un matériau choisi dans la famille des platine, tel que le Rhodium, Ruthénium, Platine, etc.. ou autres matériaux adaptés.

L'invention propose donc de bloquer l'injection de charges
15 électriques lorsque le dispositif est en état d'activation par l'ajout d'un d'élément de blocage disposé en regard des butées mécaniques 70 de la poutre 30, et connecté électriquement à la poutre 30.

Cet d'élément de blocage peut être réalisé selon plusieurs modes de réalisations particuliers. Ces modes de réalisation font notamment
20 intervenir des plots 50, une couche de matériau fortement résistif 100, une base conductrice 52 et une couche isolante 90, ces éléments pouvant être pris individuellement ou en combinaison tel que décrit précédemment.

25 Limiter fortement voire empêcher le chargement diélectrique entre la poutre 30 et la base 15, ou plus particulièrement entre la poutre 30 et le substrat 20, permet d'augmenter de manière très importante la durée de vie des composants. On passe ainsi d'une durée de vie des microsystèmes électromécaniques de l'ordre de quelques minutes ou dizaines de minutes à une durée de vie de l'ordre de plusieurs mois en
30 fonctionnement continu en état activé.

Les microsystèmes électromécaniques selon l'invention démontrent également une forte stabilité de performance sur un grand nombre de commutations lors de tests.

Revendications

1. Microsystème électromécanique (1) comprenant :

- 5 - une base (15) comprenant un substrat (20) et une électrode de substrat (40) fixée au substrat,
 - une poutre mobile (30) suspendue au-dessus du substrat (20),
 - un générateur de tension (10), relié par une première borne à la poutre (30), et par une seconde borne à l'électrode de substrat (40), adapté pour générer une différence de potentiel entre la poutre (30) et
 - 10 l'électrode de substrat (40), et
 - au moins une butée mécanique (70) liée à la poutre et adaptée pour venir au contact de la base (15) lors de l'application d'une différence de potentiel entre la poutre (30) et l'électrode de substrat (40) en définissant une lame d'air (80) entre la poutre (30) et l'électrode de
 - 15 substrat (40),
- ledit microsystème électromécanique étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre un élément de blocage de charges électriques (50, 52, 100) disposé sur le substrat (20), en regard de la au moins une butée mécanique (70), et relié électriquement à la poutre (30).

20 **2.** Microsystème électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément de blocage de charges électriques est constitué par au moins un plot (50) placé en regard d'une butée mécanique (70) de la poutre (30).

25 **3.** Microsystème électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément de blocage de charges électriques est constitué par une couche (100) de matériau dont la résistivité électrique est comprise entre 100 MOhms.carré et 10 kOhms.carré.

30 **4.** Microsystème électromécanique selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'au moins un plot métallique (50) est disposé sur ladite couche de matériau (100), en regard d'une butée mécanique de la poutre (30).

5. Microsystème électromécanique selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que ledit matériau constituant l'élément de

blocage de charges électriques (100) est un alliage de Silicium Chrome, du Carbone à structure diamant, du Silicium implanté, ou un oxyde conducteur.

5 **6.** Microsystème électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément de blocage de charges électriques comprend au moins un plot métallique (50) relié à une base conductrice disposée sur le substrat et reliée à la poutre mobile (30), ladite base conductrice étant surmontée d'une couche électriquement isolante (90), sur laquelle est disposée l'électrode de substrat (40).

10 **7.** Microsystème électromécanique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit substrat (20) est réalisé en matériau parmi au moins un des matériaux suivants : céramique, saphir, quartz, silice fondue, substrats cristallins, semi-conducteurs, polymères.

15 **8.** Microsystème électromécanique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la poutre mobile (30) est réalisée en métal, tel que de l'Or, Alliage d'Or, Aluminium, Alliage d'Aluminium ou semi-conducteur, tel que du polysilicium ou du silicium monocristallin.

20 **9.** Microsystème électromécanique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit élément de blocage de charges électriques comprend au moins un plot (50) réalisé en matériau métallique, de préférence choisi dans la famille des platine, tel que le Rhodium, Ruthénium, Platine, en semi-métal ou en semi-conducteur.

25 **10.** Microsystème électromécanique capacitif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite butée (70) est adaptée pour maintenir une épaisseur d'air (80) entre la poutre (30) et l'électrode de substrat (40) comprise entre 0.1 et 2 μm .

FIG. 1

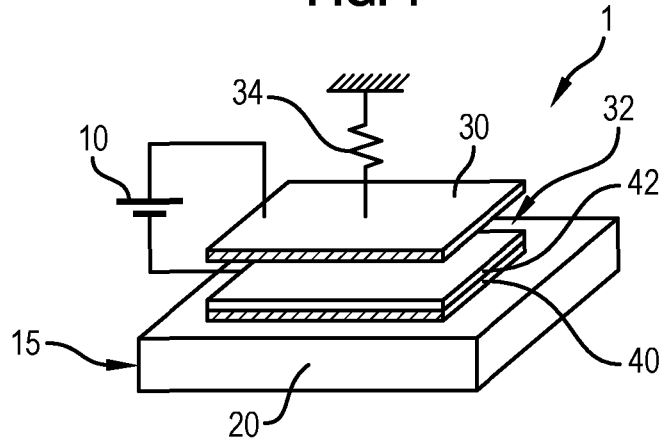


FIG. 2

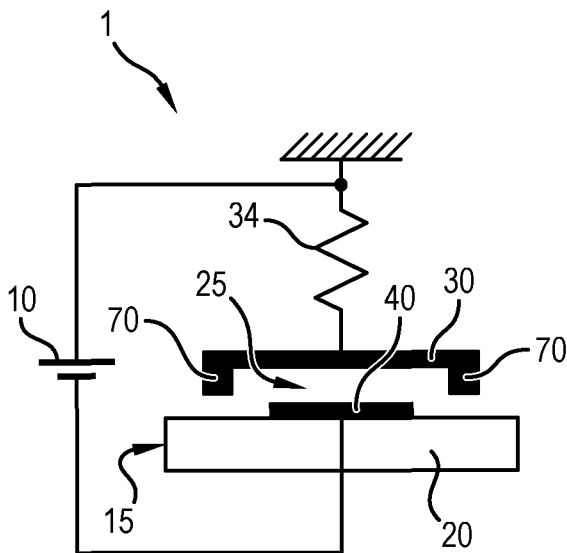


FIG. 3

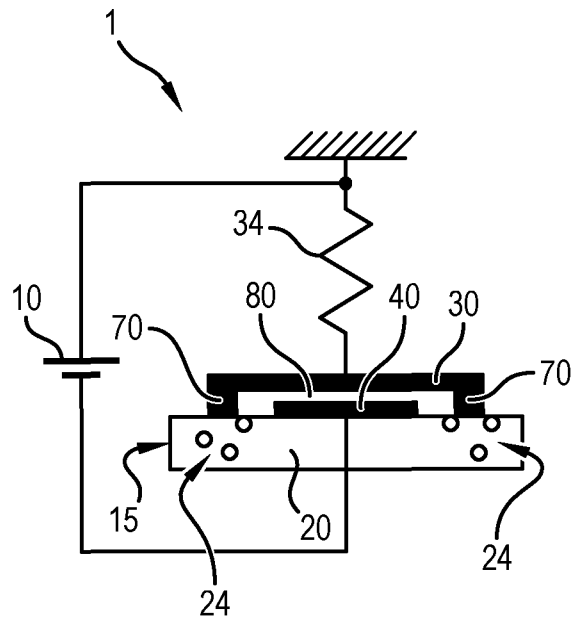


FIG. 4

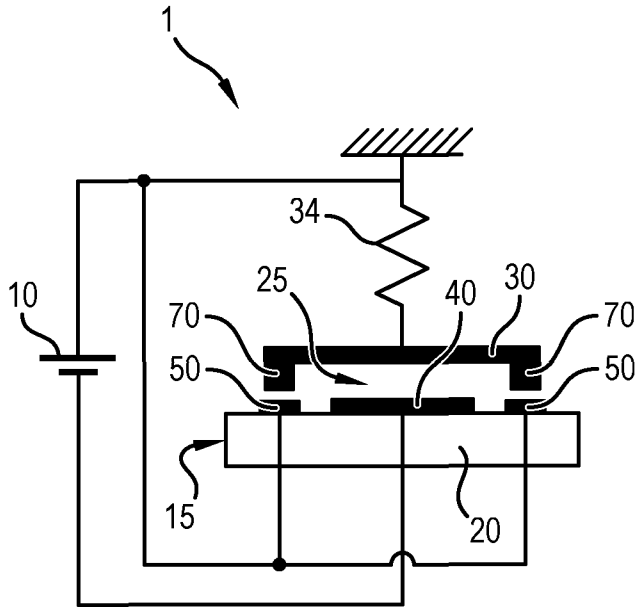


FIG. 5

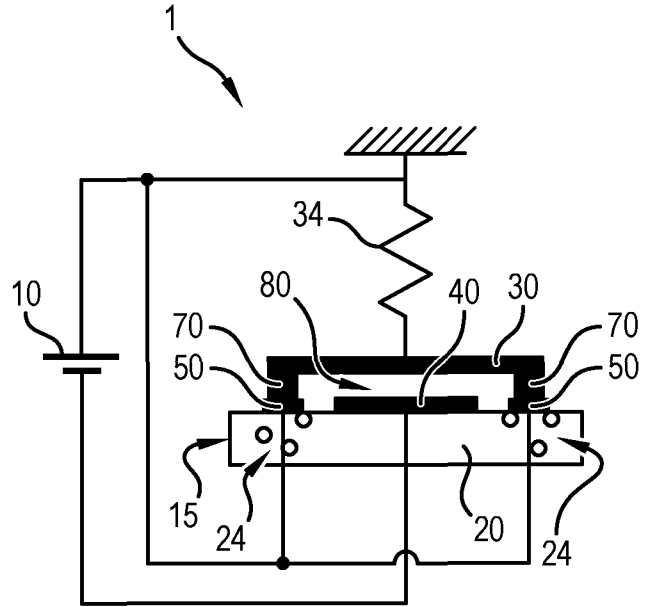


FIG. 6

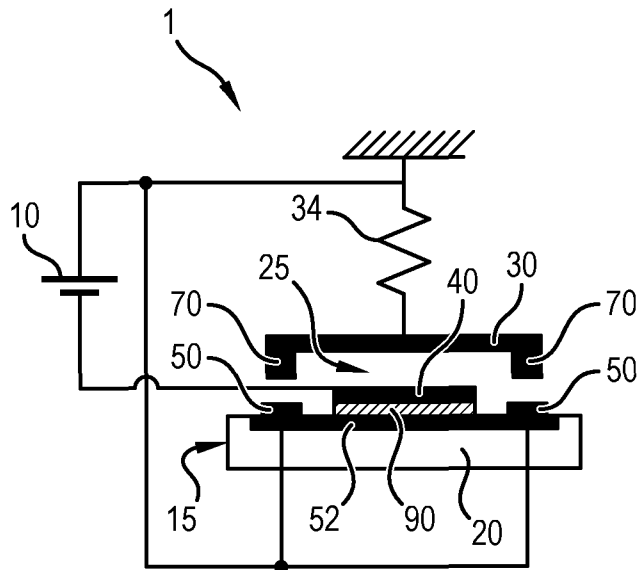


FIG. 7

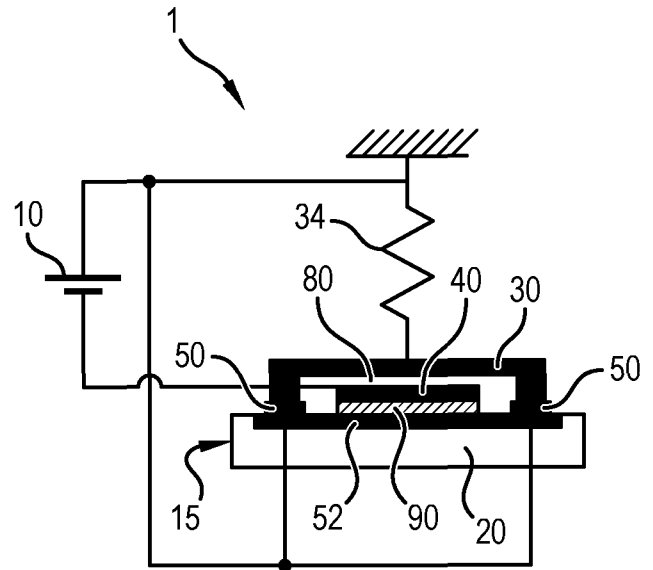


FIG. 8

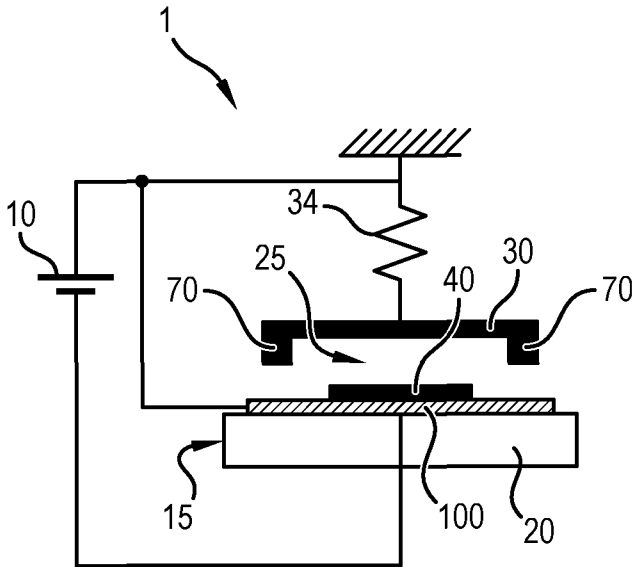


FIG. 9

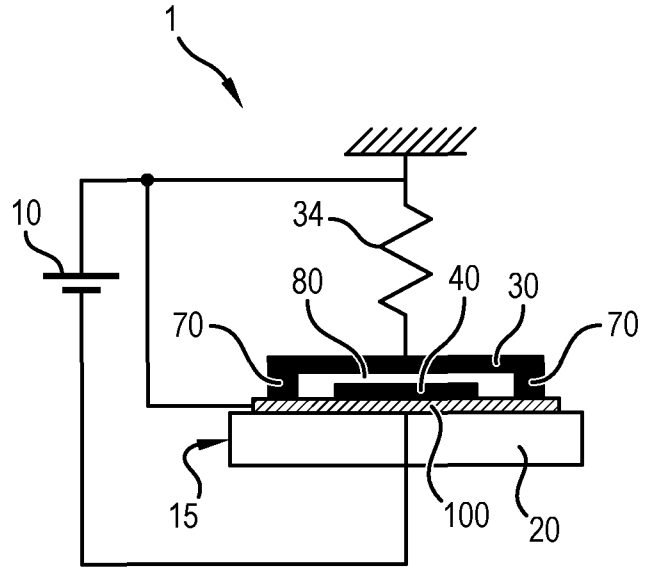


FIG. 10

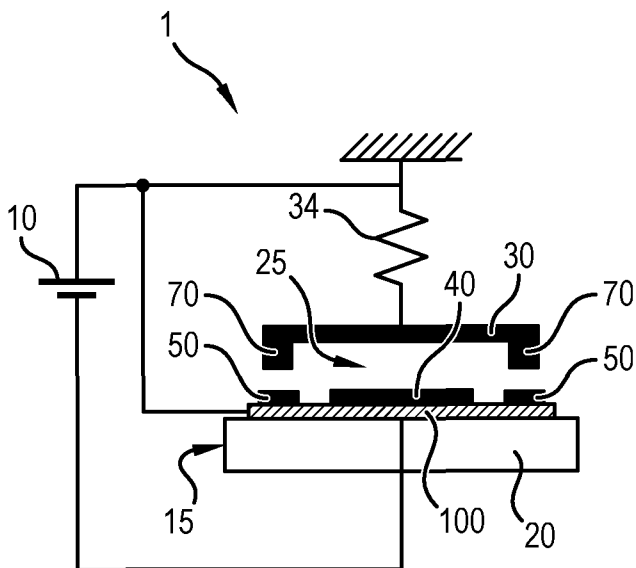
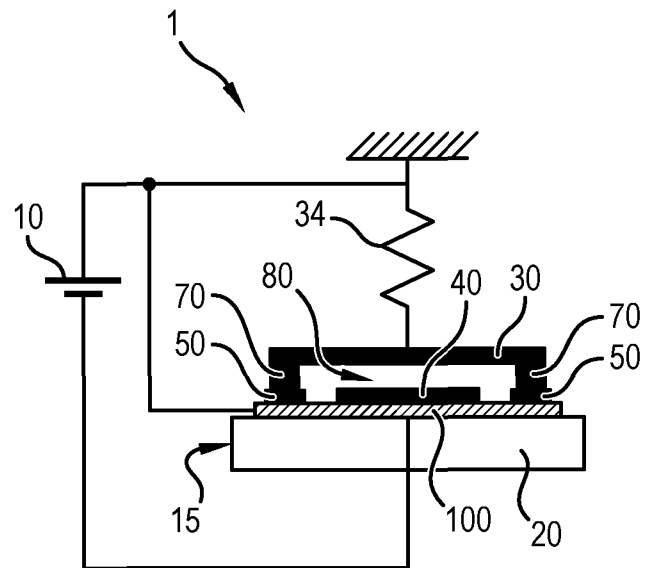


FIG. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/063856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B81B3/00
 ADD.
 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**)
B81B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal , WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/227361 AI (DICKENS LAWRENCE E [US] ET AL) 11 December 2003 (2003-12-11)	1
A L	paragraph [0054] - paragraph [0057] ; figures 3A, 3B, 3C	2-10
A	-----	
A	US 2003/058069 AI (SCHWAPJZ ROBERT N [US] ET AL) 27 March 2003 (2003-03-27) paragraph [0071] ; figures 8-10	1-10
A	-----	
A	US 2009/021884 AI (NAKAMURA SHUNJI [JP]) 22 January 2009 (2009-01-22) paragraph [0079] - paragraph [0084] ; figures 4, 16 paragraph [0133] - paragraph [0138]	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Spécial catégories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 13 September 2011	Date of mailing of the international search report 20/09/2011
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Marcolini, Paolo
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/063856
--

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 2003227361	AI	11-12-2003	AU	2003243324 AI	19-12-2003
			DE	60314875 T2	13-03-2008
			EP	1509939 AI	02-03-2005
			JP	4262199 B2	13-05-2009
			JP	2005528751 A	22-09-2005
			Wo	03102989 AI	11-12-2003
us 2003058069	AI	27-03-2003	US	2006181379 AI	17-08-2006
us 2009021884	AI	22-01-2009	Wo	2007110928 AI	04-10-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/063856

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B81B3/00 ADD.</p> <p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>																	
<p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p> <p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B81B</p> <p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p> <p>Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal , WPI Data, PAJ</p>																	
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Catégorie*</th> <th>Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents</th> <th>no. des revendications visées</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2003/227361 A1 (DICKENS LAWRENCE E [US] ET AL) 11 décembre 2003 (2003-12-11)</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A L</td> <td>alinéa [0054] - alinéa [0057]; figures 3A, 3B, 3C -----</td> <td>2-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2003/058069 A1 (SCHWAPJZ ROBERT N [US] ET AL) 27 mars 2003 (2003-03-27) alinéa [0071]; figures 8-10 -----</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009/021884 A1 (NAKAMURA SHUNJI [JP]) 22 janvier 2009 (2009-01-22) alinéa [0079] - alinéa [0084]; figures 4,16 alinéa [0133] - alinéa [0138] -----</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées	X	US 2003/227361 A1 (DICKENS LAWRENCE E [US] ET AL) 11 décembre 2003 (2003-12-11)	1	A L	alinéa [0054] - alinéa [0057]; figures 3A, 3B, 3C -----	2-10	A	US 2003/058069 A1 (SCHWAPJZ ROBERT N [US] ET AL) 27 mars 2003 (2003-03-27) alinéa [0071]; figures 8-10 -----	1-10	A	US 2009/021884 A1 (NAKAMURA SHUNJI [JP]) 22 janvier 2009 (2009-01-22) alinéa [0079] - alinéa [0084]; figures 4,16 alinéa [0133] - alinéa [0138] -----	1-10
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées															
X	US 2003/227361 A1 (DICKENS LAWRENCE E [US] ET AL) 11 décembre 2003 (2003-12-11)	1															
A L	alinéa [0054] - alinéa [0057]; figures 3A, 3B, 3C -----	2-10															
A	US 2003/058069 A1 (SCHWAPJZ ROBERT N [US] ET AL) 27 mars 2003 (2003-03-27) alinéa [0071]; figures 8-10 -----	1-10															
A	US 2009/021884 A1 (NAKAMURA SHUNJI [JP]) 22 janvier 2009 (2009-01-22) alinéa [0079] - alinéa [0084]; figures 4,16 alinéa [0133] - alinéa [0138] -----	1-10															
<p><input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</p>																	
<p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>													
<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>																
<p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p> <p>13 septembre 2011</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p>20/09/2011</p>															
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p>Marcolini, Paolo</p>															

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2011/063856

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003227361 AI	11-12 -2003	AU 2003243324 AI	19-12 -2003
		DE 60314875 T2	13-03 -2008
		EP 1509939 AI	02-03 -2005
		JP 4262199 B2	13-05 -2009
		JP 2005528751 A	22-09 -2005
		Wo 03102989 AI	11-12 -2003

us 2003058069 AI	27-03 -2003	US 2006181379 AI	17-08 -2006

us 2009021884 AI	22-01 -2009	Wo 2007110928 AI	04-10 -2007
