



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.02.2012 Bulletin 2012/09

(51) Int Cl.:
H01H 1/00 (2006.01) H01H 1/60 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11354040.5**

(22) Date de dépôt: **23.08.2011**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **27.08.2010 FR 1003461**

(71) Demandeur: **Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Nowodzinski, Antoine**
38330 Saint-Ismier (FR)
• **Mandrillon, Vincent**
38250 Lans en Vercors (FR)

(74) Mandataire: **Talbot, Alexandre et al**
Cabinet Hecké
Europole, BP 1537
10, rue d'Arménie
38025 Grenoble Cedex 1 (FR)

(54) **Dispositif à contact intermittent amélioré par diélectrophorèse**

(57) Le dispositif comporte des premier (3) et second (4) plots de contact ayant une surface de contact. Les premier (3) et second (4) plots de contact se déplaçant l'un par rapport à l'autre entre une position de contact ohmique entre ces surfaces de contact et une autre position. Le dispositif comporte encore des moyens d'application d'un champ électrique non uniforme (5, 6) autour du premier plot de contact (3). Le champ électri-

que possède une composante dans une direction parallèle à la surface de contact du premier plot de contact (3). Un fluide avec une première valeur de permittivité diélectrique est disposé entre le premier plot de contact (3) et l'électrode de décontamination (5). Le dispositif de décontamination et le fluide sont configurés de manière à ce que le champ électrique génère sur un contaminant, par diélectrophorèse, une force dirigée vers l'électrode de décontamination (5).

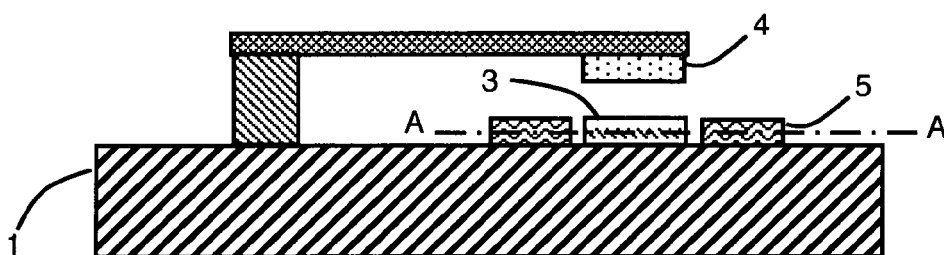


Figure 2

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention est relative à un dispositif comportant au moins une première et une seconde zones de contact ayant une surface de contact et se déplaçant l'une par rapport à l'autre entre une position de contact commun desdites surfaces de contact et une autre position.

État de la technique

[0002] Les systèmes micro-électromécaniques (MEMS) se sont développés au fur et à mesure des années et ils sont maintenant présents dans de très nombreux secteurs technologiques.

[0003] L'intégration de ces dispositifs au plus près de puces électroniques permet un gain en compacité et en énergie consommée qui ouvre la voie à de nouvelles applications et à de nouveaux marchés.

[0004] Cependant, comme toutes les pièces mécaniques en mouvement, les systèmes micro-électromécaniques sont sujets à une dégradation de leur performance dans le temps. Dans un dispositif de type interrupteur, un contact électrique intermittent est réalisé entre deux plots de contact.

[0005] Comme cela est illustré à la figure 1, l'interrupteur comporte un substrat 1 muni d'un bras mobile 2 solidaire. Le substrat 1 comporte un premier plot de contact 3 associé à une première électrode. Le bras mobile 2 comporte un second plot de contact 4 associé à une seconde électrode. Le second plot de contact 4 se déplace entre une position d'isolation et une position de contact électrique avec le premier plot de contact 3.

[0006] Des problèmes de fiabilité du contact ohmique, notamment par des contaminants organiques, ont été soulevés ce qui s'est traduit par une dégradation des performances de l'interrupteur dans le temps. Il est alors nécessaire de remplacer le composant voire tout un ensemble de pièces si ces dernières sont indissociables ce qui peut être problématique si le dispositif n'est pas facilement accessible ou si le dispositif travaille sous vide.

Résumé de l'invention

[0007] On constate qu'il existe un besoin de prévoir un dispositif même muni d'un contact électrique intermittent qui présente une bonne tenue dans le temps et dont la réalisation est facile à mettre en oeuvre.

[0008] On tend à satisfaire ce besoin au moyen d'un dispositif selon les revendications annexées et plus particulièrement en prévoyant que le dispositif comporte

- un substrat muni d'un premier plot de contact avec une zone de contact,
- un second plot de contact solidaire du substrat et

comportant une zone de contact, le second plot se déplaçant par rapport au premier plot de contact entre une position de contact ohmique entre lesdites zones de contact et une autre position,

- un dispositif de décontamination par application d'un premier champ électrique non uniforme sur au moins une partie de la zone de contact du premier plot au moyen d'une électrode de décontamination,
- un fluide disposé entre le premier plot de contact et l'électrode de décontamination, le fluide ayant une première valeur de permittivité diélectrique,

dispositif dans lequel le dispositif de décontamination et le fluide sont configurés de manière à ce que le premier champ électrique génère sur un contaminant, par diélectrophorèse, une force dirigée vers l'électrode de décontamination.

[0009] On tend également à satisfaire ce besoin en prévoyant que le dispositif comporte :

- un substrat muni d'un premier plot de contact avec une zone de contact,
- un second plot de contact solidaire du substrat et comportant une zone de contact, le second plot se déplaçant par rapport au premier plot de contact entre une position de contact ohmique entre lesdites zones de contact et une autre position,
- un dispositif de décontamination par application d'un premier champ électrique non uniforme entre une électrode de décontamination et une électrode additionnelle, l'électrode de décontamination et l'électrode additionnelle entourant chacune le premier plot de contact le dispositif de décontamination étant configuré de manière à ce que le premier champ électrique comporte des lignes de champ électrique divergentes ou convergentes en direction de l'électrode additionnelle avec un gradient de champ électrique croissant ou décroissant en direction de l'électrode de décontamination le long de la surface du substrat séparant l'électrode de décontamination de l'électrode additionnelle.

Description sommaire des dessins

[0010] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs et illustrés à l'aide des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 illustre, en coupe, de manière schématisée, un interrupteur,
- la figure 2 illustre, en coupe, de manière schématisée,

que, un interrupteur muni d'une électrode additionnelle de décontamination,

- les figures 3 et 4 illustrent, en vue de dessus et en vue de dessous, de manière schématique, deux électrodes de décontamination et une surface de contact avec une partie des lignes de champ présentes,
- les figures 5 à 12 illustrent, en vue de dessus, de manière schématique, différentes associations de plots de contact et d'électrodes de décontamination.

Description d'un mode de réalisation préféré de l'invention

[0011] Comme cela est illustré à la figure 2, le dispositif comporte un substrat 1 muni d'un bras mobile 2 solidaire. Le substrat 1 comporte une première zone de contact 3, correspondant dans cet exemple à un plot de contact, associée à une première électrode. Le bras mobile 2 comporte une seconde zone de contact 4 qui correspond également dans cet exemple à un plot de contact et qui est associée à une seconde électrode. Le second plot de contact 4 se déplace entre une position de contact avec le premier plot de contact 3 et une autre position, par exemple une position de repos ou une position de contact avec un autre plot de contact. Dans un autre mode de réalisation non représenté, la position des premier 3 et second 4 plots de contact est inversée.

[0012] De manière générale, les premier 3 et second 4 plots de contact sont mobiles l'un par rapport à l'autre et ils comportent au moins une position de contact commun. Les premier 3 et second 4 plots de contact possèdent chacun une surface de contact et la position de contact commun correspond à la connexion électrique et physique entre ces deux surfaces de contact. La surface de contact peut être une surface plane ou une surface convexe. Un contact ohmique est obtenu afin de faire transiter un signal électrique, c'est-à-dire qu'un courant électrique circule entre les deux plots 3 et 4.

[0013] Comme cela est illustré aux figures 3 et 4, le dispositif comporte également un dispositif de génération d'un premier champ électrique non uniforme sur au moins une partie de la surface d'une zone à décontaminer. Cette zone à décontaminer peut être une partie de la surface de contact du premier plot de contact 3, toute la surface de contact ou une surface adjacente au premier plot de contact, par exemple une zone entourant plus ou moins complètement le premier plot de contact pour empêcher la contamination d'atteindre le plot de contact 3.

[0014] Un fluide, par exemple un gaz ou un liquide, est disposé entre le premier plot de contact 3 et l'électrode de décontamination 5. Le fluide a une première valeur de permittivité diélectrique et il est soumis au champ électrique généré entre le plot de contact et l'électrode de décontamination. Le fluide peut recouvrir partiellement ou totalement le plot de contact 3 et/ou l'électrode de

décontamination 5.

[0015] Le dispositif de décontamination applique le premier champ électrique non uniforme sur au moins une partie de la zone de contact du premier plot 3, c'est-à-dire la zone à décontaminer, au moyen de l'électrode de décontamination 5. Le dispositif de décontamination et le fluide sont configurés de manière à ce que le champ électrique génère sur les contaminants, par diélectrophorèse, une force dirigée vers l'électrode de décontamination 5.

[0016] De cette manière, les contaminants disposés dans le champ électrique et dans le fluide sont déplacés de manière à décontaminer le plot de contact 3 ou la zone à décontaminer du plot de contact 3.

15 [0017] Lorsque l'espace disposé entre le premier plot 3 et l'électrode de décontamination 5 est rempli par un fluide ayant une permittivité inférieure à la permittivité de la contamination supposée, les lignes de champs sont configurées divergentes en direction du premier plot 3.

20 [0018] Lorsque l'espace disposé entre le premier plot 3 et l'électrode de décontamination 5 est rempli par un fluide ayant une permittivité supérieure à la permittivité de la contamination supposée, les lignes de champs sont configurées convergentes en direction du premier plot 3.

25 [0019] Le dispositif de génération du premier champ électrique permet l'obtention d'un champ électrique non uniforme ce qui se traduit par l'existence d'un gradient de champ électrique dans la zone à décontaminer. Ce gradient de champ électrique permet par diélectrophorèse d'attirer les particules diélectriques des zones de faible gradient de champ électrique vers les zones à fort gradient de champ électrique lorsque les lignes de champs sont configurées divergentes en direction du premier plot 3, comme cela est illustré aux figures 3 et 7 à 11.

30 [0020] Le gradient de champ électrique est présent à la surface de la zone à décontaminer et il est orienté de manière à ce que la force imposée par le champ électrique entraîne les contaminants vers l'électrode de décontamination 5. Dans le cas des lignes de champ divergentes en direction du premier plot 3, la valeur du gradient de champ électrique augmente en direction de l'électrode de décontamination, par exemple le long du trajet entre le premier plot 3 et l'électrode de décontamination parallèlement à la surface de la zone à décontaminer. Les contaminants sont concentrés dans les zones où le gradient de champ électrique est le plus élevé, par exemple à côté de certaines parties de l'électrode de décontamination 5.

35 [0021] Dans le cas de lignes de champ électrique convergentes, la valeur du gradient décroît et les contaminants sont chassés des zones où le gradient est élevé.

40 [0022] Le premier champ électrique non uniforme avec des lignes de champ divergentes ou convergentes en direction de la zone à décontaminer et avec un gradient de champ électrique parallèle à la surface à décontaminer augmentant ou diminuant dans la direction de l'électrode de décontamination peut être obtenu par de multi-

ples moyens et avec des configurations variées.

[0023] Lorsque le premier plot de contact 3 fait partie du dispositif de génération du premier champ électrique, ce dernier et l'électrode de décontamination 5 sont configurés, par exemple, pour que le premier champ électrique présente des lignes de champ électrique qui divergent lorsque l'on se dirige vers la zone à décontaminer, c'est-à-dire qui divergent depuis l'électrode de décontamination 5 vers une partie de la première zone de contact 3 que l'on veut décontaminer. De cette manière, il y a augmentation du champ électrique au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la première zone de contact 3 vers l'électrode de décontamination 5. Le gradient de champ électrique présente une composante parallèle à la surface du plot de manière à attirer les contaminants hors du plot 3. Ensuite, les contaminants suivent la surface du substrat selon le gradient de champ électrique de manière à quitter la zone à décontaminer voire atteindre l'électrode de décontamination 5.

[0024] Le champ électrique doit présenter des lignes de champ divergentes à la surface de la zone de contact afin de forcer le déplacement des contaminants. Même si il existe des lignes de champ divergentes depuis des faces latérales du substrat, ces dernières n'ont pas un effet direct sur la surface de contact. Les lignes de champs provenant des faces latérales peuvent néanmoins servir au transport des contaminants depuis le plot de contact 3 vers l'électrode de décontamination 5 le long du substrat.

[0025] Les lignes du champ électrique doivent être divergentes ou principalement divergentes dans une direction parallèle à la surface de contact de manière à générer un mouvement des contaminants qui tend à faire sortir ce dernier du plot de contact 3. Si le champ électrique est divergent dans une direction perpendiculaire à la surface de contact, les contaminants sont bloqués dans une zone particulière de la surface de contact à l'endroit où le gradient de champ électrique est le plus fort.

[0026] Un résultat similaire peut être obtenu au moyen d'un dispositif de décontamination générant des lignes de champ électrique convergentes en direction du premier plot 3 en association avec un fluide adapté. Comme cela est illustré aux figures 5 à 11, le premier plot 3 et l'électrode de décontamination 5 peuvent servir à former des lignes de champ électrique divergentes ou convergentes en direction du premier plot. Le fluide est alors judicieusement choisi de manière à ce que les forces induites éloignent les contaminants du premier plot 3.

[0027] Afin d'avoir la plus grande efficacité énergétique, la surface de contact du premier plot 3 est dans le même plan que la partie de l'électrode de décontamination 5 qui génère les lignes de champ par exemple divergentes. Le premier plot 3 et l'électrode de décontamination 5 sont disposés à la surface du substrat, de préférence légèrement en saillie de la surface du substrat. La surface libre de l'électrode de décontamination peut être dans le même plan que la surface de contact du premier

plot, mais il est également envisageable que le plan défini par la surface de contact du premier plot soit au-dessus ou en dessous de la partie de l'électrode de décontamination 5 qui génère les lignes de champ divergentes ou convergentes. Plus la différence de hauteur est importante et plus la composante parallèle est faible ce qui réduit l'efficacité de l'électrode de décontamination.

[0028] Comme cela est illustré aux figures 2 et 3, le plot 3 et l'électrode de décontamination 5 sont dans le même plan ou sensiblement dans le même plan disposé à la surface du substrat. Cette configuration préférentielle permet d'avoir une décontamination importante tout en maintenant le champ électrique sous la valeur de claquage du milieu ambiant.

[0029] Selon les modes de réalisation, les lignes de champ divergent ou convergent depuis les moyens de génération du champ électrique vers la partie du premier plot de contact à décontaminer ou depuis une électrode vers la zone à décontaminer. Le champ électrique présente des lignes de champ électrique qui divergent ou convergent au niveau d'une partie de la surface de contact du premier plot de contact 3 en direction de la zone à décontaminer.

[0030] Le champ électrique possède une composante dans une direction parallèle à la surface de contact du premier plot de contact 3. Cette composante permet, par diélectrophorèse, d'éliminer les particules diélectriques présentes à la surface du premier plot de contact 3. Dans les régions du champ électrique ou les lignes de champ divergent depuis les moyens de génération vers le premier plot de contact, il y a décontamination si le contaminant a une permittivité diélectrique supérieure à la permittivité du fluide. Les moyens de génération du champ électrique non uniforme comportent une électrode 5 de décontamination à proximité immédiate du premier plot de contact 3. Dans l'exemple de la figure 3, deux électrodes 5a, 5b de décontamination sont utilisées. Les contaminants sont attirés dans les zones de fort gradient de champ. Comme les lignes de champ divergent lorsque l'on se dirige vers la zone à décontaminer, les impuretés sont retirées de la zone à décontaminer pour se concentrer dans les zones à fort gradient de champ, ici à proximité des électrodes 5a et 5b (figure 3).

[0031] L'intensité et la direction du champ électrique sont choisies de manière à écarter les contaminants vers l'électrode 5 de décontamination ce qui permet de décontaminer le premier plot de contact 3.

[0032] A titre d'exemple, ce champ électrique non uniforme permet de diminuer la concentration en contaminants organiques à la surface du premier plot de contact 3. La diminution de la pollution organique à la surface du premier plot de contact 3 permet d'augmenter la fiabilité du contact entre les premier 3 et second 4 plots de contact en réduisant les risques de carbonisation de ces molécules organiques.

[0033] Une électrode 5, de préférence de forme annulaire, entoure le premier plot de contact 3. L'électrode annulaire 5 est électriquement distincte des premier 3 et

second 4 plots de contact. L'électrode annulaire 5 peut avoir une forme carrée, ronde ou quelconque. De manière préférentielle, la partie intérieure de l'électrode 5 suit la forme du premier plot de contact 3 de manière à avoir des formes sensiblement complémentaires. L'électrode de décontamination est préférentiellement disposée autour de la zone à décontaminer, ici autour de la première zone de contact, pour former un gradient de champ électrique autour de la zone à décontaminer. Dans la suite de la description, l'électrode 5 de décontamination est considérée comme annulaire mais d'autres formes sont également envisageables.

[0034] Selon les modes de réalisation, l'électrode annulaire 5 est continue ou discontinue. La forme annulaire de l'électrode 5 permet de protéger le premier plot de contact 3 de l'environnement extérieur en réduisant l'arrivée de contaminants extérieurs.

[0035] Dans son mode de réalisation dit « continue » et illustré par exemple aux figures 4 et 5, l'électrode de décontamination 5 entoure complètement le premier plot de contact 3 selon un premier plan de coupe, ici le plan AA qui est parallèle à la surface de contact.

[0036] Dans le mode de réalisation illustré aux figures 5 et 6, les lignes de champ sont convergentes en direction du premier plot 3. L'espace disposé entre le premier plot 3 et l'électrode de décontamination 5 est rempli par un fluide ayant une permittivité supérieure à la permittivité de la contamination supposée. Comme la permittivité de la contamination est inférieure à la permittivité du milieu ambiant et que les lignes de champ convergent en direction du plot 3, la diélectrophorèse engendre une force sur le contaminant ce qui permet la décontamination du plot 3. Dans ce cas de figure, l'espace entre l'électrode de décontamination 5 et le plot 3 peut être rempli par exemple par de l'eau pure ou par de l'acide formique ou un autre matériau compatible avec le fonctionnement du bras mobile. A titre d'exemple, il est possible de plonger, au moins partiellement le dispositif dans un bain d'eau pure ou d'acide formique.

[0037] Dans des modes de réalisation privilégiés illustrés aux figures 7 à 9, le champ électrique est non uniforme avec des lignes de champ divergentes en direction du plot 3. L'espace disposé entre le premier plot 3 et l'électrode de décontamination 5 est rempli par un fluide ayant une permittivité inférieure à la permittivité de la contamination supposée. Comme la permittivité de la contamination est supérieure à la permittivité du milieu ambiant et que les lignes de champ convergent en direction de l'électrode de décontamination 5, la diélectrophorèse engendre une force sur le contaminant ce qui permet la décontamination du plot 3. Ces modes de réalisation offrent une plus grande souplesse dans le choix du matériau pouvant être décontaminé ainsi que dans le matériau qui sépare l'électrode de décontamination 5 du plot 3. Dans ce cas de figure, le fluide est avantageusement un gaz. Le fluide utilisé peut être de l'air ou une atmosphère basse pression.

[0038] Dans les modes de réalisation illustrés à la fi-

gure 8, la zone de contact 3 entoure l'électrode de décontamination 5 ce qui permet de concentrer les contaminants à l'intérieur de la surface définie par la zone de contact afin d'avoir une décontamination sans perte de place sur le substrat.

[0039] Dans son mode de réalisation dit « discontinu » illustré aux figures 8 et 9, l'électrode de décontamination (ici annulaire) 5 entoure partiellement le premier plot de contact 3. L'électrode annulaire 5 entoure le premier plot de contact 3, mais elle laisse un ou plusieurs secteurs angulaires sans vis-à-vis entre l'électrode annulaire 5 et le premier plot de contact 3. L'électrode annulaire 5 peut donc être formée par une pluralité d'électrodes élémentaires disposées à distance les unes des autres. Il y a alors alternance de secteurs angulaires avec un vis-à-vis et de secteurs angulaires sans vis-à-vis. Dans ces modes de réalisation, la zone de contact joue le rôle de contre-électrode dans l'application du champ électrique.

[0040] Dans un mode de réalisation particulier, le champ électrique maximal entre l'électrode annulaire 5 et le premier plot de contact 3 est supérieur ou égal à un kilovolt par centimètre (kV/cm).

[0041] L'effet de décontamination est d'autant plus important que la valeur du champ électrique est élevée. Cependant, le champ électrique maximum est limité par le claquage du milieu dans lequel est formé le champ électrique. Par exemple, pour de l'air, la valeur maximale est de l'ordre de 10 à 80 kV/cm. De manière préférentielle, le champ électrique est essentiellement orienté selon une direction parallèle à la surface de contact entre les premier et second plots de contact afin d'avoir le maximum de rendement énergétique pour la décontamination. Plus le gradient de champ et le champ sont importants et plus la décontamination est efficace.

[0042] Dans un mode de réalisation préférentiel, la distance entre l'électrode 5 et le premier plot de contact 3 n'est pas constante ce qui permet l'obtention d'un champ électrique non homogène. Dans un premier cas illustré à la figure 6, le plot de contact 3 présente une ou plusieurs zones en saillie en direction de l'électrode de décontamination 5.

[0043] Dans un autre cas illustré à la figure 7, l'électrode 5 présente une ou plusieurs zones en saillie en direction du premier plot de contact 3 et plus particulièrement en direction de la zone à décontaminer. Une configuration identique est illustrée à la figure 8 en intervertissant les positions de la surface de contact et de l'électrode 5, l'électrode 5 présente une ou plusieurs zones en saillie en direction du premier plot de contact 3. Cette zone en saillie permet de concentrer les lignes de champ du gradient de champ électrique présent entre l'électrode 5 et le premier plot de contact 3 et obtenir la divergence recherchée dans les lignes de champ. Pour obtenir ce résultat, le premier plot de contact 3 et/ou l'électrode annulaire 5 peuvent présenter une forme quelconque par exemple une forme d'étoile ou de roue dentée.

[0044] Dans encore un autre mode de réalisation qui peut être combiné aux précédents, une polarisation va-

riable dans le temps est appliquée entre l'électrode 5 et le premier plot de contact 3. Cette modulation dans le temps permet de modifier la forme du gradient et de faciliter la décontamination dans certaines zones. Cela permet également de sélectionner certaines espèces à décontaminer. La modulation dans le temps peut servir à créer des ondes stationnaires, ce qui autorise la création d'un champ électrique plus indépendant de la géométrie des électrodes. Le dispositif peut comporter des moyens d'application d'une polarisation variable dans le temps entre l'électrode 5 et le plot de contact 3. Cette mise en oeuvre est particulièrement intéressante dans l'exemple de réalisation illustré aux figures 9 et 10 avec plusieurs électrodes élémentaires 5.

[0045] Lorsque l'électrode 5 est formée par une pluralité d'électrodes élémentaires comme cela est illustré aux figures 9 à 11, les différentes électrodes peuvent être soumises au même potentiel ou à des potentiels différents de manière à obtenir le gradient de champ électrique recherché. De préférence, il existe également un gradient de champ électrique non uniforme entre électrodes élémentaires adjacentes de manière à capter les particules qui passent entre les deux électrodes élémentaires.

[0046] Le dispositif de décontamination est configuré pour appliquer le premier champ électrique non uniforme entre le premier plot de contact 3 et la première électrode de décontamination 5 et un deuxième champ électrique non uniforme sur au moins une seconde partie de la zone de contact du premier plot 3 au moyen d'une deuxième électrode de décontamination 5b. Un deuxième fluide est disposé entre le premier plot de contact 3 et la deuxième électrode de décontamination 5. Le deuxième fluide a une deuxième valeur de permittivité diélectrique qui peut être égale ou différente de celle du premier fluide.

[0047] Le dispositif de décontamination et le deuxième fluide sont configurés de manière à ce que le deuxième champ électrique génère sur le contaminant, par diélectrophorèse, une force dirigée vers la deuxième électrode de décontamination 5b.

[0048] Il est alors possible d'avoir des lignes de champ électrique convergentes entre le plot 3 et une des électrodes de décontamination 5 et des lignes de champ électrique divergentes entre le plot 3 et une autre électrode de décontamination 5.

[0049] Dans une autre variante de réalisation pouvant être illustrée aux figures 9 à 11, l'électrode 5 comporte ou est formée par un électret ou par une pluralité d'électrets. Dans ce cas de figure, une source de potentiel n'est pas nécessaire car les électrets possèdent une polarisation électrique intrinsèque. L'utilisation d'électrets est particulièrement intéressante lorsque le dispositif est déconnecté de sa source d'énergie car les particules contaminantes continuent de subir le champ électrique.

[0050] Dans un autre mode de réalisation pouvant être illustrée aux figures 9 à 11, plusieurs électrodes de décontamination ou plusieurs séries d'électrodes de décontamination sont associées à un plot de contact 3. Ces

différentes électrodes de décontamination peuvent être indépendantes électriquement pour tenir compte du flux de contaminant autour du plot ou des défauts de fabrication. Dans les modes de réalisation illustrés, les électrodes 5 sont disposées autour du plot 3 mais il est également possible d'inverser les positions de ces éléments ou d'utiliser un mode de réalisation selon les figures 5 et 6.

[0051] Dans le mode de réalisation illustré à la figure 11, le dispositif comporte avantageusement un circuit d'application d'un premier champ électrique entre le plot 3 et l'électrode de décontamination 5 la plus proche ou un groupe d'électrodes les plus proches et d'un deuxième champ électrique entre l'électrode de décontamination 5 (ou le groupe d'électrodes) et une deuxième électrode de décontamination 5 plus éloignée (ou un deuxième groupe d'électrodes). Le dispositif d'application du premier champ électrique non uniforme et du deuxième champ électrique non uniforme est configuré pour appliquer, avec un décalage temporel, le premier champ électrique puis le deuxième champ électrique de manière à décontaminer au moins partiellement le premier plot de contact 3 puis déplacer les contaminants vers la deuxième électrode de décontamination.

[0052] De cette manière, il est possible durant une première période de réaliser la décontamination du plot 3 au moyen de la première électrode ou de la première série d'électrodes puis de transférer les contaminants depuis la première électrode (ou la première série d'électrodes) vers la deuxième électrode (ou la deuxième série d'électrodes). Les première et deuxième électrodes de décontaminations peuvent être alignées avec le plot. La première électrode peut avoir une forme différente de la deuxième électrode et/ou être réalisée dans des matériaux différents. Par exemple, la première électrode est avantageusement discontinue et la deuxième électrode est formée par une série d'électrodes élémentaires, mais il est également possible d'avoir une organisation opposée. Dans un mode de réalisation préférentiel, l'électrode de décontamination 5 est encastrée dans le substrat afin de limiter la hauteur de sa partie en saillie par rapport à la surface du substrat. De manière encore plus préférentielle, la surface supérieure de l'électrode de décontamination 5 est dans le même plan que la surface du substrat afin de ne pas gêner le déplacement des contaminants.

[0053] Dans une variante de réalisation illustrée à la figure 12 et qui peut être appliquée aux modes de réalisation précédents, une l'électrode 6 additionnelle est disposée à proximité de l'électrode 5. L'électrode additionnelle 6 est, par exemple, disposée autour du premier plot de contact 3 et de l'électrode de décontamination. De manière préférentielle, les deux électrodes 5 et 6 sont de type annulaire, mais il est possible de combiner une électrode annulaire avec une électrode non-annulaire. Il est également possible d'utiliser une électrode comportant un ou plusieurs électrets ou formée par une pluralité d'électrets en combinaison avec une électrode qui en est dépourvue. Dans un mode de réalisation avantageux,

les électrodes 5 et 6 sont annulaires et concentriques avec de préférence l'électrode additionnelle 6 autour de l'électrode 5 de décontamination. De manière encore plus avantageuse, le premier plot de contact 3 est disposé au centre des deux électrodes annulaires 5 et 6.

[0054] Le couple plot 3 / électrode de décontamination 5 est celui illustré à la figure 5, mais les autres modes de réalisation sont également possibles. Le premier champ électrique est appliqué comme précédemment pour réaliser la décontamination. Un second champ électrique est également appliqué. Ce second champ électrique est non uniforme avec une divergence en direction de l'électrode de décontamination de manière à obtenir la décontamination de l'électrode 5 par l'électrode additionnelle 6. De cette manière, on empêche de nouveaux contaminants de s'approcher de l'électrode 5 en les concentrant vers l'électrode additionnelle 6. Il est également possible d'avoir un second champ électrique avec une divergence en direction de l'électrode additionnelle. Il est encore possible d'avoir une combinaison de ces deux modes de réalisation comme cela est illustré à la figure 12.

[0055] Dans ce mode de réalisation, il est préférable d'intégrer des moyens de génération d'un gradient de champ électrique plus important entre les deux électrodes 5 et 6 comparé au champ électrique présent entre l'électrode 5 et la surface de contact à décontaminer du premier plot de contact 3. Cette électrode annulaire 6 additionnelle associée à un gradient de champ électrique plus important permet de concentrer les particules polluantes entre ces deux électrodes 5 et 6. Le dispositif de génération du champ électrique non uniforme comporte l'électrode additionnelle et l'électrode de décontamination et la surface à décontaminer est la surface située entre les deux électrodes 5 et 6.

[0056] Cette architecture permet également de ne pas imposer un champ électrique décontaminant entre le plot 3 et l'électrode de décontamination 5, par exemple en appliquant le même potentiel sur le plot 3 et l'électrode de décontamination 5. Le champ électrique décontaminant est alors appliqué entre l'électrode de décontamination et l'électrode additionnelle 6.

[0057] Les molécules contaminantes sont concentrées entre les deux électrodes annulaires 5 et 6 ce qui permet d'obtenir, en plus, un déplacement accru de ces molécules hors du premier plot de contact 3 à cause de la différence de concentration qui existe entre le premier plot de contact 3 et l'électrode 5. En effet, bien que le premier plot 3 ne soit pas soumis au gradient de champ électrique de l'électrode additionnelle 6, il y a appauvrissement en contaminant à proximité du premier plot 3. L'homogénéisation de la concentration en contaminant sur la surface du substrat va se traduire par une décontamination de la surface du premier plot 3. Les meilleurs résultats sont obtenus avec des électrodes annulaires qui forment un barrage autour du premier plot.

[0058] Dans un mode de réalisation préférentiel, un revêtement anti-adhésif est formé, à la surface du substrat, entre la première zone de contact 3 et les moyens

de génération du champ électrique non uniforme, de préférence entre la première zone de contact et l'électrode de décontamination 5. Ce revêtement anti-adhésif peut être obtenu au moyen du dépôt d'un matériau adapté ou au moyen d'un traitement de surface spécifique, par exemple par voie plasma ou par voie liquide. De manière préférentielle, un traitement chimique laissant à la surface un greffage de molécules de Polytétrafluoroéthylène à terminaison silane est utilisé.

[0059] Le premier plot de contact 3 et le second plot de contact 4 sont formés par un matériau électriquement conducteur, de préférence un matériau métallique. Les électrodes 5 et 6 sont formées par un matériau électriquement conducteur, de préférence un matériau métallique ou par un polymère synthétique comme le polypropylène, le polyéthylène téréphtalate dans le cas des électrets. Il est également possible de former des électrets dans un oxyde de silicium qui est utilisé dans le dispositif. Les électrodes 5 et 6 peuvent également être recouvertes par un matériau isolant.

[0060] Afin d'obtenir une décontamination maximale du premier plot de contact 3, la surface de contact de ce dernier est au même niveau ou en saillie par rapport à la surface environnante immédiate. De plus, le plan contenant l'électrode annulaire 5 contient également le premier plot de contact 3.

[0061] Dans un autre mode de réalisation, une autre électrode est également formée à proximité du second plot de contact 4, de préférence autour du second plot de contact 4, afin de faciliter la décontamination de ce dernier. Les différentes variantes de réalisation présentées pour le premier plot de contacts 3 sont utilisables pour le second plot de contact 4.

[0062] Si le second plot de contact 4 réalise une connexion électrique entre le premier plot de contact 3 et un plot adjacent (non représenté), l'électrode annulaire 5 peut entourer le premier plot de contact ou les deux plots de contact. Il est également envisageable d'utiliser deux électrodes annulaires jointives formant, par exemple un « 8 ».

[0063] Selon les modes de réalisation, le champ électrique non uniforme peut être obtenu au moyen de la première zone de contact 3 et d'une électrode de décontamination 5 ou au moyen de deux ou plus électrodes de décontamination 5 ou par tout autre technique adaptée.

Revendications

1. Dispositif comportant

- un substrat muni d'un premier plot de contact (3) avec une zone de contact,
- un second (4) plot de contact solidaire du substrat (1) et comportant une zone de contact, le second plot (4) se déplaçant par rapport au premier plot de contact (3) entre une position de contact ohmique entre lesdites zones de contact

et une autre position,

dispositif **caractérisé en ce qu'il** comporte

- un dispositif de décontamination par application d'un premier champ électrique non uniforme (5, 6) sur au moins une partie de la zone de contact du premier plot (3) au moyen d'une électrode de décontamination (5, 6),
- un fluide disposé entre le premier plot de contact (3) et l'électrode de décontamination (5), le fluide ayant une première valeur de permittivité diélectrique,

dispositif dans lequel le dispositif de décontamination et le fluide sont configurés de manière à ce que le premier champ électrique génère sur un contaminant, par diélectrophorèse, une force dirigée vers l'électrode de décontamination (5).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première valeur de permittivité diélectrique du fluide est inférieure à la valeur de permittivité diélectrique du contaminant, le dispositif de décontamination est configuré de manière à ce que le champ électrique comporte sur la surface de contact de la première zone de contact (3) des lignes de champ électrique convergentes en direction de l'électrode de décontamination (5) avec un gradient de champ électrique croissant en direction de l'électrode de décontamination (5).
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'électrode de décontamination (5) comporte au moins une zone en saillie en direction du premier plot de contact (3).
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première valeur de permittivité diélectrique du fluide est supérieure à la valeur de permittivité diélectrique du contaminant, le dispositif de décontamination est configuré de manière à ce que le champ électrique comporte sur la surface de contact de la première zone de contact (3) des lignes de champ électrique divergentes en direction de l'électrode de décontamination (5) avec un gradient de champ électrique décroissant en direction de l'électrode de décontamination (5).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'électrode de décontamination (5) est disposée autour de la première zone contact (3).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'électrode de décontamination (5) comporte une pluralité d'électrodes élémentaires (5a, 5b) connectées électriquement à

une première borne d'un circuit de polarisation.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de décontamination est configuré pour appliquer un deuxième champ électrique non uniforme sur au moins une seconde partie de la zone de contact du premier plot (3) au moyen d'une deuxième électrode de décontamination (5b), un deuxième fluide étant disposé entre le premier plot de contact (3) et la deuxième électrode de décontamination (5), le fluide ayant une deuxième valeur de permittivité diélectrique, le dispositif de décontamination et le deuxième fluide étant configurés de manière à ce que le deuxième champ électrique génère sur le contaminant, par diélectrophorèse, une force dirigée vers la deuxième électrode de décontamination (5b).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de décontamination est configuré pour appliquer un deuxième champ électrique non uniforme sur au moins une partie de l'électrode de décontamination (5a) au moyen d'une deuxième électrode de décontamination (5b), un deuxième fluide étant disposé entre la deuxième électrode de décontamination (5a) et l'électrode de décontamination (5b), le fluide ayant une deuxième valeur de permittivité diélectrique, le dispositif de décontamination et le deuxième fluide étant configurés de manière à ce que le deuxième champ électrique génère sur le contaminant, par diélectrophorèse, une force dirigée vers la deuxième électrode de décontamination (5b) pour éloigner le contaminant du premier plot de contact (3).
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de décontamination est configuré pour appliquer un deuxième champ électrique non uniforme en décalage temporelle par rapport au premier champ électrique non uniforme de manière à décontaminer au moins partiellement le premier plot de contact au moyen de l'électrode de décontamination (5a) puis déplacer les contaminants vers la deuxième électrode de décontamination (5b).
10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le dispositif de décontamination est configuré pour appliquer un deuxième champ électrique non uniforme plus important que le premier champ électrique non uniforme.
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'électrode de décontamination (5) et/ou la deuxième électrode de décontamination (5a, 5b) comporte au moins un électret.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications

1 à 11, **caractérisé en ce que** substrat est recouvert par un revêtement anti-adhésif entre la première zone de contact (3) et l'électrode de décontamination (5).

5

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** l'électrode de décontamination (5) est formée dans le substrat de manière à ce que la face supérieure de l'électrode de décontamination (5) soit dans le même plan que la surface du substrat.

10

14. Dispositif comportant :

- un substrat muni d'un premier plot de contact (3) avec une zone de contact, 15
- un second (4) plot de contact solidaire du substrat (1) et comportant une zone de contact, le second plot (4) se déplaçant par rapport au premier plot de contact (3) entre une position de contact ohmique entre lesdites zones de contact et une autre position, 20

dispositif **caractérisé en ce qu'il** comporte

25

- un dispositif de décontamination par application d'un premier champ électrique non uniforme (5, 6) entre une électrode de décontamination (5) et une électrode additionnelle (6), l'électrode de décontamination (5) et l'électrode additionnelle (6) entourant chacune le premier plot de contact (3) le dispositif de décontamination étant configuré de manière à ce que le premier champ électrique comporte des lignes de champ électrique divergentes ou convergentes en direction de l'électrode additionnelle (6) avec un gradient de champ électrique croissant ou décroissant en direction de l'électrode de décontamination (5) le long de la surface du substrat séparant l'électrode de décontamination (5) de l'électrode additionnelle (6). 30 35 40

15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'électrode de décontamination (5) comporte au moins une zone en saillie en direction de l'électrode additionnelle (6). 45

50

55

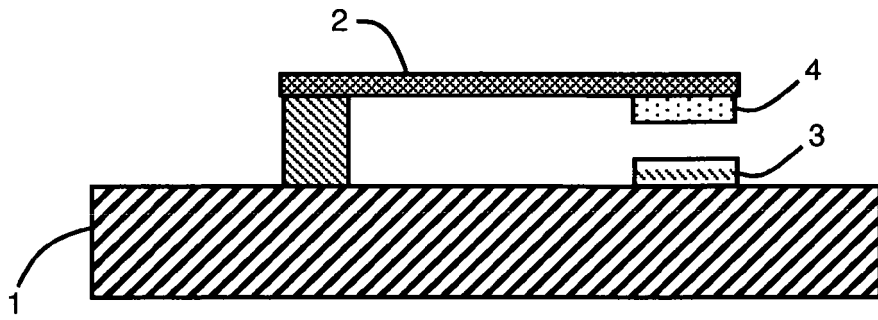


Figure 1

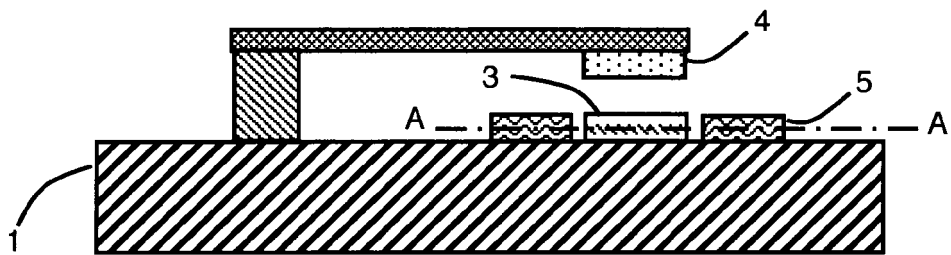


Figure 2

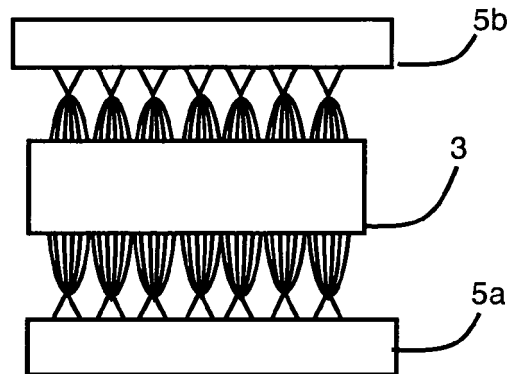


Figure 3

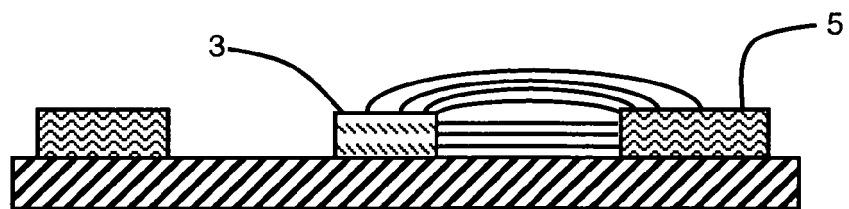


Figure 4

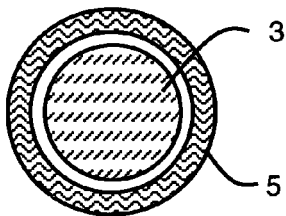


Figure 5

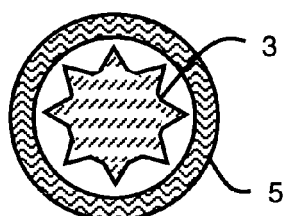


Figure 6

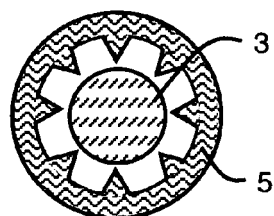


Figure 7

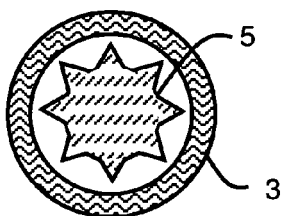


Figure 8

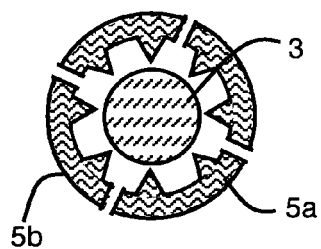


Figure 9

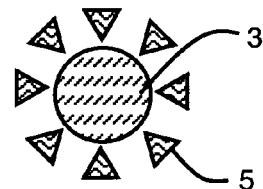


Figure 10

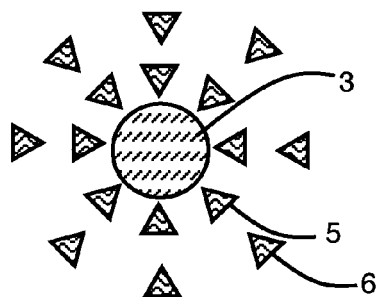


Figure 11

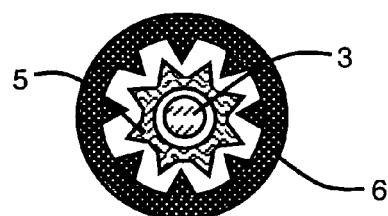


Figure 12



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 35 4040

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 98/34269 A1 (CALIFORNIA INST OF TECHN [US]) 6 août 1998 (1998-08-06) * page 16, ligne 14 - page 17, ligne 2; figures 6A,6B *	1-6	INV. H01H1/00 H01H1/60
X	US 6 094 116 A (TAI YU-CHONG [US] ET AL) 25 juillet 2000 (2000-07-25) * colonne 8, ligne 35 - colonne 9, ligne 25; figures 6A, 6B *	1-6	
X	WO 99/62089 A1 (SIEMENS ELECTROMECH COMPONENTS [DE]; SCHLAACK HELMUT [DE]) 2 décembre 1999 (1999-12-02) * page 9, ligne 33 - page 10, ligne 10; figure 6 *	1,4,5,11	
X	US 2005/236260 A1 (PASCH NICHOLAS F [US] ET AL) 27 octobre 2005 (2005-10-27) * le document en entier *	1-5,13, 14	
X	US 2008/156624 A1 (KIM CHE HEUNG [KR] ET AL) 3 juillet 2008 (2008-07-03) * alinéas [0077] - [0101]; figures 11-15 *	1,4,5,14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01H
X	US 2006/087390 A1 (YUBA TAKASHI [JP] ET AL) 27 avril 2006 (2006-04-27) * alinéa [0075] - alinéa [0078]; figures 1a, 1b, 1c, 2a, 2b *	1-6	
X	WO 2009/147600 A1 (NXP BV [NL]; STEENEKEN PETER GERARD [NL]; SUY HILCO [NL]; GOOSSENS MAR) 10 décembre 2009 (2009-12-10) * page 12, ligne 21 - page 17, ligne 3; figures 6,7 *	1,4,5	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 21 novembre 2011	Examineur Ramírez Fueyo, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)



Numéro de la demande

EP 11 35 4040

REVENDEICATIONS DONNANT LIEU AU PAIEMENT DE TAXES

La présente demande de brevet européen comportait lors de son dépôt les revendications dont le paiement était dû.

- ☐ Une partie seulement des taxes de revendication ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû ainsi que pour celles dont les taxes de revendication ont été acquittées, à savoir les revendication(s):
- ☐ Aucune taxe de revendication n'ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû.

ABSENCE D'UNITE D'INVENTION

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir:

voir feuille supplémentaire B

- ☐ Toutes les nouvelles taxes de recherche ayant été acquittées dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour toutes les revendications.
- ☒ Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prêtaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, la division de la recherche n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.
- ☐ Une partie seulement des nouvelles taxes de recherche ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties qui se rapportent aux inventions pour lesquelles les taxes de recherche ont été acquittées, à savoir les revendications:
- ☐ Aucune nouvelle taxe de recherche n'ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications, à savoir les revendications:
- ☐ Le présent rapport supplémentaire de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications (Règle 164 (1) CBE)



ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

EP 11 35 4040

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-13

Dispositif comportant un dispositif de décontamination avec
une électrode de décontamination et un fluide

2. revendications: 14, 15

Dispositif comportant un dispositif de décontamination avec
une électrode de décontamination et une électrode
additionnelle

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 35 4040

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-11-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9834269	A1	06-08-1998	EP 0968530 A1 WO 9834269 A1	05-01-2000 06-08-1998
US 6094116	A	25-07-2000	AUCUN	
WO 9962089	A1	02-12-1999	DE 19823690 C1 WO 9962089 A1	05-01-2000 02-12-1999
US 2005236260	A1	27-10-2005	AUCUN	
US 2008156624	A1	03-07-2008	KR 100837741 B1 US 2008156624 A1	13-06-2008 03-07-2008
US 2006087390	A1	27-04-2006	JP 4540443 B2 JP 2006120449 A US 2006087390 A1	08-09-2010 11-05-2006 27-04-2006
WO 2009147600	A1	10-12-2009	EP 2286431 A1 US 2011147861 A1 WO 2009147600 A1	23-02-2011 23-06-2011 10-12-2009

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82