

①② **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②② Date de dépôt : 11.09.12.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 14.03.14 Bulletin 14/11.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : **NANOMADE CONCEPT** Société par
actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : **SONGEON LIONEL** et **SEVERAC
FABRICE**.

⑦③ Titulaire(s) : **NANOMADE CONCEPT** Société par
actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : **CABINET SCHMIT CHRETIEN**.

⑤④ **DISPOSITIF DE DETECTION BIOLOGIQUE OU CHIMIQUE A LECTURE ELECTRIQUE.**

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif à lecture électrique
pour la détection d'une espèce biochimique comportant un
bio-capteur, lequel bio-capteur comprend :

- a. un substrat isolant;
- b. une couche d'un nanocoupleur chimique greffée à la
surface dudit substrat;
- c. une assemblée de nanoparticules fonctionnalisée,
structurée et cohésive avec la couche de nanocoupleur
chimique, laquelle assemblée est apte à détecter l'espèce
biochimique;
- d. deux électrodes connectées électriquement avec la-
dite assemblée de nanoparticules.



L'invention concerne un dispositif de détection biologique ou chimique à lecture électrique. Le dispositif objet de l'invention est adapté à la détection sélective d'espèces chimiques, biologiques ou biochimiques par mesure électrique directe, dans un produit en phase liquide, notamment aqueuse, ou en phase gazeuse.

5 Le document US 7 214 528 décrit un dispositif pour la détection de protéines, ou d'anticorps, miniaturisé comprenant un micro-puit apte à recevoir un fluide à analyser. Au fond dudit micro-puit se trouve un circuit imprimé métallique déposé sur un substrat d'oxyde de silicium. Lesdites électrodes sont constituées d'un métal de haute pureté tel que du chrome, de l'or ou de l'iridium, déposé en couche mince par pulvérisation cathodique ou « *sputtering* » laquelle couche est ensuite gravée afin d'obtenir la forme
10 d'électrode visée et finalement décapée de sorte à en activer la surface. Lesdites électrodes sont revêtues d'une couche d'un bio-détecteur. Le bio-détecteur est constitué par exemple d'une bio-molécule sensible à l'espèce biologique à détecter. Une solution comprenant le bio-détecteur approprié est mise en contact avec les électrodes et
15 incubée pendant un temps suffisant pour obtenir l'adhésion du bio-détecteur aux électrodes. Le circuit, constitué par les électrodes, est alimenté électriquement à une fréquence donnée. La capture d'une bio-molécule par le bio-détecteur, change la capacité électrique du circuit et modifie la fréquence de réponse de celui-ci. Un traitement du signal permet ainsi de détecter, par un signal électrique, la présence de
20 la bio-molécule visée.

Ce dispositif de l'art antérieur est de fabrication complexe et onéreuse et nécessite la mise en oeuvre de moyens particulièrement sensibles pour réaliser la détection.

Afin de résoudre les inconvénients de l'art antérieur, l'invention concerne un dispositif à lecture électrique pour la détection d'une espèce biochimique dans un fluide
25 lequel dispositif comporte un bio-capteur, lequel bio-capteur comprend :

- a. un substrat isolant ;
- b. une couche d'un nanocoupleur chimique greffée à la surface dudit substrat ;
- c. une assemblée de nanoparticules fonctionnalisée, structurée et cohésive
30 avec la couche de nanocoupleur chimique, laquelle assemblée est apte à détecter l'espèce biochimique ;
- d. deux électrodes connectées électriquement avec ladite assemblée de

nanoparticules.

Ainsi, l'utilisation d'une assemblée de nanoparticules fonctionnalisée avec le bio-détecteur permet, d'une part, d'accroître la sensibilité du capteur, d'autre part offre un grand nombre de possibilités pour fonctionnaliser l'assemblée de nanoparticules afin
5 de l'adapter à la détection de tout type d'espèce chimique ou biochimique. Par ailleurs, le dispositif est réalisable par des techniques plus économiques que celles de l'art antérieur, par exemple, par dépôt capillaire/convectif ou par évaporation de goutte. La présence du nanocoupleur chimique permet la cohésion de l'assemblée de nanoparticules sur le substrat et la résistance de cette cohésion au contact du fluide à
10 analyser, notamment lorsque ledit fluide est un liquide aqueux.

L'invention peut être mise en oeuvre selon les modes de réalisation avantageux exposés ci-après, lesquels peuvent être considérés individuellement ou selon toute combinaison techniquement opérante.

Selon un premier mode de réalisation du dispositif objet de l'invention, l'assemblée
15 de nanoparticules du bio-capteur est fonctionnalisée par greffage d'un bio détecteur à la surface des nanoparticules constituant ladite assemblée. Ainsi, l'interaction avec l'espèce dont la détection est visée agit directement sur les caractéristiques de conduction entre les nanoparticules de l'assemblée. Ce mode d'interaction permet de produire un capteur de grande sensibilité.

20 Selon un deuxième mode de réalisation du dispositif objet de l'invention, l'assemblée de nanoparticules du bio-capteur est fonctionnalisée par une couche mince d'un polymère à empreinte moléculaire sur la surface de ladite l'assemblée.

Selon un troisième mode de réalisation, l'assemblée de nanoparticules du bio-capteur est fonctionnalisée par une couche mince isolante sur la surface de ladite
25 assemblée, une couche de bio-détecteur étant greffée sur la surface de ladite couche mince isolante.

Selon ces deuxièmes et troisièmes modes de réalisation, les nanoparticules sont utilisées sans greffage de leur surface et mesurent les modifications mécaniques de la couche mince sous l'effet de la capture des espèces dont la détection est visée.

30 Selon une variante de réalisation du dispositif objet de l'invention, la structure de l'assemblée de nanoparticules du bio-capteur consiste en un amas continu s'étendant entre les deux électrodes. Ce mode de réalisation est le plus économique, il permet

notamment l'utilisation du procédé par évaporation d'une goutte, rapide et simple de mise en oeuvre.

Selon une autre variante de réalisation du dispositif objet de l'invention, la structure de l'assemblée de nanoparticules du bio-capteur consiste en une pluralité de microfils s'étendant entre les deux électrodes. Ce mode de réalisation permet d'une part d'augmenter la surface sensible soumise au contact du fluide, à quantité de nanoparticules déposées équivalente, d'autre part, ouvre la possibilité de détection d'une pluralité d'espèces sur un même capteur.

Selon un exemple de réalisation du dispositif objet de l'invention, le substrat du bio-capteur est constitué de poly(téréphtalate) d'éthylène. Ainsi le bio-capteur du dispositif objet de l'invention est souple, et permet également la réalisation d'un dispositif transparent ou translucide..

Selon un autre exemple de réalisation du dispositif objet de l'invention, le substrat du bio-capteur est constitué de dioxyde de silicium. Ce mode de réalisation permet notamment de réaliser un dispositif transparent ou translucide et rigide.

Avantageusement, lorsque le bio-capteur est réalisé sur un substrat souple, le dispositif objet de l'invention comprend :

- e. un conduit apte à transporter un fluide ;
- f. ledit dispositif comportant le bio-capteur sur la paroi interne dudit conduit.

Ainsi, le dispositif objet de l'invention peut être installé directement dans un conduit transportant le fluide objet de la détection et permet de réaliser des mesures de manière régulière.

L'invention concerne également un procédé pour la fabrication d'un dispositif selon le mode réalisation dont le bio-capteur comprend des nanoparticules dont la surface est greffée avec un bio-détecteur, lequel procédé comprend les étapes consistant à :

- i. créer une suspension colloïdale de nanoparticules greffées en surface avec un bio-détecteur ;
- ii. déposer la dite suspension colloïdale sur la surface du substrat greffée avec un nanocoupleur chimique du bio-capteur.

Selon ce mode de réalisation, la sensibilité du bio-capteur est liée à des phénomènes de conduction électrique dans le volume de la couche de nanoparticules. Ainsi, ce mode de réalisation est particulièrement intéressant, sans exclusivité, pour la

réalisation d'un bio-capteur destiné à l'analyse d'un fluide sous forme liquide apte à produire un effet de percolation dans l'assemblée de nanoparticules au contact de celle-ci.

5 Selon un mode de réalisation alternatif, le procédé de fabrication objet de l'invention comprend les étapes consistant à :

- x créer une suspension colloïdale de nanoparticules dans un ligand ;
- y. déposer ladite suspension sur la surface du substrat du bio-capteur, ladite surface ayant été greffée avec un nanocoupleur chimique ;
- z. greffer un bio-détecteur sur l'assemblée de nanoparticules ainsi déposée.

10 Ce mode de réalisation est particulièrement économique et à ce titre préférable, mais non exclusif, pour la réalisation d'un bio-capteur destiné à analyser un fluide en phase gazeuse. Un tel capteur est cependant plus sensible que ce qu'il est possible d'obtenir avec les technologies de l'art antérieur, notamment car l'utilisation de nanoparticules permet d'augmenter la surface d'échange avec le fluide.

15 Avantageusement, le dépôt des nanoparticules sur le substrat du bio-capteur est réalisé soit par dépôt capillaire/convectif soit par l'évaporation d'une goutte. Ces procédés de dépôts étant économiques.

L'invention est exposée ci-après selon ses modes de réalisation préférés, nullement limitatifs, et en référence aux figures 1 à 3, dans lesquelles :

- 20 - la figure 1, montre selon une vue schématique en perspective un synopsis des différentes variantes du procédé objet de l'invention pour la réalisation d'un bio-capteur utilisable dans le dispositif objet de l'invention ;
- la figure 2, représente schématiquement, selon une vue en coupe AA définie figure 1, les étapes de dépôt d'une assemblée de nanoparticules par évaporation
- 25 d'une goutte ;
- et la figure 3 montre un synopsis d'un mode de réalisation du dispositif objet de l'invention dans lequel le bio-capteur est placé sur la surface interne d'un conduit.

Figure 1, selon un exemple de réalisation du dispositif objet de l'invention, celui-ci

30 comprend une étape (110) de préparation du support du bio-capteur (100) utilisé pour détecter les espèce visées. Ledit bio-capteur comprend un substrat (101) isolant. À titre d'exemple non limitatif, ledit substrat est constitué, de dioxyde de silicium (SiO₂) ou de

poly(téréphtalate) d'éthylène (PET). Selon un autre exemple de réalisation ledit substrat est constitué d'une couche (1010) de silicium (Si) sur laquelle une ou plusieurs couches (1011, 1012) isolantes sont créées par oxydation du silicium et gravure. Ainsi, lesdites couches permettent de délimiter un puit ou un canal d'écoulement. La surface (102) destinée à recevoir l'assemblée de nanoparticules est greffée en y déposant une couche d'un nanocoupleur chimique (105). Ce nanocoupleur (105) consiste en une molécule composée d'une chaîne de liaison (1050), par exemple une chaîne carbonée, et de deux fonctions chimiques distinctes (1051, 1052) aux extrémités de la chaîne de liaison. Une des deux fonctions chimiques sert à greffer le coupleur (105) sur la surface (102) du substrat (101), l'autre à greffer ledit coupleur sur la surface des nanoparticules. À titre d'exemple non limitatif, le nanocoupleur chimique pour un substrat SiO₂ ou PET est un silane (SiH₄), apte à interagir avec des groupements OH de la surface du substrat préalablement activée par un traitement UV-Ozone et comportant à l'autre extrémité (1052) du coupleur et selon la nature des nanoparticules, un groupe amine (NH₂) apte à se greffer à la surface des nanoparticules, ou un groupement carboxylique (COOH) apte à se greffer sur un groupe amine (NH₂) préalablement greffé à la surface des nanoparticules. L'opération de greffe dudit nanocoupleur (105) à la surface du substrat, est réalisée par exemple par immersion. Selon un mode de réalisation particulier, le coupleur est greffé à la surface du substrat, par un procédé de micro-impression tel que la lithographie douce, afin de déposer ledit nanocoupleur (105) selon un motif défini. Finalement, des électrodes (103) sont déposées à la surface du substrat et recouvrent partiellement l'assemblée de nanoparticules afin d'assurer le contact électrique.

Selon un mode de réalisation alternatif (non représenté), les électrodes sont d'abord déposées à la surface du substrat puis les nanoparticules sont déposées, en recouvrement partiel, sur lesdites électrodes.

Parallèlement à la préparation du substrat, une étape optionnelle (115) visant à fonctionnaliser la surface des nanoparticules pour la détection de l'espèce bio-chimique est réalisée. À cette fin, les nanoparticules (150) en suspension aqueuse sont incubées avec un ligand, par exemple un aptamère (125) configuré pour avoir une affinité particulière avec l'espèce bio-chimique dont la détection est visée. Ledit aptamère se fixe à la surface des nanoparticules (150) par un processus d'adsorption chimique, aussi dénommée chimisorption : l'aptamère ou le bio-détecteur comportent une fonction

chimique à une de leurs extrémités capable de se greffer à la surface des nanoparticules. Par exemple une fonction Thiol (-SH) est apte à se greffer sur une surface d'or par chimisorption, au moyen de la formation d'une liaison thiolate (S-Au).

Que la surface des nanoparticules ait été préalablement fonctionnalisée ou non
5 par un bio-détecteur, selon une deuxième étape (120), l'assemblée de nanoparticules (150) est déposée à la surface du substrat sur la couche de nanocoupleurs (105). Selon cet exemple de réalisation, le dépôt est réalisé selon des techniques, connues de l'art antérieur, du dépôt capillaire/convectif. Cette technique de dépôt est avantageusement utilisée pour déposer lesdites nanoparticules (150) sous la forme de microfils (111).
10 Lesdites nanoparticules (150) sont déposées sous la forme d'une suspensions colloïdale comprenant les nanoparticules et un ligand. Avantageusement, les nanoparticules (150) sont des nanoparticules d'or. Alternativement les nanoparticules (150) sont constituées d'oxyde d'indium-étain ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$) ou ITO

Figure 2, selon un mode de dépôt alternatif l'assemblée de nanoparticules est
15 déposée par une technique dite d'évaporation de goutte. À cette fin, l'assemblée de nanoparticules est déposée en suspension colloïdale à la surface du substrat (101) sous la forme d'une goutte (250). Ainsi, selon une première étape (210) de ce procédé, une goutte (250) comprenant des nanoparticules (150) en suspension colloïdale est déposée à la surface du substrat (101), surface sur laquelle un nanocoupleur (105)
20 chimique a préalablement été greffé. Du fait de l'affinité chimique des nanoparticules (150) avec ce nanocoupleur (105) chimique, naturellement, selon une deuxième étape (220) de ce procédé, une monocouche (251) de nanoparticules se greffe sur la couche de nanocoupleurs chimiques à la surface du substrat. Au cours d'une étape d'évaporation (230), l'évaporation de la goutte par son centre engendre un mouvement
25 des bords de ladite goutte vers son centre, provoquant un dépôt de nanoparticules. Ce dépôt s'organise (252) sur la première monocouche (251) qui reste attachée au substrat par le nanocoupleur chimique. Un rinçage rapide à l'eau déionisée et sous ultrasons permet de supprimer les accumulations de nanoparticules sur les bords et le centre de la goutte et d'obtenir une assemblée homogène. Ainsi, cette technique permet de
30 réaliser des dépôts de structure comparable à ce qu'il est possible d'obtenir par dépôt capillaire/convectif tout en bénéficiant d'une productivité plus élevée. Ladite technique permet également de réduire la quantité de nanoparticules déposées en suspension

pour un même résultat, toutes les nanoparticules (150) contenues dans la goutte (250) étant utilisées. Ainsi, le temps de dépôt est réduit à quelques minutes contre quelques heures selon le procédé de dépôt capillaire/convectif de l'art antérieur et la quantité de nanoparticules utilisée est réduite d'un facteur 10, à fonctionnalité équivalente, en
5 comparaison des techniques de dépôt de l'art antérieur. Ce procédé est par ailleurs compatible avec les procédés de micro-impression existants.

Le procédé de dépôt n'est pas limité à ces modes de réalisation et d'autres procédés, tels que la xérophotographie, permettent d'obtenir des résultats équivalents en termes de fonctionnalité du capteur.

10 En revenant à la figure 1, lorsque la surface des nanoparticules (150) qui ont été déposées sur le substrat n'a pas été préalablement fonctionnalisée par un bio-détecteur, l'étape (120) de dépôt de l'assemblée de nanoparticules (150) est suivie soit d'une étape (130) de greffe d'un bio-détecteur (125) à la surface des nanoparticules (150) de l'assemblée déposée, soit d'une étape (140) consistant à déposer une couche
15 isolante (135) à la surface de ladite assemblée.

Ledit bio-détecteur (125) consiste en un aptamère, un anticorps ou un brin d'ADN sensible à la l'espèce dont la détection est visée. La couche isolante (135) est, selon le mode de réalisation, constituée d'un polymère à empreinte moléculaire ou d'un isolant, par exemple du dioxyde de silicium (SiO_2) sur lequel est ensuite greffé une
20 couche d'un bio-détecteur tel qu'un anticorps spécifique pour la détection de l'espèce bio-chimique visée.

Un polymère à empreinte moléculaire est un matériau synthétique renfermant des cavités spécifiques à l'image d'une molécule empreinte et de ses analogues structuraux. Placé en présence d'une telle molécule, celle-ci envahit lesdites cavités, modifiant ainsi
25 les caractéristiques mécaniques dudit polymère.

De manière similaire, l'encombrement stérique consécutif à la capture d'une espèce visée par des anticorps greffés à la surface d'une couche isolante (135) modifie les caractéristiques mécaniques de cette couche, voir sa forme.

Dans ces deux exemples de réalisation utilisant une couche mince isolante
30 déposée sur la surface de l'assemblée de nanoparticules (150) du bio-capteur (100), ladite assemblée agit comme une jauge de contrainte pour réaliser la détection de l'espèce visée. En effet, la conduction électrique entre les nanoparticules (150) de

l'assemblée est particulièrement sensible à la distance entre lesdites nanoparticules. Ainsi, l'assemblée de nanoparticules constitue une jauge de déformation particulièrement sensible, apte à détecter toute variation de forme ou de tension de la couche (135) isolante déposée sur ladite assemblée, que ladite couche soit un polymère à empreinte moléculaire ou une couche isolante avec une surface greffée avec un anticorps spécifique. Le bio-capteur (100) est ainsi apte à délivrer un signal électrique proportionnel à la quantité de molécules capturées. À cette fin, le dispositif objet de l'invention comporte un ensemble d'acquisition de traitement du signal (non représenté), connecté aux électrodes (103) du bio-capteur (100).

10 Selon un mode de réalisation alternatif du bio-capteur, destiné au dispositif objet de l'invention, la détection est obtenue par la modification intrinsèque des conditions de conduction électrique entre les nanoparticules de l'assemblée sous l'effet de l'espèce dont la détection est visée. Pour ce mode de réalisation, la surface des nanoparticules est fonctionnalisée, soit par incubation (115) desdites nanoparticules avec le bio-
15 détecteur (125) approprié avant le dépôt (120), soit par le dépôt (130) dudit bio-détecteur (125) à la surface de l'assemblée de nanoparticules, une fois ladite assemblée déposée sur la surface (102) du bio-capteur. Dans ces conditions, la conduction électrique entre les nanoparticules de l'assemblée fait intervenir ledit bio-détecteur (125) et la capture de l'espèce biochimique visée par ledit bio-détecteur (125)
20 modifie les conditions de conduction électrique entre les nanoparticules, laquelle modification est aisément détectée par le dispositif d'acquisition et de traitement du signal. En comparaison du dispositif de l'art antérieur décrit dans le document US 7 214 528, le bio-capteur (100) du dispositif objet de l'invention, présente, selon ces modes de réalisation, une surface d'interaction avec le fluide étudié beaucoup plus
25 importante. La percolation dudit fluide dans l'assemblée de nanoparticules, lorsque lesdites nanoparticules ont été fonctionnalisées préalablement à leur dépôt, conduit à un effet dans le volume de l'assemblée. Cette surface d'échange importante permet également d'utiliser le dispositif objet de l'invention pour la détection d'espèces chimiques ou biologiques dans un fluide en phase gazeuse.

30 Lorsque l'assemblée de nanoparticules est déposée sous la forme de microfils (111), chaque microfil peut être fonctionnalisé afin de détecter une espèce chimique ou biologique différente.

Figure 3, selon un mode de réalisation du dispositif objet de l'invention, le bio-capteur (100) est réalisé (310) sur un substrat (301) souple et préférentiellement mince, par exemple, un substrat constitué de PET, selon l'un quelconque des modes de réalisation du procédé objet de l'invention. Ainsi, ledit bio-capteur (100) peut être
5 déformé (320) et placé (330) à l'intérieur d'un conduit (300). Une pluralité de bio-capteurs peut être placée dans ledit conduit (300), espacés angulairement sur la périphérie ou axialement selon la longueur du dit conduit. Les effets de la déformation du bio-capteur sont corrigés par le dispositif de traitement et d'acquisition du signal électrique. Un tel conduit (300) équipé est ensuite installé dans une installation
10 d'adduction du fluide dont l'analyse et visée. L'utilisation de nanoparticules et des techniques de dépôt associées, permet de miniaturiser le bio-capteur (100) de sorte à l'introduire dans un conduit (300) de petit diamètre, par exemple dans l'aiguille d'une seringue de prélèvement.

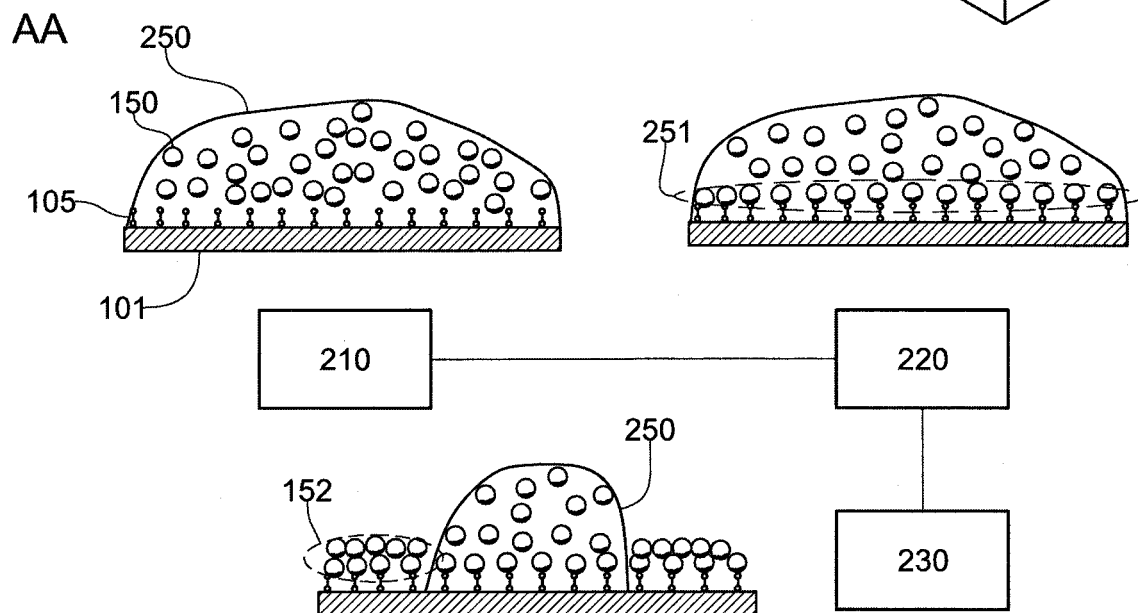
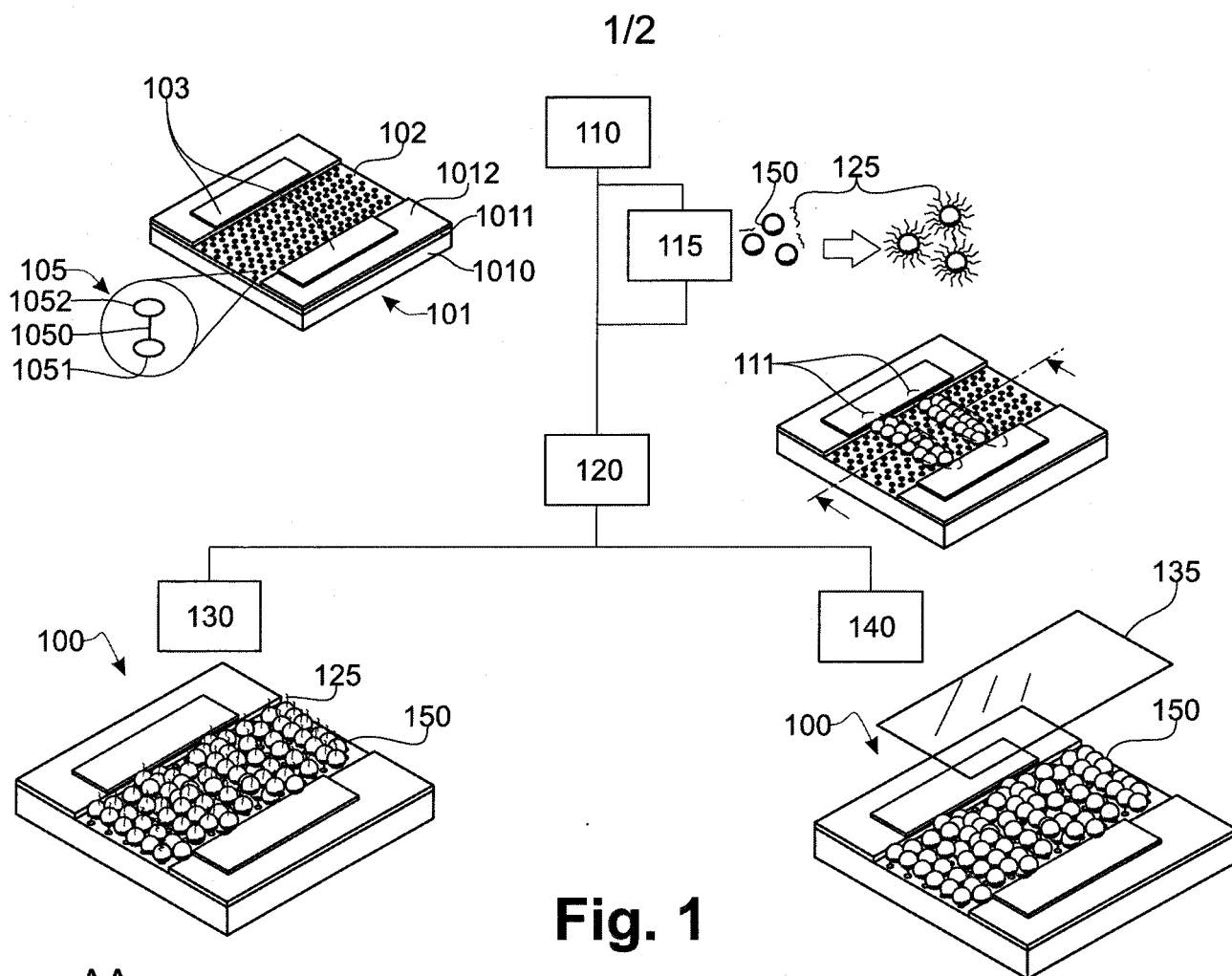
La description ci-avant et les exemple de réalisation montrent que l'invention
15 atteint les objectifs visés, en particulier elle permet la réalisation économique d'un dispositif de détection miniaturisé d'une espèce chimique, biologique ou biochimique dans un fluide en phase liquide ou gazeuse, lequel dispositif est apte à délivrer un signal électrique facilement exploitable par une simple mesure de conductivité électrique entre les électrodes du bio-capteur du dispositif objet de l'invention.

REVENDICATIONS

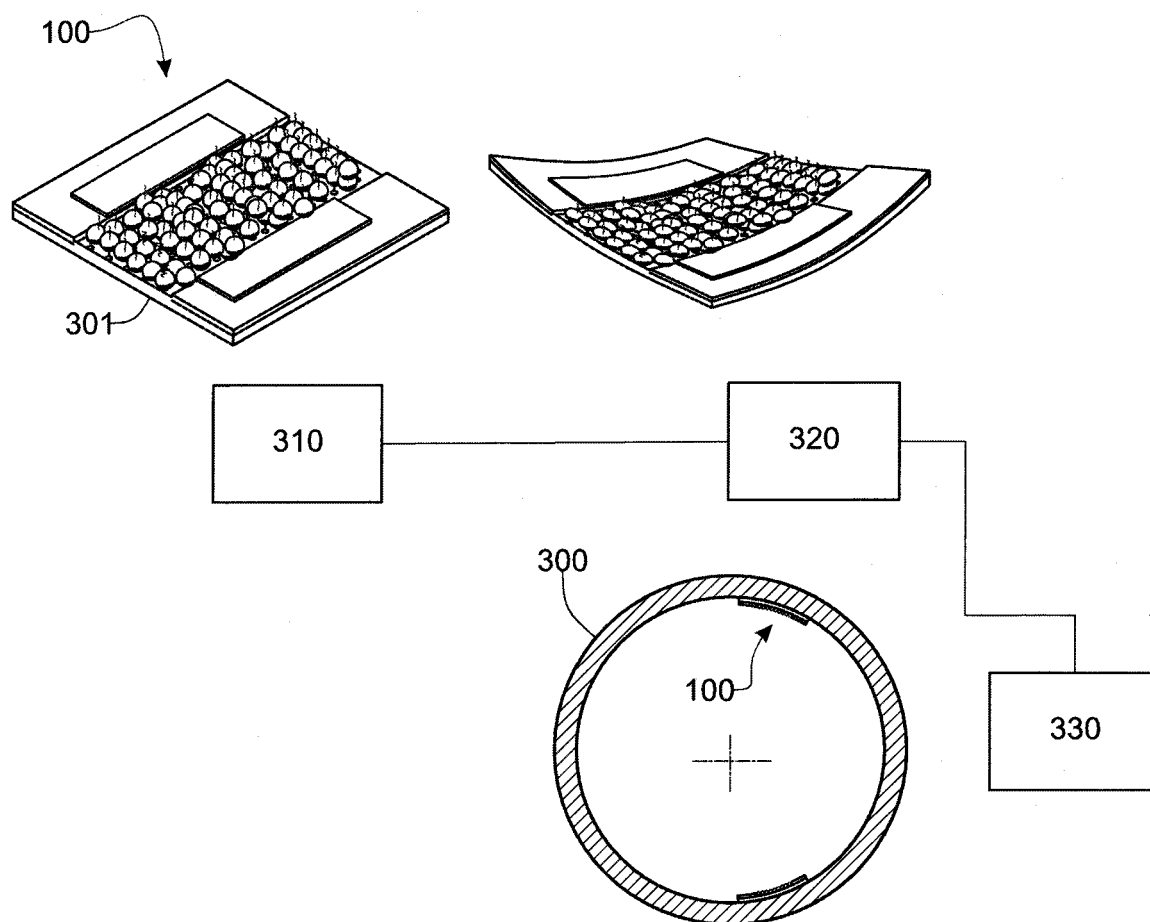
1. Dispositif à lecture électrique pour la détection d'une espèce biochimique dans un fluide caractérisé en ce qu'il comporte un bio-capteur lequel bio-capteur comprend :
 - a. un substrat (101, 301) isolant ;
 - 5 b. une couche d'un nanocoupleur (105) chimique greffée à la surface (102) dudit substrat ;
 - c. une assemblée de nanoparticules (105) fonctionnalisée, structurée et cohésive avec la couche de nanocoupleur (105) chimique, laquelle assemblée est apte à détecter l'espèce biochimique ;
 - 10 d. deux électrodes (103) connectées électriquement avec ladite assemblée de nanoparticules.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'assemblée de nanoparticules du bio-capteur est fonctionnalisée par greffage d'un bio-détecteur (125) à la surface des nanoparticules (150) constituant ladite assemblée.
15
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'assemblée de nanoparticules du bio-capteur est fonctionnalisée par une couche mince (135) d'un polymère à empreinte moléculaire sur la surface de ladite assemblée.
- 20 4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'assemblée est fonctionnalisée par une couche mince (135) isolante sur la surface de ladite l'assemblée, une couche de bio-détecteur étant greffée sur la surface de ladite couche mince isolante.
- 25 5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisée en ce que la structure de l'assemblée de nanoparticules du bio-capteur consiste en un amas continu s'étendant entre les deux électrodes (103).
6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure de l'assemblée de nanoparticules du bio-capteur consiste en une pluralité de

microfils (111) s'étendant entre les deux électrodes (103).

7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat (101, 301) du bio-capteur (100) est constitué de poly(téréphtalate) d'éthylène.
8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat (101) du bio-capteur est constitué de dioxyde de silicium.
9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend :
 - e. un conduit (300) apte à transporter un fluide ;
 - f. caractérisé en ce que ledit dispositif comporte le bio-capteur (100) sur la paroi interne dudit conduit (300).
10. Procédé pour la fabrication d'un dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
 - i. créer (115) une suspension colloïdale de nanoparticules (150) greffées en surface avec un bio-détecteur (125) ;
 - ii. déposer (120) ladite suspension colloïdale sur la surface (102), greffée avec un nanocoupleur (105) chimique, du substrat (101) du bio-capteur (100).
11. Procédé pour la fabrication d'un dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
 - x. créer une suspension colloïdale de nanoparticules dans un ligand ;
 - y. déposer (120) ladite suspension sur la surface (102) du substrat du bio-capteur, ladite surface ayant été greffée avec un nanocoupleur (105) chimique ;
 - z. greffer un bio-détecteur sur l'assemblée de nanoparticules ainsi déposée.
12. Procédé selon les revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que l'étape de dépôt (120) est réalisée par dépôt capillaire convectif.
13. Procédé selon les revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que l'étape de dépôt est réalisée par l'évaporation d'une goutte (250).



2/2

**Fig. 3**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 770299
FR 1202406

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2007/104163 A1 (DHIRANI AL-AMIN [CA]; SUGANUMA YOSHINORI [CA]) 20 septembre 2007 (2007-09-20)	1,2,5-8	G01N27/04 G01N33/543 B82Y15/00
Y	* page 11 - page 12, ligne 15 *	4,9-13	
A	* page 15, ligne 23 - page 16, ligne 10 * * page 17, ligne 30 - page 18, ligne 23 * * page 20, ligne 24-31 * * page 23 *	3	
Y	----- EP 1 215 485 A1 (SONY INT EUROPE GMBH [DE] SONY DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 19 juin 2002 (2002-06-19)	1,2,4-13	
A	* alinéas [0007] - [0010] * * alinéas [0069] - [0071] * * alinéa [0095]; figure 4a * * alinéas [0105] - [0107] * * alinéa [0114]; figure 8 *	3	
Y	----- WO 2008/092210 A1 (COMMW SCIENT IND RES ORG [AU]; RAGUSE BURKHARD [AU]; CHOW EDITH [AU]) 7 août 2008 (2008-08-07)	1,2,4-13	
A	* page 2, ligne 25 - page 3, ligne 23 * * page 11, ligne 17 - page 13, ligne 24 *	3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B82Y G01N
Y	----- BATAILLARD P ET AL: "DIRECT DETECTION OF IMMUNOSPECIES BY CAPACITANCE MEASUREMENTS", ANALYTICAL CHEMISTRY, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, US, vol. 60, no. 21, 1 novembre 1988 (1988-11-01), pages 2374-2377, XP000024594, ISSN: 0003-2700, DOI: 10.1021/AC00172A011 * le document en entier *	1,2	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 mai 2013		Michalitsch, Richard	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1202406 FA 770299

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **14-05-2013**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2007104163 A1	20-09-2007	CA 2643354 A1	20-09-2007
		CN 101443656 A	27-05-2009
		EP 2005148 A1	24-12-2008
		JP 2009529683 A	20-08-2009
		KR 20090033166 A	01-04-2009
		US 2009273354 A1	05-11-2009
		WO 2007104163 A1	20-09-2007

EP 1215485 A1	19-06-2002	AT 502296 T	15-04-2011
		AU 781166 B2	12-05-2005
		AU 9708301 A	13-06-2002
		CN 1359002 A	17-07-2002
		EP 1215485 A1	19-06-2002
		JP 4097181 B2	11-06-2008
		JP 2002228616 A	14-08-2002
		KR 20020046960 A	21-06-2002
US 2002132361 A1	19-09-2002		

WO 2008092210 A1	07-08-2008	AU 2008210276 A1	07-08-2008
		EP 2115442 A1	11-11-2009
		US 2010276302 A1	04-11-2010
		WO 2008092210 A1	07-08-2008
