

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2019/069024 A1**

(43) Date de la publication internationale  
11 avril 2019 (11.04.2019)

(51) Classification internationale des brevets :  
*H01Q 1/27* (2006.01)      *H01Q 1/38* (2006.01)  
*A61J3 /00* (2006.01)      *H01Q 9/04* (2006.01)

[FR/FR] ; 3 rue Michel Ange, 75016 Paris (FR). UNIVERSITE DE RENNES 1 [FR/FR] ; 2 rue du Thabor CS46510, 35065 Rennes Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR20 18/052442

(72) Inventeurs : NIKOLAYEV, Denys ; K203, 32 rue Mira-beau, 35700 Rennes (FR). ZHADOBOV, Maxim ; Apt. 14, 8B rue d'Altenbeken, 35830 Betton (FR). SAULEAU, Roman ; 21 Q, avenue des Onglées, 35690 Acigné (FR).

(22) Date de dépôt international :  
04 octobre 2018 (04.10.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataire : FIDAL INNOVATION ; 4-6 avenue d'Alsace, 92400 Courbevoie (FR).

(26) Langue de publication : français

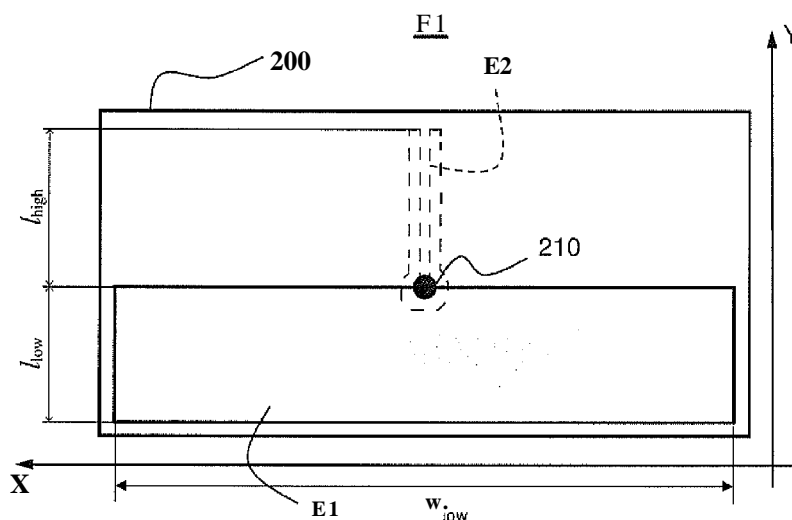
(30) Données relatives à la priorité :  
1759267      04 octobre 2017 (04.10.2017)      FR

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,

(71) Déposants : BODYCAP [FR/FR] ; 3 rue du docteur Laën-nec, 14200 Herouville Saint Clair (FR). CENTRE NATION-AL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)

(54) Title: LOW-PROFILE, IMPEDANCE-ROBUST RADIO ANTENNA

(54) Titre : ANTENNE RADIOELECTRIQUE ROBUSTE EN IMPEDANCE ET A BAS PROFIL



(57) Abstract: The radio antenna comprises a substrate formed of a dielectric material; a ground plane made of an electrically conductive material, the ground plane being arranged on a first face (F2) of the substrate; a resonator configured to convert an incident electrical signal into an electromagnetic wave. The resonator includes a first élément (E1) having a first characteristic impedance and a second élément (E2) having a second characteristic impedance that is higher than the first characteristic impedance. The first élément (E1) is configured to receive the incident electrical signal, the first élément (E1) is formed by a strip of electrically conductive material, the strip being arranged on a second face (F1) of the substrate opposite the first face (F2). The second élément (E2) is formed by a rectilinear segment, cut in the ground plane and separated from the rest of the ground plane by a slot (202) of fixed width. The second élément (E2) is electrically connected to the ground plane at a first end of the segment and electrically connected to the first élément at a second end of the segment by means of a via (210) passing through the substrate.

(57) Abrégé : L'antenne radioélectrique comprend un substrat formé en un matériau diélectrique; un plan de masse en matériau électriquement conducteur, le plan de masse étant agencé sur une première face (F2) du substrat; un résonateur configuré pour convertir un signal électrique incident en une onde électromagnétique. Le résonateur comprend un premier élément (E1) ayant une première impédance caractéristique et un deuxième élément (E2) ayant une deuxième impédance caractéristique supérieure à la première impédance

WO 2019/069024 A1

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

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

---

caractéristique. Le premier élément (E1) est configuré pour recevoir le signal électrique incident, le premier élément (E1) est formé par une bande en matériau électriquement conducteur, la bande étant agencée sur une deuxième face (F1) du substrat opposée à la première face (F2). Le deuxième élément (E2) est formé par un segment rectiligne, découpé dans le plan de masse et séparé du reste du plan de masse par une fente (202) de largeur fixe. Le deuxième élément (E2) est relié électriquement au plan de masse au niveau d'une première extrémité du segment et relié électriquement au premier élément au niveau d'une deuxième extrémité du segment au moyen d'un via (210) traversant le substrat.

## ANTENNE RADIOELECTRIQUE

## ROBUSTE EN IMPEDANCE ET A BAS PROFIL

## DOMAINE TECHNIQUE

5 [0001] La présente description concerne une antenne radioélectrique et un dispositif biotéléométrique équipé d'une telle antenne radioélectrique.

## ETAT DE L'ART

[0002] Dans le domaine des applications médicales, les dispositifs biotéléométriques sont  
10 utilisés pour l'acquisition de signaux physiologiques et l'analyse des données physiologiques associées.

[0003] Parmi les dispositifs biotéléométriques, on trouve des dispositifs biotéléométriques ingestibles et/ou implantables *in vivo*, qui peuvent servir à la fois à la collecte de signaux physiologiques et la mise en œuvre de fonctions thérapeutiques, comme par exemple la  
15 délivrance de médicaments ou la stimulation électrique. Ces dispositifs biotéléométriques se présentent par exemple sous la forme de capsules ingestibles ou d'implants pouvant être insérés dans le corps d'humains ou d'animaux.

[0004] Ces dispositifs biotéléométriques intègrent une antenne radioélectrique configurée pour émettre et/ou recevoir une onde électromagnétique. L'antenne radioélectrique est utilisée  
20 pour transmettre des données vers un équipement extérieur de contrôle / d'analyse des données ou pour recevoir les instructions émis par cet équipement. Ces équipements externes sont utilisés notamment pour analyser *ex vivo* les données transmises par l'antenne radioélectrique.

[0005] Lorsque le dispositif biotéléométrique est placé dans un milieu environnant (par  
25 exemple un milieu biologique), l'antenne est fortement couplée avec ce milieu environnant et l'impédance de l'antenne radioélectrique est ainsi fortement dépendante des propriétés électromagnétiques (permittivité, conductivité) de ce milieu environnant. En particulier, une désadaptation de l'antenne radioélectrique par rapport au microcontrôleur peut se produire du fait des propriétés électromagnétiques du milieu environnant.

30 [0006] La demande de brevet WO2010/119207A1 divulgue un exemple d'antenne

radioélectrique, comprenant un résonateur sous forme de corps plat, électriquement conducteur, comprenant deux éléments d'impédances caractéristiques distinctes, un premier élément étant formé par une bande de matériau conducteur et le deuxième élément étant formé par un serpentín avec un ou plusieurs coudes. Dans cet exemple, les deux éléments du corps plat sont de type microruban proches au milieu environnant. Les impédances caractéristiques de ces deux éléments sont donc susceptibles d'être affectées par les propriétés électromagnétiques variables du milieu environnant dans lequel cette antenne radioélectrique est utilisée.

5 [0007] Une telle antenne radioélectrique présente ainsi un fort couplage avec le milieu environnant et son impédance est donc affectée de manière sensible par le milieu environnant. Une telle antenne radioélectrique manque donc de polyvalence en ce que lorsque l'antenne radioélectrique est conçue pour un milieu environnant spécifique, elle peut mal fonctionner lorsqu'elle se trouve dans un autre milieu environnant. Ceci est particulièrement gênant dans le cadre de l'utilisation de ces antennes radioélectriques dans un dispositif biotéléométrique ingestibles et/ou implantables *in vivo* destiné à être en contact avec des milieux biologiques environnants variés.

10 [0008] Une désadaptation d'impédance entre l'antenne radioélectrique et le microprocesseur induit en outre des pertes d'énergie dans le dispositif biotéléométrique et impacte les performances en transmission de l'antenne radioélectrique, notamment la puissance de l'onde électromagnétique émise. Ceci est d'autant plus problématique que l'onde électromagnétique doit, pour parvenir à l'équipement externe, traverser le corps dans lequel le dispositif biotéléométrique a été introduit, et ce, avec des épaisseurs et natures de tissus à traverser pouvant être variables selon la localisation dans le corps du dispositif biotéléométrique.

15 [0009] Il apparaît ainsi un besoin de disposer d'une antenne radioélectrique robuste en impédance et peu sensible aux variations de propriétés électromagnétiques du milieu environnant, qui soit utilisable dans un dispositif biotéléométrique ingestible et/ou implantable *in vivo*, destiné à traverser des milieux biologiques aux propriétés électromagnétiques variées.

30

## RESUME

[0010] La présente description a pour objet, selon un premier aspect, une antenne radioélectrique. Cette antenne radioélectrique comprend : un substrat formé en un matériau diélectrique ; un plan de masse en matériau électriquement conducteur, agencé sur une

première face du substrat ; un résonateur configuré pour convertir un signal électrique incident en une onde électromagnétique, le résonateur comprenant un premier élément ayant une première impédance caractéristique et un deuxième élément ayant une deuxième impédance caractéristique supérieure à la première impédance caractéristique. Le premier  
5 élément est configuré pour recevoir le signal électrique incident, le premier élément est formé par une bande en matériau électriquement conducteur, la bande étant agencée sur une deuxième face du substrat opposée à la première face. Le deuxième élément est formé par un segment rectiligne, découpé dans le plan de masse et séparé du reste du plan de masse par une fente de largeur sensiblement fixe. Le deuxième élément est relié électriquement au plan de  
10 masse au niveau d'une première extrémité du segment et relié électriquement au premier élément au niveau d'une deuxième extrémité du segment au moyen d'un via traversant le substrat.

**[0011]** L'antenne radioélectrique selon le premier aspect comprend à la fois un élément coplanaire, dans le plan de masse, et un élément sous forme bande de matériau électriquement  
15 conducteur (réalisé par exemple, selon la technologie dite de microruban).

**[0012]** Du fait que le deuxième élément soit formé par un segment rectiligne, la circulation des courants électriques dans cet élément est canalisée selon la direction de ce segment, ce qui évite des pertes liés à l'impureté de polarisation.

**[0013]** Une telle antenne radioélectrique est robuste en impédance du fait également de  
20 l'utilisation combinée d'une technologie microruban et d'une technologie coplanaire.

**[0014]** Du fait des deux faces de l'antenne radioélectrique, on peut placer l'antenne radioélectrique de sorte que la première face comprenant le premier élément soit du côté d'un milieu environnant et que le deuxième élément soit du côté opposé au milieu environnant. La variation des propriétés électromagnétiques du milieu environnant impactera principalement  
25 l'impédance caractéristique du premier élément. En outre, le deuxième élément à plus haute impédance caractéristique, est mieux découplé et isolé de ce milieu environnant, car ce deuxième élément est réalisé comme une ligne coplanaire dans le plan de masse de l'antenne.

**[0015]** Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la largeur de la fente entre le segment rectiligne et le plan de masse est comparable ou inférieure à la distance entre le segment  
30 rectiligne et le milieu environnant, ce qui permet de « contraindre » le champ électrique non-propageant à l'intérieur du substrat et donc de réduire la sensibilité du deuxième élément aux variations des propriétés électromagnétiques du milieu environnant. Ainsi l'impédance caractéristique de l'antenne radioélectrique sera peu affectée par le milieu environnant ou le changement de milieu environnant ou aux variations des différentes propriétés

électromagnétiques du milieu environnant, car l'effet sur l'impédance de l'antenne radioélectrique sera limité à l'effet sur l'impédance caractéristique du premier élément. Tout ceci contribue à augmenter la robustesse en impédance de l'antenne radioélectrique et à la réduction des pertes par défaut d'adaptation d'impédance entre l'antenne radioélectrique et le reste du circuit électronique dans le dispositif biotéléométrique. L'impédance de l'antenne est peu sensible aux variations du milieu environnant. Le coefficient de réflexion  $S_u$ , déterminé comme le rapport complexe entre l'intensité complexe du signal électrique incident converti par l'antenne en onde électromagnétique et l'intensité complexe du signal électrique réfléchi résultant d'une réflexion d'une fraction du signal électrique incident, est tel que  $|S_u| < -10$  dB dans toute une gamme de milieux environnants.

[0016] On peut donc utiliser une telle antenne radioélectrique pour la réalisation d'un dispositif biotéléométrique ingestible et/ou implantable *in vivo* destiné à être en contact avec des milieux biologiques environnants variés (par exemple, tissus corporels humains et/ou animaux) et/ou pour de multiples scénarios d'application.

[0017] Une telle antenne se prête à une réalisation dans un circuit imprimé et peut en outre être intégrée dans une capsule biotéléométrique.

[0018] Une telle antenne radioélectrique se prête également à une réalisation d'antenne radioélectrique miniature, par exemple d'épaisseur de substrat inférieure à 1 mm et de largeur / longueur de substrat inférieure à 3 cm et peut ainsi aisément être intégrée dans un dispositif biotéléométrique telle qu'une capsule biotéléométrique. Cette antenne est une antenne à bas profil (« low profile » selon la terminologie anglo-saxonne), l'épaisseur de l'antenne étant négligeable par rapport à sa taille. Une telle antenne occupe un espace négligeable dans une capsule biotéléométrique, permet un degré de miniaturisation élevé tout en ayant une efficacité accrue en transmission.

[0019] Une telle antenne radioélectrique peut en outre être réalisée sur un substrat flexible, de sorte à pouvoir se conformer à la surface intérieure d'un dispositif biotéléométrique tel qu'une capsule.

[0020] Dans un ou plusieurs modes de réalisation de l'antenne radioélectrique selon le premier aspect, le segment rectiligne est orienté selon une première direction et la bande en matériau conducteur s'étend longitudinalement selon une deuxième direction distincte de la première direction.

[0021] Dans un ou plusieurs modes de réalisation de l'antenne radioélectrique selon le premier aspect, la première direction est sensiblement perpendiculaire à la deuxième direction.

[0022] Dans un ou plusieurs modes de réalisation de l'antenne radioélectrique selon le premier aspect, la bande de matériau conducteur est de forme parallélépipédique, en serpentín ou en zigzag.

[0023] Dans un ou plusieurs modes de réalisation de l'antenne radioélectrique selon le premier aspect, le segment rectiligne est orienté selon une première direction et la bande en matériau conducteur s'étend longitudinalement selon une deuxième direction distincte de la première direction, dans laquelle la fréquence  $f_{res}$  de résonance de l'antenne radioélectrique est liée à la dimension  $l_{high}$  selon la première direction du segment rectiligne et la dimension  $l_{low}$  selon la première direction de la bande de matériau conducteur, à l'impédance caractéristique  $Z_{c-low}$  du premier élément et à l'impédance caractéristique  $Z_{c-high}$  du deuxième élément par les relations :

$$-Z_{c-low} + Z_{c-high} \tan(\beta_{high} l_{high}) \tan(\beta_{low} l_{low}) = 0$$

$$Z_{c-high} \tan(\beta_{low} l_{low}) + Z_{c-low} \tan(\beta_{high} l_{high}) \neq 0$$

$\beta_{low}$  étant la constante de phase du premier élément définie par :

$$\beta_{low} = \frac{2\pi}{c} f_{res} \sqrt{\epsilon_{low}^{r,eff}}$$

où  $\beta_{high}$  est la constante de phase du deuxième élément définie par

$$\beta_{high} = \frac{2\pi}{c} f_{res} \sqrt{\epsilon_{high}^{r,eff}}$$

$c$  étant la vitesse de la lumière,

$\epsilon_{high}^{r,eff}$  étant la permittivité relative effective du deuxième élément,

$\epsilon_{low}^{r,eff}$  étant la permittivité relative effective du premier élément.

[0024] Dans un ou plusieurs modes de réalisation de l'antenne radioélectrique selon le premier aspect, le rapport entre la largeur maximale de la bande en matériau conducteur et la largeur du segment rectiligne est compris entre 5 et 0,2.

[0025] Les caractéristiques des différents modes de réalisation de l'antenne radioélectrique selon le premier aspect sont combinables entre elles.

[0026] La présente description a pour objet, selon un deuxième aspect, un dispositif biotéléométrique comprenant une antenne radioélectrique selon le premier aspect. Les caractéristiques, propriétés, avantages et/ou effets de l'antenne radioélectrique selon le premier aspect sont transposables directement au dispositif biotéléométrique selon le deuxième aspect.

[0027] Dans un ou plusieurs modes de réalisation du dispositif biotéléométrique selon le deuxième aspect, le substrat étant dans un matériau flexible et le dispositif biotéléométrique

étant sous forme de capsule dans laquelle le substrat est roulé de sorte que la première face du substrat est tournée vers l'intérieur de la capsule et la deuxième face est tournée vers l'extérieur de la capsule.

5 [0028] Dans un ou plusieurs modes de réalisation du dispositif biotéléométrique selon le deuxième aspect, le substrat de l'antenne radioélectrique est un substrat polyimide flexible se conformant à la surface interne de la capsule.

10 [0029] Dans un ou plusieurs modes de réalisation du dispositif biotéléométrique selon le deuxième aspect, le substrat est dans un matériau rigide et de forme cylindrique, le dispositif biotéléométrique étant intégré dans une capsule dans laquelle l'antenne radioélectrique est placée que la première face du substrat soit tournée vers l'intérieur de la capsule et la deuxième face soit tournée vers l'extérieur de la capsule.

#### BREVE DESCRIPTION DES FIGS.

15 [0030] D'autres avantages et caractéristiques de la technique présentée ci-dessus apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-dessous, faite par référence aux FIGS. dans lesquelles :

- la FIG. 1 représente de manière schématique un dispositif biotéléométrique selon un exemple de réalisation ;
- les FIG. 2A et 2B représentent de manière schématique une antenne radioélectrique  
20 selon un exemple de réalisation ;
- la FIG. 3 représente de manière schématique un dispositif biotéléométrique selon un exemple de réalisation ;
- la FIG. 4 illustre des aspects du fonctionnement et des performances d'une antenne radioélectrique selon un exemple de réalisation.

25 [0031] Dans les différents modes de réalisation qui vont être décrits par référence aux FIGS., des éléments semblables ou identiques portent les mêmes références.

#### DESCRIPTION DETAILLEE

30 [0032] Les différents modes de réalisation et aspects décrits ci-dessous peuvent être combinés ou simplifiés de multiples manières. Seuls certains modes de réalisation d'exemples sont décrits en détail pour assurer la clarté de l'exposé mais ces exemples ne visent pas à



limiter la portée générale des principes ressortant de cette description considérée dans son ensemble.

[0033] La FIG. 1 représente de manière schématique un exemple de dispositif biotéléométrique 100, sous forme de capsule ingestible.

5 [0034] Le dispositif biotéléométrique 100 comprend un microcontrôleur 101, un circuit radiofréquence 102, une antenne radioélectrique 103, une source d'alimentation 104. De manière optionnelle, le dispositif biotéléométrique 100 peut comprendre un circuit additionnel 105, par exemple un circuit d'application biomédicale ou un capteur.

10 [0035] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la source d'alimentation 104 est configurée pour alimenter électriquement le microcontrôleur 101, le circuit radiofréquence 102, l'antenne radioélectrique 103 et le circuit additionnel 105.

[0036] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, l'antenne radioélectrique 103 est configurée pour communiquer via une liaison radio avec un dispositif externe (non représenté). l'antenne radioélectrique 103 peut par exemple transmettre des données (par  
15 exemple des données de biotéléométrie acquises par le dispositif biotéléométrique 100) vers le dispositif externe et recevoir des données (par exemple des instructions opérationnelles et/ou de traitement thérapeutique) en provenance d'un tel dispositif externe.

[0037] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, l'antenne radioélectrique peut émettre et recevoir des ondes électromagnétiques à fréquences élevées, par exemple dans la gamme de  
20  $10^8$  Hz à  $10^{10}$  Hz.

[0038] Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le microcontrôleur comprend une unité 112 de génération de signal électrique configurée pour générer le signal électrique incident. Selon un ou plusieurs modes de réalisation, le microcontrôleur comprend une unité 113 de traitement de données.

25 [0039] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le microcontrôleur 101 est configuré pour générer un signal électrique incident à convertir en onde électromagnétique par l'antenne radioélectrique et/ou pour amplifier un signal reçu en provenance de l'antenne radioélectrique.

[0040] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le microcontrôleur 101 est configuré  
30 pour traiter des données, par exemple pour traiter les données reçues par l'antenne radioélectrique 103 ou des données acquises par le circuit additionnel 105.

[0041] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, l'ensemble des composants du dispositif biotéléométrique 100 (le microcontrôleur 101, le circuit radiofréquence 102, l'antenne radioélectrique 103, la source d'alimentation 104 et de manière optionnelle, le un

circuit additionnel 105) est intégré dans une capsule biocompatible 107.

[0042] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le circuit radiofréquence 102 est interconnecté entre le microcontrôleur 101 et l'antenne radioélectrique 103. Le circuit radiofréquence 102 sert d'interface électrique entre le microcontrôleur 101.

5 [0043] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le circuit d'application biomédicale 105 est configuré pour mettre en œuvre des fonctions de diagnostic et/ou des fonctions thérapeutiques. Les fonctions de diagnostic peuvent comprendre des fonctions d'acquisition ou mesure de données de diagnostic, par exemple au moyen d'un ou plusieurs capteurs, tels que par exemple, capteurs de température, capteurs électroniques, MEMS  
10 (« Microelectromechanical Systems ») ou capteurs microfluidiques. Les fonctions de diagnostic peuvent comprendre des fonctions d'endoscopie, d'acquisition d'images, de mesure de glucose ou d'autres paramètres physiologiques, de détection d'anticorps, etc. Les fonctions thérapeutiques peuvent comprendre par exemple la délivrance de médicaments et la stimulation électrique, par exemple la stimulation nerveuse.

15 [0044] Le dispositif biotéléométrique 100 est destiné à être utilisé dans un milieu environnant 110, par exemple après ingestion ou implantation *in vivo*. Au fur et à mesure que le dispositif biotéléométrique 100 se déplace dans le corps humain, par exemple pendant le transit gastro-intestinal, ce milieu environnant 110 est susceptible d'avoir des propriétés variées.

20 [0045] Les propriétés électromagnétiques (EM) du milieu environnant 110 entourant le dispositif biotéléométrique 100 détermine le couplage entre l'antenne radioélectrique 103 et le milieu environnant 110 et l'absorption des champs EM par ce milieu environnant 110. La connaissance de ces propriétés EM permet d'adapter la configuration de l'antenne radioélectrique 103 pour optimiser les performances de transmission sans fil de l'antenne  
25 radioélectrique 103 à travers le milieu environnant. En particulier, lorsque le couplage entre l'antenne radioélectrique 103 et le milieu environnant 110 est important, et les propriétés en transmission de l'antenne radioélectrique peuvent être affectées par les variations des propriétés EM du milieu environnant 110 dans lequel le dispositif biotéléométrique 100 se situe.

30

[0046] La FIG. 2 représente de manière schématique une configuration géométrique d'une antenne radioélectrique 200 adaptée pour un dispositif biotéléométrique 100 tel que celui décrit par référence à la FIG. 1, selon un exemple de réalisation.

[0047] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, l'antenne radioélectrique 200

comprend un substrat 210 formé en un matériau diélectrique (FR4, PFTE, polyimide, polyétheréthercétone, céramiques, composites etc.). Le substrat 210 est constitué soit d'un matériau souple et/ou pouvant être roulé, de sorte à pouvoir se conformer à la surface intérieure d'un dispositif biotéléométrique tel qu'une capsule, soit d'un matériau rigide  
5 convenant pour la réalisation d'un dispositif biotéléométrique planaire. Le substrat est par exemple en polyimide flexible : un tel matériau est apte à se conformer à la surface interne d'une capsule de dispositif biotéléométrique.

**[0048]** Dans un ou plusieurs modes de réalisation, un plan de masse électriquement conducteur est agencé sur une première face F2 (dessous) du substrat. Le plan de masse est  
10 par exemple réalisé en matériau électriquement conducteur (par exemple, en métal tel que cuivre, aluminium, argent, etc. ou un alliage).

**[0049]** Dans un ou plusieurs modes de réalisation, l'antenne radioélectrique 200 comprend un résonateur comprenant un premier élément E1, ayant une première impédance caractéristique  $Z_{c-low}$ , et un deuxième élément E2, ayant une deuxième impédance  
15 caractéristique  $Z_{c-high}$ .

**[0050]** Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le résonateur est configuré pour convertir un signal électrique incident produit par le microcontrôleur en une onde électromagnétique à une fréquence de résonance dépendant des caractéristiques structurelles du résonateur. La fréquence de résonance est la fréquence pour laquelle la partie imaginaire  
20 de l'impédance de l'antenne égale à zéro :  $\text{Im}(Z_{ANT}) = 0$ .

**[0051]** Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le premier élément E1 est configuré pour recevoir le signal électrique incident généré par le microcontrôleur. Un point d'alimentation électrique est prévu en un endroit arbitraire du premier élément. L'alimentation électrique peut être effectuée par microruban, un câble coaxial, ou par un  
25 couplage en proximité.

**[0052]** Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le premier élément E1 est formé par une bande en matériau électriquement conducteur, la bande étant agencée sur une deuxième face F1 (dessus) du substrat opposée à la première face F2. Le matériau du plan de masse peut être identique ou différent du matériau de la bande en matériau conducteur, (par exemple un  
30 métal tel que cuivre, aluminium, argent, etc. ou un alliage) La bande de matériau conducteur peut avoir différentes formes géométriques : une forme parallélépipédique, par exemple rectangulaire comme dans le cas d'exemple représenté à la FIG. 2, une forme en serpentín ou une forme en zigzag, etc

**[0053]** Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le deuxième élément E2 est formé par

un segment rectiligne, découpé dans le plan de masse, et séparé du reste du plan de masse par une fente 202 de largeur fixe ou sensiblement fixe, aux tolérances de réalisation près.

[0054] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le deuxième élément E2 est relié électriquement au plan de masse au niveau d'une première extrémité du segment rectiligne.

5 Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le deuxième élément E2 est relié électriquement au premier élément E1 au niveau d'une deuxième extrémité du segment rectiligne au moyen d'un via 210 traversant le substrat. Le premier élément E1 est ainsi relié électriquement au plan de masse par l'intermédiaire du via 210 et du deuxième élément E2.

10 [0055] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le via est relié à un bord de la bande de matériau conducteur. Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la fente 202 entoure le via 210 et isole le via 210 du plan de masse à l'exception de l'extrémité du via 210 qui est connectée à la deuxième extrémité du segment rectiligne.

15 [0056] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le résonateur est un résonateur à saut d'impédance (SIR, pour « stepped impedance resonator ») à quart d'onde, avec une transition de basse impédance à haute impédance et un court-circuit au plan de masse à l'extrémité de l'élément à plus haute impédance (extrémité haute impédance). Ceci implique une distribution de courant électrique présentant son minimum à l'extrémité de l'élément à plus basse impédance (extrémité basse impédance) et son maximum à l'extrémité de l'élément à plus haute impédance (extrémité haute impédance). La distribution de tension est inverse de celle  
20 de courant.

[0057] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le rapport entre la dimension maximale selon l'axe Y  $l_{low}$  de la bande de matériau conducteur et la dimension  $l_{high}$  selon l'axe Y du segment rectiligne est compris entre 5 et 0,2. La longueur totale de l'antenne ( $l_{low} + l_{high}$ ) augmentant avec la dimension maximale selon l'axe Y  $l_{low}$  de la bande de  
25 matériau conducteur, cela réduit le facteur de miniaturisation de l'antenne.

[0058] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le segment rectiligne s'étend longitudinalement selon une première direction (axe Y dans la FIG. 2) et la bande en matériau conducteur s'étend longitudinalement selon une deuxième direction (axe X dans la FIG. 2), distincte de la première direction. Dans un ou plusieurs modes de réalisation, correspondant à  
30 l'exemple illustré à la FIG. 2, la première direction est perpendiculaire à la deuxième direction ou sensiblement perpendiculaire à la deuxième direction. Dans un ou plusieurs modes de réalisation, la première direction est fait un angle compris entre 0° et 45° avec la deuxième direction.

[0059] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, l'impédance caractéristique  $Z_c$ -high

du deuxième élément E2 est supérieure à la l'impédance caractéristique  $Z_{c-low}$  du premier élément E1. En pratique, l'impédance caractéristique  $Z_{c-high}$  du deuxième élément E2 dépend de la largeur du segment rectiligne, de la distance du segment rectiligne au plan de masse, c'est-à-dire de la largeur de la fente 202 et des propriétés électromagnétiques et géométriques des matériaux environnants.

[0060] La géométrie de l'antenne radioélectrique satisfaisant la condition de résonance, i.e. (la fréquence de résonance correspond à fréquence pour laquelle la partie imaginaire de l'impédance de l'antenne est nulle :  $\text{Im}(Z_{A_N T}) = 0$ ) peut être déduite de l'équation d'impédance des lignes de transmission.

10 [0061] Dans le cas de configuration géométrique décrite par référence à la FIG. 2, la fréquence de résonance  $f_{res}$  de l'antenne radioélectrique est liée à la dimension  $l_{high}$  selon l'axe Y du segment rectiligne et à la dimension selon l'axe Y  $l_{low}$  de la bande de matériau conducteur, à l'impédance caractéristique  $Z_{c-low}$  du premier élément et à l'impédance caractéristique  $Z_{c-high}$  du deuxième élément par les relations suivantes :

15

$$- Z_{c-low} + Z_{c-high} \tan(\beta_{high} l_{high}) \tan(\beta_{low} l_{low}) = 0 \quad (\text{eq 1a})$$

$$Z_{c-high} \tan(\beta_{low} l_{low}) + Z_{c-low} \tan(\beta_{high} l_{high}) \neq 0 \quad (\text{eq 1b})$$

$\beta_{low}$  étant la constante de phase du premier élément définie par :

$$\beta_{low} = \frac{2\pi}{c} f_{res} \sqrt{\epsilon_{low}^{eff}}$$

où  $\beta_{high}$  est la constante de phase du deuxième élément définie par

$$\beta_{high} = \frac{2\pi}{c} f_{res} \sqrt{\epsilon_{high}^{eff}}$$

20

$c$  étant la vitesse de la lumière,

$\epsilon_{high}^{eff}$  étant la permittivité relative effective du deuxième élément,

$\epsilon_{low}^{eff}$  étant la permittivité relative effective du premier élément.

[0062] Pour concevoir une antenne présentant une fréquence de résonance  $f_{res}$  donnée, on peut appliquer la procédure suivante. On choisit la dimension totale ( $l_{high} + l_{low}$ ) selon l'axe Y de l'antenne radiofréquence de l'antenne radioélectrique, par exemple en fonction du dispositif biotéléométrique cible. On choisit ensuite la largeur utile maximale  $w_{low}$  de l'élément E1 ayant la plus basse impédance (bande de matériau). Puis, on détermine l'impédance caractéristique  $Z_{c-low}$  du premier élément et à l'impédance caractéristique  $Z_{c-high}$  du deuxième élément ainsi que la permittivité relative effective du premier élément et la permittivité

30

relative effective du deuxième élément en résolvant les équations (eq1a) et (eq1b) ci-dessus par une méthode numérique formulée en 2D. Les dimensions précises des éléments E1 et E2 peuvent ensuite être finement ajustées à l'aide d'une méthode numérique formulée en 3D.

5 [0063] On peut par exemple réaliser une antenne à 434 MHz  $l_{high} = 4.3$  mm,  $l_{low} = 4.6$  mm,  $w_{low} = 20$  mm et une largeur de fente 202 de 180  $\mu\text{m}$ .

[0064] La FIG. 3 représente de manière schématique un dispositif biotéléométrique 100 comprenant une antenne radioélectrique 200 selon la présente description dans un exemple de réalisation.

10 [0065] Le dispositif biotéléométrique est sous forme de capsule dans laquelle le substrat est intégré de sorte que la face F2 du substrat sur laquelle est agencé le plan de masse et le segment rectiligne E2 soit tournée vers l'intérieur de la capsule et que l'autre face F1 sur laquelle est agencé le premier élément E1 soit tournée vers l'extérieur de la capsule. La taille de la capsule est par exemple de 17,7 mm de longueur et de 8,9 mm de diamètre.

15 [0066] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le substrat de l'antenne radioélectrique est un substrat en matériau flexible, par exemple en polyimide flexible de 50  $\mu\text{m}$  d'épaisseur, se conformant à la surface interne de la capsule.

[0067] Dans un ou plusieurs modes de réalisation, le substrat est dans un matériau rigide et de forme cylindrique de sorte à former une antenne radioélectrique 200 cylindrique. Les 20 dimensions du substrat et le diamètre du cylindre formé par le substrat sont dans ce cas adaptés aux dimensions internes de la capsule avec une tolérance de 50  $\mu\text{m}$ .

[0068] La FIG. 4 montre les courbes de variation de la partie imaginaire de l'impédance ( $\text{Im}(Z_{AN\tau})$ ) de l'antenne radioélectrique conçue pour la bande ISM (industriel, scientifique et médical) 434 MHz en fonction de la fréquence dans un exemple de réalisation. L'antenne 25 radioélectrique a été réalisée sur un circuit imprimé.

[0069] Dans cet exemple de réalisation,  $l_{high} = 4.3$  mm,  $l_{low} = 4.6$  mm,  $w_{low} = 20$  mm et une largeur de fente 202 de 180  $\mu\text{m}$ . La fréquence de fonctionnement est de 434 MHz.

[0070] La courbe A (la plus à droite) correspond aux variations d'impédance dans l'air, tandis que la courbe B (la plus à gauche) correspond aux variations d'impédance dans un 30 milieu fantôme équivalent à un muscle de perméabilité relative 56,9, de conductivité 0,81 S/m à la fréquence de 434 MHz.

[0071] Le point de la courbe pour lequel la partie imaginaire de l'impédance est nulle donne la fréquence de résonance de l'antenne radioélectrique. Dans l'air (courbe A), la fréquence de résonance obtenue est de 443,8 MHz. Dans le fantôme de muscle (courbe B), la

fréquence de résonance obtenue est de 435,1 MHz.

[0072] En comparant ces fréquences de résonance, on constate ainsi que la fréquence de résonance ne change que de 2% environ, ce qui montre la très faible sensibilité de l'impédance de l'antenne radioélectrique aux changements d'environnement. Ce changement est très faible par rapport à d'autres antennes radioélectriques présentant des taux de variation de la fréquence de résonance de plus de 600%, comme par exemple celle décrite dans le document intitulé « Outer-wall loop antenna for ultrawideband capsule endoscope System » de Yun. S. *et al*, IEEE Antennas Wireless Propagation Letters, vol. 9 pages 1135-1138, 2010, pour laquelle la fréquence de résonance obtenue dans l'air est de 2,7 GHz et de 434 MHz pour le fantôme de muscle

[0073] L'antenne radioélectrique décrite dans ce document peut être conçue pour fonctionner dans une large gamme de fréquence de résonance, par exemple entre  $10^8$  Hz et  $5 \times 10^9$  Hz.

[0074] L'antenne radioélectrique décrite dans ce document présente de nombreuses possibilités d'application que ce soit dans le domaine médical ou non médical, par exemple, pour le génie civil, l'agriculture, la transformation des aliments, etc. L'antenne radioélectrique est utilisable quand une forte robustesse en impédance est requise en raison des variations de l'environnement dans lequel cette antenne radioélectrique est destinée à être utilisée (par exemple, le corps humain et/ou animal, mais aussi l'air, l'eau, les vêtements, la pluie, la sueur, etc.

[0075] Une application est son utilisation dans un dispositif biotéléométrique ingestible et/ou implantable *in vivo* pour des applications de biotéléométrie et de téléthérapie dans le corps humain et/ou animal. Une autre application émergente est la télésurveillance de modèles de corps artificiels et prothèses.

## REVENDICATIONS

1. Antenne radioélectrique, l'antenne radioélectrique comprenant  
un substrat formé en un matériau diélectrique ;  
5 un plan de masse en matériau électriquement conducteur, le plan de masse étant agencé  
sur une première face (F2) du substrat ;  
un résonateur configuré pour convertir un signal électrique incident en une onde  
électromagnétique, le résonateur comprenant un premier élément (E1) ayant une  
première impédance caractéristique et un deuxième élément (E2) ayant une  
10 deuxième impédance caractéristique supérieure à la première impédance  
caractéristique;  
dans laquelle  
le premier élément (E1) est configuré pour recevoir le signal électrique incident, le  
premier élément (E1) est formé par une bande en matériau électriquement  
15 conducteur, la bande étant agencée sur une deuxième face (F1) du substrat  
opposée à la première face (F2) ;  
le deuxième élément (E2) est formé par un segment rectiligne, découpé dans le plan de  
masse et séparé du reste du plan de masse par une fente (202) de largeur  
sensiblement fixe, le deuxième élément (E2) est relié électriquement au plan de  
20 masse au niveau d'une première extrémité du segment et relié électriquement au  
premier élément au niveau d'une deuxième extrémité du segment au moyen d'un  
via (210) traversant le substrat.
2. Antenne radioélectrique selon la revendication 1, dans laquelle le segment rectiligne est  
25 orienté selon une première direction (Y) et la bande en matériau conducteur s'étend  
longitudinalement selon une deuxième direction (X) distincte de la première direction.
3. Antenne radioélectrique selon la revendication 2, dans laquelle la première direction est  
sensiblement perpendiculaire à la deuxième direction.
- 30 4. Antenne radioélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans  
laquelle la bande de matériau conducteur est de forme parallélépipédique, en serpentif  
ou en zigzag.



5. Antenne radioélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le segment rectiligne est orienté selon une première direction (Y) et la bande en matériau conducteur s'étend longitudinalement selon une deuxième direction (X) distincte de la première direction,

5 dans laquelle la fréquence  $f_{res}$  de résonance de l'antenne radioélectrique est liée à la dimension  $l_{high}$  selon la première direction (Y) du segment rectiligne et la dimension  $l_{low}$  selon la première direction (Y) de la bande de matériau conducteur, à l'impédance caractéristique  $Z_{c-low}$  du premier élément et à l'impédance caractéristique  $Z_{c-high}$  du deuxième élément par les relations :

10 
$$- Z_{c-low} + Z_{c-high} \tan(\beta_{high} l_{high}) \tan(\beta_{low} l_{low}) = 0$$

$$Z_{c-high} \tan(\beta_{low} l_{low}) + Z_{c-low} \tan(\beta_{high} l_{high}) \neq 0$$

$\beta_{low}$  étant la constante de phase du premier élément définie par :

$$\beta_{low} = \frac{2\pi}{c} f_{res} \sqrt{\epsilon_{low}^{r,eff}}$$

où  $\beta_{high}$  est la constante de phase du deuxième élément définie par

$$\beta_{high} = \frac{2\pi}{c} f_{res} \sqrt{\epsilon_{high}^{r,eff}}$$

$c$  étant la vitesse de la lumière,

15  $\epsilon_{high}^{r,eff}$  étant la permittivité relative effective du deuxième élément,

$\epsilon_{low}^{r,eff}$  étant la permittivité relative effective du premier élément.

6. Antenne radioélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle le rapport entre la largeur maximale de la bande en matériau conducteur et la  
20 largeur du segment rectiligne est compris entre 5 et 0,2.

7. Dispositif biotéléométrique comprenant une antenne radioélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes.

25 8. Dispositif biotéléométrique selon la revendication 7, le substrat étant dans un matériau flexible et le dispositif biotéléométrique étant sous forme de capsule dans laquelle le substrat est roulé de sorte que la première face (F2) du substrat est tournée vers l'intérieur de la capsule et la deuxième face (F1) est tournée vers l'extérieur de la capsule.

9. Dispositif biotéléométrique selon la revendication 8, dans lequel le substrat de l'antenne radioélectrique est un substrat polyimide flexible se conformant à la surface interne de la capsule.
  
- 5 10. Dispositif biotéléométrique selon la revendication 7, dans lequel le substrat est dans un matériau rigide et de forme cylindrique, le dispositif biotéléométrique étant intégré dans une capsule dans laquelle l'antenne radioélectrique est placée que la première face du substrat soit tournée vers l'intérieur de la capsule et la deuxième face soit tournée vers l'extérieur de la capsule.

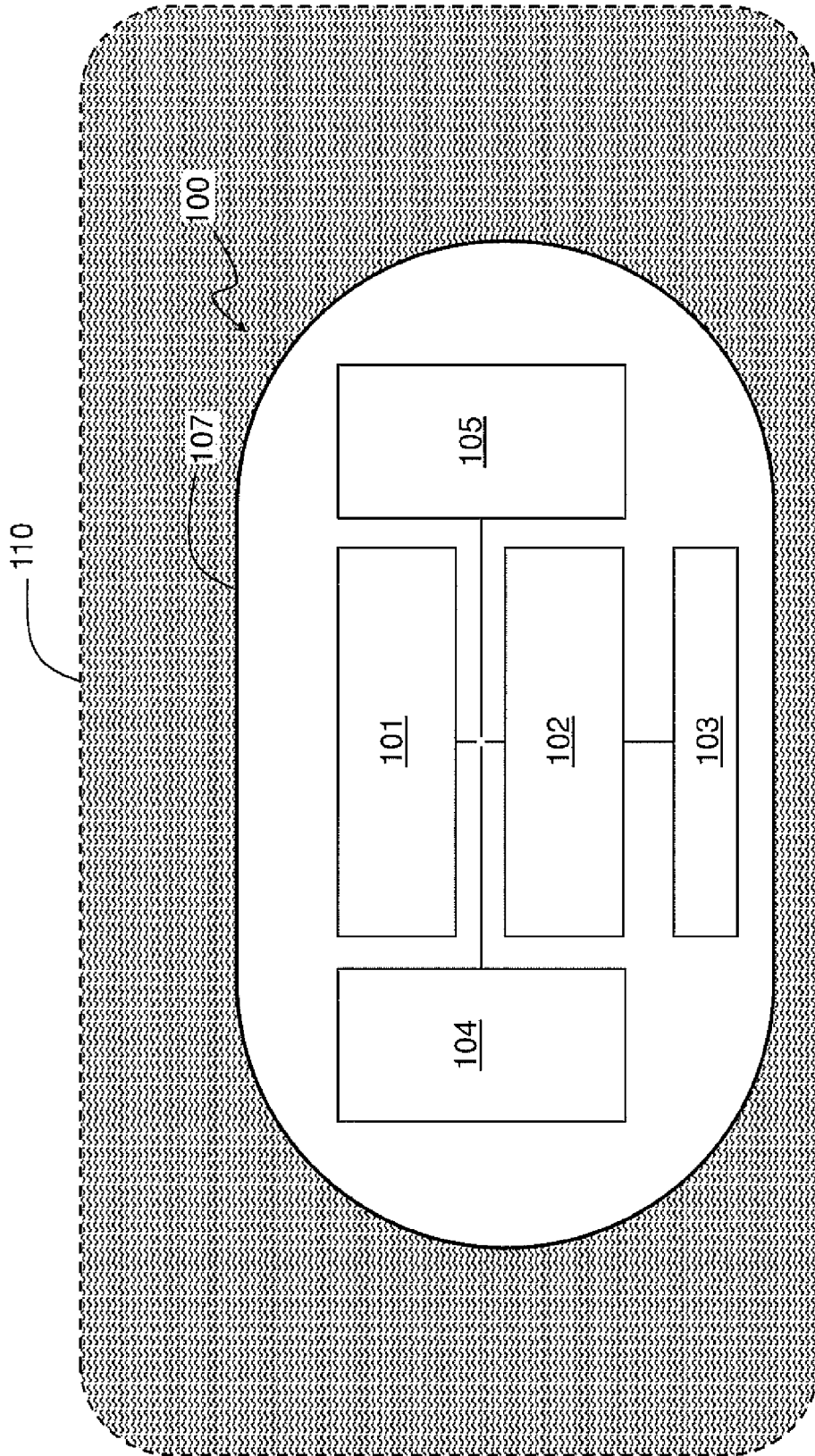


FIG.1

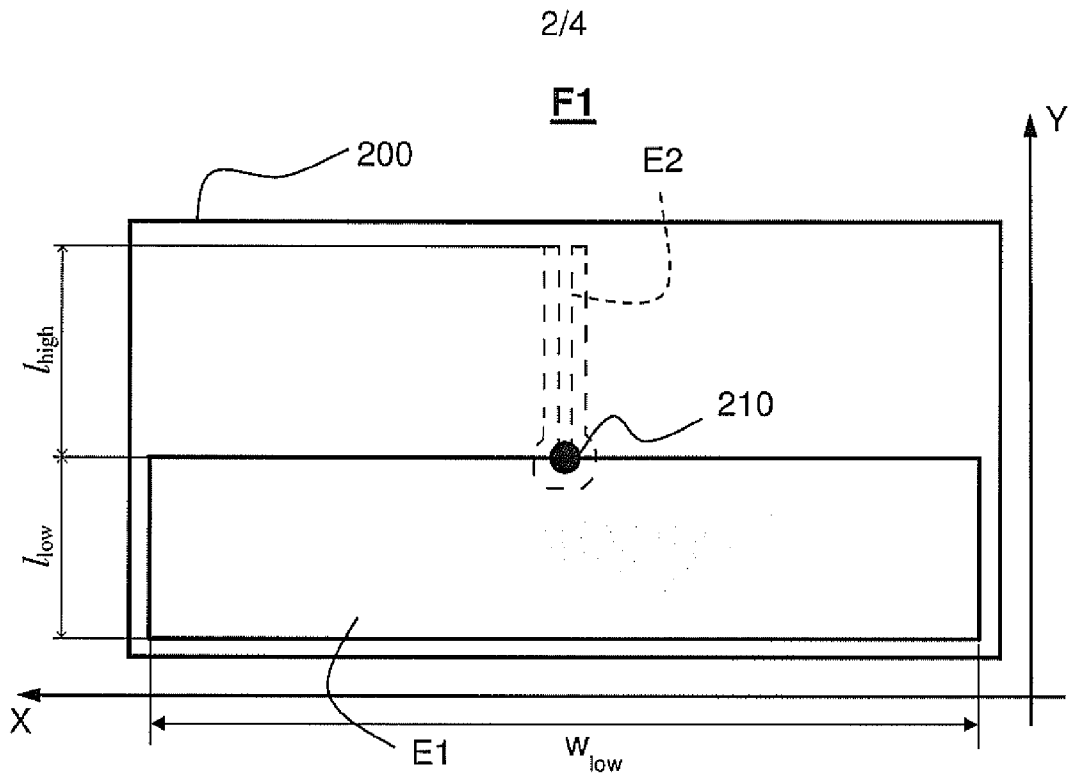


FIG.2A

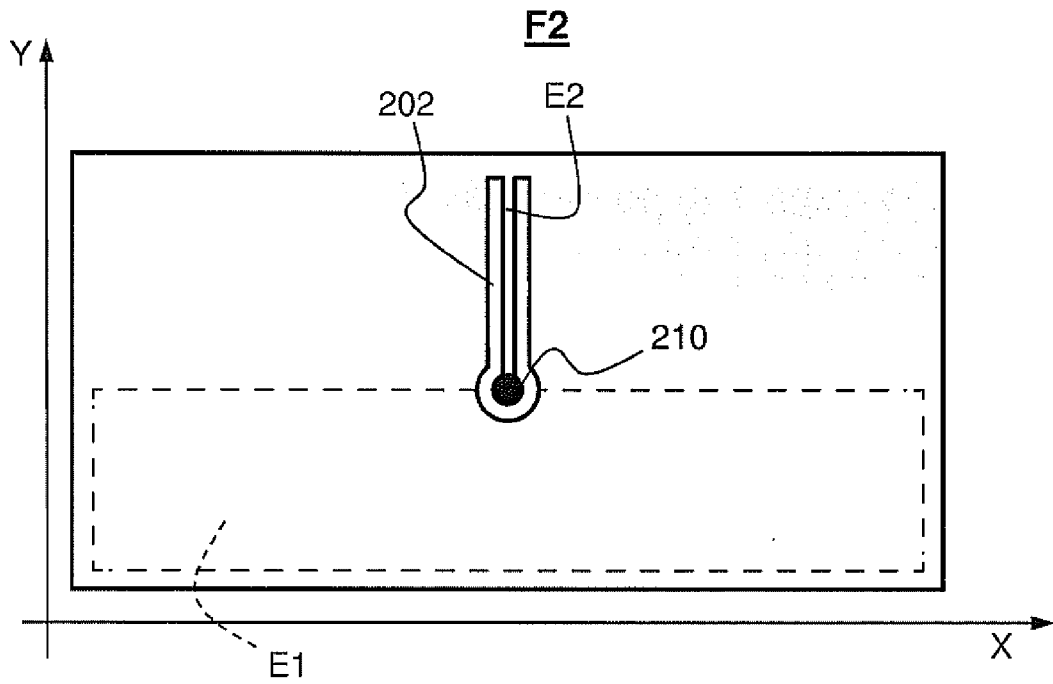


FIG.2B

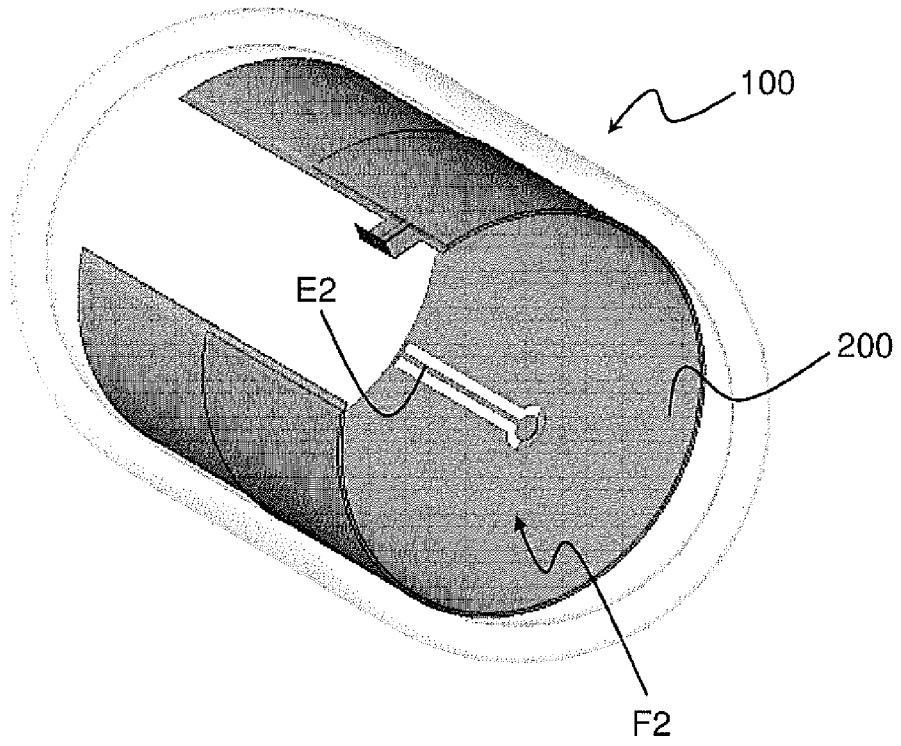


FIG.3

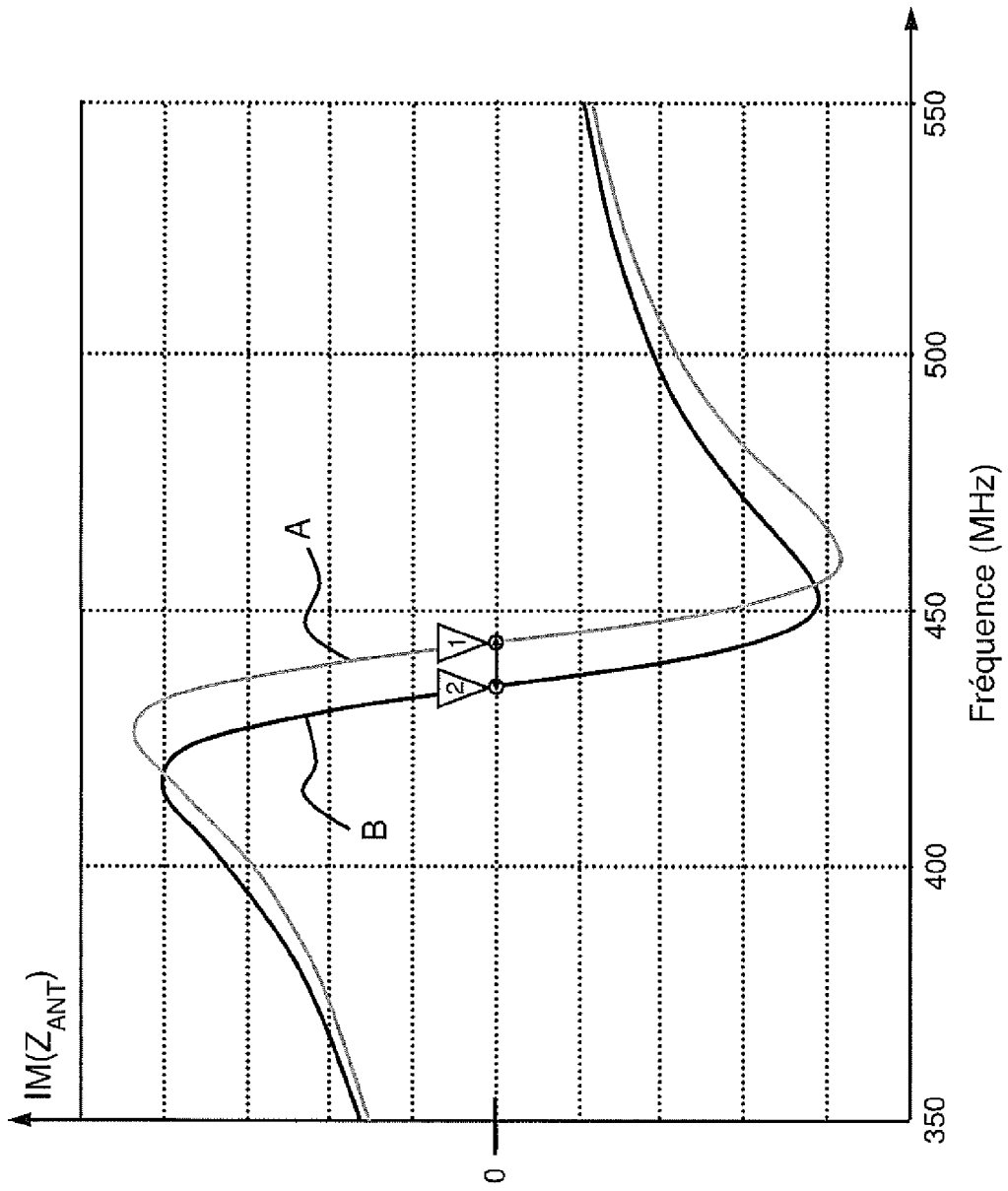


FIG.4

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2018/052442

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
**INV. H01Q1/27 A61J3/00 H01Q1/38 H01Q9/04**  
 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**)  
**H01Q A61J**

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 practicable, search terms used)  
**EPO-Internal**

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2017/117620 AI (LAPUSHIN SEMYON [US]) 27 April 2017 (2017-04-27)	1-6
Y	paragraphs [0012] - [0017] ; figures 1,2 -----	7-10
Y	KR 2014 0119606 A (IUCF HYU [KR]) 10 October 2014 (2014-10-10)	7-10
	paragraphs [0001], [0016], [0018], [0019] ; claims 1,2; figures 1,2 -----	
A	CN 105 870 602 A (UNIV NANTONG) 17 August 2016 (2016-08-17)	1-10
	figures 1,2 -----	
A	US 2010/149042 AI (UTSI VINCENT [GB] ET AL) 17 June 2010 (2010-06-17)	1-10
	paragraphs [0088], [0091], [0097], [0098], [0099] - [0101] ; figures 2,9 -----	
	-/- .	

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

\* Spécial catégories of cited documents :

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

Date of the actual completion of the international search <b>27 November 2018</b>	Date of mailing of the international search report <b>04/12/2018</b>
--	---

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 <b>Moumen , Abderrahim</b>
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2018/052442

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	wo 2011/111008 AI (ECOLE POLYTECH [CH] ; BOLOMEY LEANDRE [CH] ; MERLI FRANCESCO [CH] ; MEURV) 15 September 2011 (2011-09-15) page 2, line 13 - page 6, line 33; figures 1,2,4  -----	1-10



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No <b>PCT/FR2018/052442</b>
--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 20171117620	A1	27-04-2017	NONE
-----			
KR 20140119606	A	10-10-2014	NONE
-----			
CN 105870602	A	17-08-2016	NONE
-----			
US 2010149042	A1	17-06-2010	EP 2374183 A2 12-10-2011
			US 2010149042 A1 17-06-2010
			US 2013002496 A1 03-01-2013
			WO 2010068846 A2 17-06-2010
-----			
WO 2011111008	A1	15-09-2011	NONE
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/052442

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE                  INV. H01Q1/27 A61J3/00 H01Q1/38 H01Q9/04                  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)                  H01Q A61J</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</p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2017/117620 A1 (LAPUSHIN SEMYON [US]) 27 avril 2017 (2017-04-27)	1-6
Y	alinéas [0012] - [0017]; figures 1,2 -----	7-10
Y	KR 2014 0119606 A (IUCF HYU [KR]) 10 octobre 2014 (2014-10-10) alinéas [0001], [0016], [0018], [0019] ; revendications 1,2; figures 1,2 -----	7-10
A	CN 105 870 602 A (UNIV NANTONG) 17 août 2016 (2016-08-17) figures 1,2 -----	1-10
A	US 2010/149042 A1 (UTSI VINCENT [GB] ET AL) 17 juin 2010 (2010-06-17) alinéas [0088], [0091], [0097], [0098], [0099] - [0101]; figures 2,9 -----	1-10
	-/--	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span></p>		
<p>* Catégories spéciales de documents cités:</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>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>	
<p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p> <p style="text-align: center;">27 novembre 2018</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p style="text-align: center;">04/12/2018</p>
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">Moumen, Abderrahim</p>

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>wo 2011/111008 AI (ECOLE POLYTECH [CH] ;                      BOLOMEY LEANDRE [CH] ; MERLI FRANCESCO                      [CH] ; MEURV)                      15 septembre 2011 (2011-09-15)                      page 2, ligne 13 - page 6, ligne 33;                      figures 1,2,4</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/052442

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 20171117620	A1	27-04-2017	AUCUN
-----			
KR 20140119606	A	10-10-2014	AUCUN
-----			
CN 105870602	A	17-08-2016	AUCUN
-----			
US 2010149042	A1	17-06-2010	EP 2374183 A2 12-10-2011
			US 2010149042 A1 17-06-2010
			US 2013002496 A1 03-01-2013
			WO 2010068846 A2 17-06-2010
-----			
WO 2011111008	A1	15-09-2011	AUCUN
-----			