

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2017/155377 A1

(43) Date de la publication internationale  
14 septembre 2017 (14.09.2017)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :  
H01Q 9/40 (2006.01) H01Q 21/06 (2006.01)  
H01Q 21/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/MA2017/000004
- (22) Date de dépôt international :  
7 mars 2017 (07.03.2017)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
38889 7 mars 2016 (07.03.2016) MA
- (71) Déposant : UNIVERSITÉ MOHAMMED V DE RABAT [MA/MA]; Angle avenue Allal el Fassi, Mfadel Cherkaoui AI Irfane (MA).
- (72) Inventeurs : AMMOR, Hassan; Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Département Génie Electrique, BP 765 Avenue Ibn Sina Agdal, Rabat (MA). KARLL, Radouane; Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Département Génie Electrique, BP 765 Avenue Ibn Sina Agdal, Rabat (MA).
- (74) Mandataire : KARTIT, Zaid; Angle avenue Allal El Fassi et Mfadel Cherkaoui, AI Irfane 8007 N.U Maroc (MA).
- (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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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), eurasiatique (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).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MINIATURISED ANTENNA ARRAY WITH FOUR PATCHES, IMPLEMENTED WITH MICRO-RIBBON TECHNOLOGY, FOR THE DETECTION OF INFRA-MILLIMETRIC TUMOURS IN BREAST CANCER

(54) Titre : ANTENNE-RÉSEAU MINIATURISÉE À QUATRE PATCHS EN TECHNOLOGIE MICRORUBAN POUR LA DÉTECTION DES TUMEURS INFRA-MILLIMÉTRIQUES DU CANCER DU SEIN

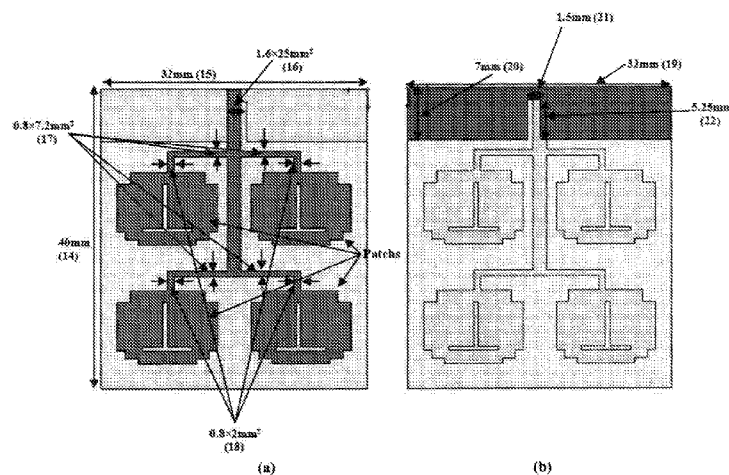


Figure 2

(57) Abstract : The invention relates to a miniature patch antenna which is easy to multiply and form into an array, according to the spectrum allocated by the international regulatory body, the FCC, for precocious detection of infra-millimetric tumours in breast cancer, implemented with micro-ribbon technology having a single access provided by a jack-type female connector SMA, which connects the four similar and equidistant structures to a micro-ribbon line having a characteristic impedance of 50Ω. The invention relates to an antenna array with four similar and equidistant radiation elements which are easy to produce. This is a device for emitting and receiving electromagnetic radiation across a wide medical band recommended by the Federal Communications Commission (FCC) for detecting tumours, using a power splitter-combiner that ensures a better gain, a wide bandwidth, a small size, good adaptation in the frequency band ranging from 3.1 GHz to 10.6 GHz, with a low production cost. The antenna array is formed by four rectangular micro-ribbon elements, each of which is connected to the output of the

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/155377 A1

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)

**Publiée :**

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

---

power splitter-combiner. The antenna array is powered in parallel by a micro-ribbon line and allows the input power to be split into four equal fractions. The power supply is connected to a jack-type female connector SMA which interconnects the four similar and equidistant patches (figure 9). A slot is located in the partial mass plane, increasing the gain, the directivity and the bandwidth, and reducing the space occupied by the antenna. The device according to the invention is particularly designed for recent non-invasive and non-ionising radiological applications, which do not require a contrast agent, achieve improved diagnostics and precocious detection of breast cancer, and provide a technology that is better than the existing ones, which emit hazardous X-ray radiation.

**(57) Abrégé :** Antenne planaire miniature simple à se reproduire et à mettre sous forme de réseau, suivant le spectre alloué par l'organisme international FCC pour la détection précoce des tumeurs infra- millimétriques du cancer du sein, en technologie microruban ayant un seul accès assuré par un connecteur SMA femelle de type JACK, liant les quatre structures similaires et équidistants à une ligne microruban d'impédance caractéristique  $50\Omega$ . L'invention concerne une antenne réseau à quatre éléments rayonnants simples à réaliser, similaires et équidistants. C'est un dispositif d'émission réception électromagnétique permettant de rayonner sur la large bande médicale recommandé par la commission FCC pour la détection des tumeurs en utilisant un diviseur-combinateur de puissance permettant; d'avoir un meilleur gain, une large bande passante, une taille réduite, une bonne adaptation pour la bande de fréquence 3.1GHz à 10.6GHz avec un coût de production faible. Elle est constituée de quatre éléments rectangulaires microrubans dont chacun est relié à la sortie du diviseur-combinateur de puissance. Le réseau d'antennes est alimenté en parallèle par une ligne microruban et qui permet de diviser la puissance d'entrée en quatre puissances égales. Le positionnement de l'alimentation est uni à un connecteur SMA femelle de type JACK liant les quatre patchs similaires et équidistants (Figure 9), Sur le plan de masse partiel est insérée une fente qui permet d'augmenter le gain, la directivité et la bande passante et réduire l'espace occupé par l'antenne. Le dispositif selon l'invention est particulièrement destiné aux applications radiologiques récentes, non invasives et non-ionisantes qui ne nécessitent pas de contraste, pour un meilleur diagnostic et une meilleure détection précoce du cancer du sein, aussi meilleure technique par rapport à celles existantes et présentant un danger des rayons X.

## **Titre : Antenne-réseau miniaturisée à quatre patchs en technologie microruban pour la détection des tumeurs infra-millimétriques du cancer du sein**

### **DESCRIPTION :**

La présente invention concerne une antenne-réseau originale en technologie microruban miniature de forme rectangulaire qui satisfait les caractéristiques recommandées par la commission FCC en termes de bande passante, coefficient de réflexion, rapport d'ondes stationnaires et rayonnement omnidirectionnel. Elle est destinée aux systèmes radiologiques récentes permettant une étude des organes internes sans irradiation de l'organisme pour la détection des tumeurs infra-millimétriques du cancer du sein.

La tomographie micro-onde est une modalité d'imagerie à finalité de la détection précoce du cancer du sein, lorsque ce dernier est exposé à des ondes électromagnétiques, la tumeur du sein présente des propriétés électriques qui sont sensiblement différentes de celles des tissus mammaires sains. En effet, la technique de tomographie micro-onde du sein utilise la diffusion de signaux par un objet, lorsque celui-ci est éclairé par un signal électromagnétique. Le signal diffusé dépend des caractéristiques électriques de l'objet, en particulier la constante diélectrique et la conductivité. Ce principe est utilisé pour détecter les tumeurs dans le sein à l'aide des signaux micro-ondes. Les tumeurs du sein ont des propriétés électriques très distinctes (permittivité diélectrique élevée et une conductivité plus élevée), ce qui permet de les détecter en analysant les signaux diffusés. La quantité de signal diffusée par une tumeur du sein est supérieure à celle des tissus mammaires normaux. Celle-ci peut être reçue par une antenne bien localisée ou la modification de ces propriétés d'émission en raison des signaux diffusés, peuvent être analysés et utilisés pour la détection des tumeurs.

Dans cet objectif, une nouvelle antenne originale en technologie microruban simple et miniaturisée destinée à une application en imagerie médicale qui est la détection précoce du cancer du sein est conçue et proposée. Pour sa réalisation, nous exploitons certaines techniques de miniaturisation et d'élargissement de la bande passante. L'antenne répond de manière satisfaisante aux exigences imposées par la FCC (Federal Communications Commission) pour la détection des tumeurs.

Pour assurer une bonne adaptation et accroître la performance de l'antenne de base, une antenne-réseau de quatre patchs rayonnants équidistants et symétriques uniformes est réalisée. Elle est simple à mettre en œuvre. La structure est alimentée via une ligne microruban. Les lignes attachées aux

éléments rayonnants ont une largeur égale à la moitié de la largeur de la ligne microruban pour assurer une bonne adaptation et symétrie. Sur la face inférieure un plan de masse partielle est imprimée où une fente est insérée et optimisée. Les caractéristiques sont données dans le tableau 1.

L'antenne réseau à quatre patchs peut avoir un impact plus conséquent sur les performances, vu que la mise en réseau au moyen de quatre patchs nous ont permis d'augmenter les valeurs de gain et de directivité et obtenir plus de résonance par rapport à la structure de base composée d'un seul patch. Cette antenne-réseau a également de bonnes caractéristiques directionnelles de rayonnement. Elle présente une bonne stabilité sur toute la bande de fréquence convoitée et cela au niveau des deux plans principaux E et H. Une bonne adaptation en terme d'impédance est obtenue entre l'antenne et son alimentation grâce au passage progressif par le biais de marches d'escaliers. Le coefficient de réflexion a été établi et amélioré.

En outre, cette antenne antenne-réseau 2×2 présente de nombreux avantages qui répondent aux préoccupations des industriels. Parmi eux, la fabrication facile vue sa structure simple et sa taille miniaturisée, faible coût en utilisant un matériel disponible sur le marché et à bas coût. Par conséquent, notre structure originale pourrait être une bonne application destinée à un système de détection précoce des tumeurs malignes.

Notre invention s'articule sur la détection du cancer du sein, où la capacité de détection des tumeurs a été examinée par le biais d'une antenne-réseau miniaturisée. Depuis quelques années, nous avons mené une recherche sur la conception des antennes en l'occurrence des antennes Ultra Large Bande avec une nouvelle technologie c'est la technologie microruban.

Notre cahier de charges de la réalisation a été basé sur les exigences des systèmes de détection des tumeurs recommandé par la commission FCC.

Notre antenne-réseau 2×2 originale en technologie microruban miniature de forme rectangulaire satisfait les caractéristiques en termes de bande passante, coefficient de réflexion, rapport d'ondes stationnaires et rayonnement omnidirectionnel. Elle est destinée à un système de détection de tumeurs malignes infra-millimétriques.

Les antennes existantes sont faites par des structures planaires qui sont difficiles à mettre en réseau et présentent un encombrement et des problèmes de réalisation. Par conséquent, ces antennes sont de grande taille, de grand poids et d'un coût de réalisation important.

La présente invention d'antenne a pour but de détecter les tumeurs malignes et de remédier à des inconvénients sur les détecteurs actuels en permettant de remplacer les antennes existantes par d'autres de faible taille, de faible poids et pour un coût minimum tout en conservant leur utilisation dans la bande de fréquences et en satisfaisant les exigences des normes en terme de l'adaptation, de bande passante, du gain et finalement des ouvertures de rayonnement.

Objectifs, caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux illustrations indexées dans lesquels:

- La figure 1 représente la structure de l'antenne patch:
  - a) Face supérieure
  - b) Face inférieure
- La figure 2 est une vue analogue à la figure 1 sur laquelle l'antenne est mise en réseau à quatre patches(a) Face supérieure (b) Face inférieure
- La figure 3 illustre les résultats de simulation pour les paramètres ; coefficient de réflexion  $S_{11}$ , le ROS et le gain de l'antenne de base.
- La figure 4 représente le résultat de simulation pour le coefficient de réflexion  $S_{11}$  de l'antenne réseau  $2 \times 2$ .
- La figure 5 représente les résultats de simulation pour le TOS de l'antenne réseau  $2 \times 2$ .
- La figure 6 représente les résultats de simulation pour le gain de l'antenne réseau  $2 \times 2$ .
- La figure 7 illustre les résultats de diagramme de rayonnement de l'antenne réseau  $2 \times 2$ .
- La figure 8 représente les résultats de rayonnement 3D de l'antenne réseau  $2 \times 2$ .
- La figure 9 représente le type de connecteur utilisé, à titre d'exemple une embase SMA à platine carrée d'impédance  $50\Omega$ .
- Le tableau 1 contient les caractéristiques de l'antenne-réseau  $2 \times 2$ .
- Le tableau 2 présente les paramètres obtenus de l'antenne-réseau  $2 \times 2$ .
- Le tableau 3 montre une comparaison entre l'ensemble des paramètres obtenus pour notre antenne-réseau  $2 \times 2$  avec ceux des normes ULB.

En référence à la figure 1, l'antenne comporte un patch rectangulaire qui a subi un certain nombre de modifications afin de pallier à la limitation de sa bande passante étroite à l'origine. Le patch (5) est réalisé sur un substrat de type FR\_4 (permittivité diélectrique  $\epsilon_r = 4.4$ , épaisseur  $h = 0.8\text{mm}$ ) et de dimensions (1) et (2). Quatre fentes rectangulaires sont insérées sur l'élément rayonnant (6), (8) et (9) assurant sa miniaturisation. Le patch est alimenté par une ligne microruban de largeur  $w$ (4) et de longueur  $l$ (3) afin de l'adapter à une alimentation à  $50\Omega$ . Une progression en marches d'escaliers, (10) et (11), entre l'alimentation et l'antenne permet une meilleure adaptation et apparition de la résonance. La longueur de la ligne d'alimentation, ainsi que la largeur des encoches à l'entrée du patch ont été optimisées grâce au logiciel de simulation, afin d'obtenir une meilleure adaptation. Un plan de

masse partiel rectangulaire est imprimé sur la surface inférieure du substrat. Sa longueur est L (13), il a une largeur W (12) similaire à celle du substrat.

Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, l'antenne est alimentée par une ligne microbande avec une seule polarisation. Evidemment, une mise en réseau d'antennes en phase avec une alimentation parallèle permet de tirer profit de l'augmentation du gain et de la directivité en fonction du nombre d'éléments.

À la figure 2, nous avons présenté la géométrie utilisée dans la conception de l'antenne-réseau à quatre éléments rayonnants. C'est un réseau linéaire uniforme présentant une simplicité à mettre en œuvre.

La conception de l'antenne réseau à quatre patchs équidistants et symétriques formant un réseau de  $2 \times 2$  est réalisé sur un substrat de type FR\_4 (tableau 1) et de dimensions, (14) et (15), pour accroître les performances de l'antenne de base. La structure est alimentée via une ligne microruban (16) assurant une bonne adaptation. L'antenne-réseau  $2 \times 2$  proposée qui est illustrée dans la figure 2 montre une vue dimensionnelle en représentant la structure en couches pour une meilleure compréhension et conception de la forme d'antenne-réseau proposée. Chaque patch est lié à l'alimentation par une ligne, (17) et (18), de largeur égale à la moitié de celle de la ligne microruban. Sur la face inférieure un plan de masse partielle, (19) et (20), est imprimé comportant une fente, (21) et (22), assurant l'élargissement de la bande passante et la bonne adaptation.

Sur la figure 3, les résultats de simulation électromagnétique de l'antenne à un seul patch qui présentent le coefficient de réflexion de l'antenne conçue en fonction de la fréquence, le TOS et le gain sont illustrés. Ce résultat nous montre une bonne adaptation au niveau du ROS avec une large bande passante et une seule fréquence de résonance à 7.51GHz. Cette limitation au niveau de la résonance ne nous permet pas de répondre à notre objectif, à savoir plusieurs fréquences de résonance dans la bande allouée par la FCC.

Ainsi, Il se trouve que sur la bande de fréquence qui nous intéresse, qui est [3.1-10.6GHz] la variation du gain en fonction de la fréquence est insuffisante pour l'application envisagée. Il est aussi remarquable que le gain présente une valeur négative qu'elle faut améliorer dans toute la bande.

L'antenne de base ne répond pas de manière satisfaisante aux exigences imposées par la FCC et présente un comportement insuffisant aux termes de nos objectifs. Une bande passante avec une seule fréquence de résonance et un gain négatif.

Face à ces contraintes, l'idée que nous avons conçu par la suite est d'augmenter le nombre des éléments rayonnants en vue de la mise en œuvre d'un réseau d'antennes pouvant faire face aux limitations trouvées précédemment avec l'insertion d'une fente au plan de masse partiel pouvant élargir la bande passante et augmenter la valeur de gain, ainsi, obtenir plus de résonance avec une couverture totale de la bande allouée par la FCC et une bonne adaptation.

Sur la figure 4, le résultat de simulation électromagnétique de l'antenne réseau 2×2 à quatre patchs qui présente le coefficient de réflexion de l'antenne conçue en fonction de la fréquence, est illustré. Nous constatons qu'il y a présence de plusieurs résonances aux fréquences 2.78GHz, 4.53GHz, 7.87GHz et 8.92GHz. La bande passante en impédance mesurée à -10 dB, s'étale de 1.93GHz à 11.65GHz, soit une largeur de 9.72GHz couvrant largement la bande allouée par la FCC.

Sur la figure 5, la variation du rapport d'ondes stationnaires de l'antenne-réseau 2×2 en fonction de la fréquence est illustrée. Nous observons que la valeur du TOS au niveau de la bande allouée est inférieure à la valeur 2, ce qui donne une bonne adaptation et reste suffisant pour couvrir la bande allouée par la FCC.

Sur la figure 6, la variation du gain en fonction de la fréquence de l'antenne-réseau 2×2 est illustrée. La valeur du gain a été très améliorée par rapport à l'antenne de base et présente de bonnes valeurs. Il se trouve être entre 2 et 3dB sur la bande de fréquence qui nous intéresse, qui est [3.1-10.6GHz]. Cette valeur peut être mieux améliorer avec d'éventuelle mise en réseaux de 4×4 ou plus, bien que nous le considérons suffisant pour l'application en question étant donné la proximité entre l'élément rayonnant et la partie du corps humain que nous devons explorer.

La grande bande passante est une caractéristique innovante de cette antenne car les antennes patchs microrubans existantes présentent des bandes passantes très étroites.

Nous pouvons conclure que la structure réseau permet d'avoir une bande passante très large avec plusieurs fréquences de résonances, un gain meilleur et par suite, obtenir une meilleure structure souhaitable pour l'application en radiologie médicale.

La figure 7 illustre les diagrammes de rayonnement de l'antenne aux fréquences 2.5GHz, 4.5GHz, 8.5GHz et 10GHz dans les deux plans E et H. Le rayonnement est relativement stable sur toute la bande de fréquence convoitée. Nous remarquons aussi un comportement omnidirectionnel plus ou moins stable sur toute la bande de fréquences. Comme la plupart des structures planaires ULB,

notre antenne se comporte comme un dipôle du point de vue rayonnement (bidirectionnel dans un plan principal et omnidirectionnel voir directive dans l'autre).

La figure 8 illustre le rayonnement de l'antenne réseau  $2 \times 2$  à 3D. Nous pouvons dire que le rayonnement est focalisé des deux côtés de l'antenne. Aussi, le rayonnement devient concentré et directive tant qu'en augmente en fréquence, ce qui aurait pour conséquence une couverture plus large des tissus à traiter.

Le tableau 2, nous montre l'ensemble des paramètres obtenus pour notre antenne-réseau  $2 \times 2$ . Ainsi, les caractéristiques techniques de notre antenne en termes de largeur de bande de fréquence, de gain, des ouvertures des diagrammes de rayonnement convergent avec ceux des normes ULB, comme l'indique le tableau 3.

## REVENDEICATIONS

1. Une antenne réseau omnidirectionnel en technologie microruban originale et respecte la bande de fréquence 3,1GHz à 10,6GHz qui est le spectre alloué par la FCC pour les applications radiologiques récentes pour la détection des tumeurs infra-millimétriques du cancer du sein, caractérisée en ce que :

\* Sa géométrie est comme suit :

- Une antenne comporte quatre patches rectangulaires identiques et symétriques.
- Chaque patch a subi un certain nombre de modifications afin de pallier à la limitation de sa bande passante étroite à l'origine. Le patch (5) est réalisé sur un substrat de type FR\_4 (permittivité diélectrique  $\epsilon_r = 4.4$ , épaisseur  $h = 0.8\text{mm}$ ) et de dimensions (1) et (2).
- Quatre fentes rectangulaires sont insérées sur l'élément rayonnant (6), (8) et (9) assurant sa miniaturisation.
- Le patch est alimenté par une ligne microruban de largeur  $w(4)$  et de longueur  $l(3)$  afin de l'adapter à une alimentation à  $50\Omega$ . Une progression en marches d'escaliers, (10) et (11), entre l'alimentation et l'antenne permet une meilleure adaptation et apparition de la résonance.
- La longueur de la ligne d'alimentation, ainsi que la largeur des encoches à l'entrée du patch ont été optimisées grâce, afin d'obtenir une meilleure adaptation.
- Un plan de masse partiel rectangulaire est imprimé sur la surface inférieure du substrat. Sa longueur est  $L(13)$ , il a une largeur  $W(12)$  similaire à celle du substrat.

\* Sa dimension de surface respectivement  $32 \times 40\text{mm}^2$

\* Son alimentation est en parallèle et le point d'alimentation est uni à un connecteur SMA femelle.

\* Un rayonnement omnidirectionnel.

2. Une antenne réseau en technologie microruban selon la revendication 1 caractérisée, en ce que la détection se fait sans irradiation de l'organisme, sans invasive et sans risque sur la santé de patient.
3. Une antenne réseau en technologie microruban avec une géométrie selon la revendication 1 et 2 caractérisée, en ce que chaque élément patch est rectangulaire avec marche d'escalier et possède une fente en forme de T sur la partie supérieure pour assurer l'élargissement de la bande passante. La partie inférieure est un plan de masse partiel.

4. Une antenne réseau en technologie microruban avec une géométrie selon la revendication 1,2 et 3 caractérisée en ce que sa géométrie est l'association de quatre antennes patches miniatures, similaires, équidistants et symétriques en technologie microruban.
5. Une antenne réseau en technologie microruban selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle couvre la bande passante 3,1GHz à 10,6GHz et un gain qui atteint un maximum de 11dB, une adaptation d'entrée pour les bandes de fréquences.
6. Une antenne réseau en technologie microruban selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle a des ouvertures du rayonnement qui convergent avec les exigences des normes de la FCC. L'efficacité de rayonnement de cette antenne réseau est supérieure à 70%.

**LISTE DES FIGURES**

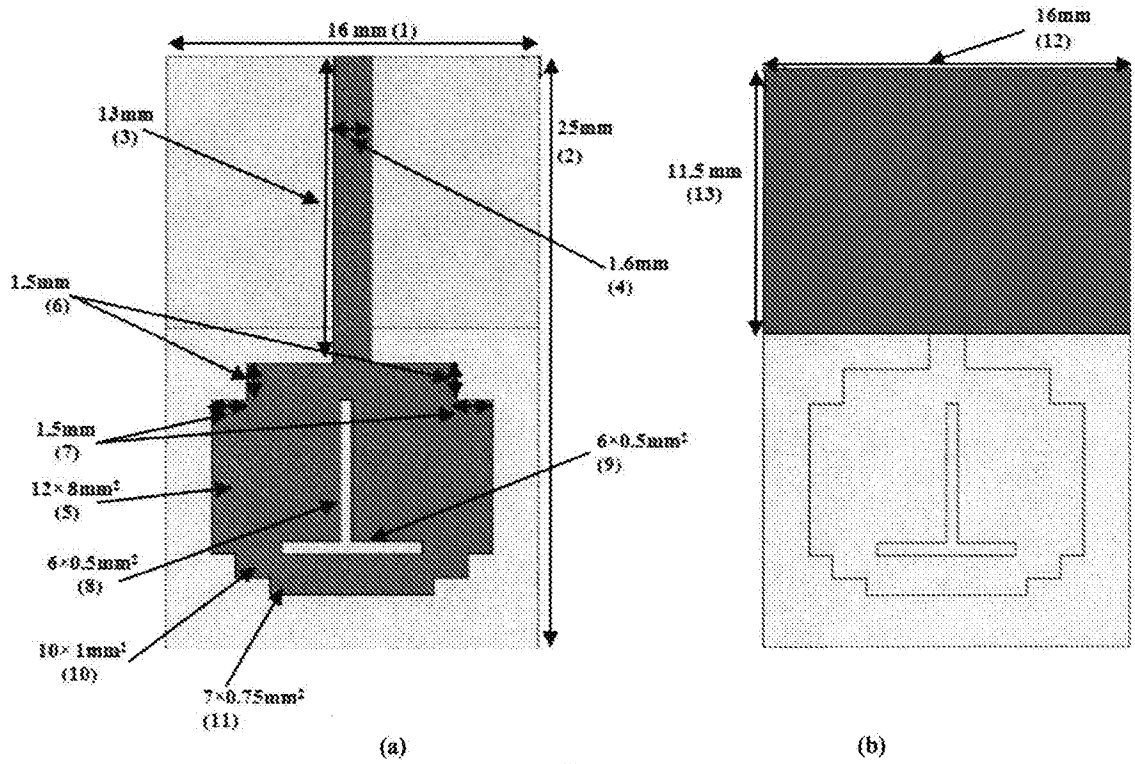


Figure 1

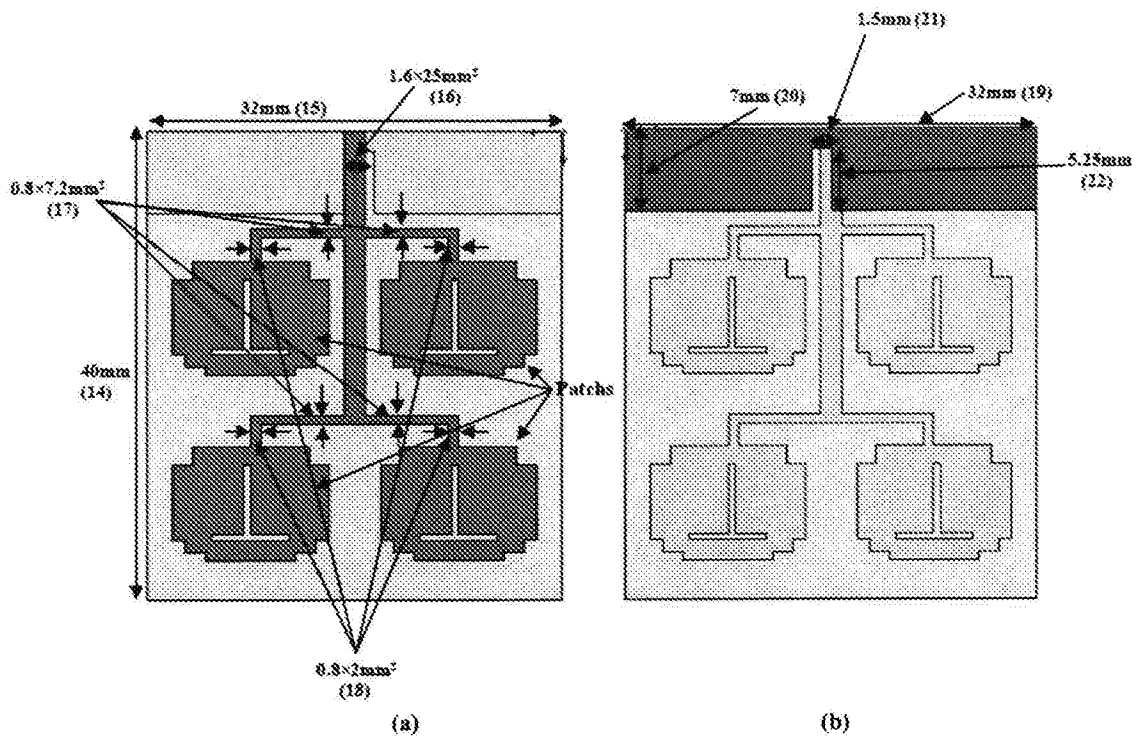


Figure 2

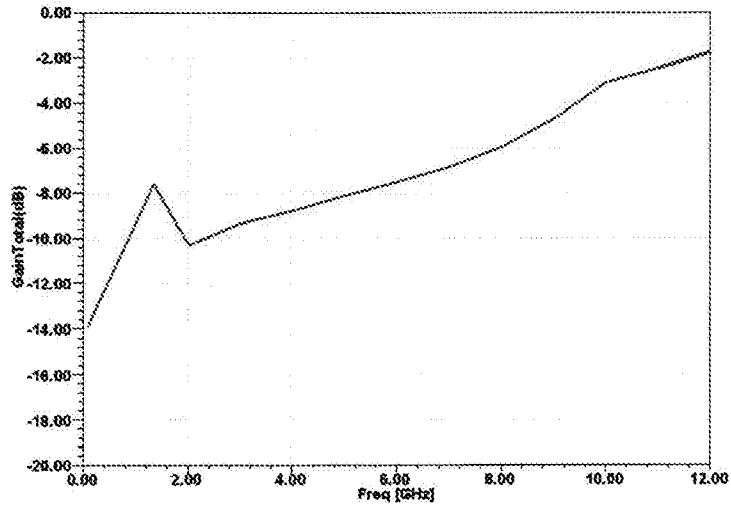
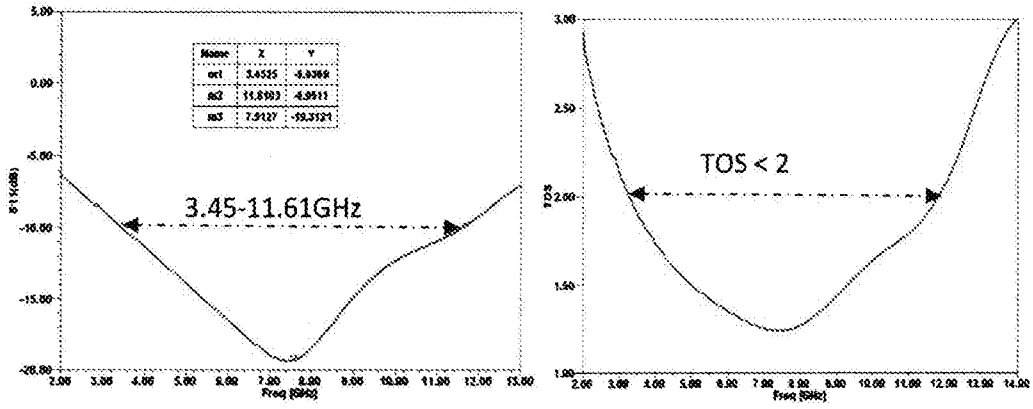


Figure 3

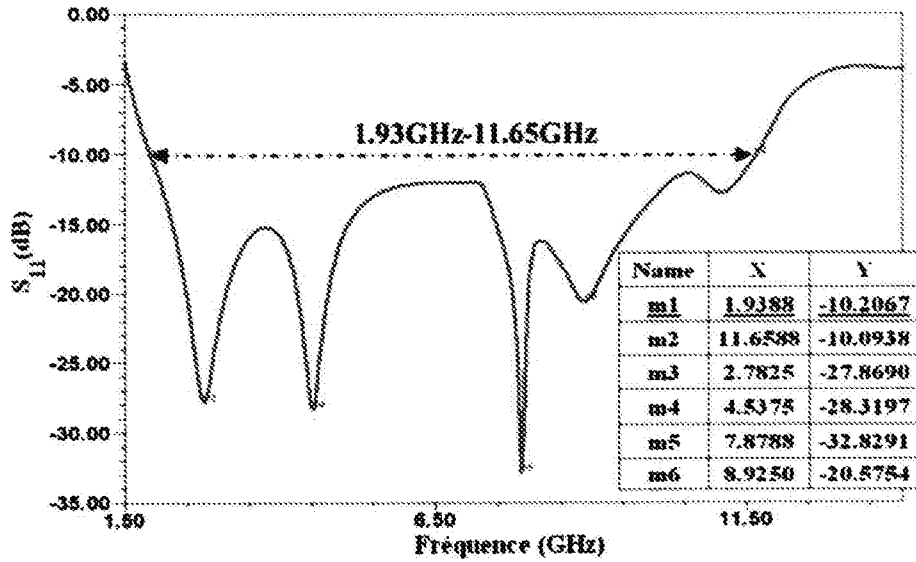


Figure 4

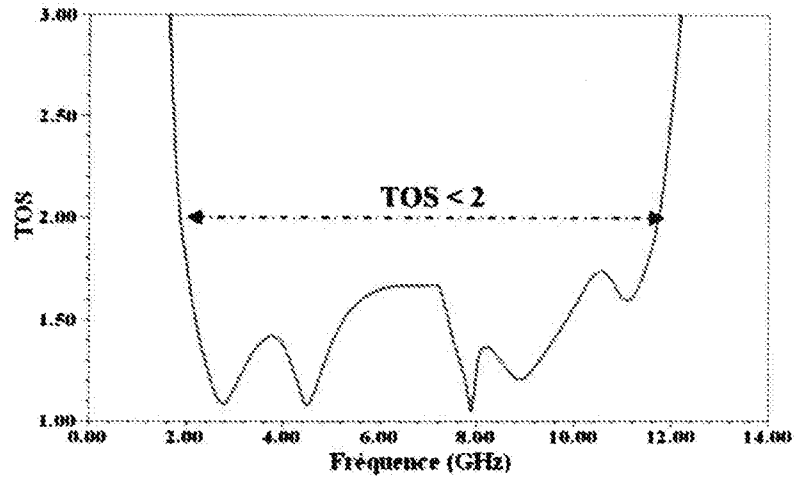


Figure 5

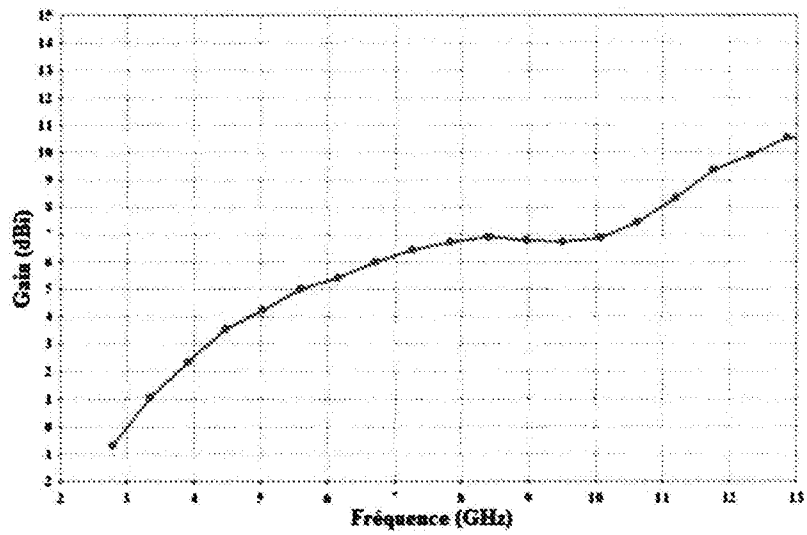
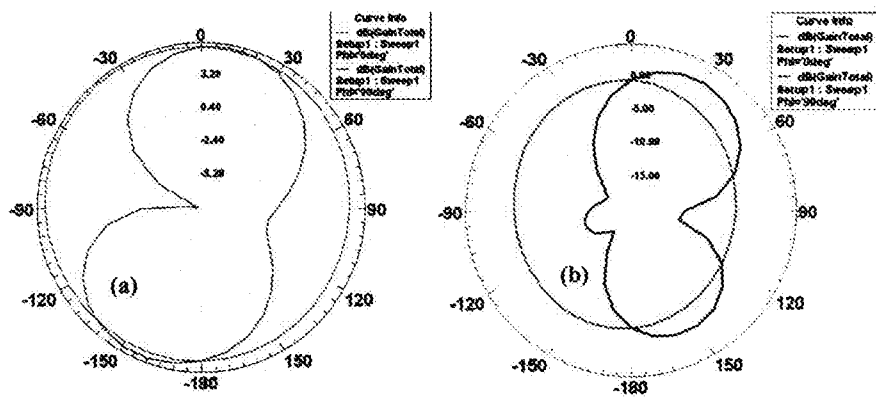
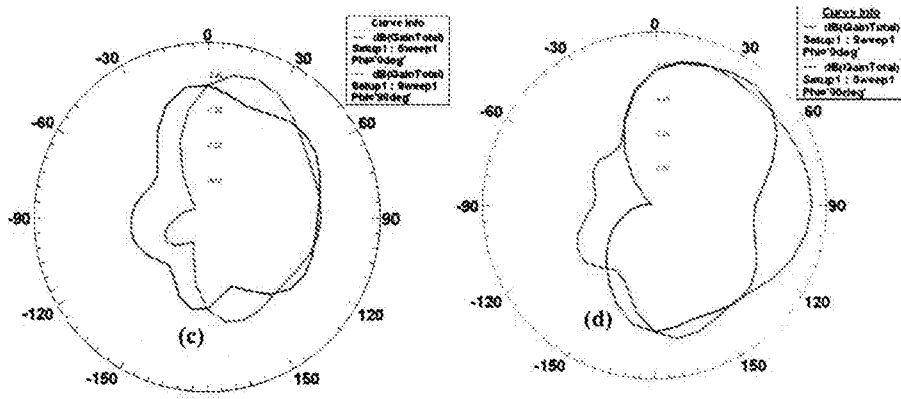


Figure 6





(a) 2.5GHz ; (b) 4.5 GHz ; (c) 8.5 GHz et (d) 10 GHz

Figure 7

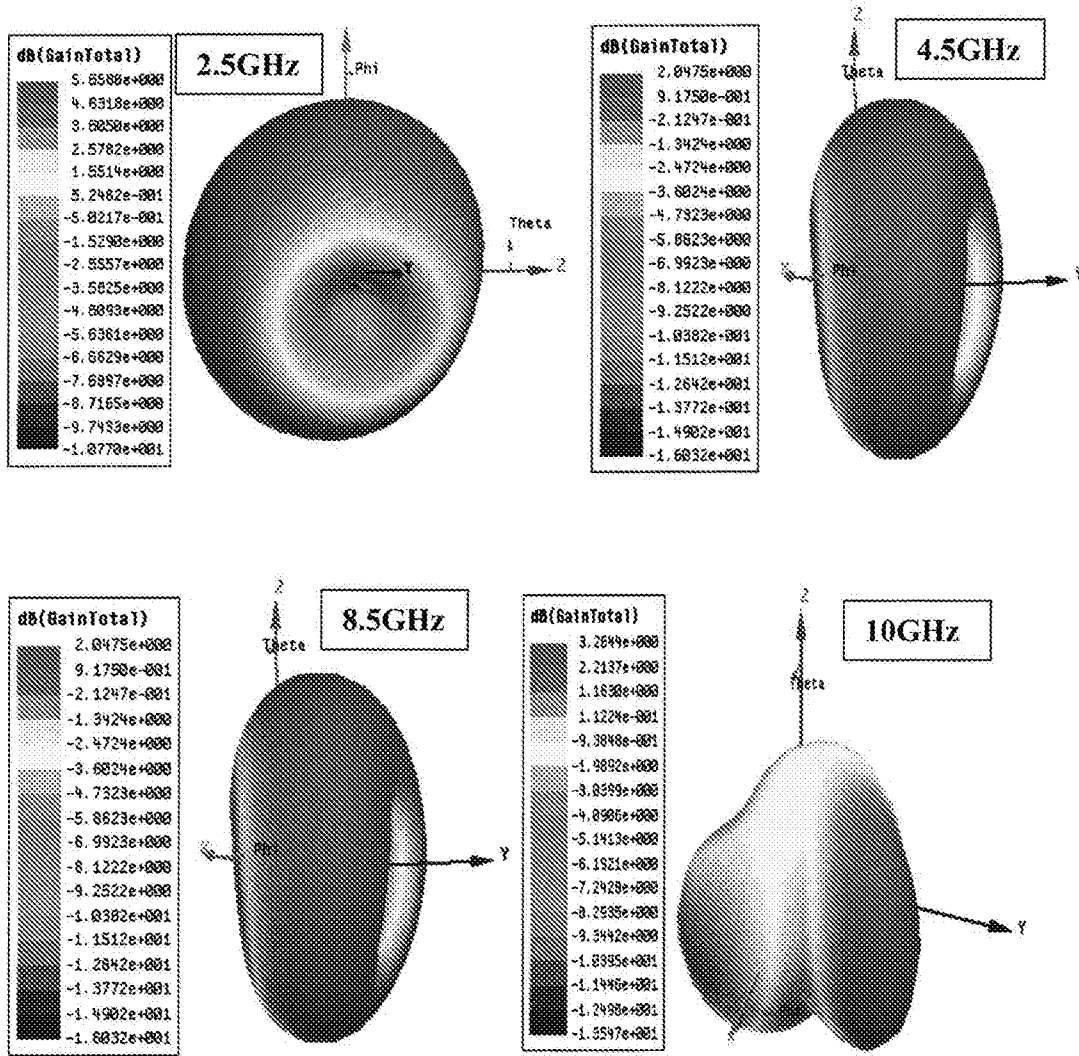


Figure 8

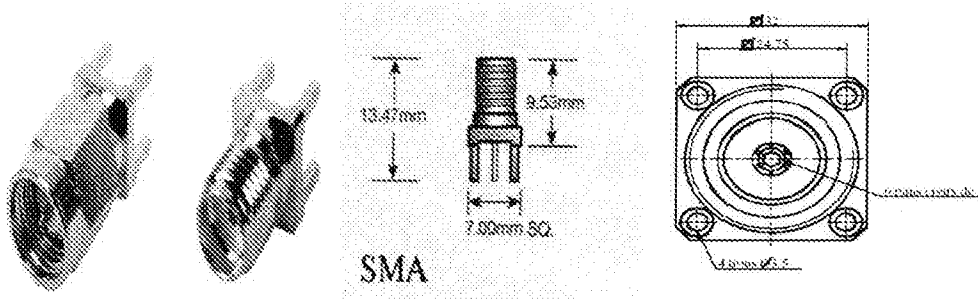


Figure 9

Tableau 1

Substrat	FR4 EPOXY
Dimensions du substrat	32×40mm <sup>2</sup>
Constante diélectrique ( $\epsilon_r$ )	4.4
Hauteur du substrat	0.8mm

Tableau 2

Antenna Parameters		
Antenna Parameters:		
Quantity	Value	Units
Max U	0.20713	W/sr
Peak Directivity	3.552	
Peak Gain	3.2104	
Peak Realized Gain	2.6029	
Radiated Power	0.7328	W
Accepted Power	0.81078	W
Incident Power	1	W
Radiation Efficiency	0.90382	
Front to Back Ratio	15.504	
Decay Factor	0	

Tableau 3

	(FCC)	Antenne-réseau 2×2
Bande de fréquence	3.1 - 10.6 GHz	1.93-11.65GHz
Profil Physique	Miniature, Compact, planaire	Miniature, Compact, planaire
Gain d'antenne	Faible	Faible
Bande passante	Bande passante supérieure à 500 MHz	9.72GHz
Diagramme de rayonnement	Omnidirectionnel	Omnidirectionnel
ROS	<2	<2
Radiation Efficiency	High (>70%)	>70%

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/MA2017/000004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01Q9/40 H01Q21/00 H01Q21/06  
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  
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.
Y	Radouane Karli ET AL: "Miniaturized UWB Microstrip Antenna with T-Slot for Detecting Malignant Tumors by Microwave Imaging", 1 May 2014 (2014-05-01), XP055395992, Retrieved from the Internet: URL:http://www.ijmot.com/ijmot/uploaded/1452837518.pdf [retrieved on 2017-08-03] the whole document ----- -/--	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search <b>3 August 2017</b>	Date of mailing of the international search report <b>10/08/2017</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/MA2017/000004

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HADI BAHRAMIABARGHOUEI ET AL: "Flexible 16 Antenna Array for Microwave Breast Cancer Detection", IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING., vol. 62, no. 10, 1 October 2015 (2015-10-01), pages 2516-2525, XP055395995, PISCATAWAY, NJ, USA. ISSN: 0018-9294, DOI: 10.1109/TBME.2015.2434956 the whole document	1-6
A	----- WO 2005/062422 A1 (UNIV MACQUARIE [AU]; ESSELLE KARUNANAYAKE PATHIRANN [AU]; GE YUEHE [AU]) 7 July 2005 (2005-07-07) page 38, line 11 - page 39, line 27; figures 9,10 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/MA2017/000004

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005062422	A1	NONE	07-07-2005

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/MA2017/000004

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. H01Q9/40 H01Q21/00 H01Q21/06 ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01Q				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
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				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
Y	Radouane Karli ET AL: "Miniaturized UWB Microstrip Antenna with T-Slot for Detecting Malignant Tumors by Microwave Imaging",  1 <sup>er</sup> mai 2014 (2014-05-01), XP055395992, Extrait de l'Internet: URL: <a href="http://www.ijmot.com/ijmot/uploaded/1452837518.pdf">http://www.ijmot.com/ijmot/uploaded/1452837518.pdf</a> [extrait le 2017-08-03] le document en entier  ----- -/--	1-6		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents				
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe				
* Catégories spéciales de documents cités:				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">                     "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent                      "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date                      "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)                      "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens                      "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée                 </td> <td style="vertical-align: top;">                     "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                      "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                      "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                      "&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets                 </td> </tr> </table>			"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "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) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"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 "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 "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "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) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"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 "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 "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets			
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  3 août 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  10/08/2017		
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Moumen, Abderrahim		

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	<p>HADI BAHRAMIABARGHOUEI ET AL: "Flexible 16 Antenna Array for Microwave Breast Cancer Detection",                      IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING.,                      vol. 62, no. 10,                      1 octobre 2015 (2015-10-01), pages 2516-2525, XP055395995,                      PISCATAWAY, NJ, USA.                      ISSN: 0018-9294, DOI:                      10.1109/TBME.2015.2434956                      le document en entier</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-6
A	<p>WO 2005/062422 A1 (UNIV MACQUARIE [AU]; ESSELLE KARUNANAYAKE PATHIRANN [AU]; GE YUEHE [AU]) 7 juillet 2005 (2005-07-07) page 38, ligne 11 - page 39, ligne 27; figures 9,10</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/MA2017/000004

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2005062422	A1	07-07-2005	AUCUN
-----			