



(11)

EP 2 610 965 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
16.07.2014 Bulletin 2014/29

(51) Int Cl.:
H01Q 1/38 (2006.01) **H01Q 9/28** (2006.01)
H01Q 17/00 (2006.01) **H01Q 19/10** (2006.01)
H01Q 21/26 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **12199498.2**

(22) Date de dépôt: **27.12.2012**

(54) Antenne compacte à large bande à double polarisation linéaire

Kompakte Breitbandantenne mit doppelter Linearpolarisation

Compact broad-band antenna with double linear polarisation

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

(30) Priorité: **27.12.2011 FR 1104120**

(43) Date de publication de la demande:
03.07.2013 Bulletin 2013/27

(73) Titulaires:
• **Thales**
92200 Neuilly Sur Seine (FR)
• **Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)**
75016 Paris (FR)
• **Université de Rennes 1**
35065 Rennes (FR)

(72) Inventeurs:
• **Clauzier, Olivier**
35000 RENNES (FR)
• **Colombel, Franck**
35160 Montfort-sur-Meu (FR)
• **Himdi, Mohammed**
35200 RENNES (FR)
• **Le Meins, Cyrille**
49309 CHOLET CEDEX (FR)

(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile**
Cabinet Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(56) Documents cités:
FR-A1- 2 736 212 JP-A- 6 018 650
US-A- 3 967 276 US-A1- 2007 188 398
US-A1- 2008 284 673

EP 2 610 965 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne une antenne compacte.

[0002] Plus particulièrement, l'invention concerne une antenne d'émission/réception d'ondes électromagnétiques, du type comprenant :

- deux dipôles orthogonaux, chaque dipôle comprenant deux éléments rayonnants,
- un plan réflecteur, et
- une surface absorbante.

[0003] L'invention se situe dans le domaine des antennes et des systèmes antennaires dédiés à des applications de réception et d'émission d'ondes électromagnétiques dans une très large bande de fréquences. Par exemple, l'antenne compacte opère dans les bandes VHF et UHF, c'est-à-dire à des fréquences comprises entre 30 MHz et 3 GHz, et plus particulièrement à des fréquences comprises entre 30 MHz et 500 MHz.

[0004] Le document US 3 967 276 A décrit une antenne présentant des éléments rayonnants, un plan réflecteur et une surface absorbante. Le document JP 6 018650 A décrit une antenne présentant deux éléments rayonnants.

[0005] Des antennes telles que ci-dessus sont décrites dans FR 2 736 212 et sont utilisées à diverses fins, par exemple dans le domaine des télécommunications, et sont notamment destinées à être emportées sur un engin, qu'il soit terrestre, aéroporté ou naval.

[0006] Dès lors, ces antennes sont soumises à un certain nombre de contraintes techniques spécifiques.

[0007] Ainsi, ces antennes doivent par exemple présenter une discrétion visuelle ou une SER, pour Surface Equivalente Radar, faibles, disposer de performances radioélectriques élevées telles qu'un ROS, pour Rapport d'Onde Stationnaire, faible, un gain fort, etc., tout en présentant de faibles dimensions.

[0008] Dans certains cas, elles doivent également être adaptées pour recevoir, émettre et/ou discriminer les ondes électromagnétiques quelle que soit leur polarisation.

[0009] En outre, elles doivent disposer d'une couverture radioélectrique unidirectionnelle.

[0010] Enfin, elles ne doivent pas dégrader l'aérodynamisme ou le gabarit routier d'un engin auquel elles sont intégrées et présenter des performances radioélectriques indépendantes vis-à-vis de celui-ci.

[0011] Des antennes satisfaisant certaines de ces contraintes sont connues de l'état de la technique, par exemple dans les applications de communication.

[0012] Ainsi, US 7 692 603 B1 décrit une antenne dont les éléments rayonnants sont spiralés. Une telle antenne présente de faibles dimensions adaptées pour minimiser les couplages et interférences électromagnétiques avec les objets avoisinants.

[0013] En outre, il existe des antennes omnidirectionnelles de type monopôle ou dipôle à polarisation linéaire, principalement à polarisation linéaire verticale, permet-

tant de couvrir la bande comprise entre 30 MHz et 500 MHz.

[0014] Toutefois, ces solutions ne donnent pas entière satisfaction.

5 **[0015]** En effet, la plupart des antennes de l'état de la technique ne présentent qu'une partie des caractéristiques décrites ci-dessus.

[0016] Ainsi, la plupart des antennes connues de l'homme du métier présentent un encombrement incompatible avec les critères:

- ☐ de discrétion visuelle,
- ☐ et/ou de réduction de la SER,
- ☐ et/ou d'optimisation de l'aérodynamisme de l'engin auquel elles sont intégrées,
- ☐ et/ou de respect du gabarit routier dudit engin.

15 **[0017]** En outre, les performances radioélectriques des antennes omnidirectionnelles de type dipôle sont sensiblement dégradées lorsqu'elles sont intégrées à des engins présentant des parties métalliques situées à proximité desdites antennes.

20 **[0018]** Par ailleurs, les antennes omnidirectionnelles de type monopôle nécessitent un plan de masse suffisamment grand par rapport à la longueur d'onde pour obtenir des performances radioélectriques optimales, celles-ci étant en outre dépendantes de la surface de l'engin sur laquelle elles sont agencées. Ces antennes présentent ainsi des performances radioélectriques impactées par la surface sur laquelle elles sont agencées. De plus, elles ne permettent pas de traiter l'aspect multi-polarisations des ondes électromagnétiques. Enfin, bien que ces antennes aient des dimensions réduites par rapport aux antennes dipôles, celles-ci restent parfois incompatibles avec des critères de discrétion visuelle, de SER, d'aérodynamisme et/ou de gabarit routier.

30 **[0019]** De même, les antennes spiralées présentent une limitation de la fréquence basse d'utilisation située aux alentours de 200 MHz au regard de l'encombrement visé par l'objet de la présente demande. En outre, ces antennes sont pour la plupart à polarisation circulaire droite ou gauche et ne permettent pas de traiter l'aspect multi-polarisation des ondes électromagnétiques à partir d'une seule antenne. De plus, ces antennes présentent généralement des valeurs de gain et de ROS ainsi qu'un caractère unidirectionnel du rayonnement insuffisants en basses fréquences.

35 **[0020]** Ce dernier type d'antenne présente enfin des performances radioélectriques particulièrement dégradées en basses fréquences, c'est-à-dire en dessous d'environ 200 MHz, dans le cas où elles doivent être placées dans une cavité métallique destinée à améliorer la discrétion visuelle, la SER et/ou l'aérodynamisme de l'engin auquel elles sont intégrées. Le niveau de dégradation de performances varie en fonction du diamètre de cette cavité.

40 **[0021]** L'objet de l'invention est donc d'obtenir une antenne qui permette d'améliorer la satisfaction de ces cri-

tères.

[0022] A cet effet, l'invention concerne une antenne selon la revendication 1.

[0023] Selon d'autres aspects de l'invention, l'antenne compacte à large bande comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques définies dans les revendications 2 à 10.

[0024] En outre, l'invention concerne un engin terrestre, aéroporté ou naval selon la revendication 11.

[0025] Selon d'autres aspects de l'invention, l'engin peut comprendre la caractéristique définie dans la revendication 12.

[0026] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue du dessus d'un premier mode de réalisation d'une antenne selon l'invention,
- la figure 2 représente une vue d'une partie d'une bobine de liaison de l'antenne de la figure 1,
- la figure 3 représente une vue du dessus de la surface absorbante dans une antenne selon l'invention,
- la figure 4 représente une vue de côté du premier mode de réalisation d'une antenne selon l'invention,
- la figure 5 est un diagramme de représentation du rapport d'onde stationnaire en fonction de la fréquence pour une antenne selon le premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 6 est un diagramme de représentation du gain d'une antenne selon le premier mode de réalisation de l'invention en fonction de la fréquence,
- la figure 7 représente des diagrammes de rayonnement selon le plan azimutal d'une antenne selon le premier mode de réalisation de l'invention pour des fréquences valant 30 MHz, 50 MHz, 100 MHz, 300 MHz et 500 MHz,
- la figure 8 représente une vue du dessus d'un second mode de réalisation d'une antenne selon l'invention,
- la figure 9 est un diagramme de représentation du rapport d'onde stationnaire en fonction de la fréquence dans une antenne selon les premier et deuxième modes de réalisation de l'invention,
- la figure 10 est un diagramme de représentation du gain en fonction de la fréquence d'une antenne selon le premier et le second modes de réalisation de l'invention,
- la figure 11 représente des diagrammes de rayonnement selon le plan azimutal d'une antenne selon le second mode de réalisation pour des fréquences valant 30 MHz, 50 MHz, 100 MHz, 300 MHz et 500 MHz, et
- la figure 12 est une vue de côté de l'antenne de la figure 4 disposée dans une cavité.

[0027] L'antenne selon l'invention 2 est destinée à être fixée sur une surface d'un engin mobile, par exemple

d'un élément ou d'une structure dudit engin. Avantageusement, l'antenne 2 est destinée à être fixée dans une cavité métallique ménagée dans la peau dudit engin et prévue à cet effet.

[0028] L'antenne 2 est destinée à émettre et recevoir des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 500 MHz. En variante, elle est destinée à émettre et recevoir des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 800 MHz.

[0029] En référence à la figure 1 et à la figure 4, qui représentent respectivement une vue de dessus et une vue de côté d'une antenne 2 dans un premier mode de réalisation de l'invention, l'antenne 2 comprend une pluralité d'éléments rayonnants 4 et une couronne bobinée 6 chargée (c'est-à-dire qu'elle comprend des résistances, comme on le verra par la suite) associée aux éléments rayonnants 4 de l'antenne 2. En outre, elle comprend des moyens 8 d'adaptation d'impédance et d'alimentation des éléments rayonnants 4, une surface absorbante 10, ainsi qu'un plan réflecteur 12.

[0030] Les éléments rayonnants 4 sont propres à recevoir et émettre des ondes électromagnétiques.

[0031] A cet effet, les éléments rayonnants 4 sont réalisés à partir d'un matériau électriquement conducteur.

[0032] Dans le mode de réalisation de la figure 1, les éléments rayonnants 4 sont réalisés en technologie imprimée connue de l'homme du métier.

[0033] En référence à la figure 1, l'antenne selon l'invention 2 comprend quatre éléments rayonnants 4. Ces éléments 4 sont plans, coplanaires et présentent chacun une forme générale triangulaire.

[0034] Par « forme générale triangulaire », on entend une forme de triangle, de triangle dont un ou plusieurs côtés présentent un léger arrondi, ou encore de triangle dont un ou plusieurs sommets sont arrondis, « écornés » ou « émoussés ».

[0035] Dans l'exemple illustré sur la Figure 1, chaque élément rayonnant 4 présente trois sommets. En outre, chaque élément rayonnant 4 comprend un bord libre 14 légèrement arrondi et un sommet opposé 16 audit bord arrondi 14.

[0036] Ces éléments rayonnants 4 sont sensiblement compris dans un même plan P. En outre, tous présentent sensiblement les mêmes dimensions.

[0037] Dans l'exemple de la figure 1, les éléments rayonnants 4 présentent par ailleurs un angle d'ouverture d'environ 40° permettant d'optimiser les performances d'impédance et de gain de l'antenne 2 sur la largeur de bande couverte, tout en minimisant l'encombrement de l'antenne, comme on le verra par la suite.

[0038] Les éléments rayonnants 4 sont répartis en deux dipôles 18 comportant chacun deux éléments rayonnants 4.

[0039] Chaque dipôle 18 est propre à émettre ou recevoir des ondes électromagnétiques présentant une polarisation linéaire verticale pour l'un et horizontale pour

l'autre. L'émission et la réception d'ondes de polarisation quelconque (polarisation linéaire quelconque ou polarisation circulaire ou polarisation elliptique) sont alors obtenues par combinaison des deux polarisations linéaires de manière analogique en ajoutant par exemple une fonction de couplage ou par traitement numérique, ceci étant connu de l'homme du métier.

[0040] A cet effet, les dipôles 18 sont orthogonaux. Les deux éléments rayonnants 4 d'un dipôle 18 adapté pour une polarisation linéaire donnée sont agencés entre les deux éléments rayonnants 4 de l'autre dipôle 18, deux éléments rayonnants 4 successifs étant reliés par la couronne bobinée chargée 6, comme on le verra par la suite.

[0041] Les deux dipôles 18 sont sensiblement inscrits dans un cercle K de centre O, le bord libre 14 arrondi de chaque élément rayonnant 4 appartenant à ce cercle. En outre, le sommet opposé 16 de chaque élément rayonnant 4 est orienté vers le centre O du cercle K. Les dipôles 18 sont ainsi symétriques par rapport au centre O du cercle K.

[0042] Le diamètre du cercle K est égal à une fraction de la longueur d'une onde électromagnétique, c'est-à-dire que le diamètre est égal à λ/n , où λ est la longueur d'onde et n est un nombre strictement positif.

[0043] Pour une antenne idéale de faible largeur de bande centrée autour d'une longueur d'onde λ , n est typiquement choisi égal à 2.

[0044] Le dimensionnement des dipôles est alors déterminé en règle générale par le ratio $\lambda/2$ indépendamment de l'encombrement résultant.

[0045] Or, les contraintes d'encombrement et de largeur de bande auxquelles l'antenne 2 selon l'invention répond se traduisent par un écart important avec ce cas de figure.

[0046] Ainsi, dans le mode de réalisation considéré, le diamètre du cercle K est pris sensiblement égal à 330 mm, n étant donc compris approximativement entre 30 et 1,8 respectivement pour des ondes électromagnétiques de fréquence allant de 30 MHz à 500 MHz.

[0047] Dans certains modes de réalisation, la plage de variation de n est ajustable en fonction de la bande de fréquence et des performances radioélectriques recherchées.

[0048] De manière connue, une antenne dont les éléments rayonnants présentent des dimensions faibles par rapport à la longueur des ondes électromagnétiques qu'ils sont destinés à capter et/ou émettre présente des propriétés radioélectriques dégradées aux fréquences correspondant à ces longueurs d'onde.

[0049] Ainsi, la couronne bobinée 6 est propre à conférer un comportement selfique à l'antenne 2, ce qui permet d'améliorer les valeurs de gain de l'antenne 2 aux basses fréquences, particulièrement aux fréquences inférieures à 300 MHz.

[0050] En outre, la couronne bobinée 6 est propre à optimiser l'adaptation d'impédance et le gain de l'antenne 2 aux basses fréquences.

[0051] A cet effet, la couronne bobinée 6 comprend

une pluralité de bobines de liaison 20 ménagées entre les éléments rayonnants 4.

[0052] Dans le mode de réalisation de la figure 1, la couronne bobinée 6 comprend ainsi quatre bobines de liaison 20 raccordées chacune de part et d'autre à deux éléments rayonnants 4 adjacents.

[0053] Chaque bobine de liaison 20 est ménagée entre deux éléments rayonnants 4 de façon à décrire l'arc du cercle K circonscrit aux dipôles 18 compris entre les deux éléments rayonnants 4 auxquels elle est raccordée.

[0054] Comme illustré sur la figure 1, chaque bobine 20 comprend une pluralité de spires de diamètre et de pas constants. Chacune de ses spires comprend un point présentant une distance maximale au point O. Les bobines de liaison 20 sont alors disposées de sorte que le cercle K circonscrit aux dipôles 18 soit sensiblement circonscrit à l'ensemble de ces points pour une bobine de liaison 20 donnée, et ce pour chacune des bobines de liaison 20 que comprend la couronne bobinée 6.

[0055] La couronne bobinée 6 comprend en outre des résistances 22 propres à optimiser l'adaptation d'impédance de l'antenne 2.

[0056] A cet effet, une résistance 22 est intercalée entre chaque extrémité 24 que présente une bobine de liaison 20 et l'élément rayonnant 4 auquel celle-ci est raccordée.

[0057] Dans l'exemple de la figure 1, la valeur de chaque résistance 22 est par exemple sensiblement égale à 300 Ohms. La valeur de la résistance 22 est ajustable en fonction de la bande de fréquence et des performances radioélectriques recherchées.

[0058] De manière connue et en référence à la figure 2 qui représente une vue d'une bobine de liaison 20, chaque bobine de liaison 20 génère une résonance importante autour d'une valeur de fréquence f_0 , cette fréquence f_0 dite « fréquence de résonance de la bobine de liaison 20 » étant définie par :

$$f_0 = \frac{29,85 \cdot \left(\frac{H}{D}\right)^{\left(\frac{1}{5}\right)}}{N \cdot D}, \quad (1)$$

f_0 étant en MHz, H la longueur de la bobine de liaison 20 (en m), D le diamètre de la bobine de liaison 20 (en m) et N le nombre de tours de fil bobiné de la bobine de liaison 20.

[0059] Dans le mode de réalisation des figures 1 et 2, le diamètre D d'une bobine de liaison 20 est égal à 20 mm, son pas (la distance entre deux spires successives de la bobine de liaison 20) pris égal à 5 mm, et le nombre de tours N de chaque bobine de liaison 20 est pris égal à 26, ce qui donne une longueur H d'environ 150 mm.

[0060] La relation (1) donne alors une fréquence de résonance de la bobine de liaison 20 environ à 90 MHz.

[0061] Cette résonance cause alors une dégradation des performances de ROS de l'antenne 2 pour des ondes

électromagnétiques de fréquence proche de la fréquence de résonance des bobines de liaison 20.

[0062] On conçoit qu'il est intéressant de décaler cette fréquence de résonance en modifiant les dimensions des bobines de liaison 20 utilisées, comme on le verra par la suite dans un second mode de réalisation de l'invention.

[0063] De manière connue de l'homme du métier, la surface absorbante 10 est propre à optimiser le niveau d'adaptation d'impédance, à augmenter la directivité de l'antenne 2 et par conséquent à améliorer le gain de l'antenne 2 aux basses fréquences.

[0064] En outre, cette surface absorbante 10 permet de réduire l'encombrement vertical de l'antenne 2 ainsi que l'impact de la surface sur laquelle l'antenne est fixée sur les performances radioélectriques de l'antenne selon l'invention 2.

[0065] A cet effet, la surface absorbante 10 est réalisée à partir d'un matériau de type ferrite et est située à proximité des éléments rayonnants 4.

[0066] La surface absorbante 10 absorbe ainsi une partie du rayonnement émis par l'antenne 2 dans la direction opposée à sa direction de rayonnement privilégiée.

[0067] En référence aux figures 3 et 4, la figure 3 représentant une vue du dessus de la surface absorbante 10, dans le cas considéré, celle-ci présente une forme générale octogonale et est comprise dans un plan sensiblement parallèle au plan P des éléments rayonnants 4. La surface absorbante 10 est à une distance du plan P des éléments rayonnants 4 sensiblement égale à 15 mm.

[0068] La surface absorbante 10 comprend une pluralité de portions de surface absorbante 26.

[0069] Dans l'exemple de la figure 3, la surface absorbante 10 comprend neuf portions de surface absorbante 26 de forme générale carrée et d'arête d'une longueur prise égale à 100 mm.

[0070] La surface absorbante 10 est ainsi comprise dans un carré d'arête 300 mm dont le centre C appartient à un axe A-A' perpendiculaire au plan P et passant par O. Les quatre portions de surface absorbante 26 situées aux angles de ce carré présentent un biseau de largeur environ égale à 70 mm.

[0071] En regard de la Figure 4, la surface absorbante 10 présente une épaisseur d'environ 7 mm.

[0072] De manière connue, le plan réflecteur 12 de l'antenne selon l'invention 2 est propre à fournir une référence de masse et à réfléchir aux hautes fréquences de la bande de l'antenne 2, par exemple au dessus d'environ 350 MHz, une partie du rayonnement électromagnétique émis par l'antenne 2 dans la direction opposée à sa direction de rayonnement privilégiée - celle-ci étant selon l'axe A-A' et, en référence à la figure 4, dans le sens du parcours de l'axe A-A' depuis la partie inférieure de la figure vers la partie supérieure de la figure -, et ainsi augmenter les performances radioélectriques de l'antenne 2 aux hautes fréquences.

[0073] En outre, le plan réflecteur 12 contribue à mini-

miser l'influence de l'engin auquel est intégrée l'antenne 2 sur les performances radioélectriques de celle-ci.

[0074] Ainsi, le plan réflecteur 12 est parallèle au plan P et distant de celui-ci d'une distance égale à une fraction de la longueur d'une onde électromagnétique, c'est-à-dire que la distance est égale à λ/m , 1 où λ est la longueur d'onde et m est un nombre strictement positif.

[0075] Pour une antenne idéale de faible largeur de bande centrée autour d'une longueur d'onde λ , m est typiquement choisi égal à 4. La distance du plan réflecteur aux dipôles est alors déterminée par le ratio $\lambda/4$ indépendamment de l'encombrement résultant.

[0076] Or, les contraintes d'encombrement et de largeur de bande auxquelles l'antenne 2 selon l'invention répond se traduisent par un écart important avec ce cas de figure.

[0077] Ainsi, dans le mode de réalisation considéré, la distance du plan réflecteur 12 au plan P est prise sensiblement égale à 150 mm, m étant alors compris approximativement entre 67 et 4 respectivement pour des ondes électromagnétiques de fréquence allant de 30 MHz à 500 MHz.

[0078] Dans certains modes de réalisation, la plage de variation de m est ajustable en fonction de la bande de fréquence et des performances radioélectriques recherchées.

[0079] Le plan réflecteur 12 présente une forme générale circulaire d'axe central A-A' et de diamètre environ 350 mm.

[0080] Les éléments rayonnants 4, le plan réflecteur 12 et la surface absorbante 10 sont parallèles entre eux et sont centrés autour de l'axe A-A'.

[0081] En référence à la figure 4, l'antenne selon l'invention 2 présente ainsi des dimensions telles qu'elle est sensiblement comprise dans un cylindre d'axe A-A', de diamètre 350 mm et de hauteur 150 mm.

[0082] En outre, la disposition du plan réflecteur 12 et de la surface absorbante 10 par rapport aux dipôles 18 est propre à minimiser les interférences entre le rayonnement principal de l'antenne 2 et la partie du rayonnement dans la direction opposée à la direction de rayonnement privilégiée de l'antenne 2 qui se réfléchit contre les surfaces ou les objets avoisinants et interfère alors avec le rayonnement principal de l'antenne 2.

[0083] La combinaison du plan réflecteur 12 et de la surface absorbante 10 est ainsi propre à minimiser l'impact sur les performances radioélectriques de la surface ou de la cavité prévue pour accueillir l'antenne 2.

[0084] Plus particulièrement, cette combinaison permet de minimiser cet impact lorsque la dite surface ou ladite cavité est réalisée à partir d'un matériau métallique.

[0085] Les moyens d'adaptation d'impédance et d'alimentation 8 de l'antenne 2 sont propres à assurer l'adaptation d'impédance et l'alimentation des dipôles 18 de l'antenne 2 ainsi qu'à symétriser les courants dans les éléments rayonnants 4.

[0086] A cet effet, ces moyens 8 comprennent deux connecteurs 28, deux transformateurs d'impédance 30,

des contacts électriques 32 placés entre les éléments rayonnant 4 et les transformateurs 30. En outre, ces moyens 8 comprennent des contacts électriques 34, 36 placés entre les connecteurs 28 et les transformateurs 30, les contacts électriques de référence 36 étant des contacts de masse.

[0087] Les connecteurs 28 sont adaptés pour assurer l'interface électrique entre l'antenne 2 et un dispositif (non représenté) d'émission et/ou de réception qui lui est associé.

[0088] De manière connue, de tels connecteurs 28 sont destinés à être mis en prise avec des câbles coaxiaux (non représentés) par exemple, et présentent alors une âme 38 et une masse 40 complémentaires de celles des câbles coaxiaux auxquels ils sont raccordés.

[0089] Dans le mode de réalisation de la figure 4, l'âme 38 de chaque connecteur 28 est raccordée à une voie asymétrique 44 que comprend chaque transformateur d'impédance 30 via un contact électrique 34, et la masse 40 de chaque connecteur 28 est raccordée à une voie de masse 46 de chaque transformateur 30 via un contact électrique 36, la masse 40 de chaque connecteur 28 étant en continuité électrique avec le plan réflecteur 12 via un contact électrique 35.

[0090] De tels contacts électriques 34, 35, 36 sont bien connus de l'homme du métier et ne seront pas décrits ici.

[0091] De manière connue, un transformateur d'impédance 30 est adapté pour maximiser le transfert de puissance entre les dipôles 18 de l'antenne 2 et le dispositif d'émission et/ou de réception auquel l'antenne 2 est associée.

[0092] A chaque dipôle 18 est associé un transformateur d'impédance 30.

[0093] Comme illustré sur la Figure 4, chaque transformateur d'impédance 30 comprend deux voies symétriques 42 raccordées chacune à l'un des éléments rayonnants 4 du dipôle 18 correspondant via un contact électrique 32, ainsi qu'une voie asymétrique 44 et une voie de masse 46, comme décrit ci-dessus..

[0094] Les contacts électriques de référence 32 sont bien connus de l'homme du métier et ne seront pas décrits ici.

[0095] En référence à la figure 5, qui est une courbe de représentation du ROS de l'antenne 2 selon le premier mode de réalisation en fonction de la fréquence, l'antenne 2 présente des valeurs de rapport d'onde stationnaire inférieures ou de l'ordre de 3 pour des fréquences supérieures à 200 MHz, c'est-à-dire qu'elle présente de bonnes qualités d'adaptation d'impédance sur une large bande de fréquences.

[0096] Par ailleurs, en référence à la figure 6, qui est une courbe de représentation du gain de l'antenne 2 selon ce mode de réalisation en fonction de la fréquence, l'antenne 2 selon ce mode de réalisation de l'invention présente un gain sensiblement égal à -16 dBi à 100 MHz, à -6 dBi à 200 MHz et devient positif au-delà de 310 MHz.

[0097] Le gain est en outre compris entre -38 dBi et -16 dBi entre 30 MHz et 100 MHz.

[0098] La figure 7 fournit les diagrammes de rayonnement dans le plan azimutal d'une antenne 2 selon ce premier mode de l'invention pour des fréquences valant 30, 50, 100, 300 et 500 MHz.

5 **[0099]** On constate sur ces diagrammes qu'une telle antenne 2 présente un lobe de rayonnement principal, c'est-à-dire de rayonnement dans sa direction privilégiée, stable en fonction de la fréquence ainsi qu'un bon rapport avant/arrière, et ce même aux fréquences inférieures ou égales à 100 MHz. En outre, le plan réflecteur 12 et la surface absorbante 10 contribuent à l'optimisation de l'impédance, de la directivité et par conséquent du gain sur la bande d'utilisation de l'antenne 2, comme décrit ci-dessus.

10 **[0100]** Comme décrit ci-dessus et en référence à la figure 12, qui est une vue de côté d'une antenne 2 disposée dans une cavité 43, la présence de la surface absorbante 10 et du plan réflecteur 12 rend ainsi l'antenne 2 propre à être disposée aussi bien sur une surface 41 que dans une cavité 43 ménagée dans la peau 45 d'un engin 47 terrestre, naval ou aéroporté, de telle sorte que les éléments rayonnants 4 affleurent sensiblement l'ouverture de la cavité 43.

15 **[0101]** Ainsi, l'antenne 2 selon ce mode de réalisation de l'invention :

- présente un faible encombrement par rapport aux longueurs d'onde d'utilisation,
- dispose d'une large bande passante,
- 20 - est discrète visuellement,
- présente de bonnes performances radioélectriques pour des fréquences comprises entre 30 et 500 MHz au regard des contraintes fixées,
- est propre à traiter des ondes électromagnétiques quelle que soit leur polarisation,
- 35 - présente un rayonnement permettant une couverture radioélectrique quasi-unidirectionnelle sur une large bande de fréquence,
- réduit la dépendance vis-à-vis de la surface de l'engin sur laquelle elle est agencée, et
- 40 - est avantageusement adaptée pour être installée dans une cavité métallique, comme illustré sur la Figure 12.

45 **[0102]** Elle est ainsi adaptée pour satisfaire simultanément de nombreuses contraintes auxquelles les antennes de l'état de la technique ne répondent que partiellement.

50 **[0103]** En variante, une antenne 2 selon un deuxième mode de réalisation est envisagée dans laquelle les performances radioélectriques sont encore améliorées.

[0104] En effet, comme illustré sur la figure 5, la valeur du ROS est supérieure à 3 pour des fréquences comprises entre 30 et 200 MHz et supérieure à 5 pour des fréquences comprises entre 50 et 150 MHz environ.

55 **[0105]** Cette valeur du ROS résulte de la présence des bobines de liaison 20 qui dégradent l'adaptation d'impédance de l'antenne 2 autour de leur fréquence de réso-

nance.

[0106] Cette variante de l'invention est alors avantageusement utilisée pour améliorer la valeur du rapport d'onde stationnaire aux basses fréquences.

[0107] Comme illustré sur la figure 8, qui est une vue du dessus de l'antenne 2 selon le deuxième mode de réalisation, la couronne bobinée 6 comprend quatre portions de couronne bobinée 48.

[0108] Chaque portion de couronne bobinée 48 est disposée entre deux éléments rayonnants 4 adjacents et présente quatre bobines de liaison 50 adjacentes.

[0109] Entre deux bobines de liaison 50 adjacentes est intercalée une résistance 52. La valeur de celle-ci est par exemple sensiblement égale à 300 Ohms. Cette valeur est ajustable en fonction de la bande de fréquence et des performances radioélectriques recherchées.

[0110] Le nombre de spires de chaque bobine de liaison 50 est diminué par rapport au premier mode de réalisation de l'invention, comme illustré sur la figure 8.

[0111] En référence à la formule (1), le nombre de tours de chaque bobine de liaison 50 étant ramené par exemple de 26 à 6. Les bobines de liaison 50 présentent alors une fréquence de résonance aux alentours de 300 MHz.

[0112] Ce décalage de la fréquence de résonance des bobines de liaison 50 vers les hautes fréquences est avantageux, dans la mesure où à partir de cette fréquence de 300 MHz, le rayonnement de l'antenne 2 est assuré par les dipôles 18 uniquement.

[0113] Les performances de ROS dégradées aux basses fréquences de l'antenne 2 selon le premier mode de réalisation de l'invention du fait de la résonance des bobines de liaison peuvent ainsi être améliorées.

[0114] En référence aux figures 9 et 10, qui sont des courbes de représentation respectivement du ROS et du gain d'une antenne 2 selon les deux modes de réalisation sur la plage de fréquences, on constate alors que les dimensions des bobines de liaison 50 selon le deuxième mode de réalisation de l'antenne 2 de l'invention font chuter la valeur du ROS de plus de 9 à 100 MHz dans le premier mode de réalisation de l'antenne 2 selon l'invention à environ 5.2 environ à 100 MHz dans le deuxième mode de réalisation de l'antenne 2 selon l'invention.

[0115] En outre, le gain de l'antenne 2 reste sensiblement identique en fonction de la fréquence quel que soit le mode de réalisation de l'antenne 2 selon l'invention, la valeur du gain étant sensiblement égal à -16 dBi à 100 MHz, à -6 dBi à 200 MHz et devenant positive au-delà de 330 MHz selon le deuxième mode de réalisation de l'antenne 2 selon l'invention.

[0116] La figure 11 fournit les diagrammes de rayonnement de l'antenne 2 selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0117] On constate que ces diagrammes de rayonnement sont sensiblement similaires aux diagrammes de rayonnement d'une antenne 2 selon le premier mode de réalisation, l'antenne 2 selon le deuxième mode de réalisation de l'invention présentant ainsi des propriétés de directivité radioélectrique similaires à celles de l'antenne

2 selon le premier mode de réalisation.

[0118] En variante (non représentée), les éléments rayonnants 4 des dipôles 18 de l'antenne 2 selon les deux modes de réalisation de l'invention sont dimensionnés pour pouvoir émettre et/ou recevoir des ondes électromagnétiques de fréquence comprise entre 30 MHz et 800 MHz.

[0119] Au delà de 800 MHz, les performances radioélectriques de l'antenne 2 sont dégradées du fait des limitations liées aux dimensions en diamètre et en hauteur de l'antenne 2 vis-à-vis des longueurs d'ondes aux hautes fréquences et à la bande passante du transformateur d'impédance 30 utilisé.

[0120] Dans une autre variante (non représentée), l'antenne 2 selon l'invention est protégée par un radôme dont la forme et le matériau sont déterminés en fonction de critères connus de l'homme du métier.

Revendications

1. Antenne (2) d'émission/réception d'ondes électromagnétiques, du type comprenant deux dipôles (18) orthogonaux, chaque dipôle (18) comprenant deux éléments rayonnants (4), l'antenne (2) comprenant en outre un plan réflecteur (12) et une surface absorbante (10), où les éléments rayonnants (4) sont sensiblement plans et présentent chacun une forme générale triangulaire, chaque élément rayonnant (4) étant agencé entre les deux éléments rayonnants (4) de l'autre dipôle (18), **caractérisée en ce que** deux éléments rayonnants (4) successifs sont reliés par une couronne bobinée (6).
2. Antenne (2) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les éléments rayonnants (4) sont tous sensiblement compris dans un même plan (P).
3. Antenne (2) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** chaque élément rayonnant (4) présente un bord libre (14) légèrement arrondi, les dipôles (18) étant sensiblement inscrits dans un cercle (K), le bord libre (14) de chaque élément rayonnant (4) appartenant audit cercle (K).
4. Antenne (2) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** chaque élément rayonnant (4) comprend un sommet (16) opposé à son bord libre (14) arrondi, ledit sommet (16) de chaque élément rayonnant (14) étant sensiblement orienté vers le centre (O) dudit cercle (K).
5. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la couronne bobinée (6) comprend des bobines de liaison (20), chaque bobine de liaison (20) étant raccordée à deux éléments rayonnants (4) successifs.

6. Antenne (2) selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'**une bobine de liaison (20) présente deux extrémités (24) raccordées chacune via une résistance (22) à l'un des éléments rayonnants (4) auxquels la bobine de liaison (20) est raccordée.
7. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la couronne bobinée (6) comprend des portions de couronne bobinée (48), chaque portion de couronne bobinée (48) reliant deux éléments rayonnants (4) successifs et présentant plusieurs bobines de liaison (50) adjacentes, une résistance (52) étant disposée entre deux bobines de liaison (50) adjacentes.
8. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est intégralement comprise dans un cylindre de diamètre sensiblement égal à 350 mm et de hauteur sensiblement égale à 150 mm.
9. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est adaptée pour émettre/recevoir des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 500 MHz, et avantageusement dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 800 MHz.
10. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est propre à émettre et recevoir des ondes électromagnétiques présentant une polarisation parmi une polarisation linéaire quelconque, une polarisation circulaire ou une polarisation elliptique, chaque dipôle (18) étant respectivement propre à l'émission/réception d'ondes électromagnétiques présentant une polarisation linéaire horizontale pour l'un des dipôles (18) et linéaire verticale pour l'autre dipôle (18).
11. Engin (47) terrestre, aéroporté ou naval, du type comportant :
 - une surface plane (41) et/ou une cavité (43) ménagée de l'engin (47),
 - une antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes agencée sur la surface plane (41) et/ou dans la cavité (43).
12. Engin (47) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la surface plane (41) et/ou la cavité (43) sont réalisées à partir d'un matériau métallique.

Patentansprüche

1. Antenne (2) zum Senden/Empfangen von elektromagnetischen Wellen, des Typs aufweisend zwei or-

- thogonale Dipole (18), wobei jeder Dipol (18) zwei Ausstrahlelemente (4) aufweist, wobei die Antenne (2) ferner einen ebenen Reflektor (12) und eine Absorbier-Fläche (10) aufweist, wobei die Ausstrahlelemente (4) im Wesentlichen eben sind und jeweils eine im Allgemeinen dreieckige Form haben, wobei jedes Ausstrahlelement (4) zwischen den beiden Ausstrahlelementen (4) des anderen Dipols (18) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Ausstrahlelemente (4) sukzessive realisiert sind durch einen Spulen-kranz.
2. Antenne (2) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausstrahlelemente (4) sämtlich in im Wesentlichen einer selben Ebene (P) liegen.
3. Antenne (2) gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Ausstrahlelement (4) einen freien Rand (14) hat, der leicht gerundet ist, wobei die Dipole (18) im Wesentlichen einen Kreis (K) beschreiben, wobei der freie Rand (14) jedes Ausstrahlelements (4) zu dem Kreis (K) gehört.
4. Antenne (2) gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Ausstrahlelement (4) eine Spitze (16) entgegengesetzt zu seinem freien, gerundeten Rand (14) aufweist, wobei die Spitze (16) jedes Ausstrahlelements (14) im Wesentlichen zu der Mitte (0) des Kreises (K) hin ausgerichtet ist.
5. Antenne (2) gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulen-kranz (6) Verbindungsspulen (20) aufweist, wobei jede Verbindungsspule (20) mit zwei sukzessiven Ausstrahlelementen (4) verbunden ist.
6. Antenne (2) gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verbindungsspule (20) zwei Enden (24) hat, die jeweils über einen Widerstand (22) mit einem der Ausstrahlelemente (4) verbunden ist, mit denen die Verbindungsspule (20) verbunden ist.
7. Antenne (2) gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulen-kranz (6) Spulen-kranz-Abschnitte (48) aufweist, wobei jeder Spulen-kranz-Abschnitt (48) zwei sukzessive Ausstrahlelemente (4) miteinander verbindet und mehrere benachbarte Verbindungsspulen (50) hat, wobei ein Widerstand (52) zwischen zwei benachbarten Verbindungsspulen (50) angeordnet ist.
8. Antenne (2) gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie integral in einem Zylinder ausgebildet ist, der einen Durchmesser von im Wesentlichen gleich 350 mm und eine Höhe von im Wesentlichen gleich 150

mm hat.

9. Antenne (2) gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eingerichtet ist zum Senden/Empfangen von elektromagnetischen Wellen, deren Frequenzen im gesamten Frequenzbereich von 30 MHz - 500 MHz liegen und bevorzugt im gesamten Frequenzbereich von 30 MHz - 800 MHz liegen.
10. Antenne (2) gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in der Lage ist, elektromagnetische Wellen zu senden und zu empfangen, die eine Polarisierung von irgendeiner linearen Polarisierung, einer Kreispolarisierung oder einer elliptischen Polarisierung haben, wobei jeder Dipol (18) jeweils in der Lage ist zum Senden/Empfangen von elektromagnetischen Wellen, die eine lineare horizontale Polarität für einen der Dipole (18) und eine lineare vertikale Polarisierung für den anderen Dipol (18) haben.
11. Terrestrisches Flug- oder Schiffs-Gerät (47), des Typs aufweisend:
 - eine ebene Fläche (41) und/oder eine Kavität (43), die vom Gerät (47) bereitgestellt ist,
 - eine Antenne (2) gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, die auf der ebenen Fläche (41) und/oder in der Kavität (43) angeordnet ist.
12. Gerät (47) gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ebene Fläche (41) und/oder die Kavität (43) aus einem Metallmaterial hergestellt sind.

Claims

1. An antenna (2) for emitting/receiving electromagnetic waves, of the type comprising:
 - two orthogonal dipoles (18), each dipole (18) comprising two radiating elements (4),
 - a reflective plane (12) and
 - an absorptive surface (10),
 where the radiating elements (4) are substantially planar and each have a general triangular shape, each radiating element (4) being laid out between both radiating elements (4) of the other dipole (18), **characterized in that** two successive radiating elements (4) are connected through a coiled crown (6).
2. The antenna (2) according to claim 1, **characterized in that** the radiating elements (4) are all substantially comprised in a same plane (P).

3. The antenna (2) according to claim 1 or 2, **characterized in that** each radiating element (4) has a slightly rounded free edge (14), the dipoles (18) being substantially included in a circle (K), the free edge (14) of each radiating element (4) belonging to said circle (K).
4. The antenna (2) according to claim 3, **characterized in that** each radiating element (4) comprises an apex (16) opposite to its rounded free edge (14), said apex (16) of each radiating element (14) being substantially oriented towards the center (O) of said circle (K).
5. The antenna (2) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the coiled crown (6) comprises connection coils (20), each connection coil (20) being connected to two successive radiating elements (4).
6. The antenna (2) according to claim 5, **characterized in that** a connection coil (20) has two ends (24), each connected via a resistor (22) to one of the radiating elements (4) to which the connection coil (20) is connected.
7. The antenna (2) according to any one of claims 1 or 4, **characterized in that** the coiled crown (6) comprises coiled crown portions (48), each coiled crown portion (48) connecting two successive radiating elements (4) and having several adjacent connection coils (50), a resistor (52) being positioned between two adjacent connection coils (50).
8. The antenna (2) according to any of the preceding claims, **characterized in that** it is entirely comprised in a cylinder with a diameter substantially equal to 350 mm and with a height substantially equal to 150 mm.
9. The antenna (2) according to any of the preceding claims, **characterized in that** it is suitable for emitting/receiving electromagnetic waves, the frequencies of which are comprised in the whole range of frequencies 30 MHz - 500 MHz, and advantageously in the whole range of frequencies 30 MHz - 800 MHz.
10. The antenna (2) according to any of the preceding claims, **characterized in that** it is able to emit and receive electromagnetic waves having a polarization from among any linear polarization, a circular polarization or an elliptical polarization, each dipole (18) being able to emit/receive electromagnetic waves having a horizontal linear polarization for one of the dipoles (18) and a vertical linear polarization for the other dipole (18), respectively.
11. A land, airborne or naval vehicle (47) of the type in-

cluding:

- a planar surface (41) and/or a cavity (43) arranged in the vehicle (47),
- an antenna (2) according to any of the preceding claims laid out on the planar surface (41) and/or in the cavity (43). 5

12. The vehicle (47) according to claim 11, **characterized in that** the planar surface (41) and/or the cavity (43) are made from a metal material. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

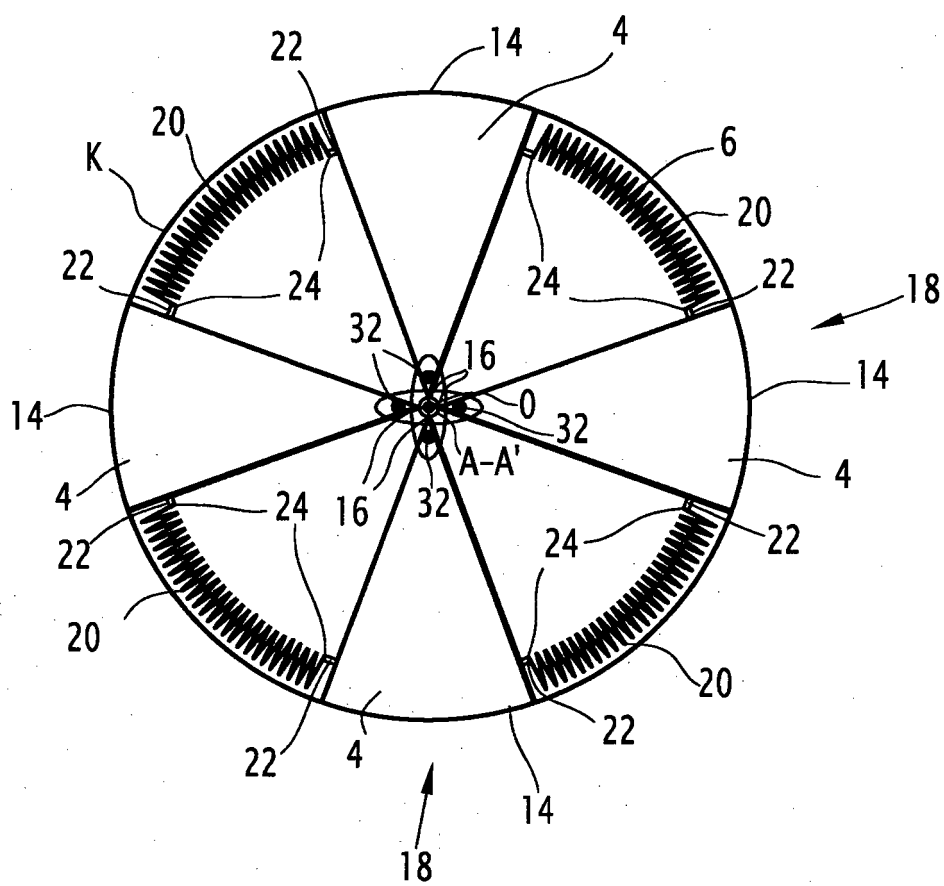


FIG. 1

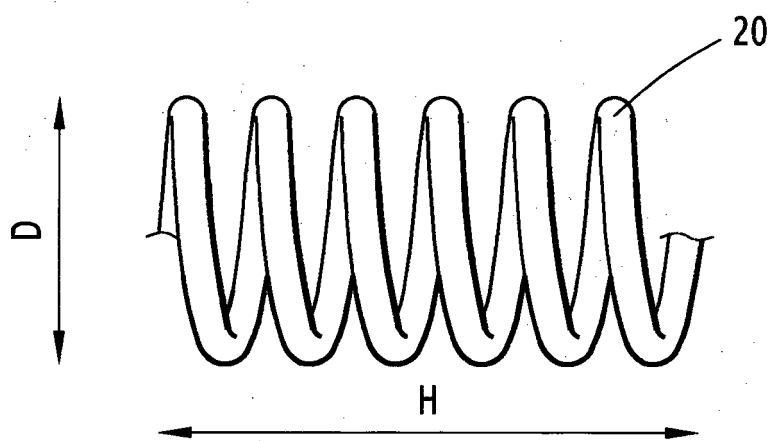


FIG. 2

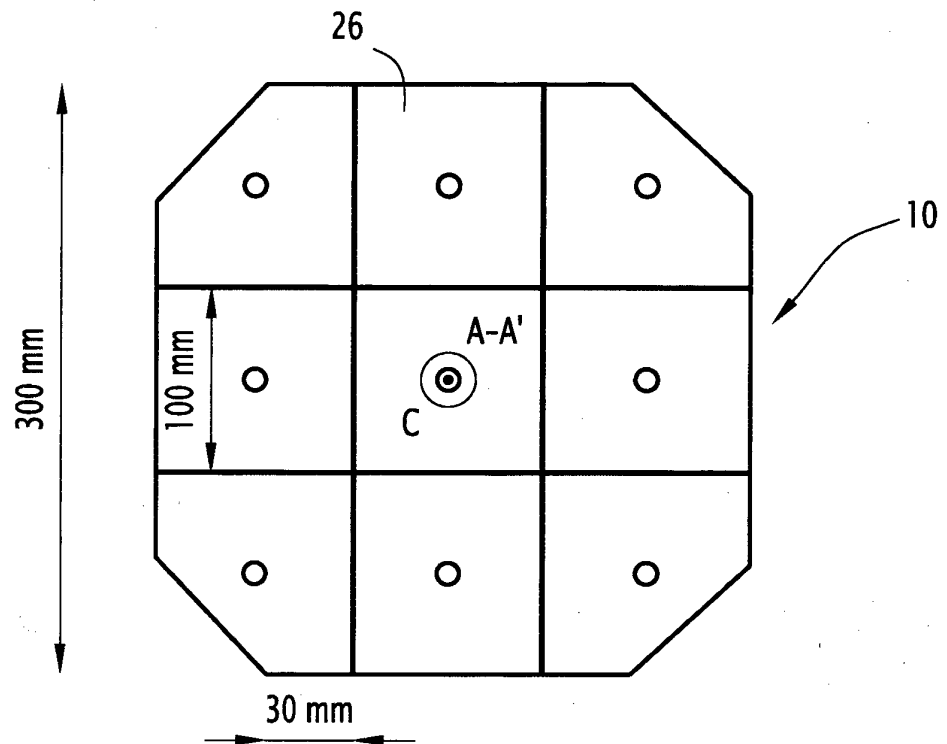


FIG. 3

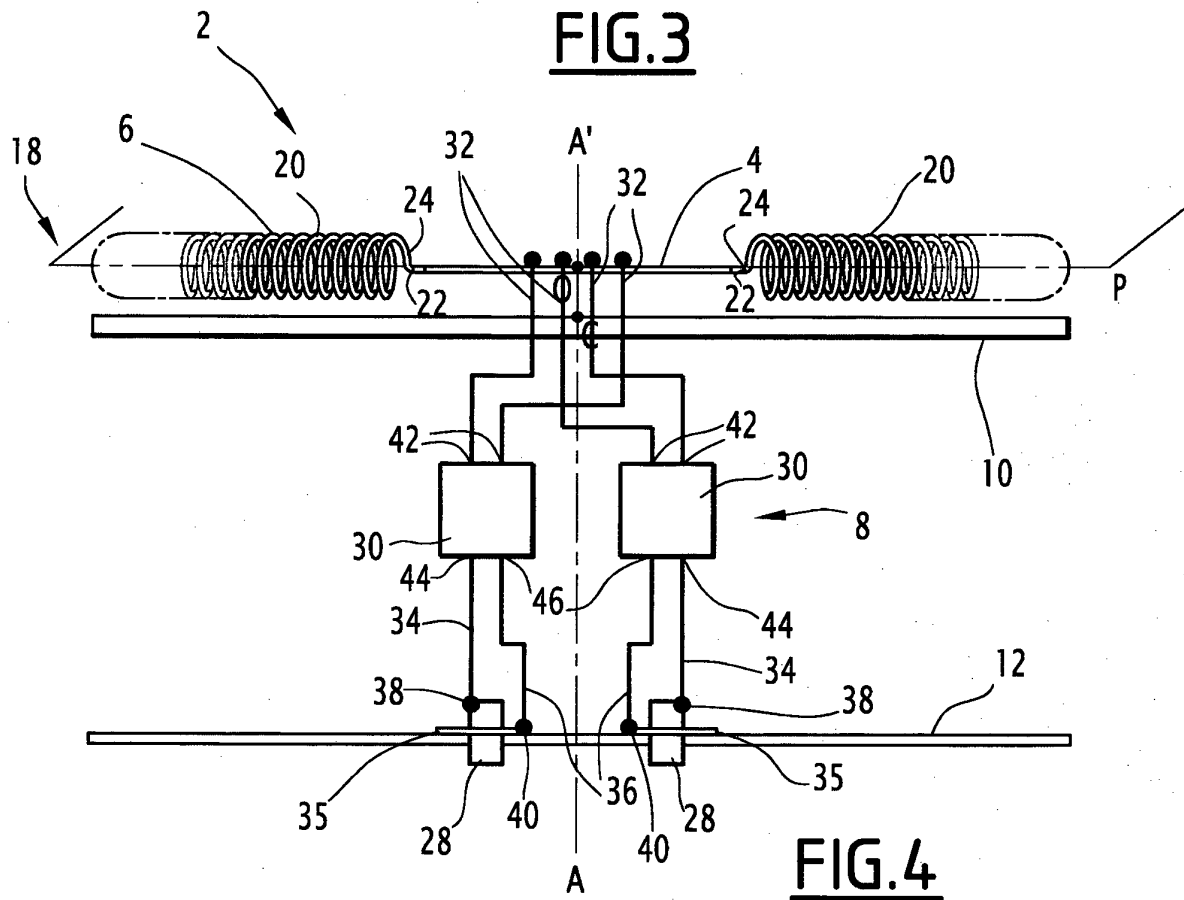


FIG. 4

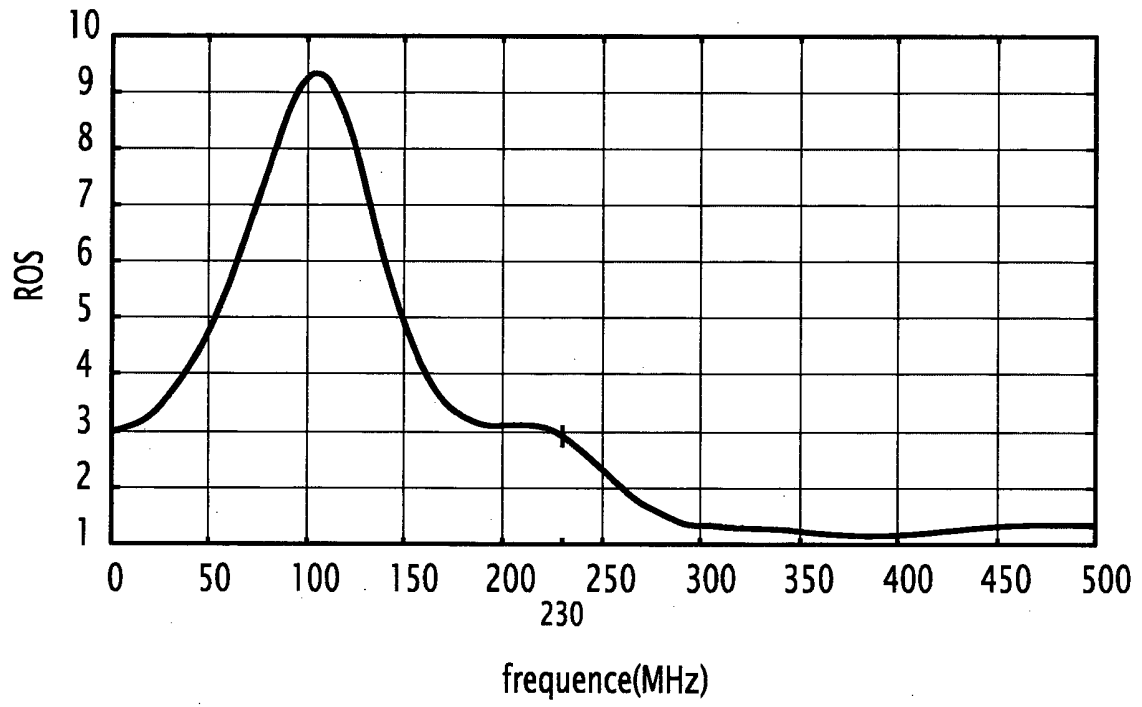


FIG.5

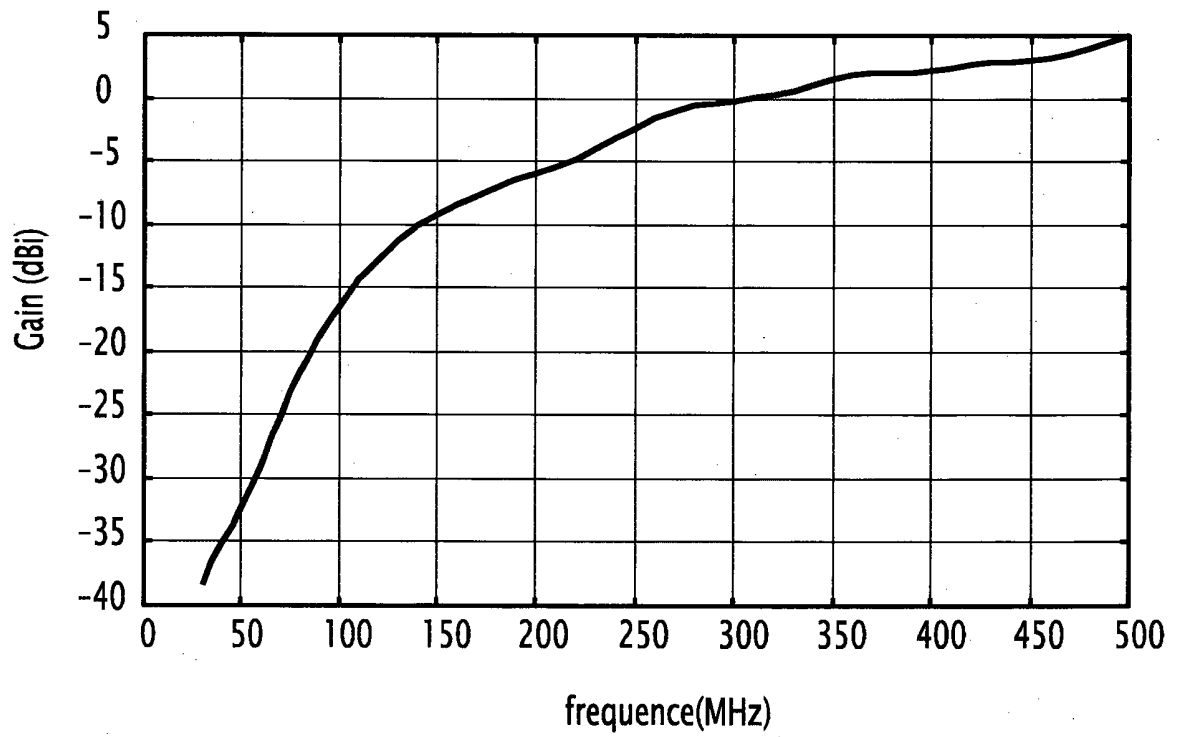


FIG.6

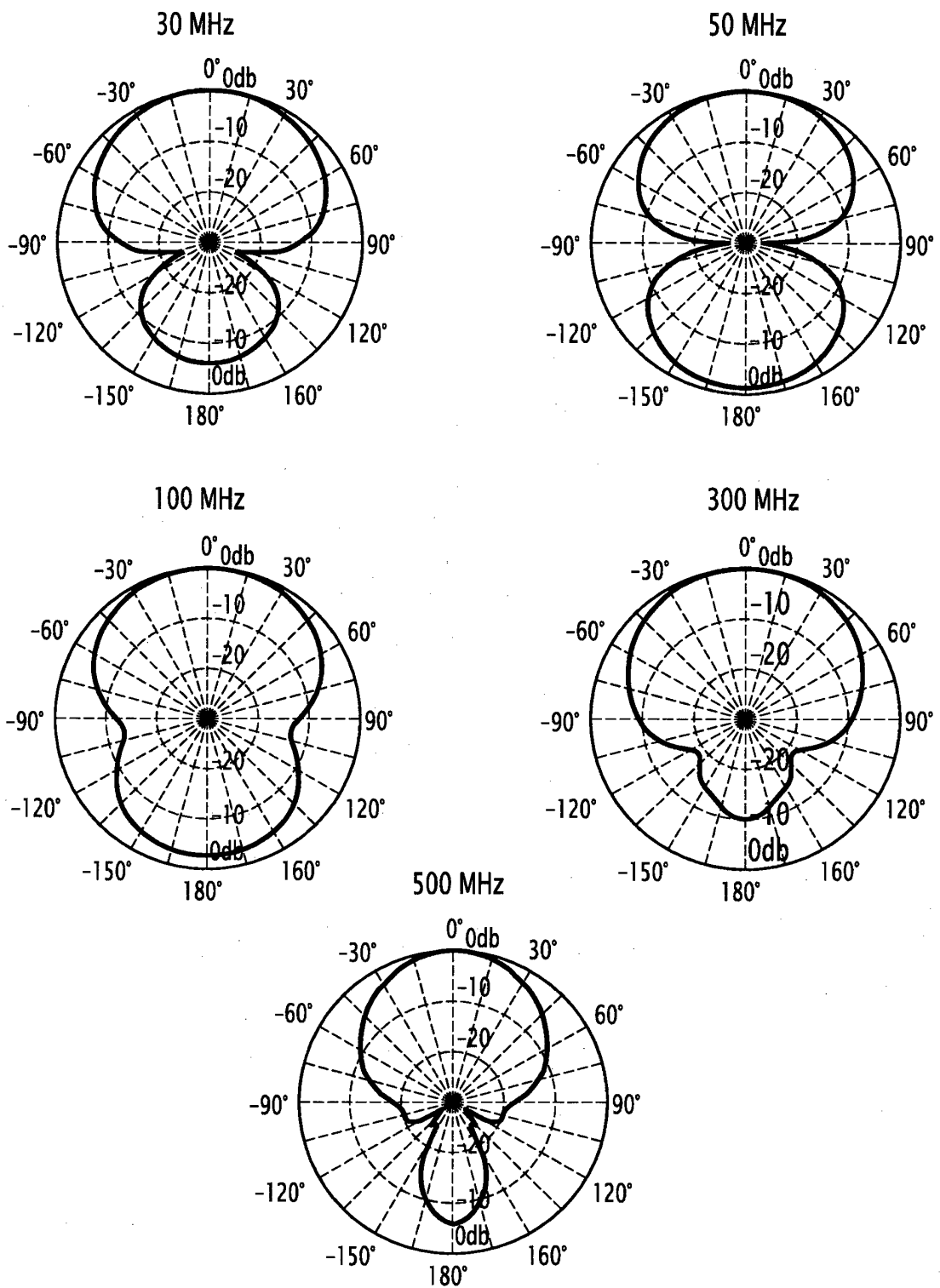


FIG.7

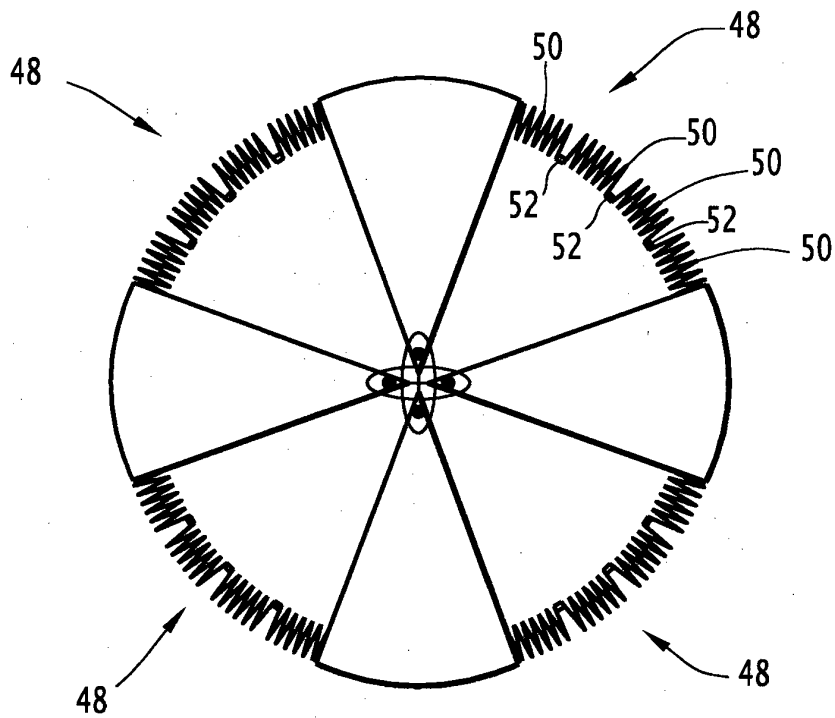


FIG. 8

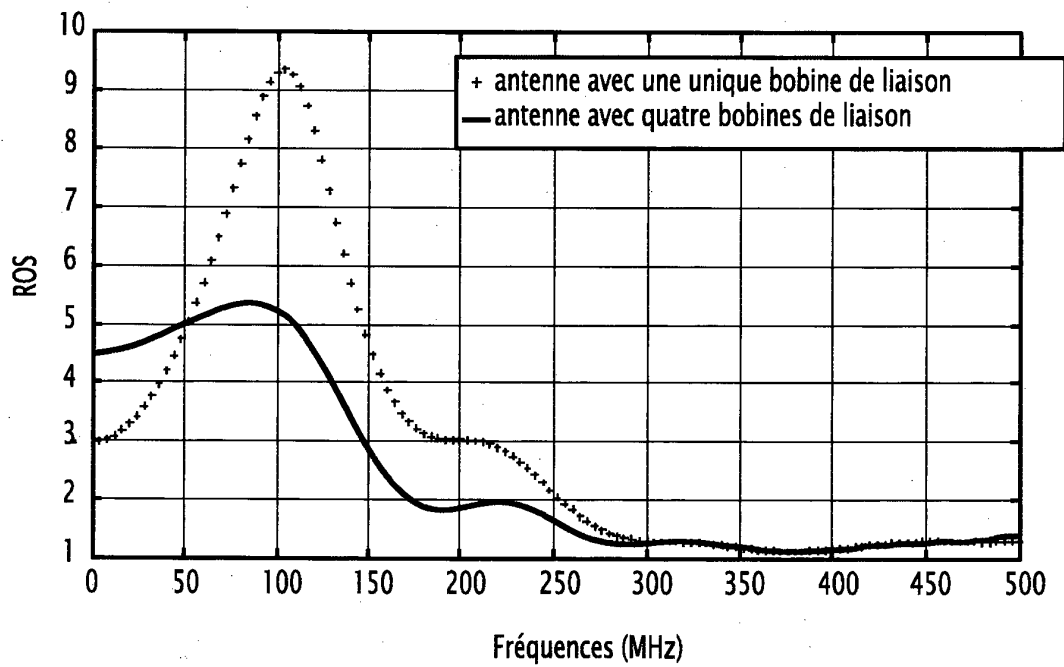
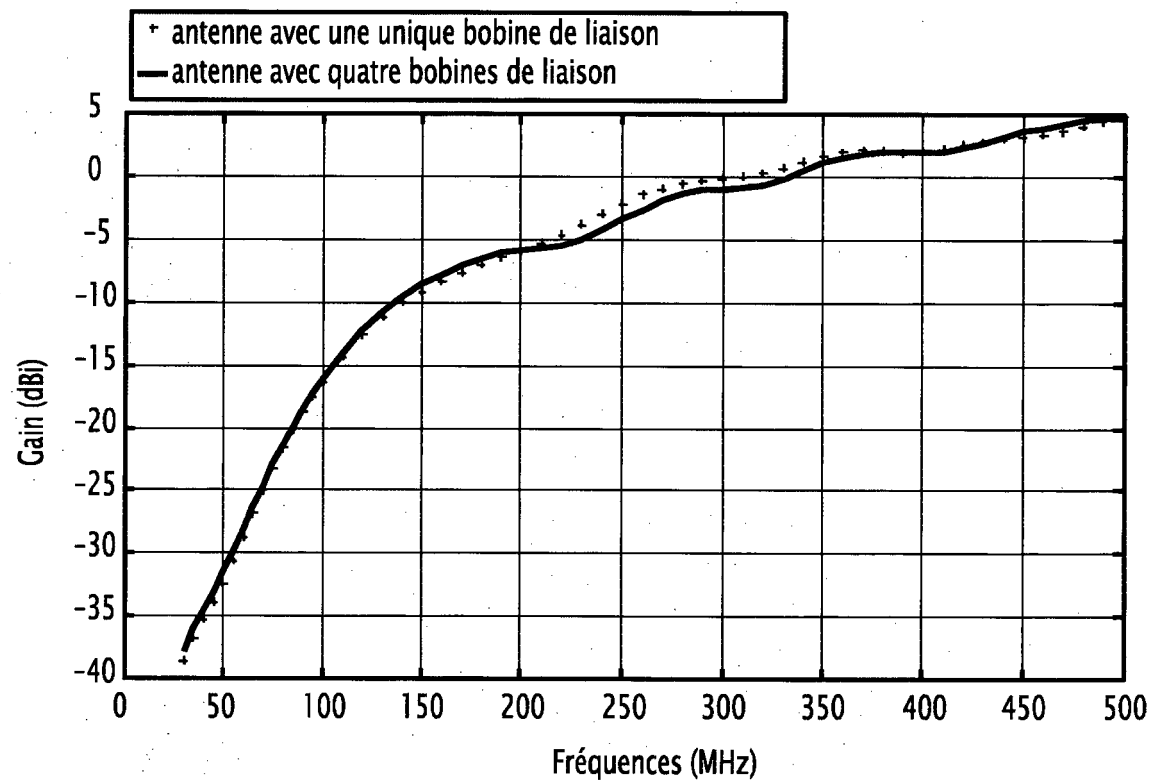


FIG. 9

**FIG.10**

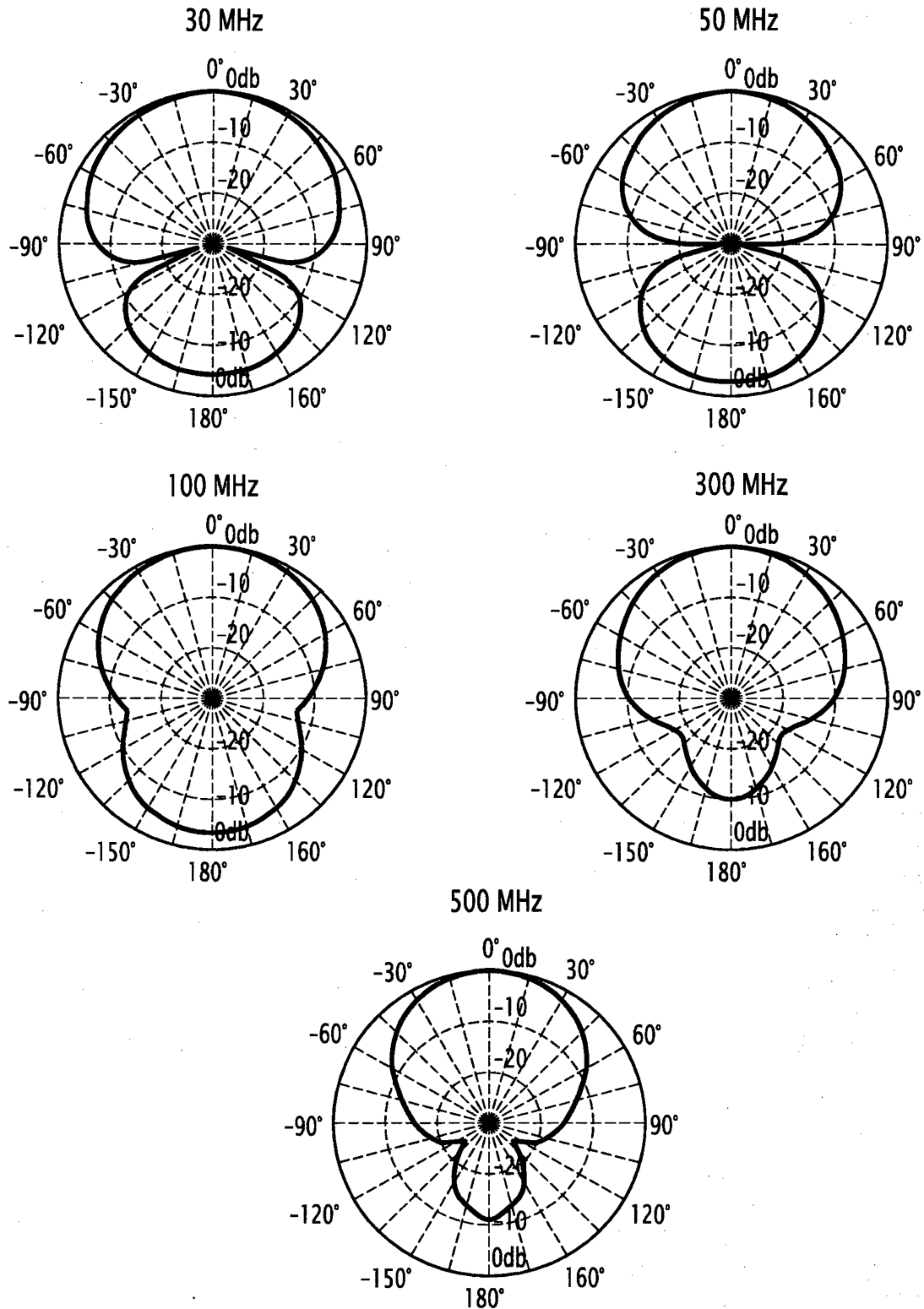


FIG.11

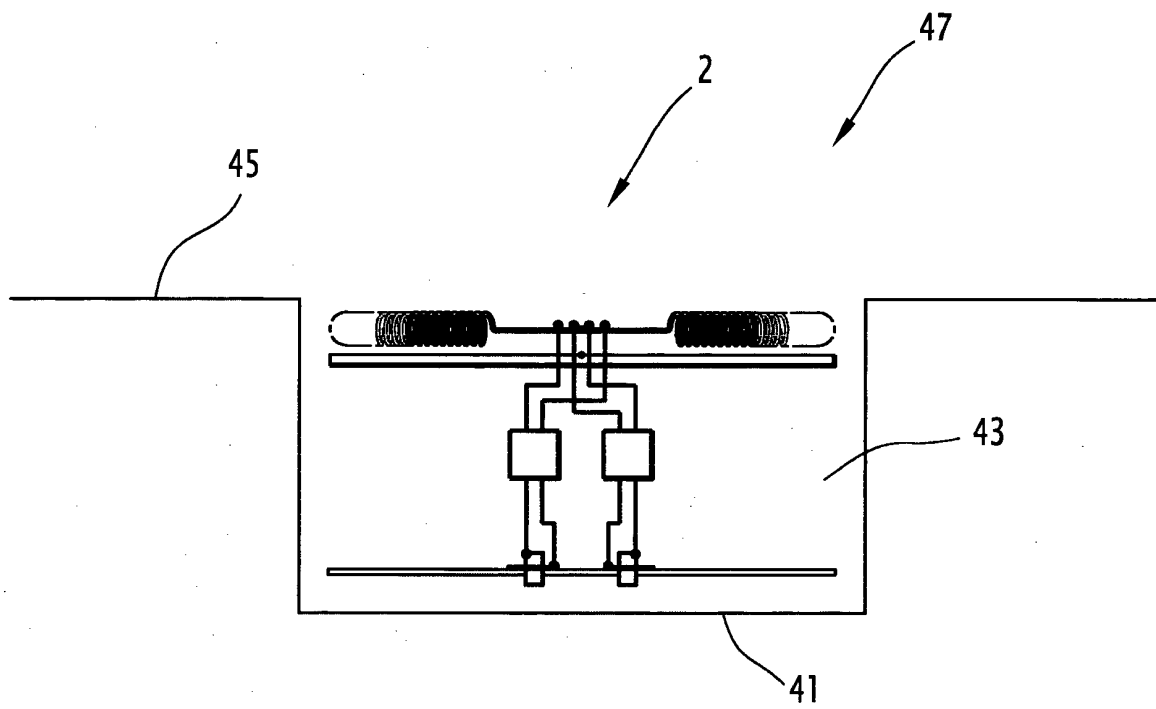


FIG.12

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 3967276 A [0004]
- JP 6018650 A [0004]
- FR 2736212 [0005]
- US 7692603 B1 [0012]