(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 175 509 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
19.07.2023 Bulletin 2023/29

(21) Numéro de dépôt: **15745187.3**

(22) Date de dépôt: **30.07.2015**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H01Q 1/08 *(2006.01)* ***H01Q 1/52*** *(2006.01)*
H01Q 11/10 *(2006.01)* ***H01Q 21/24*** *(2006.01)*

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H01Q 11/105; H01Q 1/085; H01Q 1/523; H01Q 11/10; H01Q 21/24

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2015/067490

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2016/016361 (04.02.2016 Gazette 2016/05)

(54) ANTENNE LOG-PERIODIQUE A LARGE BANDE DE FREQUENCES

LOGARITHMISCH-PERIODISCHE ANTENNE MIT BREITEM FREQUENZBAND

LOG-PERIODIC ANTENNA WITH WIDE FREQUENCY BAND

(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: **31.07.2014 FR 1457419**

(43) Date de publication de la demande:
07.06.2017 Bulletin 2017/23

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

(72) Inventeurs:
- **CHAULOUX, Antoine**
  F-35000 Rennes (FR)
- **HIMDI, Mohamed**
  F-35200 Rennes (FR)
- **COLOMBEL, Franck**
  F-35160 Montfort sur Meu (FR)

(74) Mandataire: **Brevalex**
Tour Trinity
1 Bis Esplanade de La Défense
CS 60347
92035 Paris La Défense Cedex (FR)

(56) Documents cités:
WO-A1-00/31826
WO-A1-98/21779
WO-A2-2006/096402
RU-C1- 2 485 643
US-A- 4 198 639

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).

EP 3 175 509 B1

Description

Domaine technique et art antérieur

[0001] L'invention concerne une antenne à large bande de fréquences et, plus particulièrement, une antenne log-périodique à large bande de fréquences.

[0002] Le maintien des caractéristiques radioélectriques des antennes sur une large bande de fréquences est un souci permanent dans le domaine des communications. Il en est ainsi, par exemple, du maintien d'une illumination constante sur une large bande de fréquences.

[0003] Différentes configurations sont connues de l'art antérieur pour le maintien d'une illumination constante sur une large bande de fréquences. Parmi ces configurations figurent, par exemple, les antennes à ondes progressives (antennes Vivaldi, guides d'onde à rainures, etc.), les antennes à réflecteurs, les réseaux d'antennes munis de circuits de traitement de la phase et de l'amplitude des signaux émis/reçus par l'antenne, etc.. La largeur des bandes de fréquences peut alors atteindre plusieurs décades. WO 98/21779 A1 divulgue un réseau d'antennes log-périodiques qui comprennent des dipôles. Toutes les antennes sont disposées perpendiculairement par rapport au plan de masse. RU 2 485 643 C1 divulgue un réseau de 3 antennes log-périodiques dont les premières extrémités sont plus proches que les deuxièmes extrémités. WO 2006/096402 A2 divulgue un réseau d'antennes log-périodiques qui comprennent des dipôles. WO 00/31826 A1 divulgue une antenne log-périodique disposée sur un substrat. Les bras de chaque dipôle sont distribués sur les deux surfaces de substrat.

[0004] Un problème de ces configurations est cependant leur encombrement. En effet, les antennes concernées ont, dans le sens de la propagation des ondes, une dimension qui est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde qui correspond à la fréquence la plus basse. Pour réaliser des systèmes à encombrement réduit, par exemple des systèmes embarqués, cela représente un inconvénient.

[0005] L'invention ne présente pas cet inconvénient.

Exposé de l'invention

[0006] En effet, l'invention concerne une antenne log-périodique qui comprend au moins un ensemble de trois éléments rayonnants à motif log-périodique et un substrat qui définit une masse électrique de l'antenne, les éléments rayonnants à motif log-périodique étant positionnés au-dessus d'une première face du substrat, chaque élément rayonnant à motif log-périodique comprenant une succession de dipôles rayonnants répartis de part et d'autre d'une ligne électriquement conductrice rectiligne, perpendiculairement à ladite ligne, les dipôles rayonnants ayant une dimension croissante entre une première extrémité de ladite ligne et une deuxième extrémité de ladite ligne située plus près de la première face que la première extrémité, un premier élément rayonnant ayant une ligne électriquement conductrice rectiligne sensiblement perpendiculaire à la première face du substrat, un deuxième élément rayonnant et un troisième élément rayonnant étant situés de part et d'autre du premier élément rayonnant, symétriquement au premier élément rayonnant, les premières extrémités des lignes électriquement conductrices des différents éléments rayonnants étant séparées les unes des autres et sensiblement alignées selon une direction parallèle à la première face, les lignes électriquement conductrices rectilignes des deuxième et troisième éléments rayonnants étant situées dans un même plan que la ligne électriquement conductrice rectiligne du premier élément rayonnant et étant inclinées par rapport à la ligne électriquement conductrice du premier élément rayonnant de telle sorte que les premières extrémités des lignes électriquement conductrices rectilignes des deuxième et troisième éléments rayonnants soient plus proches que les deuxièmes extrémités des lignes électriquement conductrices rectilignes desdits deuxième et troisième éléments rayonnants, les dipôles rayonnants des trois éléments rayonnants étant soit sensiblement perpendiculaires au plan qui contient les lignes électriquement conductrices rectilignes des trois éléments rayonnants, soit sensiblement dans le plan qui contient les lignes électriquement conductrices rectilignes des trois éléments rayonnants.

[0007] Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention :

- la distance entre le dipôle rayonnant de plus faibles dimensions du deuxième élément rayonnant et le dipôle rayonnant de plus faibles dimensions du premier élément rayonnant et la distance entre le dipôle rayonnant de plus faibles dimensions du troisième élément rayonnant et le dipôle rayonnant de plus faibles dimensions du premier élément rayonnant sont sensiblement comprises entre 0,6 λ_{HF} et 0,7 λ_{HF}, où λ_{HF} est une longueur d'onde d'une onde de haute fréquence rayonnée par l'antenne log-périodique, et
- la distance entre le dipôle rayonnant de plus grandes dimensions du deuxième élément rayonnant et le dipôle rayonnant de plus grandes dimensions du premier élément rayonnant et la distance entre le dipôle rayonnant de plus grandes dimensions du troisième élément rayonnant et le dipôle rayonnant de plus grandes dimensions du premier élément rayonnant sont sensiblement comprises 0,6 λ_{BF} et 0,7 λ_{BF}, où λ_{BF} est une longueur d'onde d'une onde de basse fréquence rayonnée par l'antenne log-périodique.

[0008] Selon une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, chaque élément rayonnant est constitué d'un substrat diélectrique plat sur lequel les motifs log-périodiques sont imprimés de part et d'autre du substrat diélectrique plat.

[0009] Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, chaque élément rayonnant plan comprend six dipôles rayonnants positionnés entre la première extrémité et la deuxième extrémité, les six dipôles rayonnants étant agencés de sorte que, à partir de la première extrémité :

- un premier dipôle rayonnant a des première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau^5$, L étant la longueur des première et deuxième pistes du sixième dipôle rayonnant et τ étant un coefficient inférieur à 1 ;
- un deuxième dipôle rayonnant situé à une distance $D \times \tau^4$ du premier dipôle a des première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau^4$;
- un troisième dipôle rayonnant situé à une distance $D \times \tau^3$ du deuxième dipôle a des première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau^3$;
- un quatrième dipôle rayonnant situé à une distance $D \times \tau^2$ du troisième dipôle a des première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau^2$;
- un cinquième dipôle rayonnant situé à une distance $D \times \tau$ du quatrième dipôle a des première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau$;
- le sixième dipôle rayonnant qui a des première et deuxième pistes de longueur L est situé à une distance D du cinquième dipôle.

[0010] Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, le substrat diélectrique plat a une épaisseur de 0,8mm et une constante diélectrique relative égale à 3, la largeur des première et deuxième pistes des différents dipôles rayonnants est égale à 5mm, les grandeurs L et D sont respectivement égales à 70mm et 15,77mm et le coefficient τ est égal à 0,824.

[0011] Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, l'antenne log-périodique comprend des moyens pour alimenter les premières extrémités des lignes électriquement conductrices des différents éléments rayonnants par des ondes électromagnétiques dont les vecteurs champ électrique ont une direction parallèle à l'axe des dipôles rayonnants.

[0012] Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, les moyens pour alimenter les premières extrémités des lignes électriquement conductrices comprennent un diviseur de puissance fixé sur la face électriquement conductrice du substrat qui est opposée à la face au-dessus de laquelle les éléments rayonnants sont situés.

[0013] Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, lorsque l'antenne log-périodique comprend au moins deux ensembles de trois éléments rayonnants et que les dipôles rayonnants des trois éléments rayonnants d'un même ensemble de trois éléments rayonnants sont sensiblement perpendiculaires au plan qui contient les lignes électriquement conductrices rectilignes des trois éléments rayonnants, les premières faces des substrats qui définissent les masses électriques des antennes log-périodiques sont situées dans un même plan, les plans qui contiennent les lignes électriquement conductrices rectilignes des différents ensembles de trois éléments rayonnants sont parallèles entre eux et les lignes électriquement conductrices rectilignes des premiers éléments rayonnants des différents ensembles de trois éléments rayonnants sont situées dans un même plan.

[0014] Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, lorsque l'antenne log-périodique comprend au moins deux ensembles de trois éléments rayonnants et que les dipôles rayonnants des trois éléments rayonnants d'un même ensemble d'éléments rayonnants sont dans le plan qui contient les lignes électriquement conductrices rectilignes des trois éléments rayonnants, les premières faces des substrats qui définissent les masses électriques des antennes log-périodiques sont situées dans un même plan, les plans qui contiennent les lignes électriquement conductrices rectilignes des différents ensembles de trois éléments rayonnants sont parallèles entre eux et les lignes électriquement conductrices rectilignes des premiers éléments rayonnants des différents ensembles de trois éléments rayonnants sont situées dans un même plan.

[0015] Selon encore une autre caractéristique supplémentaire de l'invention, les substrats électriquement conducteurs qui définissent les masses électriques de deux antennes log-périodiques voisines sont électriquement reliés entre eux par un maillage métallique extensible permettant d'éloigner ou de rapprocher deux ensembles de trois éléments rayonnants voisins.

Brève description des figures

[0016] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préférentiel fait en référence aux figures jointes, parmi lesquelles :

- la figure 1 représente un exemple d'élément rayonnant qui participe à une antenne log-périodique à large bande de l'invention ;
- les figures 2A et 2B représentent, respectivement, une vue en perspective et une vue de profil d'un exemple d'antenne log-périodique à large bande selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 3A et 3B représentent des éléments rayonnants miroir utilisés dans une configuration avantageuse du premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 représente une vue de profil d'un exemple d'antenne log-périodique à large bande équipée d'un diviseur de puissance, selon le premier mode de réalisation de l'invention;
- les figures 5A et 5B représentent, respectivement, une vue de profil et une vue éclatée, en perspective, du diviseur de puissance représenté en figure 4 ;
- la figure 6 représente un perfectionnement de l'an-

tenne log-périodique à large bande de l'invention représentée en figure 4 ;

- les figure 7 représente un exemple de mise en réseau d'une pluralité d'antennes log-périodiques à large bande conformes au premier mode de réalisation de l'invention;
- la figure 8 représente une vue en perspective d'un exemple d'antenne log-périodique à large bande selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 9 représente un exemple de mise en réseau d'une pluralité d'antennes log-périodiques à large bande conformes au deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0017] Sur toutes les figures, les mêmes références désignent les mêmes éléments.

Exposé détaillé de modes de réalisation de l'invention

[0018] La figure 1 représente un exemple d'élément rayonnant qui participe à l'antenne log-périodique à large bande de l'invention.

[0019] L'élément rayonnant est constitué d'un motif log-périodique 1 électriquement conducteur imprimé symétriquement sur les deux faces opposées d'un substrat diélectrique plat 2.

[0020] La figure 1 est une vue de dessus d'une face du substrat diélectrique 2. Sur chacune des deux faces opposées du substrat diélectrique 2, le motif log-périodique imprimé comprend, à titre d'exemple non limitatif, six bras B_1 - B_6 répartis de part et d'autre d'une piste rectiligne centrale R. Les bras B_1 - B_6 sont perpendiculaires à la piste R. De façon connue en soi, deux bras situés en regard l'un de l'autre, de part et d'autre du substrat diélectrique 2, constituent un dipôle rayonnant.

[0021] Les bras B_1 - B_6 sont répartis, de part et d'autre de la piste R, entre une première extrémité EX_1 et une deuxième extrémité EX_2 de la piste R, opposée à la première extrémité. De la première extrémité à la deuxième extrémité de la piste R, il vient :

- un premier bras B_1 de longueur $L \times \tau^5$ situé sur un premier côté de la piste R, à proximité d'un point A par lequel l'élément rayonnant est alimenté, τ étant un facteur d'échelle inférieur à 1,
- un deuxième bras B_2 de longueur $L \times \tau^4$ situé, sur le côté de la piste opposé au premier côté, à une distance égale à $D \times \tau^4$ du premier bras,
- un troisième bras B_3 de longueur $L \times \tau^3$ situé, sur le premier côté de la piste, à une distance égale à $D \times \tau^3$ du deuxième bras,
- un quatrième bras B_4 de longueur $L \times \tau^2$ situé, sur le côté de la piste opposé au premier côté, à une distance égale à $D \times \tau^2$ du troisième bras,
- un cinquième bras B_5 de longueur $L \times \tau$ situé, sur le premier côté de la piste, à une distance égale à $D \times \tau$ du quatrième bras, et
- un sixième bras B_6 de longueur L situé sur le côté de la piste opposé au premier côté.

[0022] Le bras B6 qui a la plus grande longueur est préférentiellement replié afin de limiter l'interaction de l'élément rayonnant avec le plan de masse sur lequel l'élément rayonnant est positionné (cf. figures 2A et 2B). La piste R a, par exemple, une largeur U égale à 1,5mm.

[0023] L'élément rayonnant est optimisé, par exemple, dans la bande de fréquence 2GHz - 4GHz. Le substrat diélectrique 2 a, par exemple, une épaisseur égale à 0,8 mm et, par exemple, une constante diélectrique relative ε_r égale à 3. Le facteur d'échelle τ est préférentiellement compris entre 0,7 et 0,9. Il est, par exemple, égal à 0,824. A titre d'exemple non limitatif également, la grandeur D est égale à 15,77 mm et la grandeur L est égale à 70 mm. Les largeurs des bras B_1 - B_6 sont respectivement égales à $W \times \tau^{7,5}$, $W \times \tau^6$, $W \times \tau^{4,5}$, $W \times \tau^3$, $W \times \tau^{1,5}$ et W, la grandeur W étant égale, par exemple, à 5 mm. De façon préférentielle, la largeur V du substrat diélectrique 2 est telle que :

$$V = U + 2 \times L \times \tau$$

[0024] Les exemples de valeurs numériques mentionnés ci-dessus font clairement apparaître que les différents éléments qui constituent la figure 1 ne sont pas à l'échelle. La géométrie de cette figure a en effet été choisie dans le seul but de privilégier une bonne visibilité de ces différents éléments, sans tenir compte de leur échelle réelle.

[0025] Les figures 2A et 2B représentent respectivement une vue en perspective et une vue de côté d'une antenne log-périodique à large bande selon le premier mode de réalisation de l'invention.

[0026] L'antenne log-périodique à large bande comprend trois éléments rayonnants E_1, E_2, E_3 situés au-dessus d'une première face d'un substrat électriquement conducteur plan 3 qui définit la masse électrique de l'antenne. Les substrats des éléments rayonnants E_1 et E_3 sont situés de part et d'autre du substrat de l'élément rayonnant E_2, symétriquement au substrat de l'élément rayonnant E_2. La piste rectiligne centrale R_2 de l'élément rayonnant central E_2 est perpendiculaire à la première face du substrat électriquement conducteur 3. Les trois éléments rayonnants sont mis en réseau de façon que les pistes rectilignes R_1, R_2 et R_3 des trois éléments rayonnants soient situées dans un même plan P qui est le plan H des éléments rayonnants. Il s'en suit que les bras des dipôles rayonnants des différents éléments rayonnants sont parallèles entre eux. Comme cela est connu de l'homme de l'art, le plan H d'une antenne est, par définition, le plan qui contient la direction de propagation de l'onde rayonnée par l'antenne et la direction du champ magnétique de l'onde rayonnée. De même, par définition, le plan E d'une antenne est le plan qui contient la direction de propagation de l'onde rayonnée par l'antenne et la direction du champ électrique de l'onde

rayonnée.

[0027] Les premières extrémités des pistes rectilignes centrales R_1, R_2 et R_3 sont séparées les unes des autres et sensiblement alignées dans un plan parallèle au substrat électriquement conducteur 3, les premières extrémités des pistes rectilignes R_1 et R_3 étant plus proches l'une de l'autre que ne le sont les deuxièmes extrémités de ces mêmes pistes.

[0028] Les trois éléments rayonnants E_1, E_2 et E_3 sont connectés, au niveau des premières extrémités des pistes respectives R_1, R_2 et R_3, aux trois câbles coaxiaux respectifs K_1, K_2, K_3. L'âme et la gaine électriquement conductrice d'un câble coaxial sont électriquement reliées aux motifs imprimés qui sont respectivement situés de part et d'autre du substrat diélectrique d'un élément rayonnant. La gaine électriquement conductrice est soudée sur le motif imprimé d'une première face de l'élément rayonnant, alors que l'âme est mise en contact électrique avec le motif imprimé sur l'autre face, par exemple par soudure. Un perçage du substrat diélectrique est donc effectué au niveau de la première extrémité de la piste de chaque élément rayonnant afin de permettre le passage de l'âme du coaxial. Une pastille rectangulaire électriquement conductrice peut être ajoutée à l'interface entre le motif imprimé sur la première face et la gaine du câble coaxial, dans le but de favoriser le contact électrique.

[0029] Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, les câbles coaxiaux K_i (i=1, 2, 3) sont soudés sur des rondelles de cuivre, ces dernières étant vissées sur le substrat électriquement conducteur 3.

[0030] De façon préférentielle, les câbles coaxiaux K_1 et K_3 sont montés à l'extérieur de l'espace situé entre les éléments rayonnants E_1 et E_3 et le câble coaxial K_2 est positionné entre les éléments rayonnants E_2 et E_3.

[0031] Les signaux rayonnés par les trois éléments rayonnants doivent être en phase. Il s'en suit que le motif log-périodique de l'élément rayonnant E_1 est un motif miroir par rapport aux motifs des deux autres éléments rayonnants E_2 et E_3. Deux motifs miroir l'un de l'autre sont représentés sur les figures 3A et 3B. Ainsi, si la figure 3A représente une vue de dessus du motif log-périodique des éléments rayonnants E_2 et E_3 qui est électriquement relié à l'âme des câbles coaxiaux respectifs K_2 et K_3,la figure 3B représente la vue de dessus du motif log-périodique de l'élément rayonnant E_1 qui est également relié à l'âme du câble coaxial K_1.

[0032] La distance qui sépare chacun des éléments rayonnants E_1, E_3 de l'élément central E_2 est régie par le rapport des distances entre les zones actives des éléments rayonnants, rapport qui est inversement proportionnel au rapport des fréquences de fonctionnement.

[0033] Il vient :

$$D_{BF}/\ D_{HF} = F_H/F_B,$$

où

[0034] D_{BF} est la distance qui sépare les dipôles rayonnants de l'élément rayonnant Ej (j=1, 3) qui émettent l'onde de fréquence la plus basse F_B des dipôles rayonnants de l'élément rayonnant E2 qui émettent également l'onde de fréquence la plus basse F_B,

[0035] D_{HF} est la distance qui sépare les dipôles rayonnants de l'élément rayonnant Ej (j=1, 3) qui émettent l'onde de fréquence la plus haute F_H des dipôles rayonnants de l'élément rayonnant E2 qui émettent également l'onde de fréquence la plus haute F_H..

[0036] En effet, tous les dipôles du motif log-périodique ne sont pas actifs simultanément. Pour le fonctionnement du système d'antenne aux fréquences les plus basses, la zone d'émission Z_1 d'un élément rayonnant est localisée sur les dipôles de grande taille alors que, pour le fonctionnement du système d'antenne aux fréquences les plus hautes, la zone d'émission Z_2 est localisée sur les dipôles de petite taille. La zone d'émission est donc différente selon que la fréquence d'émission est plus ou moins élevée.

[0037] Selon l'invention, la distance D_{BF} qui sépare les deux zones d'émission Z_1 de deux éléments rayonnants voisins est sensiblement égale $0{,}65\lambda_{BF}$ et la distance D_{HF} qui sépare les deux zones d'émission Z_2 de deux éléments voisins est sensiblement égale à $0{,}65\lambda_{HF}$, les grandeurs λ_{BF} et λ_{HF} étant respectivement la longueur d'onde dans le vide qui correspond à la fréquence d'émission la plus basse émise par le système d'antenne et la longueur d'onde dans le vide qui correspond à la fréquence d'émission la plus élevée émise par le système d'antenne. C'est un avantage de l'invention que de proposer une structure peu encombrante.

[0038] Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, la bande de fréquences utiles est comprise entre 2GHz et 4GHz. La distance D_{BF} entre les zones d'émission Z_1 de deux éléments rayonnants voisins s'écrit alors :

$$D_{BF} = 0{,}65 \times 150\ \text{mm},$$

soit

$$D_{BF} = 97{,}5\ \text{mm}$$

[0039] De même, la distance D_{HF} entre les zones d'émission Z_2 de deux éléments rayonnants voisins s'écrit :

$$D_{HF} = 0{,}65 \times 75\ \text{mm},$$

soit

$$D_{BF} = 48{,}75\ \text{mm}$$

[0040] La distance qui sépare les éléments rayonnants du plan de masse est par ailleurs choisie pour assurer un bon fonctionnement de l'antenne. A titre d'exemple non limitatif, la distance qui sépare l'élément rayonnant E_2 du plan de masse 3 est comprise entre 2mm et 5mm.

[0041] De façon particulièrement avantageuse, pour l'antenne décrite ci-dessus, il a été constaté une ouverture angulaire à 3dB comprise entre 25° et 28° sur toute la bande de fréquence 2GHz-4GHz.

[0042] La figure 4 représente un vue de profil d'une antenne à large bande de l'invention équipée d'un diviseur de puissance. Les figures 5A et 5B représentent, respectivement, une vue de profil et une vue éclatée, en perspective, du diviseur de puissance représenté en figure 4.

[0043] Selon l'exemple représenté en figure 4, le diviseur de puissance est fixé au substrat 3 et il est conçu dans l'air afin de garantir une tenue en puissance élevée. L'invention concerne également d'autres modes de réalisation pour lesquels le diviseur de puissance n'est pas formé dans l'air et/ou n'est pas fixé sur le substrat 3.

[0044] Le diviseur de puissance est constitué d'un motif en cuivre 6 placé en regard d'un plan de masse 7. Le diviseur de puissance délivre trois ondes électromagnétiques en phase à partir d'une onde électromagnétique qu'il reçoit sur son entrée. Les trois sorties du diviseur de puissance sont reliées aux câbles coaxiaux respectifs K_1, K_2, K_3. L'entrée du diviseur de puissance 6 est reliée, via un câble coaxial K_A, à une source qui émet l'onde électromagnétique à rayonner (source non représentée sur les figures). Les longueurs des câbles K_1, K_2, K_3 sont ajustées de façon que les ondes reçues par les éléments rayonnants soient en phase. Des plots métalliques 4, 5 fixent le motif de cuivre 6 et le plan de masse 7 qui constituent le diviseur de puissance sur la face du plan de masse 3 qui est opposée à la première face.

[0045] Dans le mode de réalisation de l'invention décrit ci-dessus en référence aux figures 4 et 5A-5B, les ondes électromagnétiques qui alimentent les premières extrémités des lignes conductrices R_1, R_2, R_3 sont en phase et proviennent d'une même source. Il en résulte un diagramme de rayonnement d'antenne dont l'axe du lobe principal est aligné selon la ligne conductrice R_2.

[0046] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, les premières extrémités des lignes conductrices R_1, R_2, R_3 sont alimentées par des ondes électromagnétiques dont les phases peuvent varier indépendemment l'une de l'autre. Il en résulte un diagramme de rayonnement d'antenne dont l'axe du lobe principal varie en fonction des déphasages existant entre les phases des ondes électromagnétiques qui alimentent les lignes conductrices R_1, R_2, R_3.

[0047] La figure 6 représente un perfectionnement du système d'antenne selon l'invention.

[0048] En plus des éléments décrits en référence aux figures 2A-2B, le système de la figure 6 comprend deux déflecteurs métalliques D_1, D_2 fixés sur le plan de masse 3. Les déflecteurs D_1, D_2 sont positionnés de part et d'autre de l'élément rayonnant central E_2. Ils réalisent une meilleure isolation électromagnétique des éléments rayonnants entre eux. L'adaptation du système d'antenne s'en trouve améliorée, ce qui conduit à une amélioration du gain de l'antenne.

[0049] La figure 7 représente un exemple de mise en réseau d'une pluralité d'antennes log-périodiques à large bande conformes au premier mode de réalisation de l'invention.

[0050] L'antenne log-périodique à large bande selon le premier mode de réalisation de l'invention n'assure le maintien d'un rayonnement constant que dans le plan H des éléments rayonnants qui la constituent. La figure 7 illustre la mise en réseau d'une pluralité d'antennes à large bande dans le plan E des éléments rayonnants. L'antenne qui résulte de cette mise en réseau conserve avantageusement un rayonnement constant non seulement dans le plan H, mais également dans le plan E.

[0051] L'antenne représentée en figure 7 est constituée, à titre d'exemple non limitatif, de quatre antennes log-périodiques à large bande A_1, A_2, A_3, A_4 conformes à l'antenne représentée en figure 6. Les substrats électriquement conducteurs 3 des différentes antennes A_1-A_4 sont situés dans un même plan Q. Les dipôles rayonnants des éléments rayonnants centraux E_2 des différentes antennes A_1-A_4 sont également situés dans un même plan perpendiculaire au plan Q et qui est le plan E des éléments rayonnants centraux E_2. Une même distance Δ sépare les pistes rectilignes centrales R_2 de deux éléments rayonnants centraux E_2 voisins.

[0052] La distance Δ est choisie en fonction de la fréquence de fonctionnement de l'antenne. A cette fin, des supports mobiles (non représentés sur la figure) permettent de rapprocher ou d'éloigner les antennes log-périodiques A_1-A_4. Cette modification de la distance Δ permet avantageusement de garantir une illumination constante de l'antenne qui résulte de l'association des quatre antennes élémentaires A_1-A_4, c'est-à-dire un angle invariant de l'ouverture à mi-puissance du lobe principal rayonné par l'antenne. A titre d'exemples non limitatifs, la distance Δ est égale à 135mm pour une fréquence d'émission égale à 2GHz et à 67,5mm pour une fréquence d'émission égale à 4GHz.

[0053] Selon un perfectionnement de l'invention, il est prévu un maillage électriquement conducteur extensible M entre les différents substrats 3. Ce maillage permet de définir une continuité de la masse électrique. Il est apte à se déployer ou à se rétracter en fonction des modifications de la distance Δ. Quelle que soit l'extension du maillage M, la taille d'une maille élémentaire est très inférieure au dixième de la longueur d'onde de l'onde rayonnée afin que les substrats électriquement conducteurs 3 et le maillage métallique M constituent, pour l'onde rayonnée par l'antenne, un plan de masse électriquement continu.

[0054] La figure 8 représente une vue de dessus d'un exemple d'antenne log-périodique à large bande selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0055] Selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, les motifs log-périodiques des trois éléments rayonnants E_1, E_2, E_3 sont imprimés symétriquement sur les deux faces opposées d'un même substrat diélectrique plat 4 qui est parallèle au plan E des éléments rayonnants. Le matériau qui constitue le substrat diélectrique plat 4 a, par exemple, une constante diélectrique relative égale à 3 et une épaisseur égale à 0,8mm.

[0056] L'élément rayonnant E_2 est central par rapport aux deux autres éléments rayonnants E_1 et E_3. La piste rectiligne R_2 de l'élément rayonnant E_2 est perpendiculaire au substrat électriquement conducteur 3. Les pistes rectilignes R_1 et R_3 des éléments rayonnants respectifs E_1 et E_3 sont disposées de part et d'autre de la piste rectiligne R_2, symétriquement à la piste rectiligne R_2. Les premières extrémités des pistes rectilignes R_1, R_2 et R_3 sont sensiblement alignées selon une droite parallèle au substrat électriquement conducteur 3. De même que dans le premier mode de réalisation de l'invention, les pistes rectilignes R_1 et R_3 des éléments rayonnants respectifs E_1 et E_3 sont inclinées par rapport à la piste R_2 de l'élément rayonnant central E_2 et les premières extrémités des pistes rectilignes R_1 et R_3 sont plus proches l'une de l'autre que ne le sont les deuxièmes extrémités de ces pistes. Les distances précédentes D_{BF} et D_{HF} données pour le premier mode de réalisation de l'invention sont également valables pour le deuxième mode de réalisation.

[0057] Les éléments rayonnants E_1, E_2, E_3 sont reliés à une source d'onde électromagnétique via des câbles coaxiaux et un diviseur de puissance (non représentés sur la figure). A l'instar du premier mode de réalisation de l'invention, les éléments rayonnants E_1, E_2, E_3 sont connectés aux câbles coaxiaux au niveau des premières extrémités des pistes respectives R_1, R_2, R_3 et le substrat diélectrique plat 4 est fixé au substrat électriquement conducteur 3 via les câbles coaxiaux. Le substrat 4 est alors maintenu en position grâce à la rigidité des câbles coaxiaux. Le substrat diélectrique 4 est sensiblement perpendiculaire au substrat conducteur 3. La distance qui sépare le substrat diélectrique 4 du substrat électriquement conducteur 3 est comprise, par exemple, entre 2mm et 5mm. De même que dans le premier mode de réalisation de l'invention, les ondes rayonnées par les différents éléments rayonnants sont en phase. Les motifs log-périodiques des différents éléments rayonnants sont disposés en conséquence.

[0058] La figure 9 représente un exemple de mise en réseau d'une pluralité d'antennes log-périodiques à large bande conformes au deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0059] Les substrats diélectriques 4 des différentes antennes log-périodiques sont parallèles entre eux, deux substrats diélectriques voisins étant séparés d'une même distance δ. La distance δ est choisie en fonction de la fréquence de fonctionnement de l'antenne. A cette fin, des moyens sont prévus pour rapprocher ou éloigner les différents substrats électriquement conducteurs 3. Selon un perfectionnement du deuxième mode de réalisation de l'invention, il est prévu un maillage électriquement conducteur extensible M entre les différents substrats 3. Ce maillage permet avantageusement de définir une continuité de la masse électrique. Quelle que soit l'extension du maillage M, la taille d'une maille élémentaire est très inférieure au dixième de la longueur d'onde de l'onde rayonnée par l'antenne.

Revendications

1. Antenne log-périodique, qui comprend au moins un ensemble de trois éléments rayonnants à motifs log-périodiques (E_1, E_2, E_3) et un substrat plat (3) qui définit une masse électrique de l'antenne, les éléments rayonnants à motifs log-périodiques étant positionnés au-dessus d'une première face du substrat plat (3), chaque élément rayonnant à motifs log-périodiques comprenant une succession de dipôles rayonnants répartis de part et d'autre d'une ligne électriquement conductrice rectiligne (R_1, R_2, R_3), perpendiculairement à ladite ligne, les dipôles rayonnants ayant une dimension croissante entre une première extrémité de ladite ligne et une deuxième extrémité de ladite ligne située plus près de ladite première face que la première extrémité, un premier élément rayonnant (E_2) ayant une ligne électriquement conductrice rectiligne sensiblement perpendiculaire à ladite première face, un deuxième élément rayonnant (E_1) et un troisième élément rayonnant (E_3) étant situés de part et d'autre du premier élément rayonnant (E_2), symétriquement au premier élément rayonnant (E_2), les premières extrémités des lignes électriquement conductrices des différents éléments rayonnants étant éloignées les unes des autres et sensiblement alignées selon une direction parallèle à ladite première face, les lignes électriquement conductrices rectilignes des deuxième et troisième éléments rayonnants étant situées dans un même plan que la ligne électriquement conductrice rectiligne du premier élément rayonnant et les dipôles rayonnants des trois éléments rayonnants étant soit sensiblement perpendiculaires au plan qui contient les lignes électriquement conductrices rectilignes des trois éléments rayonnants, soit sensiblement dans le plan qui contient les lignes électriquement conductrices rectilignes des trois éléments rayonnants , **caractérisé en ce que** chaque première extrémité étant électriquement reliée à un câble coaxial différent,
   -les lignes électriquement conductrices rectilignes des deuxième et troisième éléments rayonnants étant inclinées par rapport à la ligne électriquement conductrice du premier élément rayonnant de telle sorte que les premières extrémités des lignes électriquement conductrices rectilignes des deuxième et troisième éléments rayonnant soient plus proches

que les deuxièmes extrémités des lignes électriquement conductrices rectilignes desdits deuxième et troisième éléments rayonnants, dans laquelle :

- la distance qui sépare le dipôle rayonnant de plus faibles dimensions du deuxième élément rayonnant (E2) du dipôle rayonnant de plus faibles dimensions du premier élément rayonnant (E1) et la distance qui sépare le dipôle rayonnant de plus faibles dimensions du troisième élément rayonnant (E3) du dipôle rayonnant de plus faibles dimensions du premier élément rayonnant (E1) sont sensiblement comprises entre et $0,7\lambda_{HF}$, où λ_{HF} est une longueur d'onde d'une onde de haute fréquence rayonnée par l'antenne log-périodique, et
- la distance qui sépare le dipôle rayonnant de plus grandes dimensions du deuxième élément rayonnant (E2) du dipôle rayonnant de plus grandes dimensions du premier élément rayonnant (E1) et la distance qui sépare le dipôle rayonnant de plus grandes dimensions du troisième élément rayonnant (E3) du dipôle rayonnant de plus grandes dimensions du premier élément rayonnant (E1) sont sensiblement comprises $0,6\lambda_{BF}$ et $0,7\lambda_{BF}$, où λ_{BF} est une longueur d'onde d'une onde de basse fréquence rayonnée par l'antenne log-périodique.

2. Antenne log-périodique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle chaque élément rayonnant (E_1, E_2, E_3) est constitué de motifs log-périodiques imprimés de part et d'autre d'un substrat diélectrique plat (2).

3. Antenne selon la revendication 2, dans lequel chaque élément rayonnant (E_1, E_2, E_3) comprend six dipôles rayonnants positionnés entre la première extrémité et la deuxième extrémité, les six dipôles rayonnants étant agencés de sorte que, à partir de la première extrémité :

- un premier dipôle rayonnant est constitué de première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau^5$, τ étant un coefficient inférieur à 1 ;
- un deuxième dipôle rayonnant situé à une distance $D \times \tau^4$ du premier dipôle est constitué de première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau^4$;
- un troisième dipôle rayonnant situé à une distance $D \times \tau^3$ du deuxième dipôle est constitué de première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau^3$;
- un quatrième dipôle rayonnant situé à une distance $D \times \tau^2$ du troisième dipôle est constitué de première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau^2$;
- un cinquième dipôle rayonnant situé à une distance $D \times \tau$ du quatrième dipôle est constitué de première et deuxième pistes de longueur $L \times \tau$;
- le sixième dipôle rayonnant situé à une distance D du cinquième dipôle est constitué de première et deuxième pistes de longueur L.

4. Antenne log-périodique selon la revendication 3, dans laquelle le substrat diélectrique plat (2) a une épaisseur de 0,8mm et une constante diélectrique relative égale à 3, la largeur des première et deuxième pistes des différents dipôles rayonnants est égale à 5mm, les grandeurs L et D sont respectivement égales à 70mm et 15,77mm et le coefficient τ est égal à 0,824.

5. Antenne log-périodique selon l'une quelconque des revendications précédentes et qui comprend des moyens pour alimenter les premières extrémités des lignes électriquement conductrices des différents éléments rayonnants plans (E_1, E_2, E_3) par des ondes électromagnétiques en phase dont les vecteurs champ électrique ont une direction parallèle à l'axe des dipôles rayonnants.

6. Antenne log-périodique selon la revendication 5, dans laquelle les moyens pour alimenter les premières extrémités des lignes électriquement conductrices comprennent un diviseur de puissance fixé sur une face électriquement conductrice du substrat (3) opposée à la face au-dessus de laquelle les éléments rayonnants sont situés.

7. Antenne log-périodique selon l'une quelconque des revendications précédentes et qui comprend au moins deux ensembles de trois éléments rayonnants, dans laquelle, lorsque les motifs log-périodiques des trois éléments rayonnants d'un même ensemble de trois éléments rayonnants sont sensiblement perpendiculaires au plan qui contient les lignes électriquement conductrices rectilignes des trois éléments rayonnants, les premières faces des substrats (3) des différents ensemble d'éléments rayonnants sont situées dans un même plan, les plans qui contiennent les lignes électriquement conductrices rectilignes des différents ensembles de trois éléments rayonnants sont parallèles entre eux et les lignes électriquement conductrices rectilignes des premiers éléments rayonnants des différents ensembles de trois éléments rayonnants sont situées dans un même plan.

8. Antenne log-périodique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 et qui comprend au moins deux ensembles de trois éléments rayonnants, dans laquelle, lorsque les dipôles rayonnants des trois éléments rayonnants d'un même ensemble d'éléments rayonnants sont dans le plan qui contient les lignes électriquement conductrices rectilignes des trois élé-

ments rayonnants, les premières faces des substrats (3) des différents ensemble d'éléments rayonnants sont situées dans un même plan, les plans qui contiennent les lignes électriquement conductrices rectilignes des différents ensembles de trois éléments rayonnants sont parallèles entre eux et les lignes électriquement conductrices rectilignes des premiers éléments rayonnants des différents ensembles de trois éléments rayonnants sont situées dans un même plan.

9. Antenne log-périodique selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, dans laquelle les substrats (3) de deux ensembles de trois éléments rayonnants voisins sont électriquement reliés entre eux par un maillage métallique (M) extensible permettant d'éloigner ou de rapprocher deux ensembles de trois éléments rayonnants voisins.

Patentansprüche

1. Logarithmisch-periodische Antenne, umfassend mindestens eine Einheit von drei Strahlungselementen mit logarithmisch-periodischen Motiven (E_1, E_2, E_3) und ein flaches Substrat (3), das eine elektrische Masse der Antenne definiert, wobei die Strahlungselemente mit logarithmisch-periodischen Motiven oberhalb einer ersten Seite des flachen Substrats (3) positioniert sind, wobei jedes Strahlungselement mit logarithmisch-periodischen Motiven eine Folge von Strahlungsdipolen umfasst, die beiderseits einer geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitung (R_1, R_2, R_3) verteilt sind, wobei die Strahlungsdipole senkrecht zur Leitung eine zunehmende Abmessung zwischen einem ersten Ende der Leitung und einem zweiten Ende der Leitung aufweisen, das sich näher zur ersten Seite befindet, als das erste Ende, wobei ein erstes Strahlungselement (E_2) eine geradlinige elektrisch leitfähige Leitung im Wesentlichen senkrecht zur ersten Seite aufweist, sich ein zweites Strahlungselement (E_1) und ein drittes Strahlungselement (E_3) beiderseits des ersten Strahlungselements (E_2), symmetrisch zum ersten Strahlungselement (E_2) befinden, die ersten Enden der elektrisch leitfähigen Leitungen der verschiedenen Strahlungselemente voneinander entfernt sind, und im Wesentlichen in einer Richtung parallel zur ersten Seite ausgerichtet sind, wobei sich die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der zweiten und dritten Strahlungselemente in einer selben Ebene wie die geradlinige elektrisch leitfähige Leitung des ersten Strahlungselements befinden, die Strahlungsdipole der drei Strahlungselemente entweder im Wesentlichen senkrecht zur Ebene liegen, die die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der drei Strahlungselemente enthält, oder im Wesentlichen in der Ebene, die die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der drei Strahlungselemente enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes erste Ende elektrisch mit einem anderen koaxialen Kabel verbunden ist,

- die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der zweiten und dritten Strahlungselemente in Bezug auf die elektrisch leitfähige Leitung des ersten Strahlungselements derart geneigt sind, dass die ersten Enden der geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der zweiten und dritten Strahlungselemente näher sind, als die zweiten Enden der geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der zweiten und dritten Strahlungselemente, wobei:
- Der Abstand, der den Strahlungsdipol mit kleineren Abmessungen des zweiten Strahlungselements (E2) vom Strahlungsdipol mit kleineren Abmessungen des ersten Strahlungselements (E1) trennt, und der Abstand, der den Strahlungsdipol mit kleineren Abmessungen des dritten Strahlungselements (E3) vom Strahlungsdipol mit geringeren Abmessungen des ersten Strahlungselements (E1) trennt, im Wesentlichen zwischen $0{,}6\lambda_{HF}$ und $0{,}7\lambda_{HF}$ liegt, wobei λ_{HF} eine Wellenlänge einer Welle mit hoher Frequenz ist, die von der logarithmisch-periodischen Antenne abgestrahlt wird, und
- der Abstand, der den Strahlungsdipol mit größeren Abmessungen des zweiten Strahlungselements (E2) vom Strahlungsdipol mit größeren Abmessungen des ersten Strahlungselements (E1) trennt, und der Abstand, der den Strahlungsdipol mit größeren Abmessungen des dritten Strahlungselements (E3) vom Strahlungsdipol mit größeren Abmessungen des ersten Strahlungselements (E1) trennt, im Wesentlichen zwischen $0{,}6\lambda_{BF}$ und $0{,}7\lambda_{BF}$ liegt, wobei λ_{BF} eine Wellenlänge einer Welle mit niedriger Frequenz ist, die von der logarithmisch-periodischen Antenne abgestrahlt wird.

2. Logarithmisch-periodische Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei jedes Strahlungselement (E_1, E_2, E_3) aus logarithmisch-periodischen Motiven besteht, die beiderseits eines flachen dielektrischen Substrats (2) aufgedruckt sind.

3. Antenne nach Anspruch 2, wobei jedes Strahlungselement (E_1, E_2, E_3) sechs Strahlungsdipole umfasst, die zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende positioniert sind, wobei die sechs Strahlungsdipole derart angeordnet sind, dass, ausgehend von dem ersten Ende:

- Ein erster Strahlungsdipol aus einer ersten und zweiten Bahn mit einer Länge $L \times \tau^5$ besteht, wobei τ ein Koeffizient kleiner als 1 ist;

- ein zweiter Strahlungsdipol, der sich in einem Abstand von D × τ^4 von dem ersten Dipol befindet, aus einer ersten und zweiten Bahn mit einer Länge L × τ^4 besteht;
- ein dritter Strahlungsdipol, der sich in einem Abstand von D × τ^3 von dem zweiten Dipol befindet, aus einer ersten und zweiten Bahn mit einer Länge L × τ^3 besteht;
- ein vierter Strahlungsdipol, der sich in einem Abstand von D × τ^2 von dem dritten Dipol befindet, aus einer ersten und zweiten Bahn mit einer Länge L × τ^2 besteht;
- ein fünfter Strahlungsdipol, der sich in einem Abstand von D × τ von dem vierten Dipol befindet, aus einer ersten und zweiten Bahn mit einer Länge L × τ besteht;
- der sechste Strahlungsdipol, der sich in einem Abstand D von dem fünften Dipol befindet, aus einer ersten und zweiten Bahn mit einer Länge L besteht.

4. Logarithmisch-periodische Antenne nach Anspruch 3, wobei das flache dielektrische Substrat (2) eine Dicke von 0,8 mm und eine relative dielektrische Konstante gleich 3 aufweist, wobei die Breite der ersten und zweiten Bahn der verschiedenen Strahlungsdipole gleich 5 mm ist, die Größen L und D jeweils gleich 70 mm und 15,77 mm sind, und der Koeffizient τ gleich 0,824 ist.

5. Logarithmisch-periodische Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, und die Mittel zum Versorgen der ersten Enden der elektrisch leitfähigen Leitungen der verschiedenen flachen Strahlungselemente (E_1, E_2, E_3) durch elektromagnetische Wellen in Phase umfasst, deren elektrische Feldvektoren eine Richtung parallel zur Achse der Strahlungsdipole aufweisen.

6. Logarithmisch-periodische Antenne nach Anspruch 5, wobei die Mittel zum Versorgen der ersten Enden der elektrisch leitfähigen Leitungen einen Leistungsteiler umfassen, der auf einer elektrisch leitfähigen Seite des Substrats (3) gegenüber der Seite befestigt ist, oberhalb derer sich die Strahlungselemente befinden.

7. Logarithmisch-periodische Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, und die mindestens zwei Einheiten mit drei Strahlungselementen umfasst, wobei, wenn die logarithmisch-periodischen Motive der drei Strahlungselemente einer selben Einheit mit drei Strahlungselementen im Wesentlichen senkrecht zur Ebene sind, die die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der drei Strahlungselemente enthält, sich die ersten Seiten der Substrate (3) der verschiedenen Einheiten an Strahlungselementen in einer selben Ebene befinden, die Ebenen, die die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der verschiedenen Einheiten mit drei Strahlungselementen parallel zueinander sind, und sich die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der ersten Strahlungselemente der verschiedenen Einheiten mit drei Strahlungselementen in einer selben Ebene befinden.

8. Logarithmisch-periodische Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, und die mindestens zwei Einheiten mit drei Strahlungselementen umfasst, wobei, wenn die Strahlungsdipole der drei Strahlungselemente einer selben Einheit an Strahlungselementen in der Ebene sind, die die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der drei Strahlungselemente enthält, sich die ersten Seiten der Substrate (3) der verschiedenen Einheiten an Strahlungselementen in einer selben Ebene befinden, die Ebenen, die die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der verschiedenen Einheiten mit drei Strahlungselementen parallel zueinander sind, und sich die geradlinigen elektrisch leitfähigen Leitungen der ersten Strahlungselemente der verschiedenen Einheiten mit drei Strahlungselementen in einer selben Ebene befinden.

9. Logarithmisch-periodische Antenne nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei die Substrate (3) mit zwei benachbarten Einheiten mit drei Strahlungselementen elektrisch durch ein erweiterbares Drahtgeflecht (M) miteinander verbunden sind, das es ermöglicht, zwei benachbarte Einheiten mit drei Strahlungselementen voneinander zu entfernen oder einander näher zu bringen.

Claims

1. A log-periodic antenna, which comprises at least one set of three radiating elements with log-periodic patterns (E_1, E_2, E_3) and a flat substrate (3) which defines an electrical ground of the antenna, the radiating elements with log-periodic patterns being positioned above a first face of the flat substrate (3), each radiating element with log-periodic patterns comprising a succession of radiating dipoles distributed on either side of a rectilinear electrically-conductive line (R_1, R_2, R_3), perpendicularly to said line, the radiating dipoles having a dimension increasing between a first end of said line and a second end of said line located closer to said first face than the first end, a first radiating element (E_2) having a rectilinear electrically-conductive line substantially perpendicular to said first face, a second radiating element (E_1) and a third radiating element (E_3) being located on either side of the first radiating element (E_2), symmetrically to the first radiating element (E_2), the first ends of the electrically-conductive lines of the different radi-

ating elements being spaced away from each other and substantially aligned according to a direction parallel to the first face, the rectilinear electrically-conductive line of the second and third radiating elements being located in a same plane as the rectilinear electrically-conductive line of the first radiating element and the radiating dipoles of the three radiating elements being either substantially perpendicular to the plane that contains the rectilinear electrically-conductive lines of the three radiating elements, or substantially in the plane that contains the rectilinear electrically-conductive line of the three radiating elements, **characterised in that** each first end being electrically connected to a different coaxial cable,
the rectilinear electrically-conductive lines of the second and third radiating elements being inclined with respect to the electrically-conductive line of the first radiating element such that the first ends of the rectilinear electrically-conductive lines of the second and third radiating elements are closer than the second ends of the rectilinear electrically-conductive lines of said second and third radiating elements, wherein:

- the distance that separates the radiating dipole with the smallest dimensions of the second radiating element (E_2) from the radiating dipole with the smallest dimensions of the first radiating element (E_1) and the distance that separates the radiating dipole with the smallest dimensions of the third radiating element (E_3) from the radiating dipole with the smallest dimensions of the first radiating element (E_1) are substantially comprised between $0.6\lambda_{HF}$ and $0.7\lambda_{HF}$, where λ_{HF} is a wavelength of a high-frequency wave radiated by the log-periodic antenna, and
- the distance that separates the radiating dipole with the largest dimensions of the second radiating element (E_2) from the radiating dipole with the largest dimensions of the first radiating element (E_1) and the distance that separates the radiating dipole with the largest dimensions of the third radiating element (E_3) from the radiating dipole with the largest dimensions of the first radiating element (E_1) are substantially comprised between $0.6\lambda_{BF}$ and $0.7\lambda_{BF}$, where λ_{BF} is a wavelength of a low-frequency wave radiated by the log-periodic antenna.

2. The log-periodic antenna according to any one of the preceding claims, wherein each radiating element (E_1, E_2, E_3) consists of log-periodic patterns printed on either side of a flat dielectric substrate (2).

3. The log-periodic antenna according to claim 2, wherein each radiating element (E_1, E_2, E_3) comprises six radiating dipoles positioned between the first end and the second end, the six radiating dipoles being arranged so that, starting from the first end:

- a first radiating dipole consists of first and second tracks with a length $L \times \tau^5$, τ being a coefficient lower than 1;
- a second radiating dipole located at a distance $D \times \tau^4$ from the first dipole consists of first and second tracks with a length $L \times \tau^4$;
- a third radiating dipole located at a distance $D \times \tau^3$ from the second dipole consists of first and second tracks with a length $L \times \tau^3$;
- a fourth radiating dipole located at a distance $D \times \tau^2$ from the third dipole consists of first and second tracks with a length $L \times \tau^2$;
- a fifth radiating dipole located at a distance $D \times \tau$ from the fourth dipole consists of first and second tracks with a length $L \times \tau$;
- a six radiating dipole located at a distance D from the fifth dipole consists of first and second tracks with a length L.

4. The log-periodic antenna according to claim 3, wherein the flat dielectric substrate (2) has a thickness of 0.8 mm and a relative dielectric constant equal to 3, the width of the first and second tracks of the different radiating dipoles is equal to 5 mm, the quantities L and D are respectively equal to 70 mm and 15.77 mm and the coefficient τ is equal to 0.824.

5. The log-periodic antenna according to any one of the preceding claims and which comprises means for powering the first ends of the electrically-conductive lines of the different planar radiating elements (E_1, E_2, E_3) with electromagnetic waves in phase whose electric field vectors which have a direction parallel to the axis of the radiating dipoles.

6. The log-periodic antenna according to claim 5, wherein the means for powering the first ends of the electrically-conductive lines comprise a power divider fastened on an electrically-conductive face of the substrate (3) opposite to the face above which the radiating elements are located.

7. The log-periodic antenna according to any one of the preceding claims and which comprises at least two sets of three radiating elements, wherein, when the log-periodic patterns of the three radiating elements of a same set of three radiating elements are substantially perpendicular to the plane that contains the rectilinear electrically-conductive lines of the three radiating elements, the first faces of the substrates (3) of the different sets of radiating elements are located in a same plane, the planes that contain the rectilinear electrically-conductive lines of the different sets of three radiating elements are parallel

to each other and the rectilinear electrically-conductive lines of the first radiating elements of the different sets of three radiating elements are located in a same plane.

8. The log-periodic antenna according to any one of claims 1 to 6 and which comprises at least two sets of three radiating elements, wherein, when the radiating dipoles of the three radiating elements of a same set of radiating elements are in the plane that contains the rectilinear electrically-conductive lines of the three radiating elements, the first faces of the substrates (3) of the different sets of radiating elements are located in a same plane, the planes that contain the rectilinear electrically-conductive lines of the different sets of three radiating elements are parallel to each other and the rectilinear electrically-conductive lines of the first radiating elements of the different sets of three radiating elements are located in a same plane.

9. The log-periodic antenna according to any one of claims 7 or 8, wherein the substrates (3) of two sets of three neighbouring radiating elements are electrically connected to each other by an extensible metal meshing (M) allowing bringing two sets of three neighbouring radiating elements away from or close to each other.

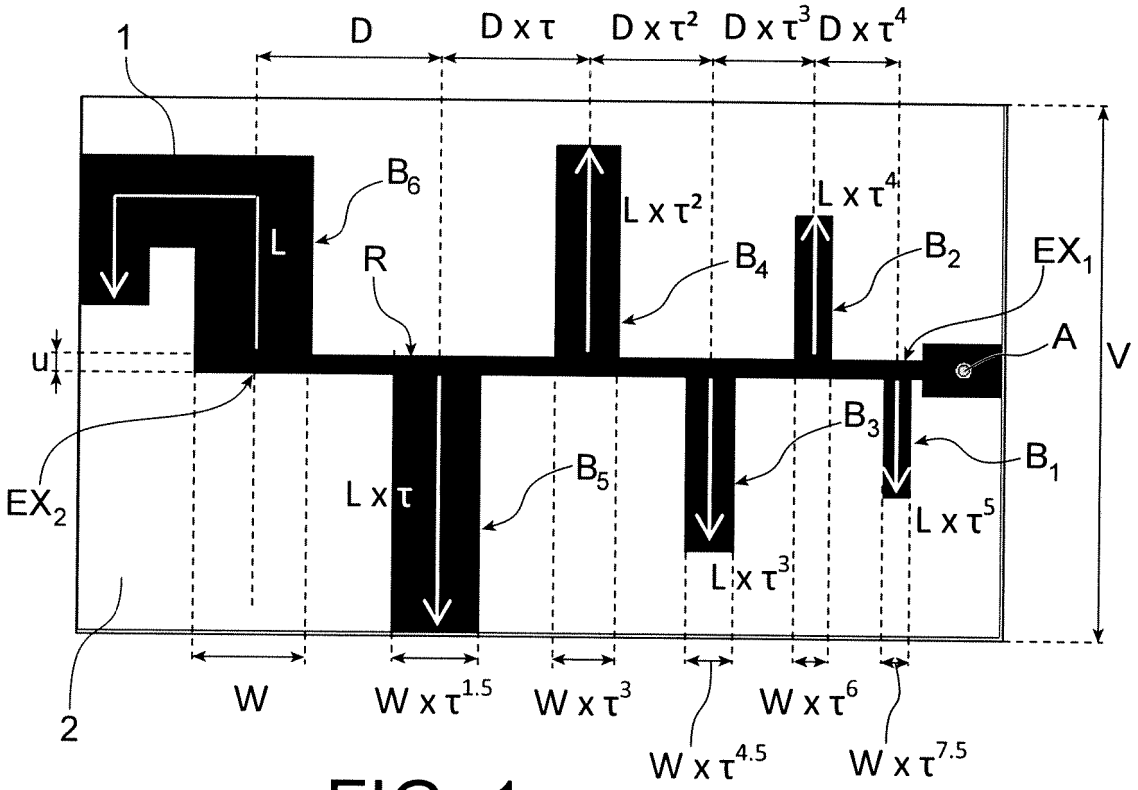

1
D
D x τ
D x τ²
D x τ³
D x τ⁴
B6
L
R
L x τ²
B4
L x τ⁴
B2
EX1
A
V
u
EX2
L x τ
B5
B3
B1
L x τ⁵
L x τ³
2
W
W x τ^1.5
W x τ³
W x τ⁶
W x τ^4.5
W x τ^7.5

FIG. 1

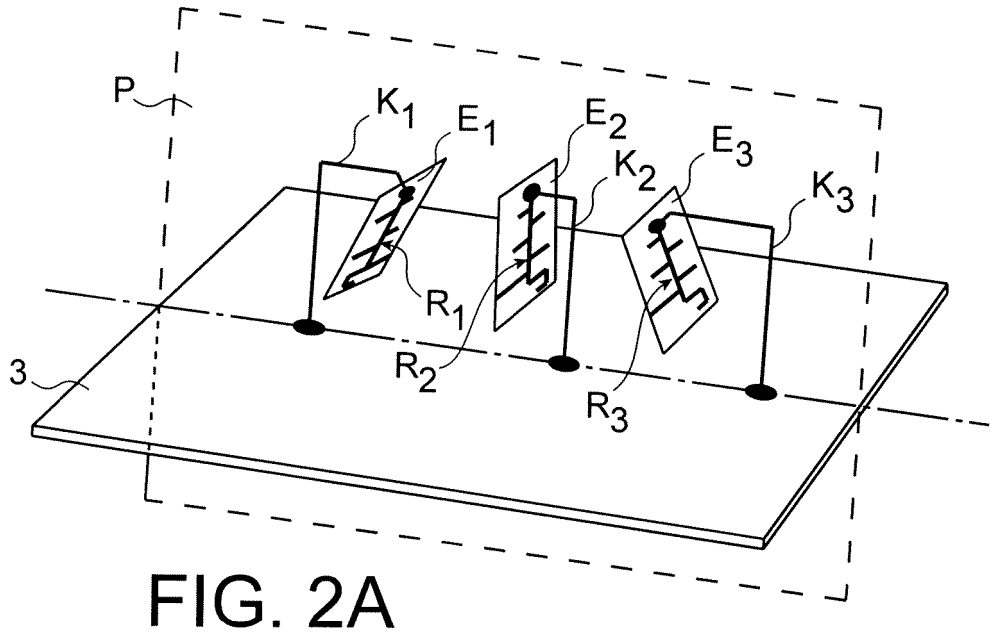

P
K1
E1
E2
K2
E3
K3
R1
R2
R3
3

FIG. 2A

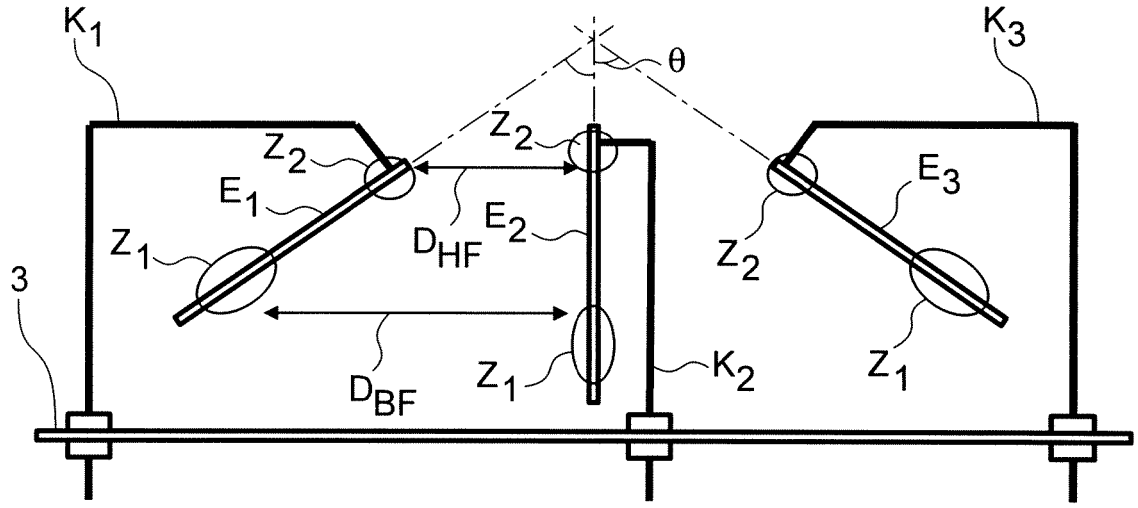


FIG. 2B

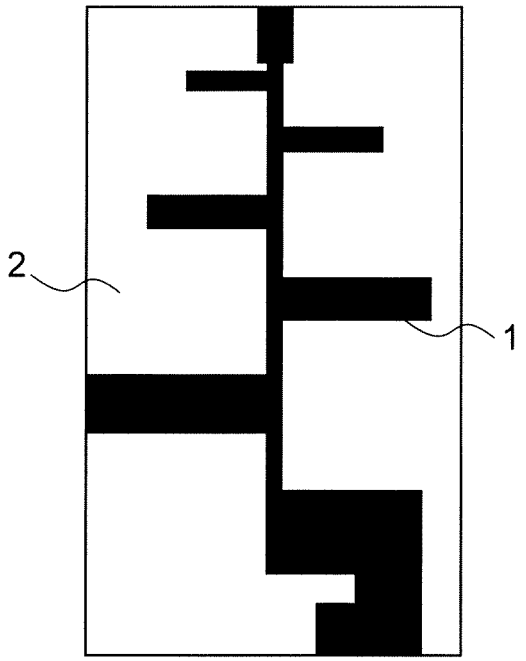


FIG. 3A

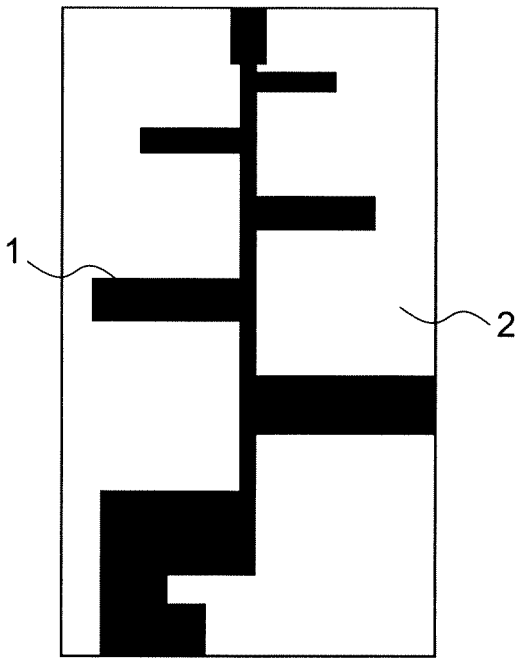


FIG. 3B

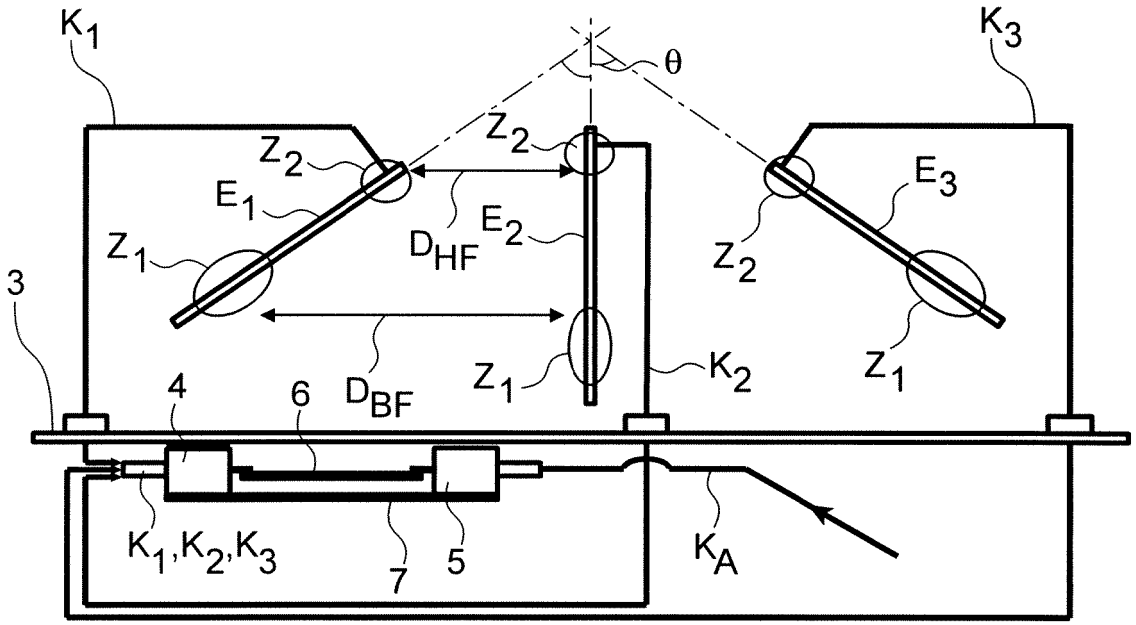

K1
K3
θ
Z2
Z2
E1
E3
DHF
E2
Z1
Z2
3
DBF
Z1
K2
Z1
4
6
K1,K2,K3
7
5
KA

FIG. 4

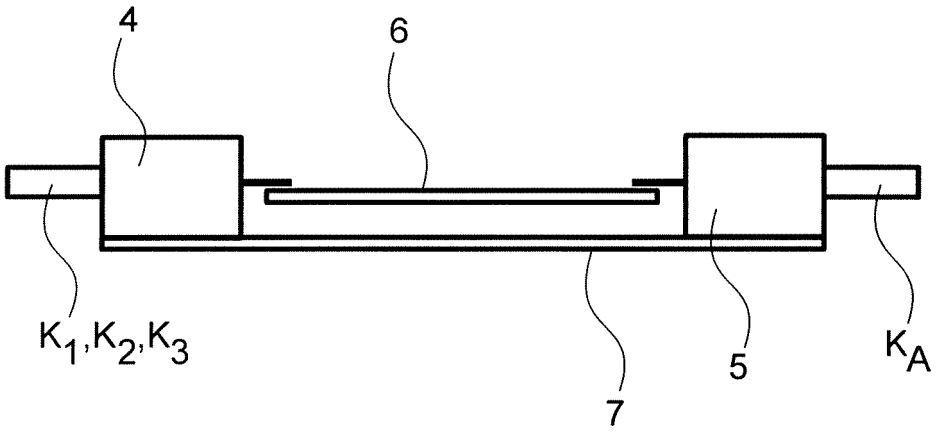

4
6
K1,K2,K3
7
5
KA

FIG. 5A

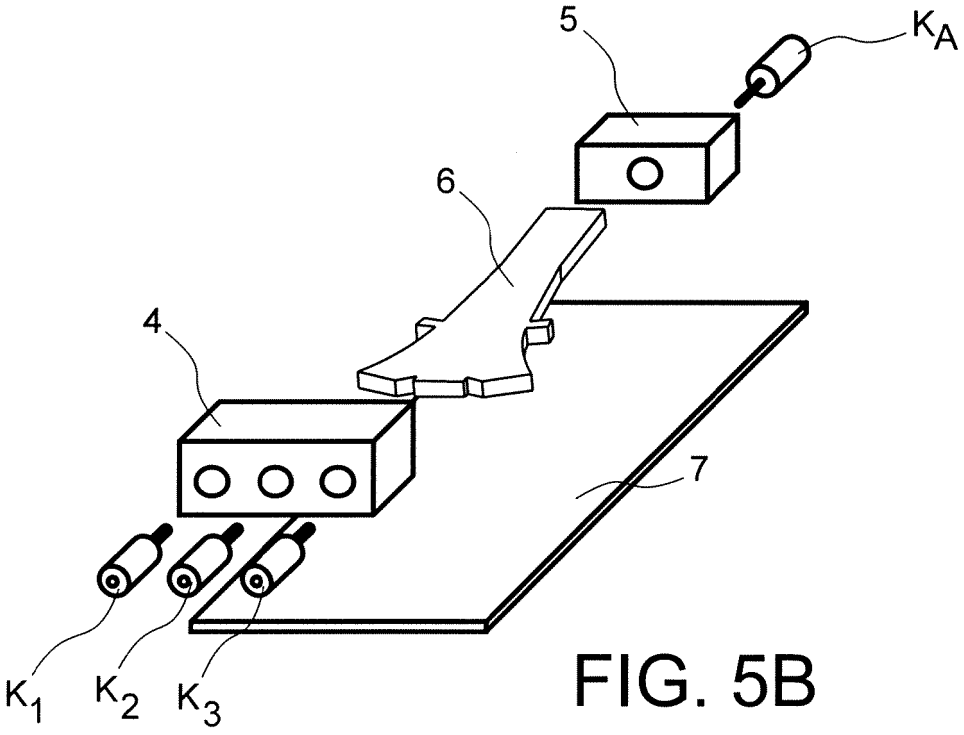


FIG. 5B

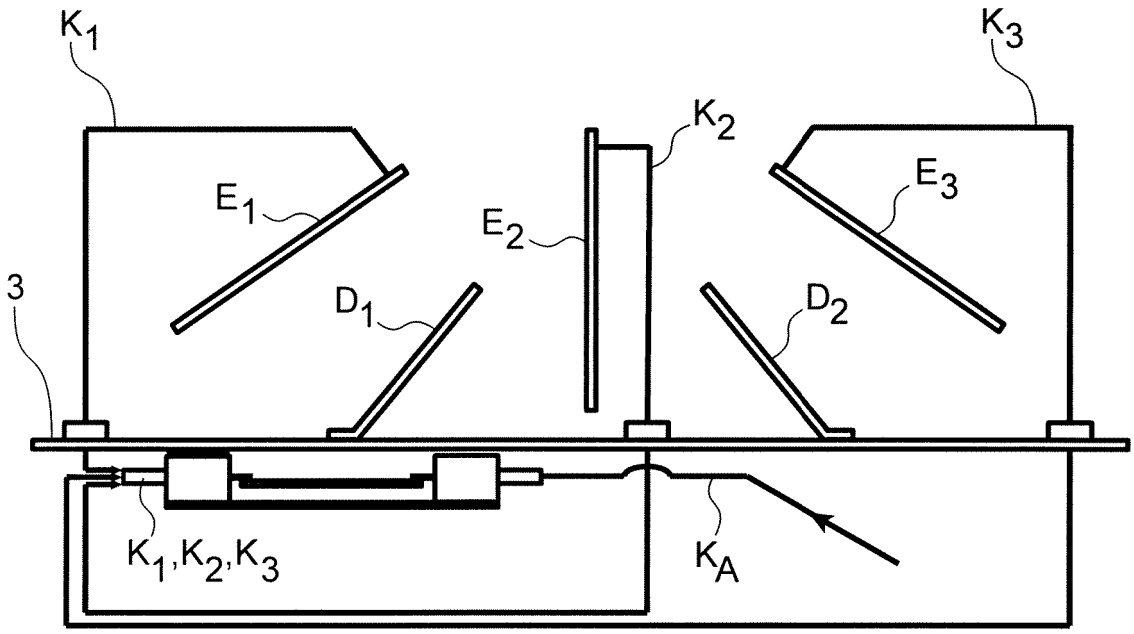


FIG. 6

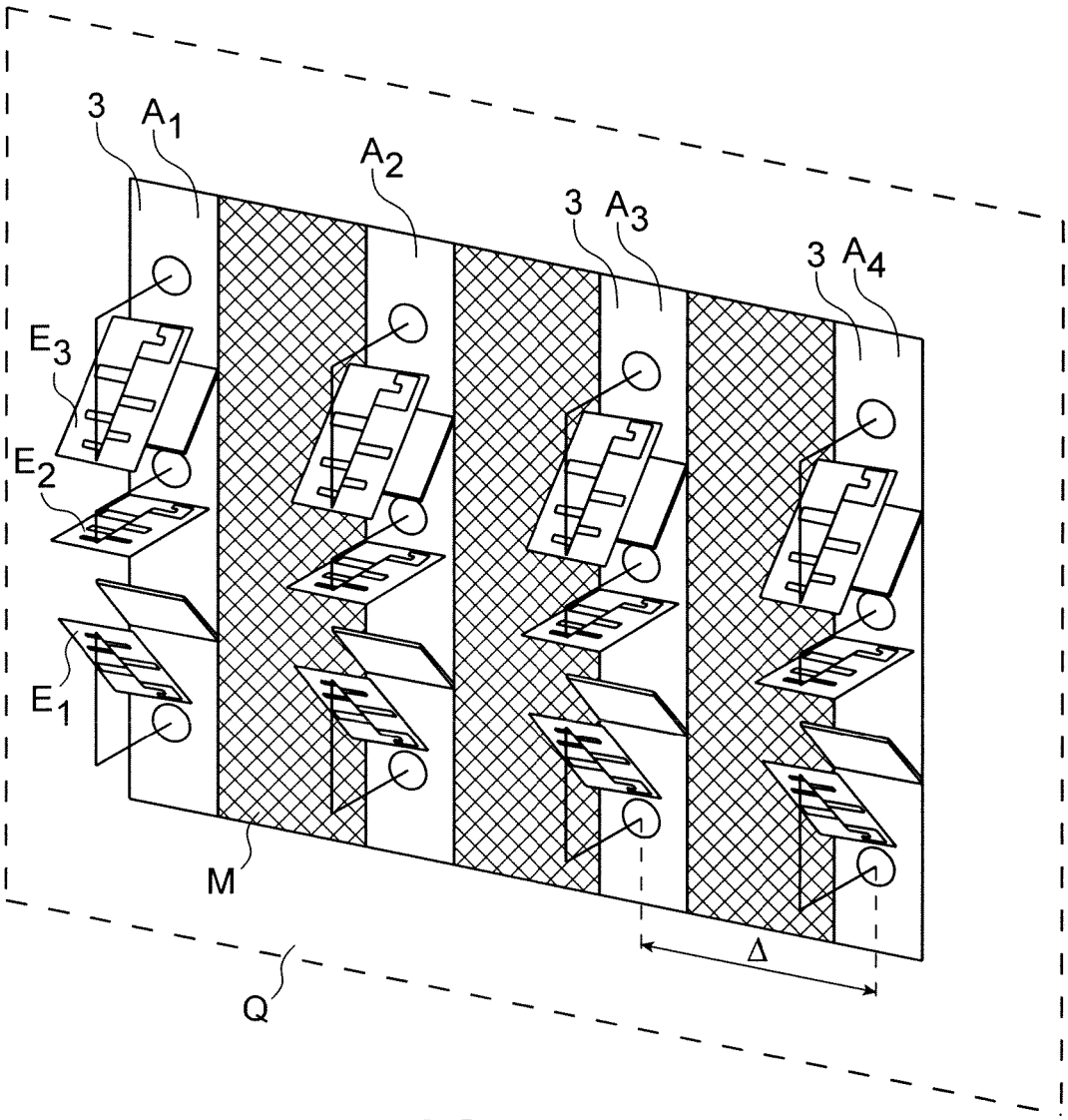


FIG. 7

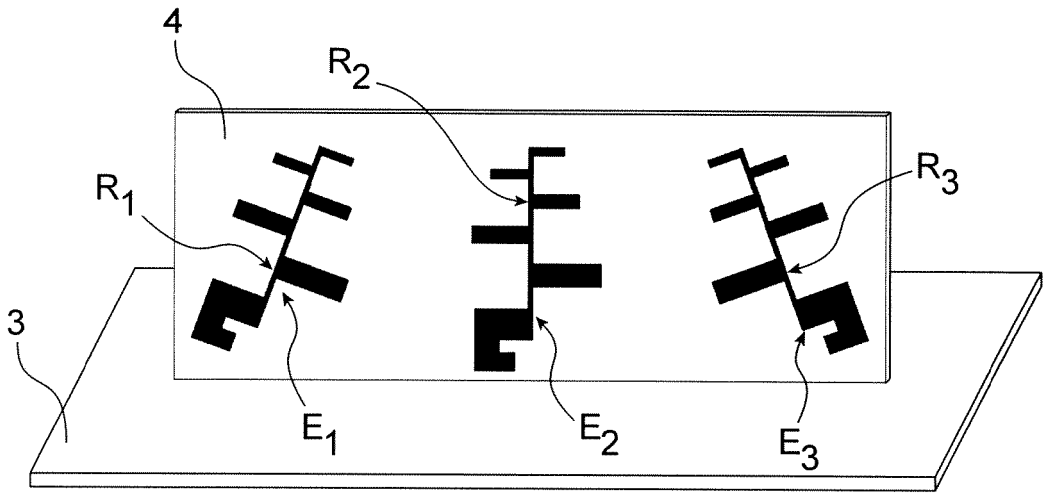


FIG. 8

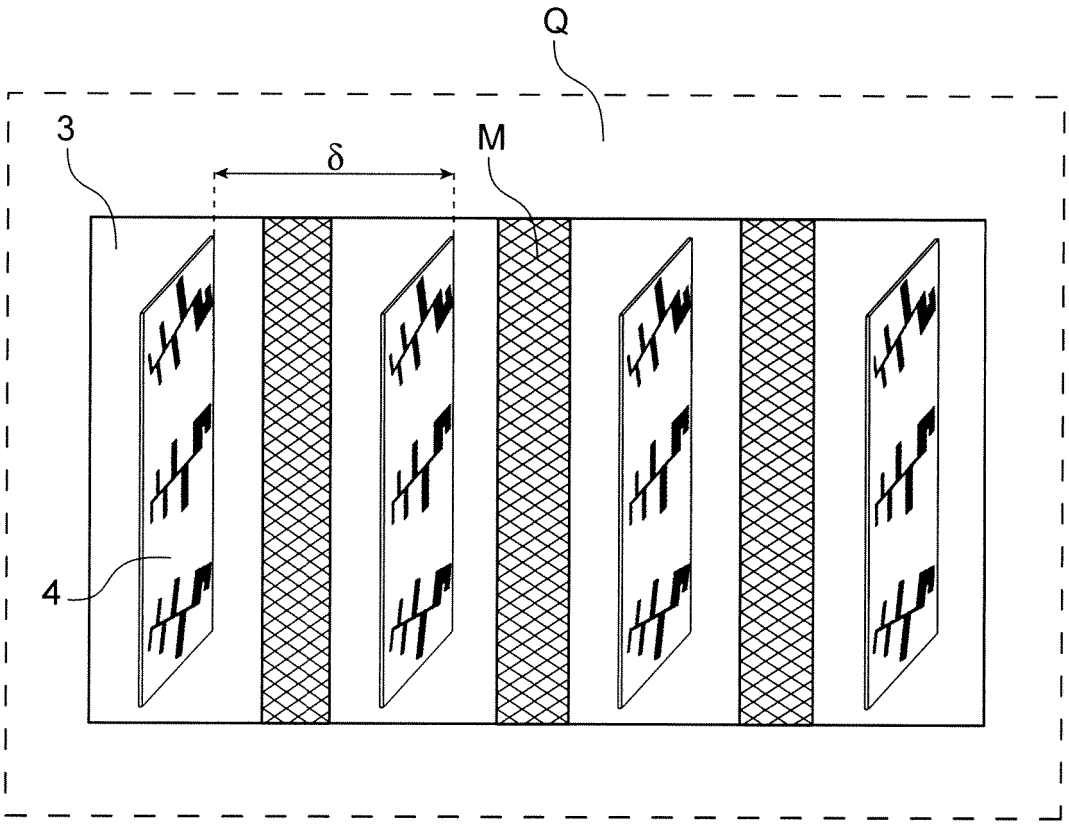


FIG. 9

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

- WO 9821779 A1 **[0003]**
- RU 2485643 C1 **[0003]**
- WO 2006096402 A2 **[0003]**
- WO 0031826 A1 **[0003]**