



(11) **EP 2 316 149 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
04.05.2016 Bulletin 2016/18

(51) Int Cl.:
H01Q 9/04 (2006.01) **H01P 3/08** (2006.01)
H01P 5/08 (2006.01) **H01Q 19/09** (2006.01)
H01Q 15/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09807916.3**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2009/057029

(22) Date de dépôt: **08.06.2009**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2010/020443 (25.02.2010 Gazette 2010/08)

(54) **ELEMENT RAYONNANT COMPACT A FAIBLES PERTES**

KOMPAKTSTRAHLUNGSSTRUKTUR MIT GERINGEM VERLUST
LOW-LOSS COMPACT RADIATING ELEMENT

(84) Etats contractants désignés:
**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 SE SI SK TR**

- **SCHAFFAUSER, Chloé**
29217 Le Conquet (FR)
- **CHINIARD, Renaud**
31460 Mourvilles Basses (FR)

(30) Priorité: **19.08.2008 FR 0804632**

(74) Mandataire: **Nguyen, Dominique et al**
Marks & Clerk France
Immeuble Visium
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(43) Date de publication de la demande:
04.05.2011 Bulletin 2011/18

(73) Titulaire: **THALES**
92200 Neuilly-sur-Seine (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 109 251 EP-A- 1 292 013
GB-A- 2 387 037 US-A- 3 135 935
US-A1- 2002 062 982 US-B1- 6 292 141

(72) Inventeurs:

- **LEGAY, Hervé**
31830 Plaisance Du Touch (FR)
- **BONNET, Barbara**
31200 Toulouse (FR)
- **NEVO, David**
31300 Toulouse (FR)
- **DREVON, Claude**
31500 Toulouse (FR)
- **MONFRAIX, Philippe**
31320 Castanet Tolosan (FR)

- **LEUNG K W ET AL: "Strip-Fed Rectangular Dielectric Resonator Antennas With/Without a Parasitic Patch" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 53, no. 7, 1 juillet 2005 (2005-07-01), pages 2200-2207, XP011135821 ISSN: 0018-926X**

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 2 316 149 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un élément rayonnant compact à faibles pertes. Elle s'applique notamment au domaine des antennes actives d'émission/réception de signaux radio-fréquences.

[0002] Les antennes actives sont généralement constituées d'un réseau d'éléments rayonnants connectés à des composants hyperfréquences passifs et actifs, tels que des filtres, des amplificateurs, des déphaseurs, et à un réseau de formation de faisceaux qui combine les signaux électromagnétiques émis par chaque élément rayonnant. Les connections entre les éléments rayonnants et les équipements actifs doivent être les plus courtes possibles de façon à réduire les pertes de transmission. En outre, les moyens de traitement des signaux électromagnétiques doivent être placés le plus près possible de la source d'émission et les moyens d'émission et de réception doivent être localisés dans la maille du réseau.

[0003] L'alimentation des éléments rayonnants s'effectue le plus souvent par couplage électromagnétique de la structure résonante à la ligne d'alimentation qui est parallèle au plan de masse rayonnant et réalisée dans une technologie dite planaire. La ligne d'alimentation peut être, par exemple, de type micro-ruban, coplanaire ou triplaque (stripline, en anglais) et elle peut être couplée à la structure résonante soit par couplage de proximité, soit par couplage électromagnétique au travers d'une fente de couplage réalisée dans le plan de masse rayonnant.

[0004] Cette technologie planaire pose un certain nombre de problèmes techniques.

[0005] En effet, le circuit d'alimentation étant placé sur le plan de masse rayonnant ou sous celui-ci, la structure résonante peut être perturbée par des radiations indésirables ou des couplages parasites.

[0006] Par ailleurs, le circuit d'alimentation étant placé parallèlement au plan de masse rayonnant, il est difficile d'insérer dans la maille du réseau des équipements actifs. Cette difficulté est encore renforcée lorsque le réseau fonctionne en polarisations orthogonales, puisqu'il faut alors doubler certains équipements (notamment ceux actifs). Ce sont donc les contraintes d'insertion qui imposent les tailles minimales des mailles des réseaux. La technologie planaire avec une excitation parallèle au plan de masse rayonnant est donc handicapée par la nécessité de réaliser des circuits multicouches sur lesquels sont reportés les circuits hyperfréquences tels que les circuits de filtrage, les commutateurs de redondance, l'amplificateur faible bruit, etc.... Elle nécessite des connections entre les couches de bonne qualité pour les signaux hyperfréquences, ce qui est complexe à réaliser.

[0007] Le document EP 1 605 546 décrit des exemples d'éléments rayonnants compacts comportant une ligne orthogonale d'alimentation et une ouverture de couplage pour transférer l'énergie électromagnétique de la ligne orthogonale à un résonateur diélectrique. Dans le cas où

les éléments rayonnants sont noyés dans un parallélépipède de résine pourvu d'un blindage métallique, le résonateur diélectrique est monté sur la face supérieure du parallélépipède et les équipements actifs sont disposés le long de la ligne d'alimentation et moulés dans le parallélépipède. Tous les dispositifs actifs sont intégrés dans un volume très compact et très près de l'élément rayonnant.

[0008] Cependant, cette technologie présente deux inconvénients. Dans le cas d'un fonctionnement en double polarisation, il est nécessaire de décentrer les fentes de couplage par rapport au centre du résonateur diélectrique pour en accommoder une pour chaque polarisation. Ce décentrage entraîne une moindre efficacité de couplage, et un rayonnement arrière significatif.

[0009] Par ailleurs, une perte d'énergie se produit dans le parallélépipède de résine, ce qui provoque un risque d'excitation d'un mode de cavité et des résonances parasites dans le parallélépipède blindé. Ces pertes sont dues au rayonnement arrière et au fait que la ligne d'alimentation n'est pas blindée.

[0010] La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant un élément rayonnant compact à faibles pertes comportant un guide d'onde plan orthogonal, en particulier une ligne triplaque, totalement blindée pour exciter orthogonalement un résonateur diélectrique.

[0011] A cet effet, l'invention a pour objet un élément rayonnant compact à faibles pertes, comportant au moins un résonateur monté sur un plan de masse rayonnant et au moins une ligne d'alimentation triplaque comportant, en épaisseur, une piste métallique interne comprise entre deux substrats diélectriques, chaque substrat ayant une face externe métallisée, la piste métallique ayant une longueur s'étendant entre une première et une deuxième extrémité de la ligne triplaque, caractérisé en ce que :

- la ligne triplaque est blindée et moulée dans une résine, la résine ayant au moins une face recouverte d'une couche métallique constituant le plan de masse rayonnant sur lequel est monté le résonateur,
- la ligne triplaque blindée et moulée est montée orthogonalement par rapport à la face métallisée de la résine, sous le plan de masse rayonnant, et en ce qu'il comprend en outre,
- un élément de transition métallique relié à la deuxième extrémité de la piste métallique de manière à prolonger cette piste à l'extérieur de la résine, l'élément de transition métallique étant plaqué contre le résonateur pour exciter directement ledit résonateur.

[0012] Avantageusement, l'élément rayonnant compact comporte au moins une première et une deuxième rangées de trous métallisés traversant l'épaisseur des deux substrats de la ligne triplaque, les deux rangées de trous métallisés étant disposées de part et d'autre de la piste métallisée sur toute la longueur de ladite piste, as-

surant ainsi le blindage de la ligne triplaque.

[0013] L'élément de transition métallique peut être formé par la piste métallique prolongée à l'extérieur de la ligne triplaque.

[0014] Préférentiellement, le résonateur est réalisé dans un matériau diélectrique ayant une forme parallélépipédique.

[0015] Selon un mode de réalisation, l'élément de transition métallique est positionné perpendiculairement au plan de masse rayonnant, dans une rainure usinée dans le résonateur. Préférentiellement, la rainure est usinée dans l'une des faces du résonateur et la face munie de la rainure usinée est disposée au droit de la piste métallique.

[0016] Avantageusement, l'élément rayonnant compact comporte en outre un connecteur électrique relié à la première extrémité de la piste métallique. Le connecteur électrique peut être moulé dans la résine.

[0017] Préférentiellement, l'élément rayonnant compact comporte en outre des composants actifs moulés dans la résine.

[0018] Dans un mode de réalisation particulier, l'élément rayonnant compact comporte au moins deux lignes triplaques indépendantes réalisées sur deux circuits imprimés différents, les circuits imprimés étant orientés selon deux plans perpendiculaires, les deux lignes triplaques et les deux circuits imprimés étant moulés dans un même bloc de résine, chaque ligne triplaque comportant une piste métallique et un élément de transition métallique relié à la piste, les deux éléments de transition étant respectivement plaqués contre deux faces latérales du résonateur diélectrique.

[0019] Dans un autre mode de réalisation particulier, l'élément rayonnant compact comporte au moins deux lignes triplaques réalisées sur un même circuit imprimé, chaque ligne triplaque ayant une piste métallique, les deux lignes triplaques étant espacées l'une de l'autre et blindées respectivement par au moins une première et une deuxième rangées de trous métallisés traversants, le résonateur diélectrique étant orienté à 45° par rapport au circuit imprimé comportant les deux lignes triplaques.

[0020] Dans un autre mode de réalisation particulier, l'élément rayonnant compact comporte au moins un premier et un deuxième résonateurs diélectriques polarisés orthogonalement et deux lignes triplaques indépendantes réalisées sur deux circuits imprimés différents, les deux circuits imprimés étant orientés selon deux plans perpendiculaires, chaque ligne triplaque comportant une piste métallique et un élément de transition métallique relié à la piste, les deux lignes triplaques et les deux circuits imprimés étant moulés dans un même bloc de résine, les éléments de transition métalliques étant fixés sur une face latérale du premier, respectivement du deuxième, résonateur.

[0021] Dans un autre mode de réalisation particulier, l'élément rayonnant compact comporte au moins deux lignes triplaques réalisées sur un même circuit imprimé, les deux lignes triplaques et les deux circuits imprimés

étant moulés dans un même bloc de résine, et au moins un premier et un deuxième résonateur montés sur une première, respectivement sur une deuxième, face métallisée du bloc de résine, chaque ligne triplaque ayant une piste métallique, les deux pistes étant espacées l'une de l'autre et blindées respectivement par au moins une première et une deuxième rangées de trous métallisés traversants, les deux pistes métalliques étant respectivement reliés à une face latérale du premier, respectivement du deuxième, résonateur.

[0022] Selon un mode de réalisation particulier du résonateur, le résonateur est réalisé dans un matériau diélectrique, comporte une cavité ayant une surface interne épousant la forme de la résine dans laquelle est moulée au moins une ligne triplaque.

[0023] L'invention concerne également une antenne active comportant au moins un élément rayonnant compact.

[0024] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la suite de la description donnée à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés qui représentent :

- figures 1a, 1b, 1c : trois vues schématiques en perspective et en coupe transversale, d'un exemple de ligne d'alimentation triplaque ;
- figures 2a et 2b : deux vues schématiques partielles, en perspective, d'un exemple d'élément rayonnant compact ;
- figure 3 : une vue schématique en perspective d'un circuit exciteur pour élément rayonnant compact muni d'un premier exemple de connecteur ;
- figures 4a, 4b, 4c : trois vues schématiques en perspective et de face, d'un circuit exciteur pour élément rayonnant compact muni d'un deuxième exemple de connecteur ;
- figure 5a : une vue schématique en perspective d'un exemple d'élément rayonnant compact intégré dans un parallélépipède de résine selon l'invention ;
- figure 5b : une vue en perspective d'un exemple d'antenne comportant un élément rayonnant compact, selon l'invention ;
- figures 6a et 6b : deux vues schématiques de face et de dessus, d'un premier exemple de réalisation d'un élément rayonnant compact comportant deux sources excitatrices, selon l'invention ;
- figures 7a et 7b : deux vues schématiques de face et de dessus, d'un deuxième exemple de réalisation d'un élément rayonnant compact comportant deux sources excitatrices, selon l'invention ;
- figure 8 : une vue schématique de dessus d'un troisième exemple de réalisation d'un élément rayonnant compact permettant d'améliorer le découplage entre les sources excitatrices, selon l'invention ;
- figures 9a, 9b : deux vues schématiques de dessus et en coupe dans le plan du circuit exciteur pour un quatrième exemple de réalisation d'un élément

rayonnant compact à trois résonateurs permettant d'améliorer le découplage entre les sources excitatrices, selon l'invention ;

- figure 10 : une vue schématique d'un exemple d'implantation d'un élément rayonnant dans une antenne sphérique, selon l'invention.

[0025] En se référant aux figures 1a et 1b, la ligne triplaque 1 comporte une piste métallique 2 comprise entre deux substrats 3, 4, chaque substrat étant constitué d'un matériau diélectrique 3b, 4b, ayant une face externe complètement métallisée 3a, 4a. Les plans métalliques externes 3a, 4a, constituent les plans de masse de la ligne triplaque. Cette ligne triplaque peut par exemple être réalisée en utilisant deux circuits imprimés double face montés tête-bêche ou un circuit imprimé multicouche. Selon l'invention, la piste métallique est totalement blindée latéralement par au moins une première et une deuxième rangée de trous métallisés 5, 6, traversant l'épaisseur des deux substrats 3, 4 et reliant ainsi les deux plans métalliques externes 3a, 4a. Les deux rangées de trous métallisés sont disposées de part et d'autre de la piste métallique 2 et le long de cette dernière entre ses deux extrémités 7, 8. Pour améliorer le blindage, il est possible de disposer plusieurs rangées de trous métallisés de part et d'autre de la piste, comme représenté par exemple sur la figure 1c. Dans ce cas, les trous 18, 19, disposés sur deux rangées adjacentes peuvent être de préférence disposés en quinconce. La ligne triplaque étant complètement blindée, le risque de fuites par les côtés est alors nettement diminué, voire supprimé.

[0026] En se référant aux figures 2a et 2b, l'élément rayonnant compact comporte un guide d'onde plan orthogonal, plus particulièrement une ligne triplaque comme décrit à la figure 1 montée orthogonalement par rapport au résonateur 10. Le résonateur 10 peut être par exemple un résonateur diélectrique, ou un patch gravé sur un substrat ou un résonateur diélectrique sur lequel est gravé un patch. Le résonateur 10 peut avoir différentes formes géométriques, comme par exemple une forme parallélépipédique comme représenté sur les figures 2a et 2b et comporter quatre faces latérales et deux faces respectivement supérieure et inférieure. Sur les figures 2a et 2b, l'une des faces 11 du résonateur 10, par exemple une face latérale, est disposée parallèlement au plan de la ligne triplaque 1 et au droit de la piste métallique 2. Un élément de transition métallique 13 est relié à la deuxième extrémité 8 de la piste métallique 2 de manière à prolonger cette piste métallique, l'élément de transition métallique 13 étant plaqué contre ladite face 11 du résonateur 10 pour exciter directement ce résonateur. Cet élément de transition métallique 13 constitue une source excitatrice du résonateur 10. Avantageusement, le positionnement de l'élément de transition métallique 13 sur la face 11 du résonateur 10 est calculé de manière à optimiser le couplage de la ligne triplaque 1 au résonateur 10. En particulier, l'élément de transition métallique 13 est, de préférence, positionné au milieu de la face 11 par

rapport aux deux parois latérales adjacentes 14, 15 à cette face 11. Alternativement, la source excitatrice du résonateur pourrait être disposée de manière différente, comme par exemple positionnée dans un trou ou un usinage local aménagé dans le résonateur, la position du trou ou de l'usinage local dépendant du mode de fonctionnement souhaité. Par exemple, il est possible de réaliser un trou à proximité du centre du résonateur.

[0027] Le résonateur 10 peut être réalisé en un matériau diélectrique, par exemple en céramique tel que l'alumine, ou en un matériau organique, et peut comporter une cavité d'air usinée dans le diélectrique, la cavité d'air permettant d'élargir la bande passante du résonateur.

[0028] L'élément de transition métallique 13 peut être constitué par un prolongement de la piste métallique 2 hors de la ligne triplaque 1 et positionné, puis fixé, par exemple par collage, sur le résonateur 10.

[0029] Alternativement, comme représenté sur les figures 2a et 2b, l'élément de transition métallique 13 peut être constitué par une broche métallique montée dans un orifice 16 pratiqué dans le substrat de la ligne triplaque 1 en regard de la piste métallique. La broche métallique est alors positionnée et fixée, par exemple par collage, dans une rainure 17 usinée dans le résonateur, par exemple sur la face 11 du résonateur 10.

[0030] L'alimentation électrique de l'élément rayonnant peut être réalisée par l'intermédiaire d'un connecteur 20 rapporté ayant une âme centrale 21 reliée à la première extrémité 7 de la piste comme représenté sur la figure 3. Le montage du connecteur 20 sur la ligne triplaque 1 peut par exemple être réalisé, après moulage dans le parallélépipède de résine 30, par insertion de l'âme centrale 21 dans un trou percé au travers de la ligne triplaque 1, l'âme 21 pouvant être fixée sur la piste métallique 2 par une colle conductrice, le corps du connecteur 20 pouvant être fixé sur la surface externe de la ligne triplaque 1 par une colle conductrice, éventuellement renforcée par une deuxième colle pour obtenir une bonne adhérence mécanique.

[0031] Alternativement, comme représenté sur les figures 4a, 4b, 4c, l'alimentation électrique de l'élément rayonnant peut être réalisée par l'intermédiaire d'un connecteur moulé 22. Dans ce cas, la ligne triplaque doit comporter un aménagement particulier au niveau de la transition avec le connecteur 22. Selon l'invention, l'un des substrats 3 de la ligne triplaque comporte un usinage 23 à l'extrémité 7 de façon à pouvoir disposer le connecteur 22. L'usinage 23 peut s'étendre sur toute la largeur du substrat comme représenté sur les figures 4a et 4b, ou seulement sur une partie de la largeur du substrat comme représenté sur la figure 4c. Le connecteur 22 est muni de deux pattes métalliques latérales 24, 25, situées de part et d'autre de son âme métallique 26. A la transition avec le connecteur, au niveau de l'évidement, la ligne n'est alors plus du type triplaque mais du type coplanaire, c'est-à-dire que deux plans de masse métalliques 27, 28, sont aménagés sur le substrat 4 non usiné, de part et d'autre de la piste 2. Au niveau de la zone de transition,

la ligne coplanaire est optimisée avec des trous métallisés 29 pratiqués au travers de l'épaisseur du substrat 4 et des plans de masse latéraux 27, 28, de part et d'autre de la piste 2. Le connecteur 22 est positionné sur le substrat 4 muni de la ligne coplanaire, son âme métallique centrale 26 est soudée sur la piste 2 et ses deux pattes latérales 24, 25, sont soudées sur les plans de masse latéraux 27, 28, de la ligne coplanaire. Pour éviter que des pertes par rayonnement se produisent au niveau de l'évidement 23 de la zone de transition où la piste 2 n'est pas surmontée d'un plan de masse métallique supérieur, un capuchon métallique, non représenté, peut être ajouté au-dessus de la zone de transition équipée du connecteur moulé. Dans le cas représenté sur la figure 4c, le connecteur 22 est entouré par les plans de masse de la ligne triplaque.

[0032] Avantageusement, comme représenté sur la figure 5a, pour faciliter le montage du résonateur 10 par rapport à la ligne triplaque 1, ladite ligne triplaque 1 peut être moulée dans de la résine et former une structure de support pour le résonateur 10. Préférentiellement, comme représenté sur les différents modes de réalisation de l'invention, la ligne triplaque est moulée dans un bloc de résine de forme parallélépipédique et forme un parallélépipède de résine 30. Alternativement, il est possible de choisir une forme différente d'un parallélépipède. Dans le cas où le connecteur est un connecteur moulé 22, l'ensemble constitué par la ligne triplaque 1 et le connecteur 22 peut être intégré et/ou moulé dans un même parallélépipède de résine 30. De même, il est également possible d'intégrer et/ou de mouler ensemble dans le parallélépipède de résine 30, différents composants hyperfréquences 31, tels que des amplificateurs, des filtres, des déphaseurs. Le parallélépipède de résine comporte 4 faces latérales, une face inférieure 33 et une face supérieure 34. Au moins l'une des faces, par exemple la face supérieure 34, du parallélépipède 30 est recouverte d'une couche métallique constituant un plan de masse rayonnant. Bien que ce ne soit pas indispensable, les autres faces du parallélépipède de résine peuvent également être métallisées pour réaliser un blindage du parallélépipède.

[0033] La ligne triplaque 1 est positionnée orthogonalement par rapport à la face métallisée 34 de la résine, sous le plan de masse rayonnant et peut par exemple être orientée de façon que le plan du guide d'onde formé par la ligne triplaque soit parallèle à deux faces latérales 32, 35 du parallélépipède 30. Le résonateur 10 est monté sur la face 34 métallisée de la résine 30.

[0034] Par exemple, sur la figure 5a, la face inférieure du résonateur 10 est montée sur la face 34 métallisée du parallélépipède 30 et orientée de façon que la face latérale 11 du résonateur 10 soit parallèle aux faces latérales 32, 35, du parallélépipède 30 ainsi qu'au plan du guide d'onde formé par la ligne triplaque. L'élément de transition métallique 13, constituant la source excitatrice, prolonge la piste métallique 2 à l'extérieur du parallélépipède 30 et est fixé sur la face latérale 11 du résonateur

comme indiqué ci-dessus en référence aux figures 2a et 2b.

[0035] L'élément rayonnant ainsi réalisé en technologie à trois dimensions, dite technologie 3D, est très compact et à faibles pertes. Il rayonne de l'énergie selon une longueur d'onde choisie lorsqu'il est excité par la ligne d'alimentation triplaque. Comme représenté sur la figure 5b, une antenne peut être réalisée en disposant un guide d'onde muni d'un cornet 36 au-dessus du résonateur diélectrique de l'élément rayonnant, l'antenne pouvant fonctionner en bande Ka ou Ku en mono-polarisation.

[0036] Les figures 6a et 6b montrent un premier exemple de réalisation d'un élément rayonnant compact adapté pour la réalisation d'une antenne fonctionnant en bi-polarisation.

[0037] Dans ce mode de réalisation, deux lignes triplaques indépendantes 61, 62, sont réalisées sur deux circuits imprimés différents. Chaque ligne peut comporter un moyen d'adaptation d'impédance 63 appelé stub. Le stub peut être constitué par exemple, par un élargissement local de la piste. Les deux lignes triplaques 61, 62, sont disposées selon des plans perpendiculaires et comportent chacune un élément de transition métallique, 64, 65, relié respectivement à la piste 60, 69, de la ligne triplaque correspondante. De préférence, les deux lignes triplaques sont intégrées et/ou moulées dans un même bloc de résine tel que par exemple un parallélépipède de résine 30, chaque ligne triplaque étant orientée parallèlement à deux faces latérales différentes du parallélépipède de résine. Une face, par exemple la face supérieure du parallélépipède de résine est métallisée pour constituer un plan de masse rayonnant. Un résonateur diélectrique 10 est monté sur la face métallisée du parallélépipède de résine constituant le plan de masse rayonnant de façon que les deux éléments de transition 64, 65 soient respectivement en contact avec deux faces latérales 11, 15 du résonateur 10. Un guide d'onde associé à un cornet 68 est placé au-dessus du résonateur pour former une antenne. L'antenne ainsi obtenue fonctionne en bi-polarisation lorsqu'elle est alimentée par l'intermédiaire de deux connecteurs montés en extrémité de chaque piste, comme décrit ci-dessus en liaison avec les figures 3, 4a, 4b, 4c.

[0038] De façon similaire, il est possible d'obtenir une antenne multi-polarisation en utilisant quatre lignes triplaques munies chacune d'un élément de transition métallique, chaque élément de transition métallique étant respectivement fixé sur l'une des faces latérales du résonateur.

[0039] Les figures 7a et 7b représentent un deuxième exemple de réalisation d'un élément rayonnant compact adapté pour la réalisation d'une antenne fonctionnant en bi-polarisation. Dans cet exemple, deux lignes triplaques sont réalisées sur le même circuit imprimé 75. Les deux pistes métalliques 71, 72, sont espacées l'une de l'autre et blindées respectivement par au moins une première et une deuxième rangée de trous traversants, non représentées sur les figures 7a et 7b. Les rangées de trous

sont positionnées le long de chaque piste et de part et d'autre de celle-ci. Le circuit imprimé contenant les deux lignes triplaques est moulé dans un parallélépipède de résine 30 et monté orthogonalement par rapport au plan de masse rayonnant formé par une couche métallique déposée sur la face supérieure du parallélépipède de résine 30. Un résonateur 10 est positionné sur le plan de masse rayonnant et orienté à 45° par rapport au circuit imprimé contenant les lignes triplaques. Deux éléments de transition 73, 74, fixés respectivement sur les pistes 71, 72, et sur deux faces latérales consécutives du résonateur 10 permettent d'exciter ce dernier. Une antenne à double polarisation est alors obtenue en couplant le résonateur à un guide d'onde muni d'un cornet 68.

De façon similaire, une antenne multi-polarisation peut être obtenue en utilisant quatre lignes triplaques réalisées par paire sur deux circuits imprimés différents, les quatre éléments de transition fixés sur les pistes respectives des lignes triplaques étant respectivement fixés sur les quatre faces latérales du résonateur.

[0040] Les deux configurations décrites en liaison avec les figures 6a, 6b, 7a, 7b utilisant un seul résonateur pour plusieurs sources excitatrices fonctionnent bien. Par l'intermédiaire des sources excitatrices, le résonateur diélectrique capte la puissance radio-fréquence se propageant dans les lignes triplaques et la restitue au cornet de l'antenne. Cependant, en présence de plusieurs sources excitatrices, la restitution de la puissance radio-fréquence par le résonateur au cornet de l'antenne est incomplète en raison d'un couplage entre les deux sources excitatrices, ce qui engendre des pertes de puissance importantes au niveau du cornet de l'antenne.

[0041] La figure 8 montre un troisième exemple de réalisation d'un élément rayonnant compact permettant d'améliorer le découplage entre les sources excitatrices.

[0042] Dans cet exemple, deux lignes triplaques indépendantes 81, 82, réalisées sur deux circuits imprimés différents, sont montées orthogonalement par rapport à un plan rayonnant métallique 85 selon une configuration identique à celle représentée sur les figures 6a et 6b. Les deux lignes triplaques sont orientées selon deux plans perpendiculaires et comportent chacune un élément de transition métallique, respectivement 86, 87, relié à la piste de la ligne triplaque correspondante. Les deux éléments de transition métallique 86, 87, ne sont pas reliés sur deux faces adjacentes d'un même résonateur mais sont reliés à deux résonateurs diélectriques 83, 84, différents, les deux résonateurs 83, 84, étant polarisés orthogonalement. Ainsi chaque source excitatrice excite un résonateur différent fonctionnant en mono-polarisation, ce qui accroît le découplage entre les sources par rapport à l'utilisation d'un résonateur commun excité en double polarisation. Des configurations similaires avec quatre résonateurs arrangés selon des plans orientés à 90° les uns par rapport aux autres peuvent être réalisées de la même façon.

[0043] Les figures 9a et 9b, représentent un quatrième exemple de réalisation d'un élément rayonnant compact

permettant d'améliorer le découplage entre les sources excitatrices.

[0044] Dans cet exemple, trois lignes triplaques sont réalisées sur le même circuit imprimé, mais leur nombre pourrait être différent. Les trois pistes métalliques 91, 92, 93 sont espacées l'une de l'autre et blindées respectivement par au moins une première et une deuxième rangée de trous traversants, non représentées sur les figures 9a et 9b. Les rangées de trous sont positionnées le long de chaque piste et de part et d'autre de celle-ci. Le circuit imprimé comprenant trois lignes triplaques est moulé dans un parallélépipède de résine 30 comme décrit ci-dessus en liaison avec les figures 7a et 7b. Trois faces du parallélépipède de résine sont métallisées pour constituer trois plans de masse rayonnants orthogonaux sur lesquels sont respectivement montés trois résonateurs différents. Sur la figure 9b, un premier résonateur 95 est monté sur la face supérieure du parallélépipède de résine, un deuxième 94 et un troisième 96 résonateur sont respectivement montés sur deux faces latérales dudit parallélépipède de résine. Pour réaliser la liaison, par l'intermédiaire de trois éléments de transition différents, des trois pistes 91, 92, 93, avec les trois résonateurs 94, 95, 96, respectifs, les deux pistes 91 et 93 ont été cou-
dées à 90°. Cette configuration permet d'exciter plusieurs résonateurs montés sur des faces orthogonales d'un parallélépipède et convient parfaitement pour la réalisation d'éléments rayonnants multi-faisceaux.

[0045] Avantagusement, pour des applications dans lesquelles la longueur d'onde du signal est grande, par exemple de l'ordre de 150mm en bande S, et comme représenté dans le mode de réalisation de la figure 10, pour optimiser la surface de rayonnement et améliorer l'efficacité de l'antenne lorsque celle-ci est petite par rapport à la longueur d'onde du signal, le résonateur 10 peut être constitué par un bloc de diélectrique 97 ayant une forme surdimensionnée par rapport au bloc de résine 30. Le bloc de diélectrique fonctionne comme un résonateur diélectrique mais ne peut pas être posé sur la seule surface supérieure du bloc de résine. Dans ce cas, le bloc de diélectrique constituant le résonateur peut alors entourer le bloc de résine. La taille de ce bloc de diélectrique dépend de la permittivité du diélectrique et de l'ordre du mode résonant excité.

[0046] Sur la figure 10, le diélectrique 97 comporte une cavité 99 ayant une surface interne 98 épousant la forme du bloc de résine 30 et une surface externe 90 sensiblement sphérique. Le bloc de résine 30, préférentiellement de forme parallélépipédique, comportant au moins une ligne triplaque, un connecteur, et les différents composants actifs, peut alors être logé dans la cavité du diélectrique 97. Dans ce cas, la ou les sources excitatrices du résonateur 10, par exemple un ou plusieurs éléments de transition métalliques 13, peuvent être fixées dans un trou ou un usinage local aménagé dans le diélectrique 97. La surface interne 98 peut par exemple être plane de façon à ce que l'antenne soit stable si elle est destinée à être placée sur le sol. A titre d'exemple, pour une ap-

plication à 2GHz et un bloc de diélectrique de permittivité relative égale à 10, excité dans son mode fondamental, un élément rayonnant peut être réalisé avec un bloc de diélectrique ayant la forme d'un dôme semi-hémisphérique, de hauteur 6cm, dans lequel est aménagé le bloc de résine de forme par exemple cubique de dimension 8 cm³. La forme hémisphérique n'est en rien obligatoire. Il pourrait aussi s'agir d'un bloc cylindrique, voire cubique. La forme et les dimensions du bloc vont déterminer des modes de résonance propres. C'est autour de ces résonances que l'onde peut être transmise de la ligne triplaque au bloc de diélectrique, et que l'élément rayonnant rayonne.

[0047] Bien que l'invention ait été décrite en relation avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

Revendications

1. Elément rayonnant compact à faibles pertes comportant au moins un résonateur (10) monté sur un plan de masse rayonnant et au moins une ligne d'alimentation triplaque (1) comportant, en épaisseur, une piste métallique interne (2) comprise entre deux substrats diélectriques (3, 4), chaque substrat ayant une face externe métallisée (3a, 4a) la piste métallique (2) ayant une longueur s'étendant entre une première et une deuxième extrémité (7, 8) de la ligne triplaque (1), **caractérisé en ce que** :

- la ligne triplaque (1) est blindée et moulée dans une résine (30), la résine ayant au moins une face (34) recouverte d'une couche métallique constituant le plan de masse rayonnant sur lequel est monté le résonateur (10),
- la ligne triplaque blindée et moulée est montée orthogonalement par rapport à la face métallisée de la résine, sous le plan de masse rayonnant, et **en ce qu'il** comprend en outre,
- un élément de transition métallique (13) relié à la deuxième extrémité (8) de la piste métallique (2) de manière à prolonger cette piste à l'extérieur de la résine (30), l'élément de transition métallique (13) étant plaqué contre le résonateur (10) pour exciter directement ledit résonateur (10).

2. Elément rayonnant compact selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins une première (5) et une deuxième (6) rangées de trous métallisés traversant l'épaisseur des deux substrats de la ligne triplaque (1), les deux rangées de trous métallisés (5, 6) étant disposées de part et d'autre de la piste métallisée (2) sur toute la longueur de

ladite piste (2), assurant ainsi le blindage de la ligne triplaque.

3. Elément rayonnant compact selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la piste métallique (2) est prolongée à l'extérieur de la ligne triplaque (1) pour former l'élément de transition métallique (13).
4. Elément rayonnant compact selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le résonateur (10) est réalisé dans un matériau diélectrique et a une forme parallélépipédique.
5. Elément rayonnant compact selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'élément de transition métallique (13) est positionné perpendiculairement au plan de masse rayonnant, dans une rainure usinée dans le résonateur (10).
6. Elément rayonnant compact selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la rainure est usinée dans une face (11) du résonateur (10) disposée au droit de la piste métallique (2).
7. Elément rayonnant compact selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un connecteur électrique (20, 22) relié à la première extrémité (7) de la piste métallique (2).
8. Elément rayonnant compact selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la ligne triplaque et le connecteur électrique (22) sont moulés dans la résine (30).
9. Elément rayonnant compact selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre des composants actifs (31) moulés dans la résine (30).
10. Elément rayonnant compact selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins deux lignes triplaques indépendantes (61, 62) réalisées sur deux circuits imprimés différents, les circuits imprimés étant orientés selon deux plans perpendiculaires, les deux lignes triplaques et les deux circuits imprimés étant moulés dans un même bloc (30) de résine, chaque ligne triplaque (61, 62) comportant une piste métallique (60, 69) et un élément de transition métallique (64, 65) relié à la piste (60, 69), les deux éléments de transition (64, 65) étant respectivement plaqués contre deux faces latérales (11, 15) du résonateur diélectrique (10).
11. Elément rayonnant compact selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins deux lignes triplaques réalisées sur un même circuit imprimé (75), chaque ligne triplaque ayant une piste métallique (71, 72) telle que les deux pistes métalliques (71, 72) sont espacées l'une de l'autre

et blindées respectivement par au moins une première et une deuxième rangées de trous métallisés traversants, les deux lignes triplaques et le circuit imprimé étant moulés dans un même bloc (30) de résine, le résonateur diélectrique (10) étant orienté à 45° par rapport au circuit imprimé (75) comportant les deux lignes triplaques.

12. Élément rayonnant compact selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un premier et un deuxième résonateurs diélectriques (83, 84) polarisés orthogonalement et deux lignes triplaques indépendantes (81, 82) réalisées sur deux circuits imprimés différents, les deux circuits imprimés étant orientés selon deux plans perpendiculaires, chaque ligne triplaque (81, 82) comportant une piste métallique et un élément de transition métallique (86, 87) relié à la piste, les deux lignes triplaques et les deux circuits imprimés étant moulés dans un même bloc (30) de résine, les éléments de transition métalliques (86, 87) étant fixés sur une face latérale du premier, respectivement du deuxième, résonateur (83, 84).
13. Élément rayonnant compact selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins deux lignes triplaques réalisées sur un même circuit imprimé, les deux lignes triplaques et le circuit imprimé étant moulés dans un même bloc (30) de résine, et au moins un premier et un deuxième résonateur (94, 95) montés sur une première, respectivement sur une deuxième, face métallisée du bloc de résine (30), chaque ligne triplaque ayant une piste métallique (91, 92), les deux pistes (91, 92) étant espacées l'une de l'autre et blindées respectivement par au moins une première et une deuxième rangée de trous métallisés traversants, les deux pistes étant respectivement reliées à une face latérale du premier, respectivement du deuxième, résonateur (94, 95).
14. Élément rayonnant compact selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le résonateur (10) est réalisé dans un matériau diélectrique (97), comporte une cavité (99) ayant une surface interne (98) épousant la forme de la résine (30) dans laquelle est moulée au moins une ligne triplaque.
15. Antenne active **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins un élément rayonnant compact selon l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Verlustarmes Kompaktstrahlungselement, das wenigstens einen in einer strahlenden Masseebene montierten Resonator (10) und wenigstens eine

Dreiplatten-Versorgungsleitung (1) umfasst, die in der Dicke eine innere Metallbahn (2) zwischen zwei dielektrischen Substraten (3, 4) umfasst, wobei jedes Substrat eine metallisierte Außenfläche (3a, 4a) aufweist, wobei die Metallbahn (2) eine Länge aufweist, die sich zwischen einem ersten und einem zweiten Ende (7, 8) der Dreiplatten-Leitung (1) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- die Dreiplatten-Leitung (1) in einem Harz (30) abgeschirmt und geformt ist, wobei das Harz wenigstens eine Fläche (34) aufweist, die von einer Metallschicht bedeckt ist, die die strahlende Masseebene bildet, auf der der Resonator (10) montiert ist,
- die abgeschirmte und geformte Dreiplatten-Leitung orthogonal mit Bezug auf die metallisierte Fläche des Harzes unter der strahlenden Masseebene montiert ist, und dadurch, dass es ferner Folgendes umfasst:
- ein metallisches Übergangselement (13), das mit dem zweiten Ende (8) der Metallbahn (2) so verbunden ist, dass diese Bahn aus dem Harz (30) hinaus verlängert wird, wobei das metallische Übergangselement (13) an dem Resonator (10) anliegt, um den Resonator (10) direkt anzuregen.

2. Kompaktstrahlungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens eine erste (5) und eine zweite (6) Reihe von metallisierten Löchern umfasst, die die Dicke der beiden Substrate der Dreiplatten-Leitung (1) durchqueren, wobei die beiden Reihen von metallisierten Löchern (5, 6) auf beiden Seiten der metallisierten Bahn (2) über die gesamte Länge der Bahn (2) angeordnet sind und so die Abschirmung der Dreiplatten-Leitung gewährleisten.
3. Kompaktstrahlungselement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallbahn (2) aus der Dreiplatten-Leitung (1) hinaus verlängert ist, um das metallische Übergangselement (13) zu bilden.
4. Kompaktstrahlungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonator (10) aus einem dielektrischen Material gefertigt ist und eine Quaderform hat.
5. Kompaktstrahlungselement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das metallische Übergangselement (13) lotrecht zu der strahlenden Masseebene in einer in dem Resonator (10) gearbeiteten Rille positioniert ist.
6. Kompaktstrahlungselement nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rille in eine Flä-

che (11) des Resonators (10) eingearbeitet ist, der auf der rechten Seite der Metallbahn (2) angeordnet ist.

7. Kompaktstrahlungselement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner einen elektrischen Verbinder (20, 22) umfasst, der mit dem ersten Ende (7) der Metallbahn (2) verbunden ist.
8. Kompaktstrahlungselement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dreiplatten-Leitung und der elektrische Verbinder (22) in das Harz (30) eingeformt sind.
9. Kompaktstrahlungselement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner aktive Komponenten (31) umfasst, die in das Harz (30) eingeformt sind.
10. Kompaktstrahlungselement nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens zwei unabhängige Dreiplatten-Leitungen (61, 62) umfasst, die auf zwei unterschiedlichen gedruckten Schaltungen realisiert sind, wobei die gedruckten Schaltungen in zwei lotrechten Ebenen orientiert sind, wobei die zwei Dreiplatten-Leitungen und die zwei gedruckten Schaltungen in einem selben Harzblock (30) geformt sind, wobei jede Dreiplatten-Leitung (61, 62) eine Metallbahn (60, 69) und ein mit der Bahn (60, 69) verbundenes metallisches Übergangselement (64, 65) umfasst, wobei die beiden Übergangselemente (64, 65) jeweils an zwei seitlichen Flächen (11, 15) des elektrischen Resonators (10) anliegen.
11. Kompaktstrahlungselement nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens zwei auf einer selben gedruckten Schaltung (75) realisierte Dreiplatten-Leitungen umfasst, wobei jede Dreiplatten-Leitung eine Metallbahn (71, 72) hat, so dass die beiden Metallbahnen (71, 72) voneinander beabstandet und jeweils durch wenigstens eine erste und eine zweite Reihe von metallisierten Durchgangslöchern abgeschirmt sind, und wobei die beiden Dreiplatten-Leitungen und die gedruckte Schaltung aus einem selben Harzblock (30) geformt sind, wobei der dielektrische Resonator (10) um 45° in Bezug auf die die beiden Dreiplatten-Leitungen umfassende gedruckte Schaltung (75) orientiert ist.
12. Kompaktstrahlungselement nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens einen ersten und einen zweiten dielektrischen Resonator (83, 84), die orthogonal polarisiert sind, und zwei unabhängige Dreiplatten-Leitungen (81, 82) umfasst, die auf zwei verschiedenen gedruckten Schaltungen realisiert sind, wobei die bei-

den gedruckten Schaltungen in zwei lotrechten Ebenen orientiert sind, wobei jede Dreiplatten-Leitung (81, 82) eine Metallbahn und ein mit der Bahn verbundenes metallisches Übergangselement (86, 87) umfasst, wobei die beiden Dreiplatten-Leitungen und die beiden gedruckten Schaltungen in einem selben Harzblock (30) geformt sind, wobei die metallischen Übergangselemente (86, 87) an einer seitlichen Fläche des ersten bzw. des zweiten Resonators (83, 84) befestigt sind.

13. Kompaktstrahlungselement nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens zwei auf einer selben gedruckten Schaltung realisierte Dreiplatten-Leitungen, wobei die beiden Dreiplatten-Leitungen und die gedruckte Schaltung in einem selben Harzblock (30) geformt sind, und wenigstens einen ersten und einen zweiten Resonator (94, 95) umfasst, die an einer ersten bzw. an einer zweiten metallisierten Fläche des Harzblocks (30) montiert sind, wobei jede Dreiplatten-Leitung eine Metallbahn (91, 92) hat, wobei die beiden Bahnen (91, 92) voneinander beabstandet und jeweils durch wenigstens eine erste und eine zweite Reihe von metallisierten Durchgangslöchern abgeschirmt sind, wobei die beiden Bahnen jeweils mit einer seitlichen Fläche des ersten bzw. zweiten Resonators (94, 95) verbunden sind.

14. Kompaktstrahlungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonator (10) aus einem dielektrischen Material (97) realisiert ist, einen Hohlraum (99) mit einer Innenfläche (98) umfasst, die sich der Form des Harzes (30) anpasst, in der wenigstens eine Dreiplatten-Leitung geformt ist.

15. Aktive Antenne, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens ein Kompaktstrahlungselement nach einem der vorherigen Ansprüche umfasst.

Claims

1. A low-loss compact radiating element comprising at least one resonator (10) mounted on a radiating ground plane and at least one triplate feed line (1) comprising, in its thickness, an internal metal track (2) between two dielectric substrates (3, 4), each substrate having a metallised outer face (3a, 4a), the metal track (2) having a length that extends between a first and a second end (7, 8) of the triplate line (1), **characterised in that:**

- the triplate line (1) is screened and moulded in a resin (30), the resin having at least one face (34) covered in a metal layer that forms the radiating ground plane on which the resonator (10)

- is mounted,
- the screened and moulded triplate line is mounted orthogonally in relation to the metallised face of the resin, beneath the radiating ground plane, and **in that** it further comprises
 - a metal transition element (13) connected to the second end (8) of the metal track (2) such as to extend this track on the outside of the resin (30), the metal transition element (13) being pressed against the resonator (10) in order to excite said resonator (10) directly.
2. The compact radiating element according to Claim 1, **characterised in that** it comprises at least a first (5) and a second (6) row of metallised holes that cross the thickness of the two substrates of the triplate line (1), the two rows of metallised holes (5, 6) being disposed on either side of the metallised track (2) over the entire length of said track (2), thus ensuring the screening of the triplate line.
 3. The compact radiating element according to Claim 2, **characterised in that** the metal track (2) is extended on the outside of the triplate line (1) in order to form the metal transition element (13).
 4. The compact radiating element according to any of Claims 1 to 3, **characterised in that** the resonator (10) is made of a dielectric material and is parallel-epipedic in form.
 5. The compact radiating element according to Claim 4, **characterised in that** the metal transition element (13) is positioned perpendicularly to the radiating ground plane, in a groove machined in the resonator (10).
 6. The compact radiating element according to Claim 5, **characterised in that** the groove is machined in a face (11) of the resonator (10) disposed to the right of the metal track (2).
 7. The compact radiating element according to any of the preceding claims, **characterised in that** it further comprises an electrical connector (20, 22) connected to the first end (7) of the metal track (2).
 8. The compact radiating element according to Claim 7, **characterised in that** the triplate line and the electrical connector (22) are moulded in the resin (30).
 9. The compact radiating element according to Claim 8, **characterised in that** it further comprises active components (31) moulded in the resin (30).
 10. The compact radiating element according to any of Claims 4 to 9, **characterised in that** it comprises at least two independent triplate lines (61, 62) produced over two different printed circuits, the printed circuits being orientated according to two perpendicular planes, the two triplate lines and the two printed circuits being moulded in the same block (30) of resin, each triplate line (61, 62) comprising a metal track (60, 69) and a metal transition element (64, 65) connected to the track (60, 69), the two transition elements (64, 65) respectively being pressed against two lateral faces (11, 15) of the dielectric resonator (10).
 11. The compact radiating element according to any of Claims 4 to 9, **characterised in that** it comprises at least two triplate lines produced over the same printed circuit (75), each triplate line having a metal track (71, 72) so that the two metal tracks (71, 72) are spaced apart and are respectively screened by at least a first and a second row of metallised through holes, the two triplate lines and the printed circuit being moulded in the same block (30) of resin, the dielectric resonator (10) being orientated at 45° in relation to the printed circuit (75) that comprises the two triplate lines.
 12. The compact radiating element according to any of Claims 4 to 9, **characterised in that** it comprises at least a first and a second orthogonally polarised dielectric resonator (83, 84) and two independent triplate lines (81, 82) produced over two different printed circuits, the two printed circuits being orientated according to two perpendicular planes, each triplate line (81, 82) comprising a metal track and a metal transition element (86, 87) connected to the track, the two triplate lines and the two printed circuits being moulded in the same block (30) of resin, the metal transition elements (86, 87) being fixed to a lateral face of the first, or respectively of the second, resonator (83, 84).
 13. The compact radiating element according to any of Claims 4 to 9, **characterised in that** it comprises at least two triplate lines produced over the same printed circuit, the two triplate lines and the printed circuit being moulded in the same block (30) of resin, and at least a first and a second resonator (94, 95) mounted on a first, or respectively on a second, metallised face of the block of resin (30), each triplate line having a metal track (91, 92), the two tracks (91, 92) being spaced apart and respectively being screened by at least a first and a second row of metallised through holes, the two tracks respectively being connected to a lateral face of the first, or respectively of the second, resonator (94, 95).
 14. The compact radiating element according to any of Claims 1 to 3, **characterised in that** the resonator (10) is made of a dielectric material (97), and comprises a cavity (99) that has an inner surface (98)

that is adapted to the shape of the resin (30) in which at least one triplate line is moulded.

15. An active antenna, **characterised in that** it comprises at least one compact radiating element according to any of the preceding claims. 5

10

15

20

25

30

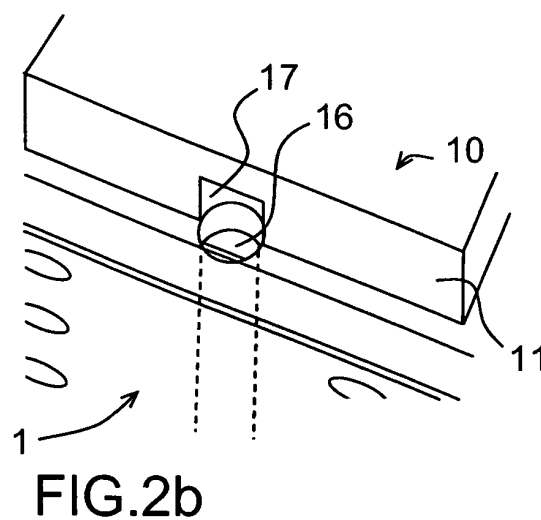
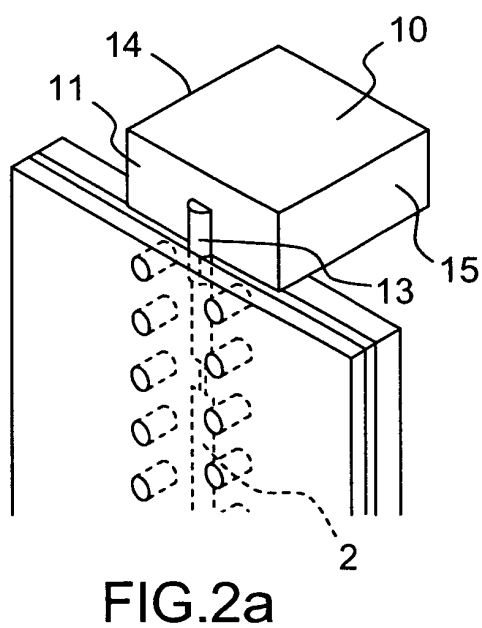
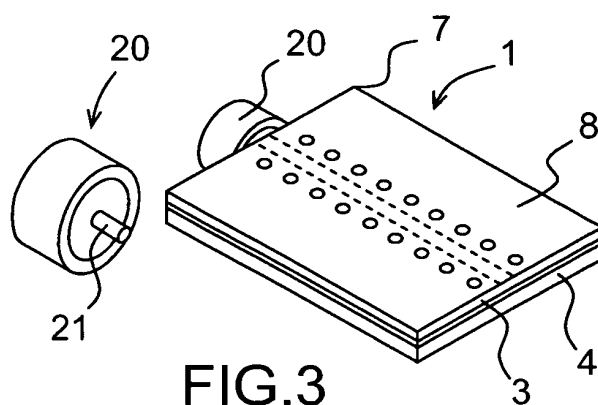
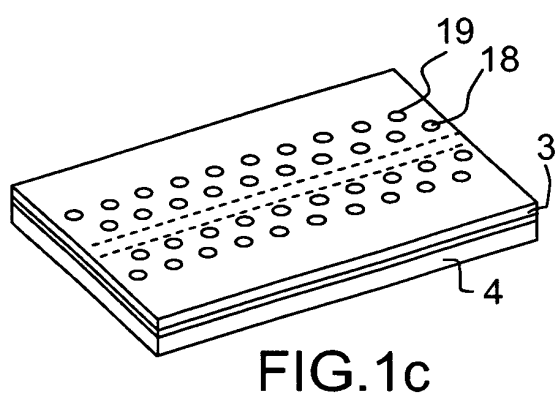
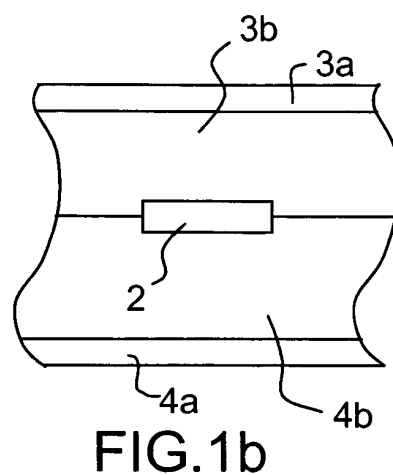
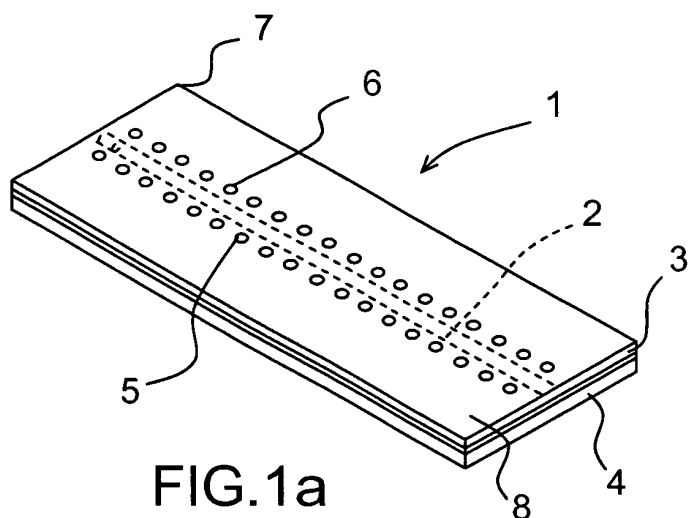
35

40

45

50

55



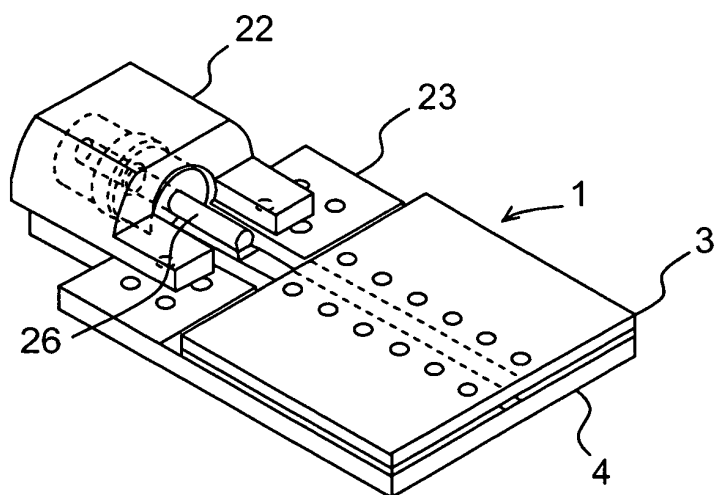


FIG. 4a

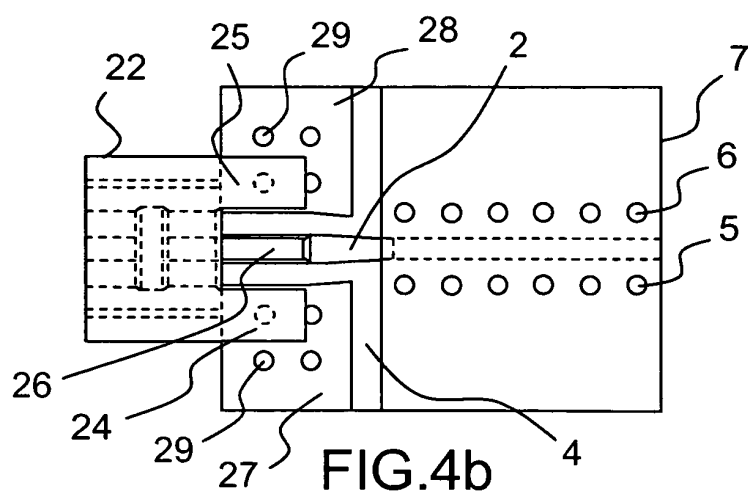


FIG. 4b

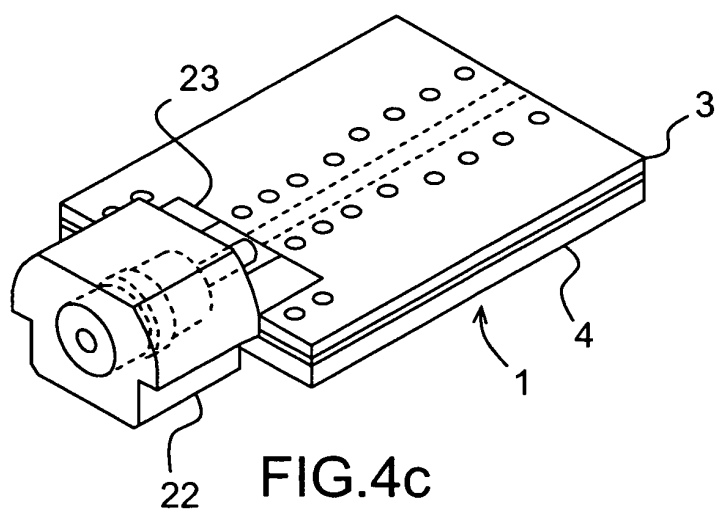


FIG. 4c

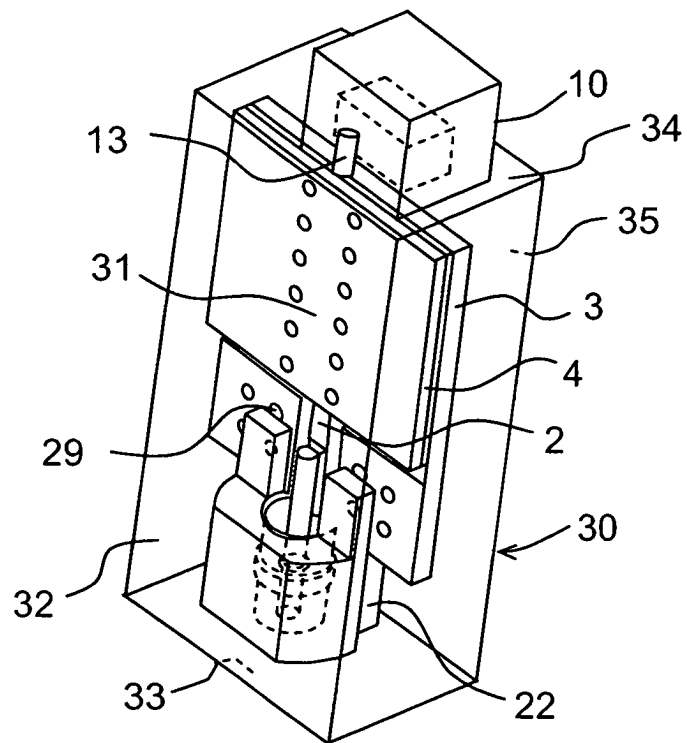


FIG. 5a

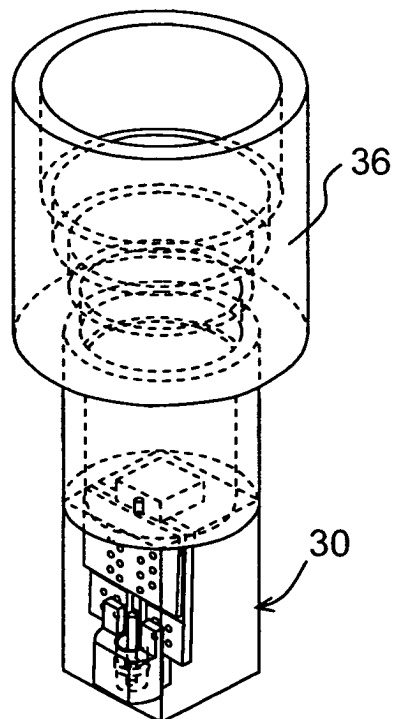


FIG. 5b

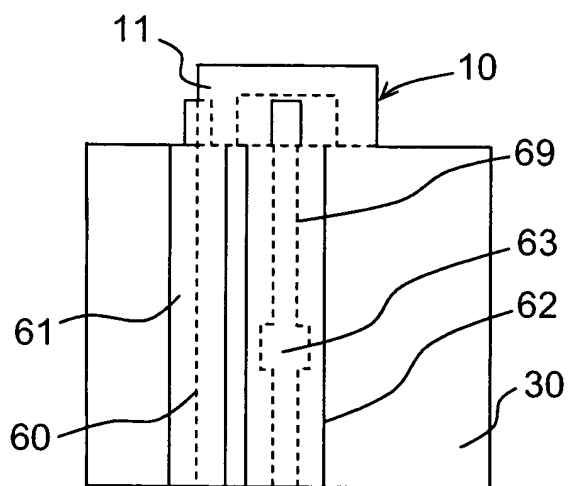


FIG. 6a

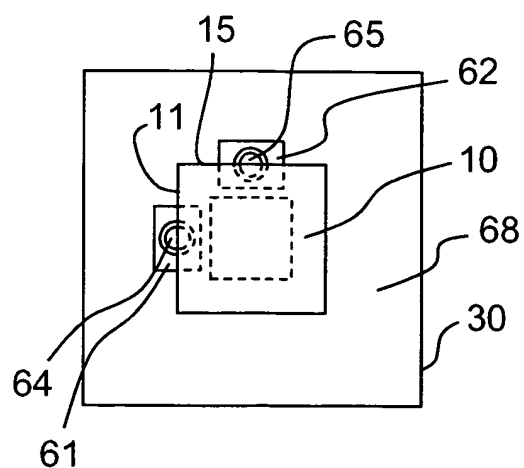


FIG. 6b

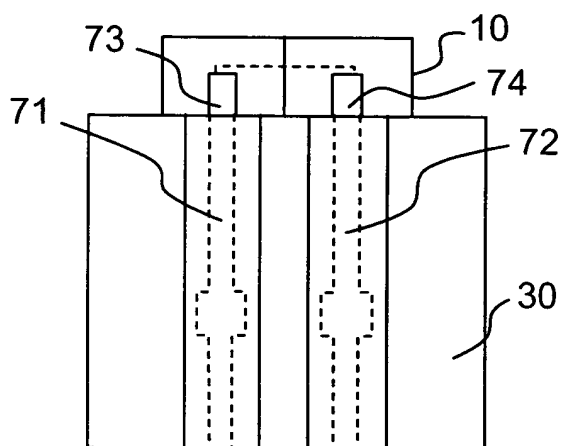


FIG. 7a

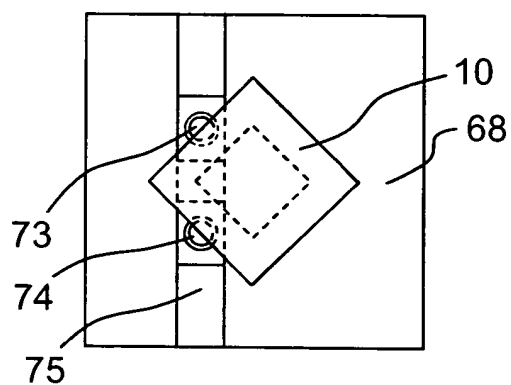


FIG. 7b

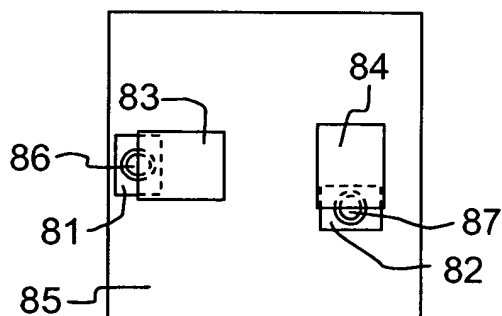


FIG. 8

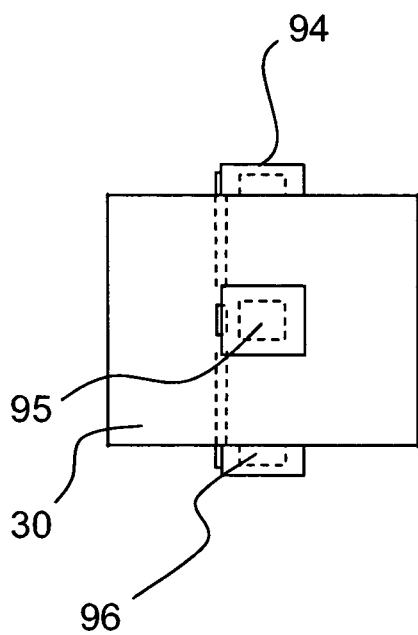


FIG. 9a

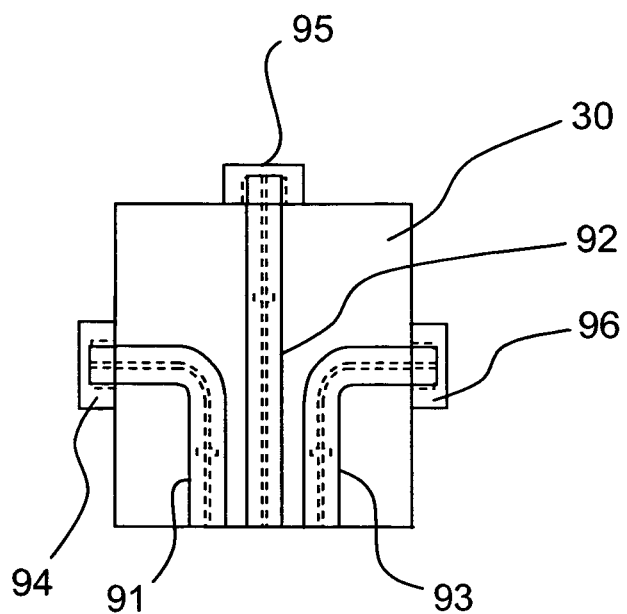


FIG. 9b

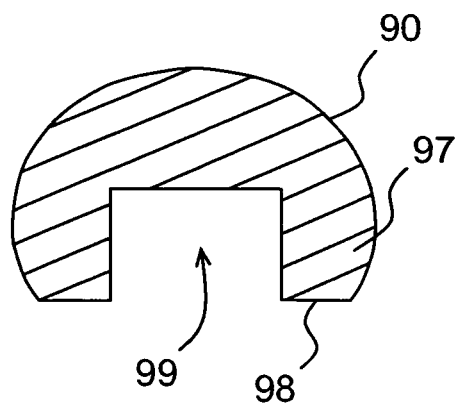
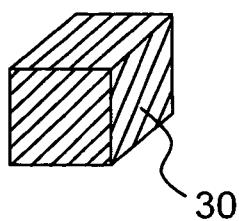


FIG. 10

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

- EP 1605546 A [0007]