

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 715 597 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

25.10.2006 Bulletin 2006/43

(51) Int Cl.:

H04B 7/08 (2006.01)**H01Q 5/00** (2006.01)**H01P 1/10** (2006.01)**H01P 1/15** (2006.01)(21) Numéro de dépôt: **06110781.9**(22) Date de dépôt: **07.03.2006**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

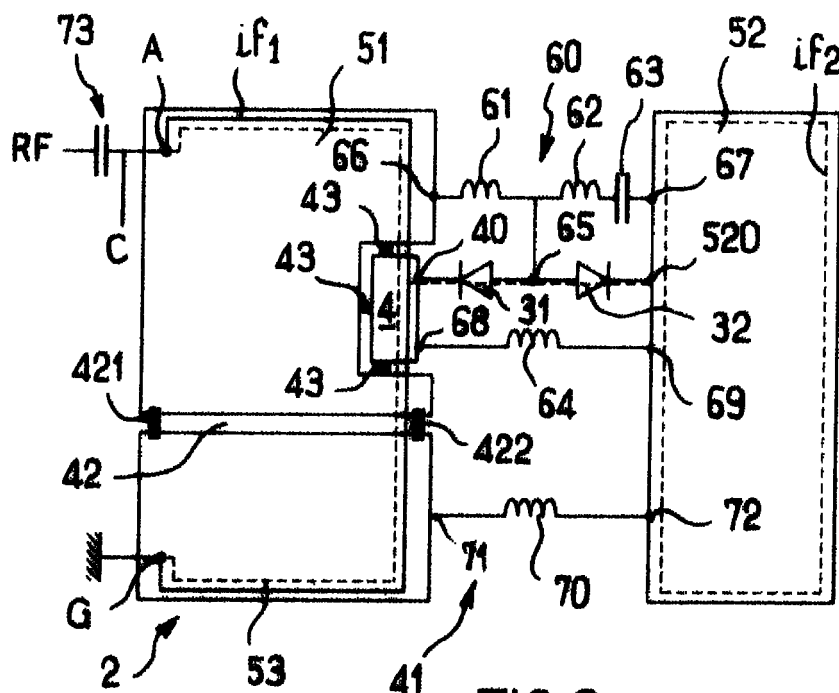
Etats d'extension désignés:

AL BA HR MK YU(30) Priorité: **07.03.2005 FR 0502246**(71) Demandeur: **SAGEM Communication**
75015 Paris (FR)(72) Inventeur: **Romao, Fernando**
78360 MONTESSON (FR)(74) Mandataire: **Callon de Lamarck, Jean-Robert et al**
Cabinet Régimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris cedex 17 (FR)(54) **Antenne à surfaces rayonnantes planes à circuit commutable**

(57) L'invention propose une antenne d'émission/réception comportant un plan (1) de masse et au moins une surface (2) plane de rayonnement qui s'étend au droit dudit plan de masse et parallèlement à celui-ci, la surface (2) de rayonnement étant divisée en au moins deux (51, 52) zones de rayonnement séparées par des jonctions (41, 42) comportant des commutateurs (411, 412, 421, 422, 431, 432, 441, 442, 60) aptes à mettre en

résonance toute ou partie de la surface de rayonnement en reliant électriquement toutes ou partie des zones (51, 52) de rayonnement, caractérisée en ce qu'au moins un commutateur symétrique (60) comporte deux diodes (31, 32) actives une configuration tête-bêche et des composants (62, 63) passifs de symétrisation assurant la symétrie du commutateur (60) pour les radiofréquences.

L'invention propose également un téléphone comportant une telle et un de fabrication de antenne.

**FIG.3**

Description

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

[0001] La présente invention concerne la téléphonie mobile.

[0002] Plus précisément, elle concerne une antenne à surface(s) rayonnante(s) plane(s) comportant un circuit commutable.

[0003] L'invention propose notamment une antenne de ce type apte à être utilisée en émission/réception sur au moins deux bandes de fréquences, et ayant des performances améliorées par rapport aux antennes de l'état de la technique.

[0004] Elle propose également une structure de téléphone mobile comportant une telle antenne.

ETAT DE L'ART

[0005] Il a déjà été proposé d'utiliser pour les téléphones mobiles des antennes planes, appelées PIFA (« Planar Inverted-F Antenna », antenne plane de type F inversée) ou « patch », qui comportent, ainsi que l'illustre la figure 1, un plan de masse 1 et une surface conductrice plane 2 qui est superposée à ce plan de masse 1, et s'étend au droit et sensiblement parallèlement à celui-ci.

[0006] Actuellement, les antennes patch sont très utilisées en téléphonie mobile car ce genre d'antennes offre des performances de rayonnement acceptables (mesure en champ lointain) tout en produisant localement un champ proche plus faible que les classiques antennes fouet ou antennes hélicoïdales.

[0007] Une des préoccupations actuelles est de définir une antenne couvrant de multiples bandes.

[0008] A titre d'exemple voici les bandes que doit couvrir idéalement l'antenne d'un téléphone mobile double mode GSM (système mondial de communications mobiles) et UMTS (système universel de télécommunication avec les mobiles) : entre 823 et 894 MHz pour le GSM 800, entre 880 et 960 MHz pour le GSM 900, entre 1710 et 1880 MHz pour le GSM 1800, entre 1850 et 1990 MHz pour le GSM 1900 et enfin entre 1920 et 2170 MHz pour l'UMTS.

[0009] Il existe plusieurs solutions permettant de couvrir de multiples bandes.

[0010] Une première solution consiste bien entendu à utiliser plusieurs antennes.

[0011] Elle pose cependant des problèmes si l'on ne veut qu'un seul point d'accès à l'antenne car il y a ajout de commutateurs. Or, une des contraintes des téléphones mobiles est d'offrir idéalement un point d'accès unique à l'antenne de façon à faciliter les tests en fabrication, les recettes chez les clients et la connexion à des accessoires du type "kits mains libres" (au moins tant que tous les véhicules n'incorporent pas un modem cellulaire). Dans le cas d'un "kit mains libres" de voiture, il faut en effet de préférence une connexion d'antenne unique, qui

est plus simple si l'antenne est unique et couvre toutes les bandes. S'il y avait deux antennes distinctes, cela exigerait le montage d'un aiguilleur RF des deux antennes vers la connectique coaxiale d'antenne du "kit mains libres". De plus, le volume global des différentes antennes est plus important qu'une seule antenne couvrant toutes les bandes. Le protocole UMTS descendra à terme en fréquence, et il est difficilement pensable de multiplier les antennes basse fréquence dans un téléphone mobile, car le volume total serait prohibitif.

[0012] Une deuxième solution consiste à utiliser une seule antenne avec de multiples résonances.

[0013] Généralement ces antennes parviennent très difficilement à couvrir toutes les bandes en offrant de bonnes performances. Si elles y parviennent, c'est au prix d'un accroissement de la complexité de l'antenne (notamment à cause de résonateurs supplémentaires et d'un nombre important de points d'accès) ou du volume de l'antenne.

[0014] Les inventeurs n'ont pas connaissance d'un produit commercial incorporant une antenne intégrée de volume faible (compatible avec une intégration dans un téléphone mobile) qui couvre toutes ces bandes de fréquences avec un nombre de points d'accès à l'antenne limité.

[0015] Une troisième solution consiste à utiliser des antennes commutables.

[0016] Ces antennes ont plus d'un point d'accès et comportent des éléments commutables au sein de l'antenne. Il est donc difficile de trouver un système de contrôle de l'antenne simple et performant. De plus, les antennes commutables sont le plus souvent mises en oeuvre en utilisant des diodes PIN. Par conséquent, il peut y avoir génération d'harmoniques lors d'une transmission en mode conduit à forte puissance (1 watt par exemple).

[0017] L'explication de la génération d'harmoniques dans les diodes PIN est la suivante. Supposons que l'on effectue un montage électrique classique à une diode polarisée à 0 volt. Lors du passage d'une alternance RF positive au niveau de la diode, la diode devient passante. Lors du passage de l'alternance RF négative, la diode se bloque. Au point de jonction avec la diode (qui est par exemple l'anode), la forme d'onde (à savoir le champ électrique) est déformée par l'effet de non linéarité de la diode, ce qui crée des harmoniques.

[0018] Par ailleurs et d'une façon générale, dans le cas d'un circuit quelconque comportant des diodes PIN fonctionnant en mode conduit, il existe trois méthodes classiques pour limiter la génération d'harmoniques.

[0019] La première méthode est de prévoir un montage du circuit dont les diodes sont toujours passantes en émission. Une telle méthode est une contrainte trop forte pour la conception d'une antenne couvrant de multiples bandes de fréquences.

[0020] La deuxième méthode est de prévoir un montage dont les diodes bloquées sont polarisées avec une tension fortement négative, typiquement de -40 à -60

volts par exemple, pour un système acceptant une puissance de 33dBm. Cependant, une forte tension négative est parfois difficile à générer en plus d'être incompatible avec certaines diodes (tension inverse maximale de l'ordre de -0 volt).

[0021] La troisième méthode est de prévoir un montage comme sur la figure 2A, à savoir dont les diodes 3 sont placées "tête-bêche", afin de réduire la génération d'harmoniques. Une borne commune centrale 65 aux diodes 3 est la cathode de chaque diode. La figure 2B représente également les diodes en configuration tête-bêche dans l'autre sens (avec la borne commune centrale 65 étant l'anode). Il est connu pour un fonctionnement en mode conduit qu'un montage avec des diodes tête-bêche permet de diminuer les harmoniques. Dans un montage conduit, les diodes sont naturellement placées de façon symétrique. La réduction des harmoniques est donc excellente.

[0022] Cependant, toute utilisation d'une topologie de diodes placées "tête-bêche" est souvent qualifiée d'inadaptée aux antennes, car cela nécessite de nombreux points d'accès. Or on a déjà mentionné que pour les antennes, le nombre de points d'accès doit être limité. En outre, la transposition pure et simple des méthodes de conception de circuits avec des diodes tête-bêche à des antennes utilisées en conduit engendre généralement des circuits produisant des harmoniques de puissance supérieure aux limites fixées par les normes en vigueur en téléphonie mobile.

PRESENTATION DE L'INVENTION

[0023] L'invention propose de pallier ces inconvénients.

[0024] A cet effet, l'invention propose une antenne d'émission/réception comportant un plan de masse et au moins une surface plane de rayonnement qui s'étend au droit dudit plan de masse et parallèlement à celui-ci, la surface de rayonnement étant divisée en au moins deux zones de rayonnement séparées par des jonctions comportant des commutateurs aptes à mettre en résonance toute ou partie de la surface de rayonnement en reliant électriquement toutes ou partie des zones de rayonnement, caractérisée en ce qu'au moins un commutateur symétrique comporte deux diodes actives dans une configuration tête-bêche et des composants passifs de symétrisation assurant la symétrie électrique du commutateur pour les radiofréquences.

[0025] L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- la surface plane de rayonnement comporte un point de mise à la masse et au moins un point d'attaque ou de masse de courants de radiofréquences, le courant de commande continu du commutateur symétrique arrivant à l'antenne par le point d'attaque ou

de masse de courants de radiofréquences, une borne centrale de la configuration tête-bêche des diodes étant reliée au point d'attaque ou de masse de courants de radiofréquences et les bornes des diodes opposées à la borne centrale étant reliées au point de mise à la masse de sorte que lesdites diodes sont branchées en parallèle pour le courant de commande ;

- le commutateur symétrique comporte au moins une inductance branchée en parallèle des deux diodes tête-bêche ;

- le commutateur comporte une première inductance branchée entre d'une part une zone de rayonnement et d'autre part une borne centrale située entre les deux diodes tête-bêche, les composants comportant une deuxième inductance de même valeur que la première inductance branchée en série avec un condensateur étant branchés entre d'une part une zone de rayonnement et d'autre part la borne centrale ;

- l'antenne comporte au moins trois zones de rayonnement ;

- une bande de fréquences est aux alentours de 900 MHz, de préférence celle du système mondial de communications mobiles, notamment de 823 MHz à 960 MHz et/ou une bande de fréquences est aux alentours de 1800 MHz, de préférence celle du système DCS 1800 ou « Digital Communication System 1800 MHz », notamment de 1710 MHz à 1990 MHz et/ou une bande de fréquences est aux alentours de 2000 MHz, de préférence celle du système universel de télécommunication avec les mobiles, notamment 1920 et 2170 MHz ;

- l'antenne comporte des moyens de découplage comportant des condensateurs de découplage GSM et/ou DCS et/ou UMTS ;

[0026] Une variante du montage peut consister à utiliser une antenne multicouche : le courant continu circule sur une couche ou l'autre, le courant RF ignorera les 2 couches en n'en voyant qu'une seule, compte tenu du couplage très fort (surfaces proches en vis à vis).

[0027] L'invention concerne également un téléphone mobile comportant une antenne précitée et un procédé de fabrication d'une telle antenne.

[0028] Le procédé de fabrication comporte les étapes consistant à :

- placer deux diodes actives dans une configuration tête-bêche dans au moins un commutateur symétrique ; et
- placer dans ledit commutateur symétrique des composants passifs de symétrisation assurant la symétrie électrique du commutateur pour les radio fréquences.

[0029] Avantageusement encore, le procédé comporte une étape consistant à placer des zones de rayonne-

ment telles qu'une bande de fréquences est aux alentours de 900 MHz, de préférence celle du système mondial de communications mobiles (GSM), notamment de 823 MHz à 960 MHz et/ou une bande de fréquences est aux alentours de 1800 MHz, de préférence celle du système DCS 1800 ou « Digital Communication System 1800 MHz », notamment de 1710 MHz à 1990 MHz et/ou une bande de fréquences est aux alentours de 2000 MHz, de préférence celle du système universel de télécommunication avec les mobiles, notamment 1920 et 2170 MHz.

[0030] L'invention présente de nombreux avantages.

[0031] L'invention propose une antenne comportant un montage de diodes en configuration tête-bêche, ce qui permet de limiter la génération d'harmoniques et donc de proposer un téléphone mobile répondant aux normes en vigueur. En effet, des simulations confirmées par des mesures ont permis de mettre en évidence que la puissance des harmoniques générées par une antenne conforme à l'invention est inférieure à -30dBm à une fréquence de 2 GHz pour une puissance injectée de 33 dBm à 1 GHz.

[0032] L'invention propose une antenne ne nécessitant pas la génération d'une tension négative importante. L'antenne est donc compatible avec l'ensemble des diodes PIN et ne nécessite pas la création de la tension négative précitée.

PRESENTATION DES FIGURES

[0033] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1, déjà commentée, représente schématiquement une antenne de type patch conforme à un état de la technique connue ;
- les figures 2A et 2B, déjà discutées, représentent schématiquement une configuration tête-bêche de deux diodes ;
- la figure 3 représente un premier mode de réalisation possible d'une antenne comportant un commutateur symétrique ;
- la figure 4 représente un deuxième mode de réalisation possible d'une antenne comportant deux commutateurs symétriques ;
- la figure 5 représente un troisième mode de réalisation possible d'une antenne comportant deux commutateurs symétriques ;
- la figure 6 représente schématiquement le trajet du courant continu de contrôle dans un commutateur symétrique disposé dans une antenne selon la figure 4 ;
- la figure 7 représente schématiquement le trajet du courant de radiofréquences en fonction de l'état ouvert ou fermé des deux commutateurs symétriques disposés dans une antenne selon la figure 4 ;

- la figure 8A représente schématiquement une variante de montage du circuit de la figure 3 consistant à utiliser une antenne multicouche ; et
 - la figure 8B montre schématiquement les zones reliées entre elles sur le schéma de la figure 8A.
- Sur l'ensemble des figures, les éléments ayant des fonctions similaires portent des références numériques identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0034] L'antenne d'émission/réception représentée schématiquement sur la figure 3 comporte un plan de masse (non représenté) et une surface rayonnante plane 2 qui s'étend de façon superposée audit plan de masse en étant sensiblement parallèle à celui-ci.

[0035] Une antenne selon l'invention peut comporter plus d'une surface rayonnante plane.

[0036] A une de ses extrémités, la surface rayonnante 2 est reliée d'un côté au plan de masse par le point de liaison G et d'un autre à une électronique d'émission/réception des signaux radiofréquences RF ainsi qu'à une électronique de contrôle C par le point de liaison A, qui peut également être appelé point d'attaque.

[0037] Un condensateur 73 est branché entre l'électronique d'émission/réception des signaux radiofréquences et le point de liaison A. Le condensateur 73 possède une impédance très faible pour les courants de radiofréquences mais possède une impédance très élevée pour les courants continus ou à fréquence faible.

[0038] Comme le montre la figure 3, la surface de rayonnement 2 est divisée en au moins deux zones 51 et 52 de rayonnement séparées par une jonction 41 formée sur la plupart de sa longueur d'une fente.

[0039] Dans le mode de réalisation de la figure 3, la surface 2 comporte une troisième zone de rayonnement 53 séparée de la zone 51 par une jonction 42 également formée sur la plupart de sa longueur par une fente. Les extrémités de la jonction 42 comportent des moyens de découplage 421 et 422 formant également liaison mécanique entre les zones 51 et 53. Le fonctionnement des moyens de découplage 421 et 422 est décrit plus en détail dans la suite de la présente description.

[0040] La jonction 41 entre la zone 51 et la zone 52 comporte un commutateur actif symétrique 60 décrit plus en détail dans la suite de la présente description. La jonction 41 comporte également une inductance 70 branchée entre une borne 71 située sur la zone 53 et une borne 72 située sur la zone 52.

[0041] La zone de rayonnement 51 comporte une zone isolée 4. La zone isolée 4 est reliée au reste de la zone 51 grâce à trois moyens de découplage 43 situés sur trois côtés de la zone 4. La zone 4 isolée présente une aire la plus petite possible, afin de réduire le nombre de moyens de découplage 43 à mettre en place.

[0042] On va maintenant décrire plus précisément un montage possible pour un commutateur actif symétrique 60.

[0043] Le commutateur symétrique 60 comporte principalement deux diodes 31 et 32 montées en série en configuration tête-bêche entre une borne 40 située sur la zone isolée 4 et une borne 520 située sur la zone de rayonnement 52. Les diodes sont des diodes actives PIN.

[0044] Dans l'ensemble de la présente description, on appelle configuration « tête-bêche » une configuration dans laquelle les diodes sont branchées en série symétriquement par rapport à une borne centrale 65 située au milieu des deux diodes 31 et 32.

[0045] Dans les modes de réalisation des figures 3 à 7, le point commun central 65 aux diodes 31 et 32 est la cathode de chaque diode.

[0046] Le commutateur 60 comporte de plus des composants 62 et 63 de symétrisation assurant la symétrie électrique du commutateur pour les courants de radiofréquences.

[0047] Une explication permettant de comprendre le fonctionnement des diodes tête-bêche en faisant abstraction du système de polarisation est la suivante. Pour l'alternance positive du courant RF, la diode 31 est par exemple passante et la diode 32 est bloquée. Pour l'alternance négative, la diode 31 est bloquée et la diode 32 est passante. La non linéarité des diodes est présente, et pour que la forme d'onde soit la plus "sinusoïdale" possible, il est impératif que le comportement dynamique RF soit strictement identique sur l'alternance positive et négative. En prenant en compte les composants de polarisation (notamment une inductance 61) des diodes tête-bêche 31 et 32 dans une antenne, il faut donc ajouter des éléments RF qui ne sont là que pour rendre le montage symétrique d'un point de vue RF, pour les alternances positives et négatives. Il s'agit des composants 62 et 63 de symétrisation.

[0048] Le commutateur 60 comporte en effet une première inductance 61 branchée d'une part entre une borne 66 située sur la zone de rayonnement 51 (non sur la zone isolée 4) et d'autre part la borne centrale 65 située entre les deux diodes 31 et 32.

[0049] Ainsi, les composants de symétrisation comportent une deuxième inductance 62 de même valeur que la première inductance 61, pour compenser exactement le comportement RF pour les alternances positives et négatives dû à l'inductance 61. La deuxième inductance 62 est branchée en série avec un condensateur 63. Le condensateur 63 a une impédance très faible pour les courants de radiofréquences et une impédance très élevée pour les courants continus ou ayant une faible fréquence. Il est donc transparent pour les courants de radiofréquences, et aucun courant continu ne peut traverser l'inductance 62. La deuxième inductance 62 et le condensateur 63 de symétrisation sont branchés entre une borne 67 située sur la zone de rayonnement 52 et la borne centrale 65.

[0050] Un tel montage permet la commutation du commutateur actif 60 avec une génération d'harmoniques conforme aux normes, du fait de la symétrie du commutateur 60 pour les courants de radiofréquences.

[0051] Par exemple, les inductances 61, 62 ont une valeur de 33 nH et le condensateur 63 a une valeur de 22 pF.

[0052] Le commutateur 60 comporte également au moins une inductance 64 branchée en parallèle des deux diodes 31 et 32. L'inductance 64 est branchée entre une borne 68 située sur la zone isolée 4 et une borne 69 située sur la zone 52.

[0053] La commande des diodes 31 et 32 se fait grâce à la commande C. Le courant de commande du commutateur 60 arrive à l'antenne et au commutateur 60 par le point d'attaque A. Il passe ensuite dans l'inductance 61 (pas dans l'inductance 62 du fait de la présence du condensateur 63) avant de se diviser en deux parties. Une première partie passe dans la diode 31, la zone 4, l'inductance 64 et rejoint le point G par l'inductance 70. La deuxième partie du courant de commande continu issu de l'inductance 61 passe par la diode 32 et rejoint le point G en passant par l'inductance 70.

[0054] L'antenne selon la figure 3 peut commuter entre deux bandes de fréquences, en fonction de la commande du commutateur 60 décrite ci-dessus.

[0055] Une première bande de fréquences est atteinte lorsque les diodes 31 et 32 sont bloquées. Un courant de radiofréquences if1 circule sur la périphérie (il s'agit bien entendu des endroits où la densité de courant est la plus forte) d'une première zone de rayonnement constituée des zones de rayonnement 51 et 53 comme le montre le trait plein. Le courant if1 passe par la zone isolée 4, puisque les condensateurs 43 sont transparents pour les radiofréquences. On rappelle que la longueur d'onde de résonance d'une antenne patch est fonction notamment du périmètre de la surface de rayonnement.

[0056] Les moyens de découplage 421 et 422 sont aptes à empêcher le passage d'un courant continu (par exemple un courant de commande) du point A directement vers le point G. Comme le montre la figure 3, les moyens 421 et 422 permettent en outre la circulation du courant de radiofréquences if1 sur la périphérie des zones 51 et 53 notamment. Les moyens 421 et 422 sont transparents pour les courants de radiofréquences. Préférentiellement, les moyens 421 et 422 comportent des condensateurs de découplage GSM et/ou DCS et/ou UMTS. Les capacités sont typiquement de l'ordre de 22 picofarads. Dans la suite de la présente description, tous les condensateurs de découplage ont une capacité de cet ordre de grandeur.

[0057] On définit donc grâce aux moyens 421 et 422 deux chemins différents pour un courant continu et pour un courant de radiofréquences.

[0058] On représente par des traits pointillés le chemin du courant de radiofréquences if2 dans le cas où les diodes 31 et 32 sont passantes. On définit alors une autre fréquence de résonance du fait du trajet du courant if2 entre les points A et G. Encore une fois, les moyens 421 et 422 sont importants pour forcer le passage du courant de commande du point A à travers l'inductance 61 et les diodes 31 et 32. Le condensateur 63 évite quant à lui le

passage du courant de commande dans l'inductance 62 au lieu des diodes 31 et 32. Les moyens 421 et 422 ainsi que le condensateur 63 permettent le passage du courant de radiofréquences selon les traits pointillés sur la périphérie des zones 51, 52 et 53.

[0059] On comprend qu'en adaptant les tailles des zones de rayonnement 51, 52 et 53, et/ou en ajoutant des fentes sur l'une quelconque des zones de rayonnement, on peut modifier la valeur des fréquences de rayonnement f1 et f2 selon les applications souhaitées.

[0060] Avantagusement les deux bandes de fréquences sont choisies parmi les bandes suivantes.

- une bande de fréquences aux alentours de 900 MHz, de préférence celle du système mondial de communications mobiles (GSM), notamment de 823 MHz à 960 MHz ;
- une bande de fréquences aux alentours de 1800 MHz, de préférence celle du système DCS 1800 ou « Digital Communication System 1800 MHz », notamment de 1710 MHz à 1990 MHz ;
- une bande de fréquences aux alentours de 2000 MHz, de préférence celle du système universel de télécommunication avec les mobiles (UMTS), notamment 1920 et 2170 MHz.

[0061] La figure 8A est une variante de montage de la figure 3. Selon cette variante, le montage consiste à utiliser une antenne multicouche. Le courant continu de commande du commutateur symétrique circule sur une couche ou l'autre de l'antenne. Le courant RF ignore quant à lui les deux couches en n'en voyant qu'une seule, compte tenu du couplage très fort des couches (surfaces proches en vis à vis).

[0062] Grâce au montage de la figure 8A, il est possible de supprimer une inductance (l'équivalent de l'inductance 70 sur le montage de la figure 3) et trois condensateurs (les équivalents des condensateurs 43 sur le montage de la figure 3). On supprime également la nécessité d'avoir une zone isolée (équivalent de la zone isolée 4 du montage de la figure 3). Les autres éléments du montage restent identiques à ceux décrits en référence à la figure 3. Il faut cependant noter que sur le montage de la figure 8A, la borne centrale 65 aux diodes 31 et 32 est l'anode de chaque diode. Les diodes 31 et 32 sont cependant placées tête-bêche.

[0063] La figure 8B montre que les éléments portant une croix (point A, périphérie des zones 51 et 53 et inductance 61) sont reliés entre eux sur une couche, et les éléments portant un trait (point G, périphérie des zones 51 et 53, inductance 64 et diode 31) sont reliés entre eux sur une autre couche. La présence de condensateurs de découplage (43 sur la figure 3) n'est pas utile, car on rappelle qu'on utilise une antenne constituée de deux couches isolées reliées par des interconnexions (circuit imprimé à deux couches, rigide ou souple par exemple).

[0064] L'utilisation d'une antenne multicouche s'applique également dans d'autres cas particuliers, dès lors

qu'il n'y a qu'un seul commutateur symétrique et suivant l'emplacement du commutateur.

[0065] La figure 4 montre schématiquement un deuxième mode de réalisation d'une antenne selon l'invention comportant deux commutateurs actifs 60 symétriques.

[0066] L'antenne comporte ainsi une première zone de rayonnement 52 comportant un point de mise à la masse G et éventuellement une fente indiquée par 6.

[0067] L'antenne comporte également une zone de rayonnement 51 comportant une zone isolée 4 reliée au reste de la zone 51 par des moyens de découplage 43 préférentiellement comportant des condensateurs de découplage GSM et/ou DCS et/ou UMTS (la zone 4 isolée présente une aire préférentiellement la plus petite possible pour éviter la multiplication des moyens de découplage 43).

[0068] La zone 51 comporte un point A' relié à une commande C. Un condensateur 74 est relié entre le point A' et la masse. Le point A' est un point de contrôle des diodes 31 et 32 et un point de masse pour le courant RF car il est relié à la masse par un condensateur 74.

[0069] La zone 51 est reliée sur un de ses côtés à la zone de rayonnement 52 par des moyens de découplage 411 et 412, préférentiellement comportant des condensateurs de découplage GSM et/ou DCS et/ou UMTS.

[0070] La zone 51 est également reliée à la zone 52 sur un autre de ses côtés comportant la zone isolée 4 par l'intermédiaire d'un commutateur 60 symétrique identique à celui de la figure 3.

[0071] Le commutateur symétrique 60 comporte principalement deux diodes 31 et 32 montées en série en configuration tête bêche entre une borne 40 située sur la zone isolée 4 et une borne 520 située sur la zone de rayonnement 52.

[0072] Le commutateur 60 comporte de plus des composants 62 et 63 de symétrisation assurant la symétrie électrique du commutateur pour les courants de radiofréquences.

[0073] Le commutateur 60 comporte une première inductance 61 branchée d'une part entre la borne 66 située sur la zone de rayonnement 51 (non située sur la zone isolée 4) et d'autre part une borne centrale 65 située entre les deux diodes 31 et 32.

[0074] Le commutateur 60 comporte de plus les composants 62 et 63 de symétrisation assurant la symétrie électrique du commutateur pour les radiofréquences. Les composants de symétrisation comportent ainsi une deuxième inductance 62 de même valeur que la première inductance 61. La deuxième inductance 62 est branchée en série avec un condensateur 63 empêchant le passage des courants continus dans l'inductance 62, mais permettant de compenser l'effet de l'inductance 61 pour les alternances positives et négatives des courants de radiofréquences. La deuxième inductance 62 et le condensateur de symétrisation 63 sont branchés entre une borne 67 située sur la zone de rayonnement 52 et la borne centrale 65.

[0075] Le commutateur 60 comporte également au moins une inductance 64 branchée en parallèle des deux diodes 31 et 32. L'inductance 64 est branchée entre une borne 68 située sur la zone isolée 4 et une borne 69 située sur la zone 52.

[0076] L'antenne comporte également une zone de rayonnement 53 comportant une zone isolée 5 reliée au reste de la zone de rayonnement par des moyens de découplage 531 (la zone 5 isolée présente également une aire la plus petite possible).

[0077] La zone 53 comporte un point d'attaque ou de liaison A. Le point d'attaque A est relié à une électronique d'émission/réception des signaux radiofréquences RF ainsi qu'à une électronique de contrôle C par le point de liaison A. A est effectivement le point d'attaque RF (point d'entrée de l'antenne). Un condensateur 73 est branché entre l'électronique d'émission/réception des signaux radiofréquences et le point de liaison A.

[0078] La zone 53 est reliée à la zone 51 par des moyens de découplage 421 et 422, préférentiellement comportant des condensateurs de découplage GSM et/ou DCS et/ou UMTS.

[0079] La zone 53 est par ailleurs reliée à la zone 52 par un commutateur 60 symétrique.

[0080] Les diodes 31 et 32 du commutateur 60 sont en configuration tête bêche entre une borne 510 située sur la zone isolée 5 et une borne 522 située sur la zone 52. Une inductance 61 est branchée entre d'une part une borne 530 située sur la zone 53 (non sur la zone isolée 5) et la borne centrale 65, tandis que les composants de symétrisation (comportant comme précédemment une inductance 62 branchée en série d'un condensateur 63) sont branchés entre la borne 65 et une borne 521 situées sur la zone 52. Une inductance 64 est branchée entre une borne 511 située sur la zone isolée 5 et une borne 523 située sur la zone 52.

[0081] La figure 6 représente le chemin du courant de commande entre le point A' relié à la commande C de la figure 4 et le point de mise à la masse G pour faire passer le commutateur de l'état bloqué à l'état passant.

[0082] On constate que le courant de commande des diodes 31 et 32 passe sur la périphérie de la zone 51, les moyens 411 et 412 jouant leur rôle de découplage pour éviter le passage du courant directement du point A' au point G sans passer par les diodes 31 et 32. Les moyens 421 et 422 évitent quant à eux le passage du courant de la zone 51 à la zone 53. Une fois que le courant passe dans l'inductance 61, il passe par les diodes 31 et 32. Le condensateur 63 empêche le courant de commande de passer par l'inductance 62. Le courant passant par la diode 31 passe également par la zone isolée 4 avant de passer par l'inductance 64 pour rejoindre le point G de la zone 52. Le courant passant par la diode 32 passe directement par la zone 52 avant de rejoindre le point G.

[0083] La borne centrale 65 de la configuration tête-bêche des diodes 31, 32 est reliée au point A' de commande des diodes 31 et 32 et de mise à la masse pour

les courants RF - par l'intermédiaire de l'inductance 61 sur la borne 66, l'inductance 61. Les diodes 31 et 32 sont reliées au point G de mise à la masse - la diode 31 par l'intermédiaire de l'inductance 64 sur la borne 69 et la diode 32 sur la borne 520. On rappelle que les inductances 61 et 64 ont des valeurs faibles pour les courants de commande et de polarisation des diodes 31 et 32. Ainsi pour le courant de commande continu les diodes 31 et 32 sont branchées en parallèle.

[0084] On comprend qu'un sens de parcours est identique dans le deuxième commutateur 60 entre le point A et le point G, ainsi que dans tous les commutateurs présentés dans la présente description.

[0085] La figure 7 montre schématiquement que lorsque les deux commutateurs 60 sont dans un état non passant (diodes 31 et 32 bloquées), alors on définit une première fréquence de résonance f1 grâce au trajet d'un courant if1 sur la périphérie des zones 53, 51 et 52 comme le montre le trait plein.

[0086] Lorsque le commutateur 60 entre la zone 51 et 52 est en mode passant et le commutateur 60 entre la zone 53 et la zone 52 est bloqué, on définit une fréquence f2 grâce au parcours du courant if2 représenté en trait mixte. Le courant de radiofréquences if2 passe par les diodes 31 et 32 du commutateur passant et sur la périphérie des zones 53, 51 et 52.

[0087] Lorsque le commutateur symétrique 60 entre la zone 51 à 52 est en état bloqué et que le commutateur 60 entre la zone 53 et la zone 52 est passant, on définit alors une troisième fréquence f3 grâce au parcours du courant if3 représenté en pointillés. if3 passe par les diodes 31 et 32 du commutateur passant sur la périphérie des zones 53, 51 et 52.

[0088] Avantagusement une bande de fréquences est aux alentours de 900 MHz, de préférence celle du système mondial de communications mobiles (GSM), notamment de 823 MHz à 960 MHz, une bande de fréquences est aux alentours de 1800 MHz, de préférence celle du système DCS 1800 ou « Digital Communication System 1800 MHz », notamment de 1710 MHz à 1990 MHz et une bande de fréquences est aux alentours de 2000 MHz, de préférence celle du système universel de télécommunication avec les mobiles (UMTS), notamment 1920 et 2170 MHz.

[0089] La figure 5 montre un troisième mode de réalisation comportant deux commutateurs symétriques entre d'une part une zone 51 et une zone 52 et d'autre part une zone 53 et la zone 52.

[0090] Le point G de mise à la masse est situé sur une zone centrale 54 reliée aux zones 51 et 53 par des moyens de découplage 431, 432, 441, 442 comportant préférentiellement des condensateurs de découplage GSM et/ou DCS et/ou UMTS. La zone 54 est reliée à la zone 52 par l'intermédiaire d'une inductance 70 entre une borne 71 sur la zone 54 et une borne 72 sur la zone 52.

[0091] Pour des raisons de clarté, la description et le fonctionnement des éléments de ce mode de réalisation

ne seront pas repris, étant entendu qu'ils sont identiques à ceux décrits dans la description correspondant aux figures 3 et 4.

[0092] De même que pour le mode de réalisation de la figure 4, l'antenne de la figure 5 permet de commuter entre trois bandes de fréquences : une bande de fréquences est aux alentours de 900 MHz, de préférence celle du système mondial de communications mobiles (GSM), notamment de 823 MHz à 960 MHz, une bande de fréquences est aux alentours de 1800 MHz, de préférence celle du système DCS 1800 ou « Digital Communication System 1800 MHz », notamment de 1710 MHz à 1990 MHz et une bande de fréquences est aux alentours de 2000 MHz, de préférence celle du système universel de télécommunication avec les mobiles, notamment 1920 et 2170 MHz.

Revendications

1. Antenne d'émission/réception comportant un plan (1) de masse et au moins une surface (2) plane de rayonnement qui s'étend au droit dudit plan de masse et sensiblement parallèlement à celui-ci, la surface (2) de rayonnement étant divisée en au moins deux (51, 52) zones de rayonnement séparées par des jonctions (41, 42) comportant des commutateurs aptes à mettre en résonance toute ou partie de la surface de rayonnement en reliant électriquement toutes ou partie des zones (51, 52) de rayonnement, **caractérisée en ce qu'**au moins un commutateur symétrique (60) comporte deux diodes (31, 32) actives dans une configuration tête-bêche et des composants (62, 63) passifs de symétrisation assurant la symétrie électrique du commutateur (60) pour les courants de radiofréquences.
2. Antenne selon la revendication précédente, dans laquelle le commutateur symétrique (60) comporte au moins une inductance (64) branchée en parallèle des deux diodes tête-bêche.
3. Antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le commutateur comporte une première inductance (61) branchée entre d'une part une zone de rayonnement et d'autre part une borne (65) centrale située entre les deux diodes (31, 32) tête-bêche, les composants (62, 63) comportant une deuxième inductance (62) de même valeur que la première inductance (61) branchée en série avec un condensateur (63), la deuxième inductance (62) et le condensateur étant branchés entre d'une part une zone de rayonnement et d'autre part la borne (65) centrale.
4. Antenne selon l'une des revendications précédentes, comportant au moins trois zones (51, 52, 53) de rayonnement.
5. Antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle une bande de fréquences est aux alentours de 900 MHz, de préférence celle du système mondial de communications mobiles (GSM), notamment de 823 MHz à 960 MHz et/ou une bande de fréquences est aux alentours de 1800 MHz, de préférence celle du système DCS 1800 ou « Digital Communication System (DCS) 1800 MHz », notamment de 1710 MHz à 1990 MHz et/ou une bande de fréquences est aux alentours de 2000 MHz, de préférence celle du système universel de télécommunication avec les mobiles (UMTS), notamment 1920 et 2170 MHz.
6. Antenne selon l'une des revendications précédentes, comportant des moyens de découplage (43, 411, 412, 421, 422, 431, 432, 441, 442, 531) comprenant des condensateurs de découplage GSM et/ou DCS et/ou UMTS.
7. Antenne selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la surface plane de rayonnement comporte un point (G) de mise à la masse et au moins un point (A, A') d'attaque ou de mise à la masse de courants de radiofréquences (RF), le courant de commande continu du commutateur symétrique (60) arrivant à l'antenne par le point d'attaque ou de mise à la masse des courants RF, une borne centrale (65) de la configuration tête-bêche des diodes (31, 32) étant reliée au point d'attaque ou de mise à la masse des courants RF et les bornes des diodes (31, 32) opposées à la borne centrale (65) étant reliées au point (G) de mise à la masse de sorte que lesdites diodes sont branchées en parallèle pour le courant de commande.
8. Antenne selon l'une des revendications précédentes, les zones de rayonnement sont formées dans une plaque multicouche.
9. Téléphone mobile, **caractérisé en ce qu'**il comporte une antenne selon l'une des revendications précédentes.
10. Procédé de fabrication d'une antenne d'émission/réception comportant un plan (1) de masse et au moins une surface (2) plane de rayonnement qui s'étend au droit dudit plan de masse et parallèlement à celui-ci, la surface (2) de rayonnement étant divisée en au moins deux (51, 52) zones de rayonnement séparées par des jonctions (41, 42) comportant des commutateurs (60) aptes à mettre en résonance toute ou partie de la surface de rayonnement en reliant électriquement toutes ou partie des zones (51, 52) de rayonnement, **caractérisé en ce qu'**il comporte les étapes consistant à :
 - placer deux diodes (31, 32) actives dans une

configuration tête-bêche dans au moins un commutateur symétrique (60) ; et

- placer dans ledit commutateur symétrique des composants (62, 63) passifs de symétrisation assurant la symétrie électrique du commutateur (60) pour les courants de radiofréquences. 5

11. Procédé selon la revendication précédente, comportant une étape consistant à placer des zones de rayonnement telles que une bande de fréquences est aux alentours de 900 MHz, de préférence celle du système mondial de communications mobiles (GSM), notamment de 823 MHz à 960 MHz et/ou une bande de fréquences est aux alentours de 1800 MHz, de préférence celle du système DCS 1800 ou « Digital Communication System (DCS) 1800 MHz », notamment de 1710 MHz à 1990 MHz et/ou une bande de fréquences est aux alentours de 2000 MHz, de préférence celle du système universel de télécommunication avec les mobiles (UMTS), notamment 1920 et 2170 MHz. 10 15 20

25

30

35

40

45

50

55

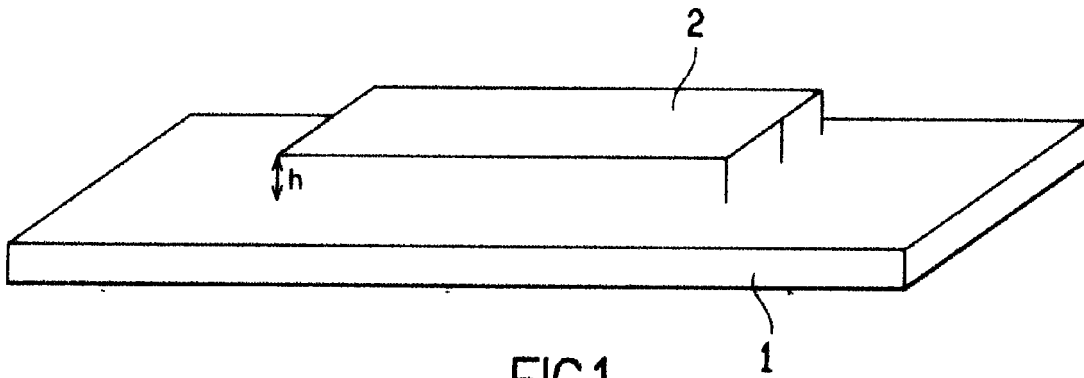


FIG. 1

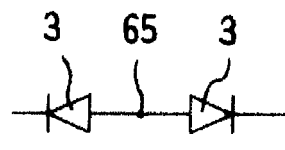


FIG. 2A

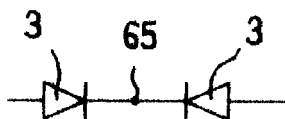


FIG. 2B

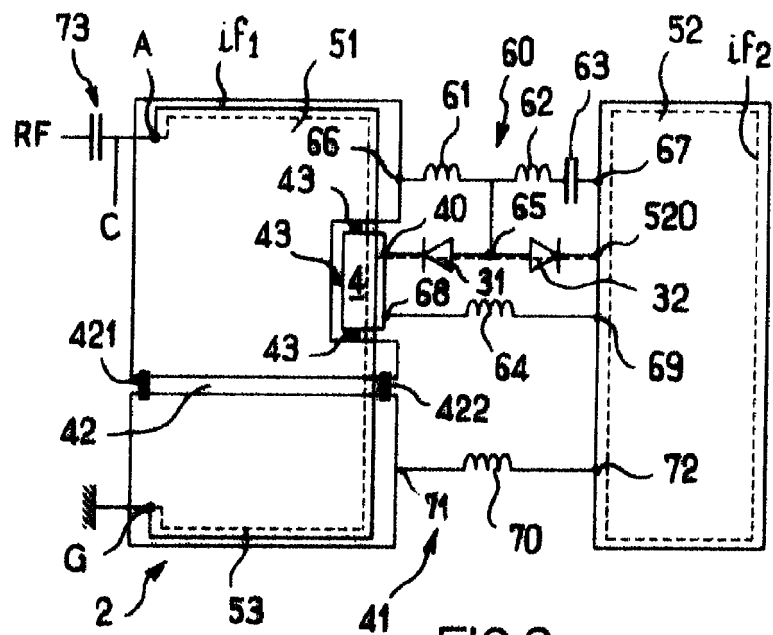


FIG. 3

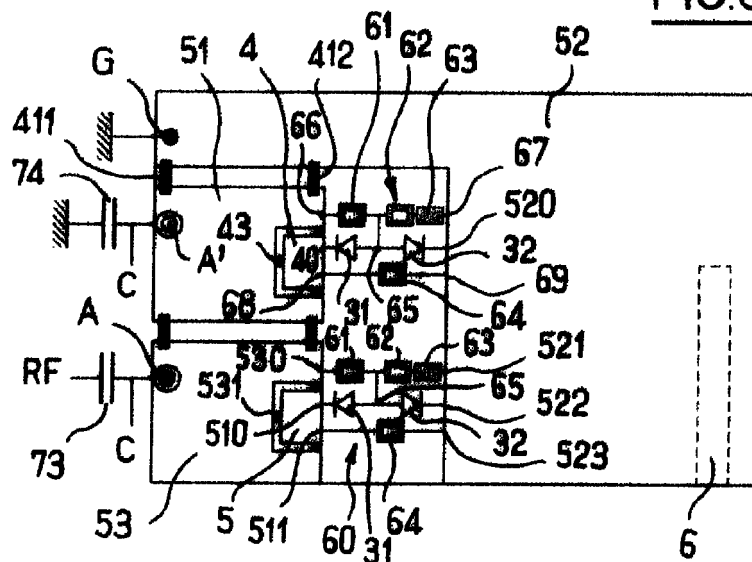


FIG. 4

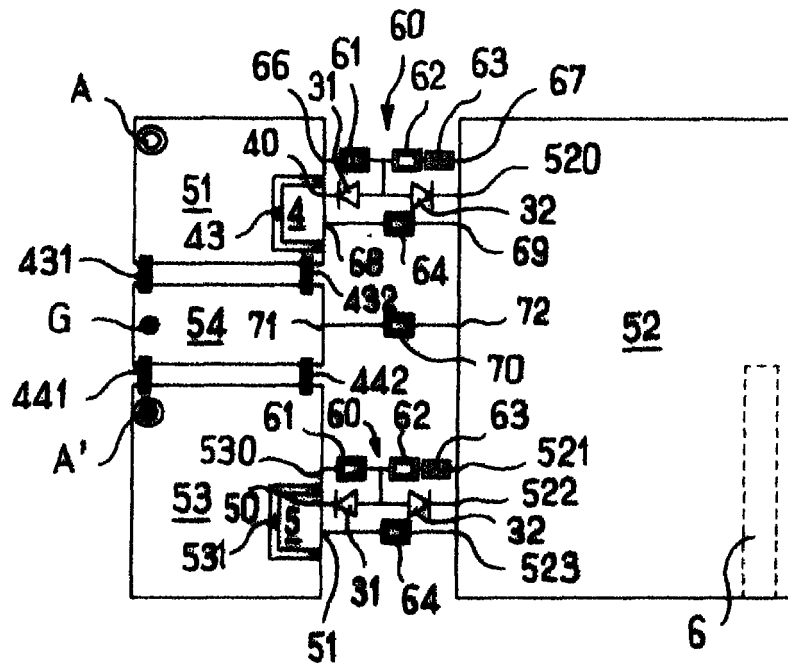


FIG.5

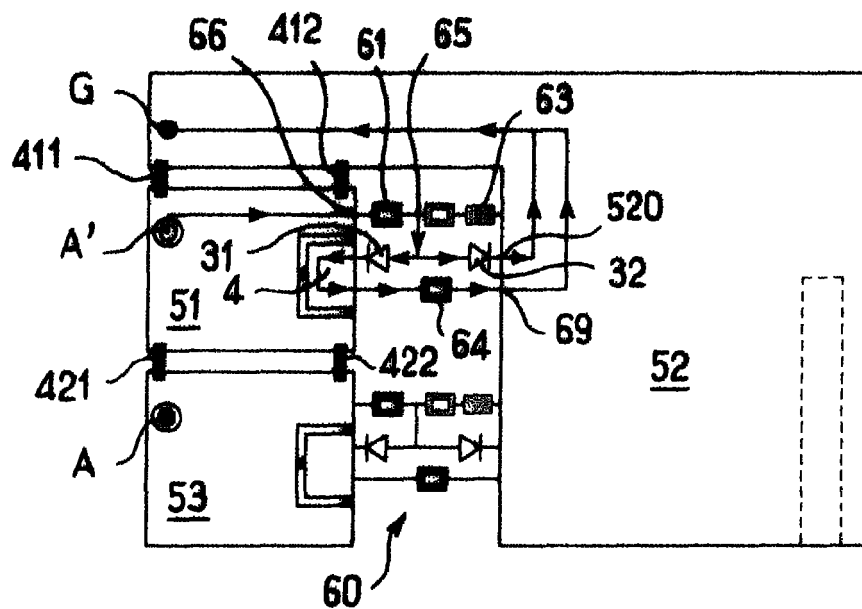


FIG.6

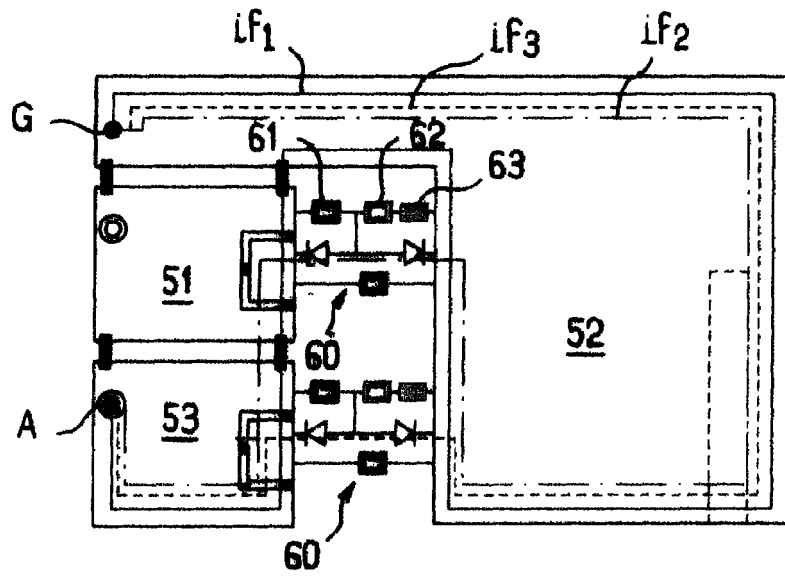


FIG. 7

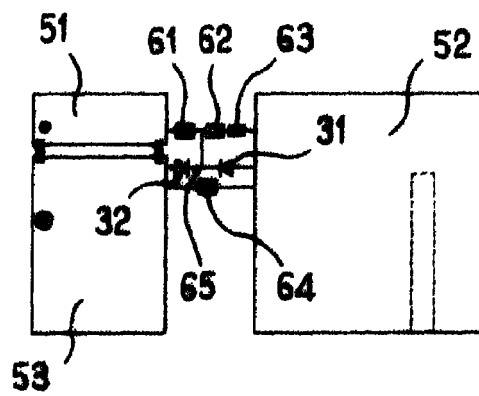


FIG. 8A

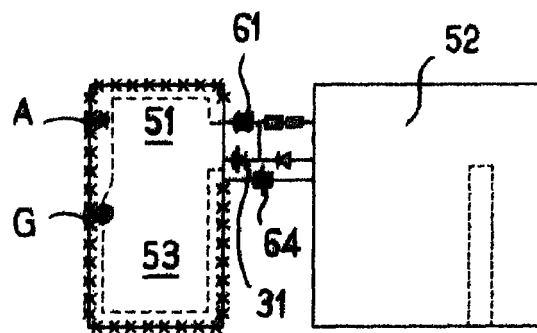


FIG. 8B