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

(11) EP 1 466 384 B1

(12) FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
16.11.2005 Bulletin 2005/46

(21) Numéro de dépôt: **03718817.4**

(22) Date de dépôt: **10.01.2003**

(51) Int Cl.[7]: **H01Q 1/24**, H01Q 21/28, H01Q 13/10, H01Q 9/32

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2003/000065

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2003/061062 (24.07.2003 Gazette 2003/30)

(54) DISPOSITIF POUR LA RECEPTION ET/OU L EMISSION D ONDES E LECTROMAGNETIQUES A DIVERSITE DE RAYONNEMENT

EINRICHTUNG ZUM EMPFANGEN UND/ODER EMITTIEREN ELEKTROMAGNETISCHER WELLEN MIT STRAHLUNGS-DIVERSITY

DEVICE FOR RECEIVING AND/OR EMITTING ELECTROMAGNETIC WAVES WITH RADIATION DIVERSITY

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

(30) Priorité: **14.01.2002 FR 0200665**
08.02.2002 FR 0201562

(43) Date de publication de la demande:
13.10.2004 Bulletin 2004/42

(73) Titulaire: **Thomson Licensing**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(72) Inventeurs:
- **THUDOR, Franck**
  F-35000 Rennes (FR)
- **LOUZIR, Ali**
  F-35000 Rennes cedex (FR)
- **MINARD, Philippe**
  F-35700 Rennes (FR)
- **LE BOLZER, Françoise**
  F-35000 Rennes (FR)

(74) Mandataire: **Ruellan-Lemonnier, Brigitte**
Thomson,
European Patent Operations,
46 Quai Alphonse Le Gallo
92648 Boulogne Cedex (FR)

(56) Documents cités:
US-A- 4 587 524
US-A- 5 402 136
US-A- 5 914 693

- **HALPERN B M, MAYES P E: "The monopole slot as a two-port diversity antenna for UHF land-mobile radio systems" IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, vol. VT33, no. 2, mai 1984 (1984-05), pages 76-83, XP001109446 USA**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 466 384 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques à diversité de rayonnement utilisable dans le domaine des transmissions sans fil, notamment dans le cas de transmissions dans des milieux clos ou semi-clos tels que les réseaux domestiques sans fils, les gymnases, les studios de télévision, les salles de spectacle ou similaires mais aussi dans les systèmes de communication sans fils demandant un encombrement minimal pour le système d'antenne tel que dans la téléphonie mobile.

[0002] Dans les systèmes connus de transmission sans fils à haut-débit, les signaux transmis par l'émetteur atteignent le récepteur selon une pluralité de chemins distincts. Lors de leur combinaison au niveau du récepteur, les différences de phase entre les différents rayons ayant parcouru des trajets de longueurs différentes, donnent lieu à une figure d'interférence susceptible de provoquer des évanouissements ou une dégradation importante du signal. D'autre part, l'emplacement des évanouissements change au cours du temps, en fonction des modifications de l'environnement, telles que la présence de nouveaux objets ou le passage de personnes. Ces évanouissements dus aux multitrajets peuvent entraîner des dégradations importantes tant au niveau de la qualité du signal reçu qu'au niveau des performances du système.

[0003] Pour lutter contre les évanouissements, la technique la plus souvent utilisée est une technique dite à diversité spatiale. Cette technique consiste entre autres à utiliser une paire d'antennes à large couverture spatiale telles que deux antennes du type pastille ou « patch » associées à un commutateur. Les deux antennes sont espacées d'une longueur qui doit être supérieure ou égale à $\lambda 0/2$ où $\lambda 0$ est la longueur d'onde correspondant à la fréquence de fonctionnement de l'antenne. Avec ce type d'antenne, on peut montrer que la probabilité d'avoir les deux antennes simultanément dans un évanouissement est très faible. D'autre part, grâce au commutateur, il est possible de sélectionner la branche reliée à l'antenne présentant le niveau du signal le plus élevé en examinant le signal reçu par l'intermédiaire d'un circuit de contrôle. Toutefois, cette solution a pour principal inconvénient d'être relativement volumineuse, car elle nécessite un espacement minimum entre les antennes rayonnantes pour assurer une décorrelation suffisante des réponses du canal vues à travers chaque élément rayonnant.

[0004] Différentes solutions ont été proposées pour réduire l'encombrement du système d'antenne tout en assurant une diversité suffisante. Certaines solutions ont fait l'objet de plusieurs demandes de brevet déposées au nom de THOMSON multimedia Licensing S.A. Elles consistent notamment à utiliser plusieurs antennes du type fente alimentées par des transitions ligne-fente et munies de moyens permettant d'obtenir une diversité de rayonnement, notamment des diodes permettant de commuter sur l'une ou l'autre des antennes en fonction du niveau du signal reçu.

[0005] D'autre part, dans l'Article IEEE, Vol. 49 n° 5 de Mai 2001, intitulé « diversity antenna for external mounting on wireless handsets », il a aussi été proposé, dans le domaine de la téléphonie mobile, d'associer une fente $\lambda/4$ avec un monopole pour réaliser un système à diversité de rayonnement. Toutefois, le système proposé est une structure en trois dimensions relativement complexe.

[0006] Le document US-A-5 402 136 (GOTO NAOHISA ET AL) publié le 28 mars 1995 divulgue un dispositif pour la réception et l'émission d'ondes électromagnétiques comportant une antenne monopole et plusieurs antennes de type encoche.

[0007] La présente invention a donc pour but de proposer une nouvelle solution pour un dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques à diversité de rayonnement présentant une structure extrêmement compacte tout en donnant des diagrammes de rayonnement présentant une très bonne complémentarité. Elle permet aussi d'obtenir un dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques à diversité de rayonnement présentant un coût de fabrication relativement faible.

[0008] En conséquence, la présente invention a pour objet un dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques à diversité de rayonnement, comportant sur un substrat commun, au moins une antenne du type fente constituée par une courbe fermée, couplée électromagnétiquement à une première ligne d'alimentation et une antenne présentant un rayonnement parallèle au substrat tel qu'un monopole, une hélice fonctionnant en mode transversal ou similaire, positionnée à l'intérieur de l'antenne de type fente et connectée à une deuxième ligne d'alimentation, lesdites première et deuxième lignes d'alimentation étant connectées par l'intermédiaire d'un moyen de commutation à des moyens d'exploitation des ondes électromagnétiques.

[0009] Le dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques décrit ci-dessus utilise le fait que les antennes de type fente constituée par une courbe fermée dites ci-après antennes de type fente ainsi que les antennes du type monopole ou hélice fonctionnant en mode transversal présentent des diagrammes de rayonnement quasi-omnidirectionnels avec des minima situés respectivement dans le plan du substrat pour l'antenne de type fente et selon l'axe du monopole ou de l'hélice pour l'autre antenne. Ainsi, la commutation d'une antenne sur l'autre permet de modifier la réponse du canal à travers l'antenne et de bénéficier ainsi d'un gain de diversité.

[0010] Selon des modes de réalisation préférentiels, la première ligne d'alimentation est réalisée en technologie microruban ou en technologie coplanaire. D'autre part, la première ligne d'alimentation a une longueur en-

tre son extrémité et le point de couplage électromagnétique égale à kλm/4, où k est un entier impair et λm la longueur d'onde guidée sous la ligne d'alimentation à la fréquence centrale de fonctionnement, avec $\lambda m = \lambda 0/\sqrt{\varepsilon r_{eff}}$ où λ0 est la longueur d'onde dans le vide et εr_{eff} la permittivité effective de la ligne. La seconde ligne d'alimentation est réalisée en technologie microruban ou par une ligne coaxiale. Lorsque la ligne est réalisée en technologie microruban, une connexion est formée au niveau de l'antenne du type fente entre la partie extérieure et la partie intérieure de la fente, cette connexion étant constituée, par exemple, par un insert conducteur présentant une largeur égale à environ deux à trois fois la largeur de la ligne réalisée en technologie microruban, de manière à ne pas perturber le fonctionnement de la ligne microruban excitatrice. De plus, afin de minimiser la perturbation dans la fente de l'antenne de type fente, du fait de la présence de la connexion conductrice, cette connexion est réalisée dans un plan de court-circuit électrique pour la fente qui est donc le plan de croisement de la ligne microruban excitatrice de l'antenne de type monopole ou hélice et de l'antenne de type fente.

[0011] Selon des modes de réalisation préférentiels, l'antenne de type fente est constituée par une fente annulaire de forme circulaire ou constituée par une courbe fermée de périmètre égal à k'λs où k' est un entier et λs la longueur d'onde dans la fente à la fréquence de fonctionnement et ou par une fente polygonale telle que carrée ou rectangulaire. Selon une autre caractéristique de la présente invention, le dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques à diversité de rayonnement peut comporter plusieurs antennes de type fente imbriquées l'une dans l'autre de manière à élargir la bande de fonctionnement ou à permettre des applications multibandes.

[0012] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description de divers modes de réalisation faits avec référence aux dessins ci-annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective schématique d'un premier mode de réalisation de la présente invention,
- les figures 2 et 3 sont respectivement une vue en coupe et de dessus du premier mode de réalisation,
- les figures 4 et 5 représentent en perspective le diagramme de rayonnement du monopole et le diagramme de rayonnement de la fente pour un dispositif selon les figures 1 à 3,
- la figure 6 représente une courbe donnant les paramètres S en dB en fonction de la fréquence entre les différents « ports » pour un dispositif selon les figures 1 à 3,
- la figure 7 est une vue en coupe d'un deuxième mode de réalisation de la présente invention,
- la figure 8 est une courbe identique à celle de la figure 6 pour le deuxième mode de réalisation,
- les figures 9 et 10 représentent les diagrammes de rayonnement de la fente et du monopole pour un dispositif selon la figure 7.

[0013] Pour simplifier la description, dans les dessins les mêmes éléments portent les mêmes références.

[0014] Comme représenté sur les figures 1 à 3, le dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques est constitué essentiellement par une antenne de type fente 1 formée d'une courbe fermée, plus particulièrement une fente annulaire, et par une antenne 2 présentant un rayonnement parallèle au plan de la fente, à savoir un monopole dans le mode de réalisation représenté. Le monopole 2 est positionné au centre de la fente annulaire 1. De manière plus spécifique, comme représenté sur les figures 2 et 3, le dispositif de la présente invention comporte un substrat en matériau diélectrique 3 dont la face supérieure a été métallisée. La fente annulaire 1 est réalisée par dé métallisation de la couche métallique 4 selon un cercle de diamètre fonction de la longueur d'onde de fonctionnement du dispositif, plus particulièrement le périmètre est égal à k'λs où λs est la longueur d'onde dans la fente à la fréquence de fonctionnement et k' un entier.

[0015] D'autre part, une ouverture circulaire 5 de diamètre D est prévue au centre de la fente annulaire. Cette ouverture reçoit dans sa partie centrale le monopole 2 qui traverse aussi le substrat 3. Sous le monopole 2 est prévue, sur la face inférieure du substrat 3, une pastille annulaire métallique 5 de fixation. Comme représenté plus particulièrement sur la figure 3, la fente annulaire 1 est excitée selon la méthode décrite par Knorr, par une ligne microruban 6 reliée au « port 1 ». Cette ligne microruban 6 est réalisée sur la face inférieure du substrat. Elle présente entre son extrémité libre 6' et le point de couplage électromagnétique avec la fente 2, une longueur Lm = kλm/4 où λm est la longueur d'onde sous la ligne et k un entier impair.

[0016] De même, dans le mode de réalisation représenté, le monopole 2 est excité par une ligne microruban 7.

[0017] Comme représenté en Figure 3, afin d'assurer une continuité du plan de masse pour la ligne microruban 7 excitant le monopole 2, il est réalisé une connexion entre le disque intérieur et la couronne extérieure constituant la fente annulaire 1. Cette connexion est réalisée à l'aide d'un insert conducteur 8 de largeur w suffisamment large (largeur égale à environ 2 à 3 fois la largeur de la ligne imprimée excitatrice) pour ne pas perturber le fonctionnement de la ligne microruban excitatrice. Afin de minimiser la perturbation de la fente annulaire par la présence de cet insert métallique, celui-ci est réalisé dans un plan de court-circuit électrique pour la fente, qui sera donc le plan de croisement de la ligne excitatrice du monopole et de la fente annulaire.

[0018] Comme présenté dans les figures 4 et 5, la fente annulaire 1 et le monopole 2 présentent des diagrammes de rayonnement quasi-omnidirectionels et relative-

ment complémentaires dans la mesure où les minima m sont situés respectivement dans le plan du substrat (en l'occurrence selon l'axe ox) pour la fente annulaire et selon l'axe du monopole (en l'occurrence l'axe oz) pour ce dernier. Ainsi la commutation d'un port à l'autre (à l'aide d'un dispositif de commutation bien connu de l'homme de l'art, tel qu'un commutateur positionné entre les lignes d'alimentation 6 et 7 et la partie du traitement du signal, piloté par un signal de commande tel que le niveau du signal, le rapport signal sur bruit ou similaire), permet de modifier la réponse du canal à travers l'antenne et bénéficier ainsi d'un gain de diversité. En effet, si par exemple la dominante du signal reçu arrive selon l'axe ox ce qui reviendrait à recevoir un signal faible à travers l'accès relié à la fente, en commutant sur l'accès connecté au monopole, on a toutes les chances de recevoir un signal de niveau significatif compte tenu du fait que la direction ox correspond à un maximum pour le diagramme du monopole. Un raisonnement symétrique peut être fait dans le cas où le signal dominant arrive selon l'axe oz, par exemple dans le cas d'une communication multi-étages.

[0019] Dans ce cas, le couplage entre la fente annulaire 1 et le monopole 2 reste réduit compte tenu :

i) de la complémentarité des diagrammes de rayonnements (les directions des maxima de l'un se trouvent dans la direction des minima de l'autre)
ii) de l'orthogonalité des champs émis par la fente et le monopole.

[0020] Ainsi, on peut s'attendre à des perturbations mutuelles minimales entre les deux éléments rayonnants bien qu'occupant quasiment le même espace physique.

[0021] Afin de s'assurer du bon fonctionnement d'un dispositif d'émission/réception tel que décrit ci-dessus, celui-ci a été complètement dimensionné pour un fonctionnement à la fréquence centrale d'environ 5.8 GHz puis simulé à l'aide du logiciel de simulation HFSS de Ansoft. Par référence aux schémas des Figures 1 à 3, le système constitué par une fente annulaire 1 et un monopole 2 présente les dimensions suivantes :

- R_{int}=6.4mm (rayon intérieur de la fente)
- R_{ext}=6.8mm (rayon extérieur de la fente)
- W_s=0.4mm (largeur de la fente, $W_s=R_{ext}-R_{int}$)
- W_{m1}=0.3mm (largeur de la ligne microruban alimentant la fente)
- I_{m1}=8.25mm (longueur de la ligne microruban alimentant la fente entre le port 1 et la transition ligne/fente)
- I_{m1}'=8.25mm (longueur de la ligne microruban alimentant la fente entre la transition ligne/fente et l'extrémité de la ligne en circuit ouvert)
- D=2mm (diamètre de la démétallisation au centre de la fente)
- L=13.21 mm (longueur du monopole)
- □=30mm (diamètre du plan de masse)
- $□_{monopole}$=1mm (diamètre du fil métallique consituant le monopole)
- W_{m2}=0.2mm (largeur de la ligne microruban alimentant le monopole)
- I_{m2}=8.4mm (longueur de la ligne microruban alimentant le monopole entre le port 2 et la transition ligne/fente)
- Im_2'=8.8mm
- insert de 1.2mm de long (soit 3% de la longueur de la fente)
- une pastille métallique de diamètre 2mm est placée sous le monopole (elle permet de souder plus facilement le monopole à sa ligne d'alimentation)

[0022] Le substrat utilisé est du Rogers 4003, de permittivité relative $□_r$=3.38 et d'épaisseur h=0.81 mm.

[0023] La Figure 6 montre les résultats de simulation des coefficients de réflexion à l'entrée des lignes alimentant la fente annulaire (S11) et le monopole (S22) ainsi que le coefficient de couplage (S21) entre les 2 ports 1 et 2. On peut constater une bonne adaptation des 2 antennes ainsi qu'une isolation entre les deux accès meilleure que 19dB malgré l'extrême proximité des deux éléments rayonnants, à savoir la fente 1 et le monopole 2.

[0024] Dans ce cas, les diagrammes de rayonnement obtenus à l'accès respectivement monopole et fente annulaire sont ceux représentés sur les figures 4 et 5. Malgré une légère déformation du diagramme du monopole, on peut constater que le système d'antenne fonctionne comme souhaité, soit donc avec des diagrammes quasi-omni-directionnels, complémentaires avec des minima selon l'axe oz pour le monopole et l'axe ox pour la fente annulaire.

[0025] Selon une variante, représenté sur la figure 7, le monopole est excité par une ligne coaxiale reliée au niveau du port 2. Dans cette variante 2, l'excitation du monopole se fait du côté du plan de masse 9 du substrat. Dans ce cas, le plan de masse 9 est réalisé sur la face inférieure du substrat 3. L'antenne constituée par la fente annulaire 1 est formée dans ce plan de masse. La ligne d'alimentation formée d'une ligne microruban 6 est alors réalisée par la face supérieure du substrat, l'excitation ayant lieu comme dans le mode de réalisation précédent. Des simulations spécifiques de cette variante ont été effectuées à l'aide du logiciel HFSS de Ansoft, sur une réalisation particulière dont le dimensionnement est comme suit :

- R_{int}=6.4mm (rayon intérieur de la fente)
- R_{ext}=6.8mm (rayon extérieur de la fente)
- W_s=0.4mm (largeur de la fente, $W_s=R_{ext}-R_{int}$)
- W_{m1}=0.3mm (largeur de la ligne microruban alimentant la fente)
- I_{m1}=8.25mm (longueur de la ligne microruban alimentant la fente entre le port 1 et la transition ligne/fente)

- l_{m1}'=8.25mm (longueur de la ligne microruban alimentant la fente entre la transition ligne/fente et l'extrémité de la ligne en circuit ouvert)
- D=2mm (diamètre de la démétallisation au centre de la fente)
- L=12.4mm (longueur du monopole)
- □=30mm (diamètre du plan de masse)
- $□_{monopole}$=1mm (diamètre du fil métallique consituant le monopole)

[0026] Le substrat utilisé est du Rogers 4003, de permittivité relative $□_r$=3.38 et d'épaisseur h=0.81 mm.

[0027] Les adaptations aux deux accès ainsi que l'isolation entre les deux ports sont représentées sur la figure 8. La courbe S21 montre une bonne isolation tandis que les courbes S11 et S22 montrent une bonne adaptation à la fréquence de fonctionnement de 5,8 GHz. Les figures 9 et 10 présentent les diagrammes de rayonnement du dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques décrit ci-dessus, respectivement aux accès fente et monopole. On peut constater que l'excitation par ligne coaxiale du monopole qui a l'avantage d'éviter le croisement ente la ligne d'excitation du monopole et l'antenne fente, présente une meilleure isolation (isolation supérieure à 22 dB) que dans le cas de l'excitation par ligne micro-ruban et le diagramme du monopole n'est plus distordu. Cet avantage est obtenu aux dépens d'une complexification de la structure d'antenne. (accès fente et monopole sur des faces opposées du substrat et de type différents : ligne coaxiale et ligne microruban).

[0028] D'autres modifications peuvent être apportées telles que l'utilisation d'une hélice fonctionnant sur son mode transversal à la place du monopole, l'utilisation d'une fente double ou multiple pour élargir la bande ou pour des applications multi-bandes, l'alimentation tangentielle de la fente au lieu d'une alimentation de type Knorr, la déformation de la fente annulaire pour réduire encore plus son encombrement, la fente pouvant être aussi de forme carrée, rectangulaire ou selon d'autres polygones tout en restant dans le cadre de la définition donnée ci-dessus. De même, le monopole ou l'hélice peuvent être remplacés par des antennes de même type pouvant être placées au cente de l'antenne fente et présentant un rayonnement parallèle au substrat. La ligne d'alimentation de l'antenne de type fente peut être réalisée par une ligne en technologie microruban ou en technologie coplanaire. De plus, l'antenne de type fente peut être munie de moyens permettant son fonctionnement en polarisations croisées, tels que des encoches dans le cas d'une fente annulaire.

Revendications

1. Dispositif pour la réception et/ou l'émission d'ondes électromagnétiques à diversité de rayonnement, comportant, sur un substrat commun (3), au moins une première antenne de type fente (1), la première antenne étant couplée électromagnétiquement à une première ligne d'alimentation (6) et une seconde antenne présentant un rayonnement parallèle au substrat (2), la seconde antenne étant positionnée à l'intérieur de la courbe constituant la première antenne et étant connectée à une deuxième ligne d'alimentation (7), lesdites première et deuxième lignes d'alimentation étant connectées par l'intermédiaire d'un moyen de commutation à des moyens d'exploitation des ondes électromagnétiques, **caractérisé en ce que** la fente a la forme d'une courbe fermée de périmètre égal à k'λs où λs est la longueur d'onde dans la fente à la fréquence de fonctionnement et k' un entier.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première ligne d'alimentation (6) est réalisée en technologie microruban ou en technologie coplanaire.

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la première ligne d'alimentation (6) a une longueur entre son extrémité et le point de couplage électromagnétique égale à kλm/4 où k est un entier impair et λm la longueur d'onde guidée sous la ligne d'alimentation à la fréquence centrale de fonctionnement avec $\lambda m = \lambda 0(\sqrt{\varepsilon r_{eff}}$ où $\lambda 0$ est la longueur d'onde dans le vide et εr_{eff} la permittivité effective de la ligne.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la seconde ligne d'alimentation (7) est réalisée en technologie microruban ou par une ligne coaxiale.

5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** lorsque la ligne est réalisée en technologie microruban, une connexion est réalisée au niveau de l'antenne de type fente entre la partie extérieure et la partie intérieure de la fente.

6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la connexion est constituée par un insert (8) conducteur présentant une largeur égale à 2 à 3 fois la largeur de la ligne réalisée en technologie microruban.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, **caractérisé en ce que** la connexion est positionnée dans un plan de court-circuit électrique pour la fente.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'antenne de type fente est constituée par une fente annulaire ou une fente polygonale telle que carrée ou rectangulaire.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'antenne (2) présentant un rayonnement parallèle au substrat est constitué par un monopole ou une hélice fonctionnant en mode transversal.

10. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'**il comporte plusieurs antennes de type fente imbriquées l'une dans l'autre.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'antenne (2) présentant un rayonnement parallèle au substrat est positionnée au centre de la ou des antennes de type fente.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Empfangen und/oder zum Senden von elektromagnetischen Wellen mit Strahlungsdiversität, welche auf einem gemeinsamen Substrat (3) mindestens eine erste Schlitzantenne (1) aufweist, wobei die erste Antenne elektromagnetisch mit einer ersten Versorgungsleitung (6) gekoppelt ist, sowie eine zweite Antenne (2), aufweist die eine parallel zum Substrat (2) verlaufende Strahlung abgibt, wobei die zweite Antenne im Inneren der die erste Antenne bildenden Krümmung angeordnet ist und mit einer zweiten Versorgungsleitung (7) verbunden ist, wobei die erste und die zweite Versorgungsleitung über ein Schaltmittel mit Mitteln zur Nutzung der elektromagnetischen Wellen verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlitz die Form einer geschlossenen Krümmung aufweist, deren Umfang k'λs gleich ist, wobei λs die Wellenlänge in dem Schlitz bei der Betriebsfrequenz und k' eine ganze Zahl ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Versorgungsleitung (6) in Mikrostreifentechnologie oder in Koplanartechnologie realisiert ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Versorgungsleitung (6) eine Länge zwischen ihrem Ende und dem Punkt der elektromagnetischen Kopplung aufweist, welche gleich Kλm/4 ist, wobei k eine ungerade ganze Zahl ist und λm die Länge der unter der Versorgungsleitung bei der zentralen Betriebsfrequenz geleiteten Welle ist, wobei $\lambda m = \lambda_0/\sqrt{\varepsilon r_{eff}}$, wobei λ0 die Wellenlänge im Vakuum und εr_{eff} die effektive Permittivität der Leitung ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Versorgungsleitung (7) in Mikrostreifentechnologie oder durch eine Koaxialleitung realisiert ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn die Leitung in Mikrostreifentechnologie realisiert ist, an der Schlitzantenne eine Verbindung zwischen dem Außenteil und dem Innenteil des Schlitzes hergestellt wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung durch eine leitende Einlage (8) gebildet ist, welche eine Breite aufweist, welche zwei- bis dreimal der Breite der in Mikrostreifentechnologie realisierten Leitung entspricht.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung in einer Ebene eines elektrischen Kurzschlusses für den Schlitz angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schlitzantenne durch einen Ringschlitz oder einen mehreckigen, beispielsweise quadratischen oder rechteckigen Schlitz gebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine parallel zum Substrat verlaufende Strahlung aufweisende Antenne (2) durch einen Monopol oder eine im Transversalmodus funktionierende Wendel gebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mehrere ineinander geschachtelte Schlitzantenne aufweist, welche sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine parallel zum Substrat verlaufende Strahlung aufweisende Antenne (2) im Zentrum der Schlitzantennen angeordnet ist.

Claims

1. A device for receiving and/or transmitting electromagnetic waves with radiation diversity, comprising, on a common substrate (3), at least a first antenna of the slot type (1), the first antenna being electromagnetically coupled to a first supply line (6), and a second antenna radiating parallel to the substrate (2), the second antenna being positioned inside the curve forming the first antenna and being connected to a second supply line (7), said first and second supply lines being connected via a switching means to means for exploiting the electromagnetic waves, **characterized in that** the slot is in the form of a closed curve of perimeter equal to k'λs where λs is the wavelength in the slot at the oper-

ating frequency and k' an integer.

2. The device as claimed in claim 1, **characterized in that** the first supply line (6) is implemented in microstrip technology or in coplanar technology.

3. The device as claimed in claim 2, **characterized in that** the first supply line (6) has a length between its end and the electromagnetic coupling point equal to $k\lambda m/4$, where k is an odd integer and λm the guided wavelength on the supply line at the central operating frequency with $\lambda m = \lambda 0/\sqrt{\varepsilon r_{eff}}$, where $\lambda 0$ is the free-space wavelength and εr_{eff} the effective permittivity of the line.

4. The device as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the second supply line (7) is implemented in microstrip technology or by a coaxial line.

5. The device as claimed in claim 4, **characterized in that** when the line is implemented in microstrip technology, a connection is made at the slot antenna between the part that is external and the part that is internal to the slot.

6. The device as claimed in claim 5, **characterized in that** the connection is formed by a conducting insert (8) having a width equal to 2 to 3 times the width of the line implemented in microstrip technology.

7. The device as claimed in either one of claims 5 and 6, **characterized in that** the connection is positioned in an electrical short-circuit plane for the slot.

8. The device as claimed in any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the slot antenna is formed by an annular slot or a slot of polygonal shape such as a square or rectangle.

9. The device as claimed in any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the antenna (2) radiating parallel to the substrate is formed by a monopole or a helix operating in transverse mode.

10. The device as claimed in claim 8, **characterized in that** it comprises several slot antennas interlocking one with another.

11. The device as claimed in any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the antenna (2) radiating parallel to the substrate is positioned at the center of the slot antenna or antennas.

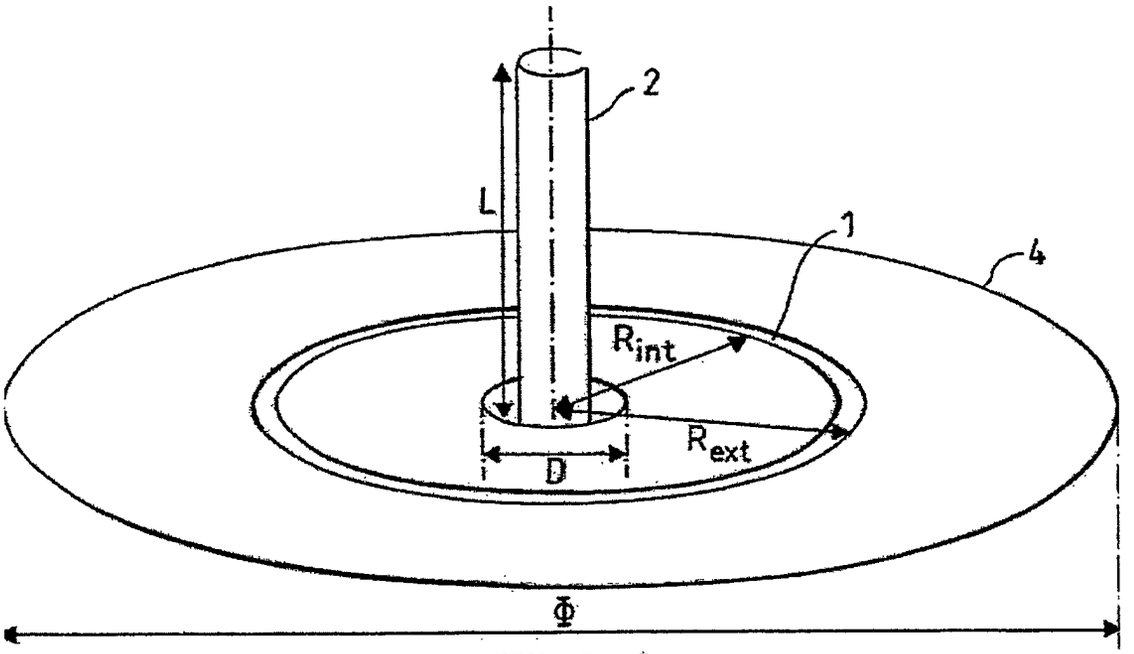


FIG.1

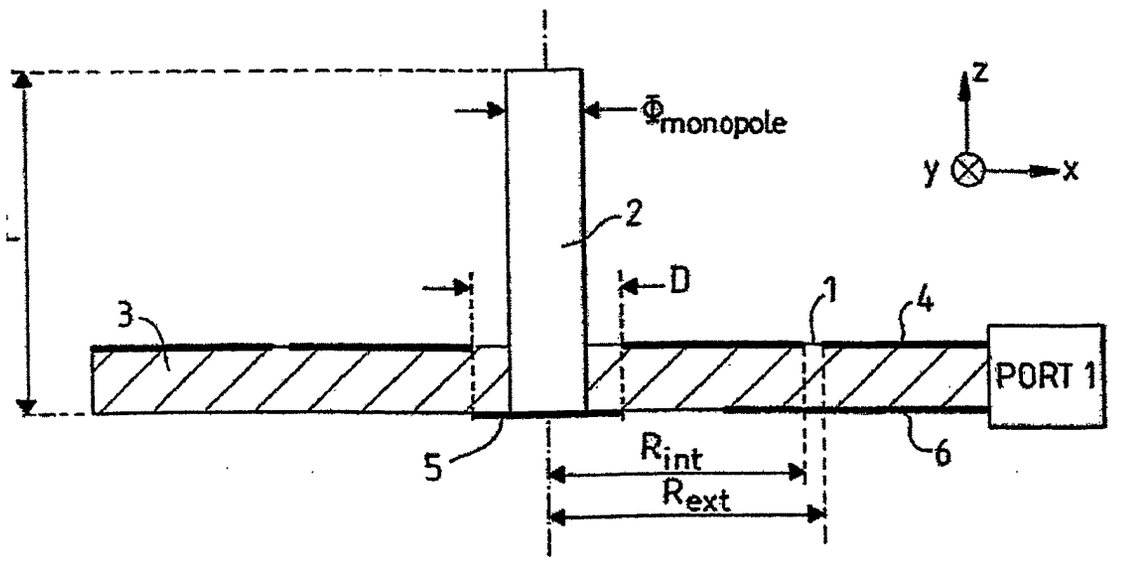


FIG.2

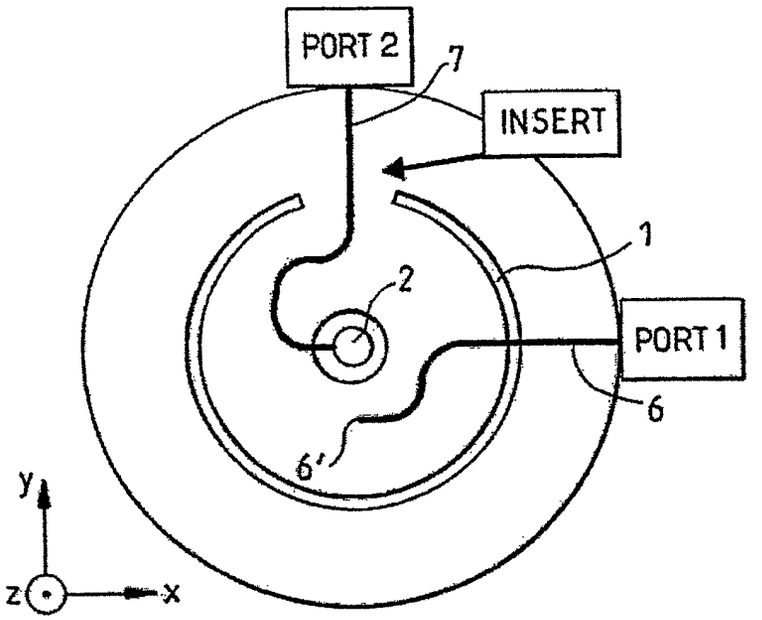

PORT 2
7
INSERT
1
2
PORT 1
6
6'
y
z
x

FIG.3

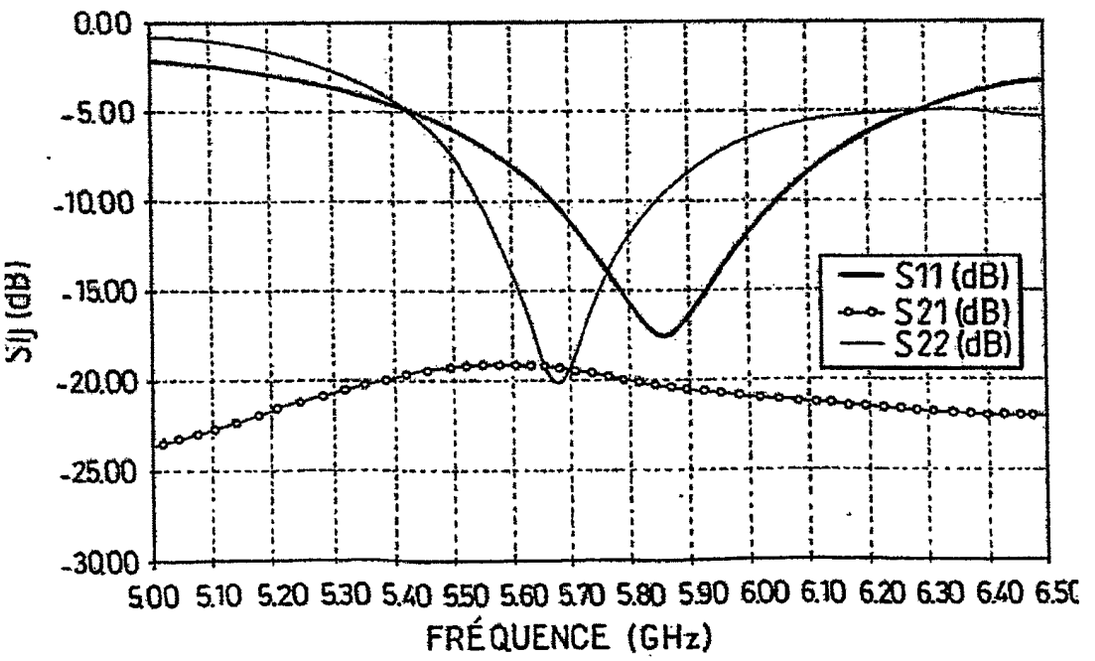

0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
|Sij| (dB)
S11 (dB)
S21 (dB)
S22 (dB)
5.00 5.10 5.20 5.30 5.40 5.50 5.60 5.70 5.80 5.90 6.00 6.10 6.20 6.30 6.40 6.5(
FRÉQUENCE (GHz)

FIG.6

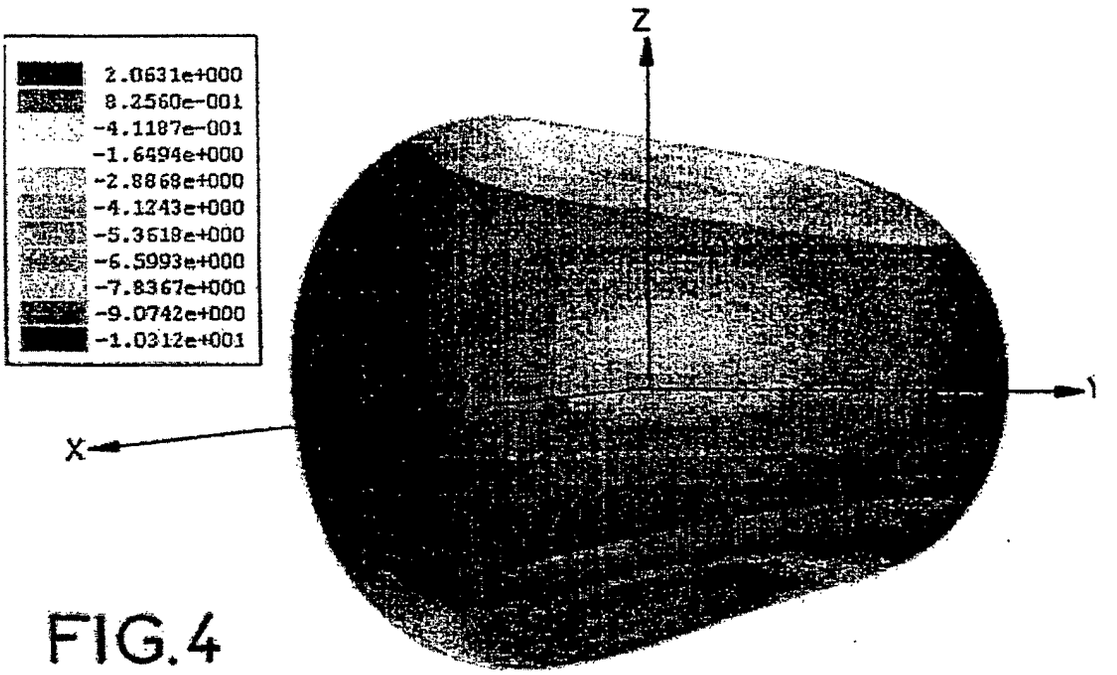

2.0631e+000
8.2560e-001
-4.1187e-001
-1.6494e+000
-2.8868e+000
-4.1243e+000
-5.3618e+000
-6.5993e+000
-7.8367e+000
-9.0742e+000
-1.0312e+001
Z
X
Y

FIG.4

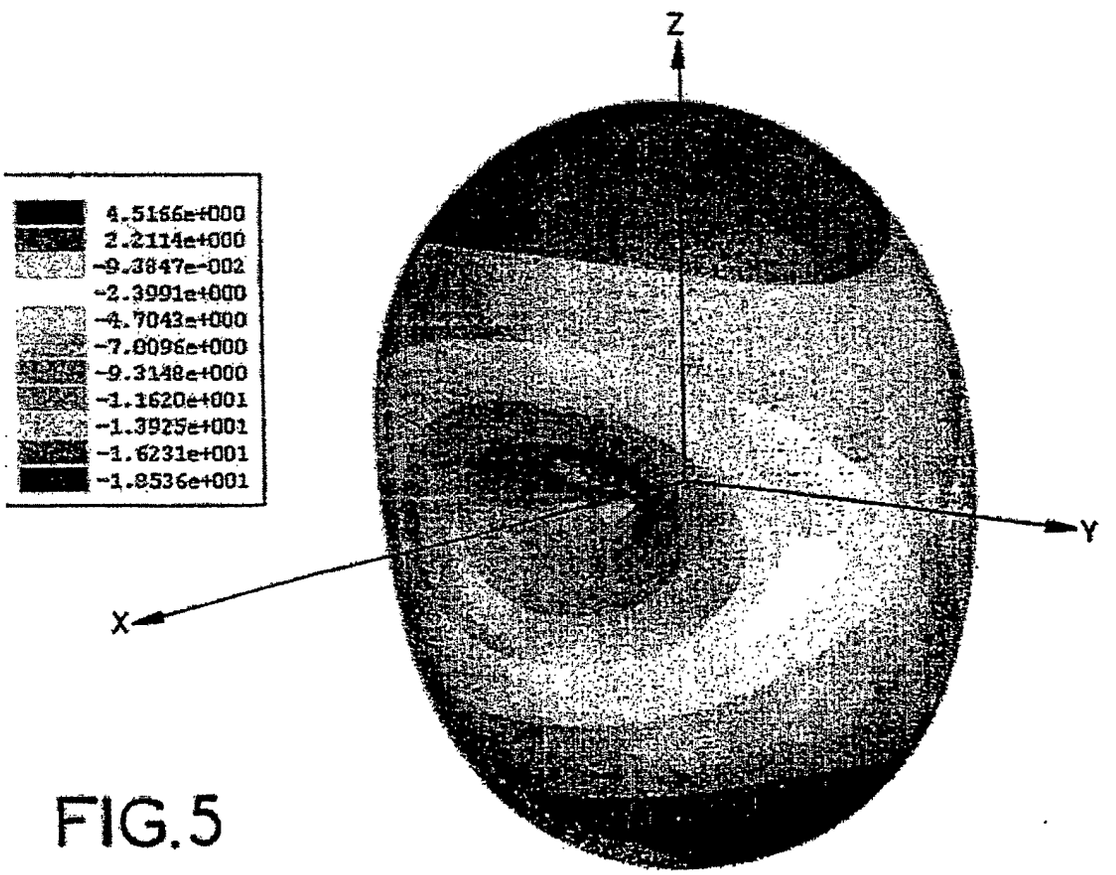

4.5166e+000
2.2114e+000
-9.3847e-002
-2.3991e+000
-4.7043e+000
-7.0096e+000
-9.3148e+000
-1.1620e+001
-1.3925e+001
-1.6231e+001
-1.8536e+001
Z
X
Y

FIG.5

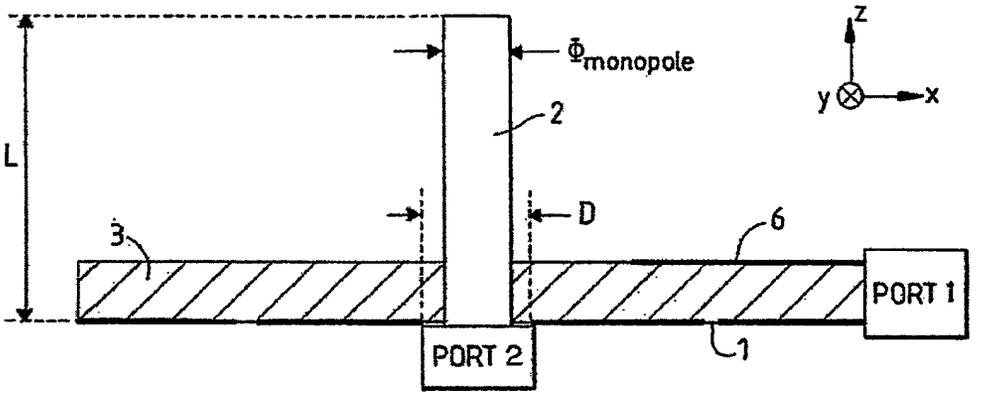

Φmonopole
z
y
x
L
2
D
3
6
PORT 1
PORT 2
1

FIG.7

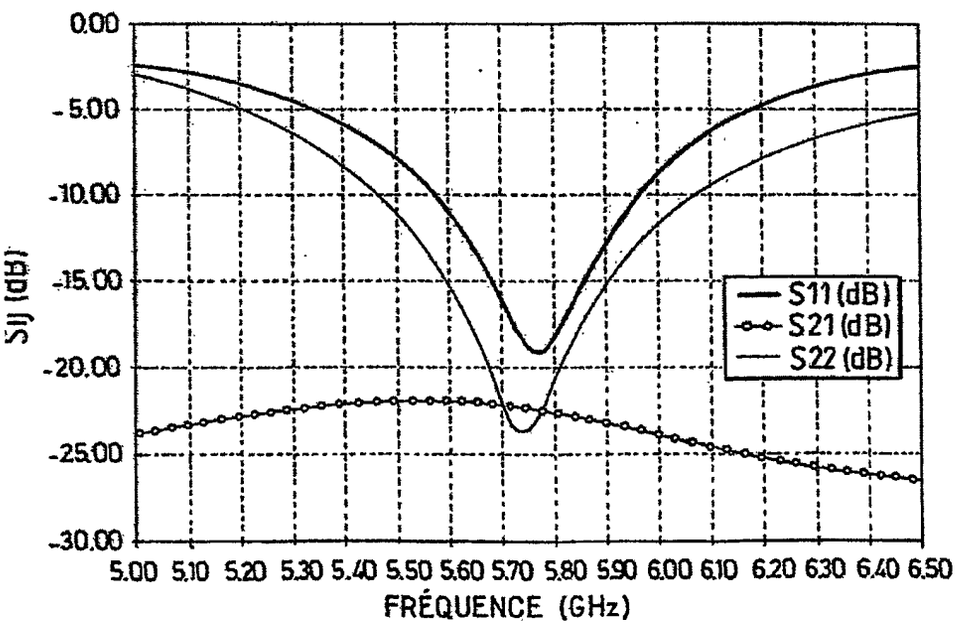

0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
Sij (dB)
5.00 5.10 5.20 5.30 5.40 5.50 5.60 5.70 5.80 5.90 6.00 6.10 6.20 6.30 6.40 6.50
FRÉQUENCE (GHz)
S11 (dB)
S21 (dB)
S22 (dB)

FIG.8

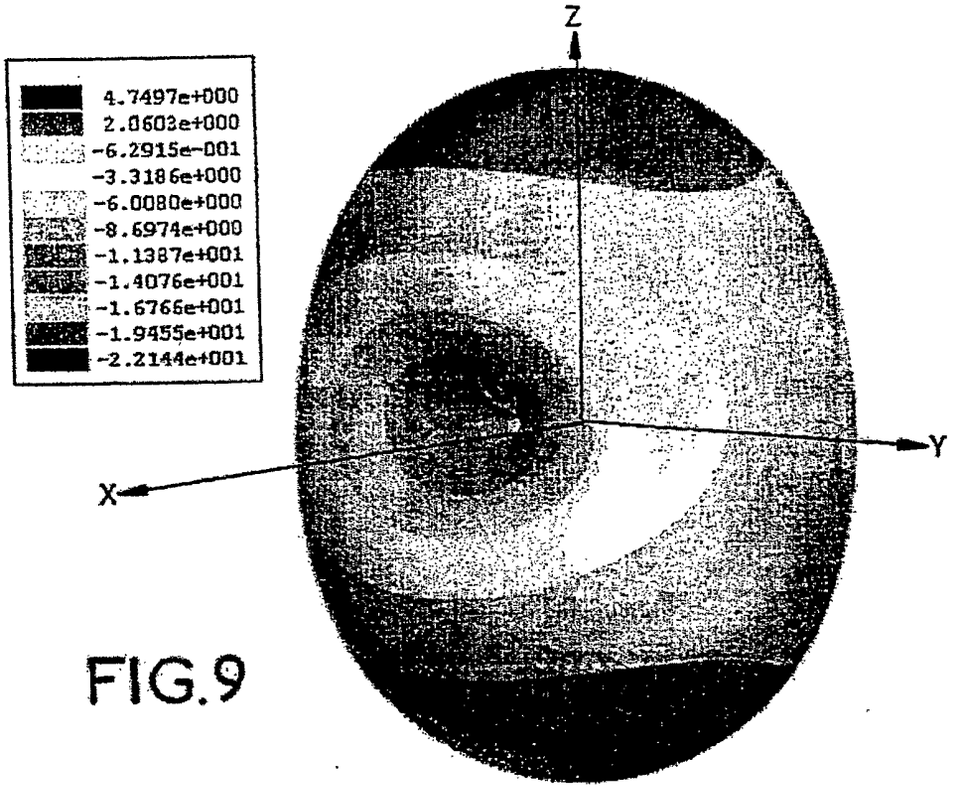

4.7497e+000
2.0603e+000
-6.2915e-001
-3.3186e+000
-6.0080e+000
-8.6974e+000
-1.1387e+001
-1.4076e+001
-1.6766e+001
-1.9455e+001
-2.2144e+001
Z
Y
X

FIG.9

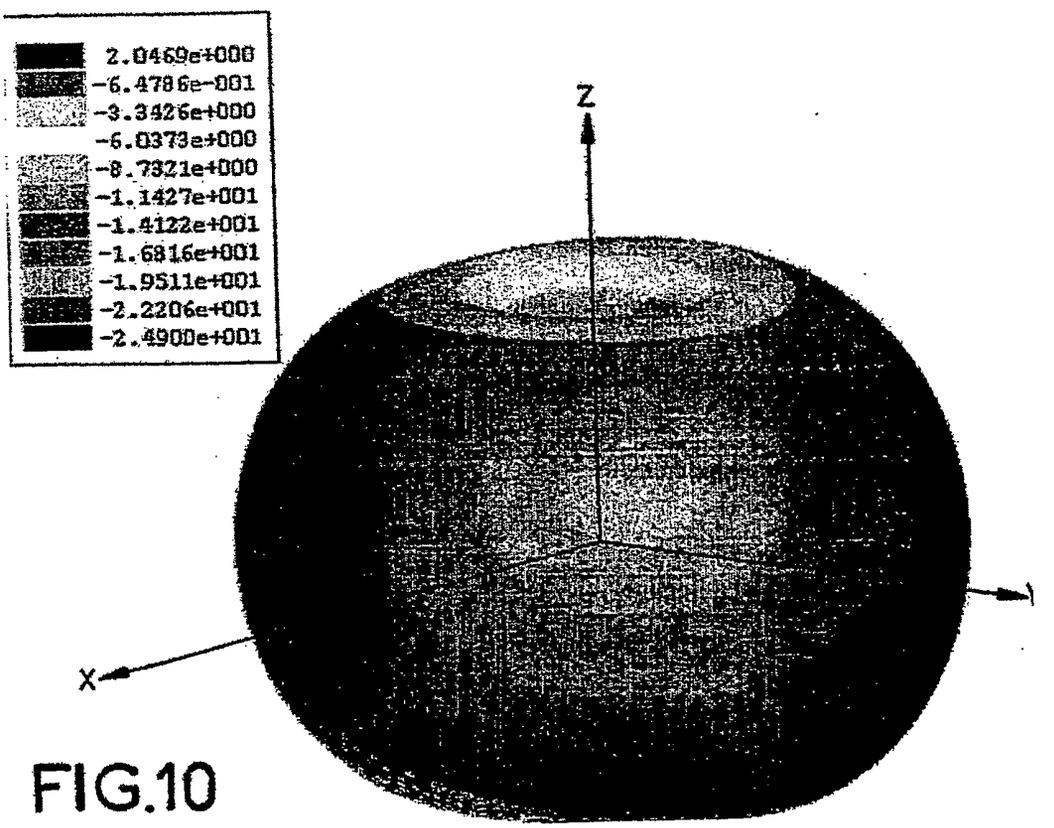

2.0469e+000
-6.4786e-001
-3.3426e+000
-6.0373e+000
-8.7321e+000
-1.1427e+001
-1.4122e+001
-1.6816e+001
-1.9511e+001
-2.2206e+001
-2.4900e+001
Z
X

FIG.10