

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 23.02.01.

③⑦ Priorité : 25.02.00 JP 00049281.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.09.01 Bulletin 01/38.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : MURATA MANUFACTURING CO LTD
— JP.

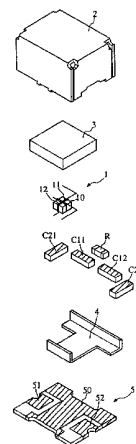
⑦② Inventeur(s) : OKADA TAKEKAZU, SHINMURA
SATORU et MAKINO TOSHIHIRO.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤④ DISPOSITIF A CIRCUIT NON RECIPROQUE ET APPAREIL A CIRCUIT HAUTE FREQUENCE
L'INCORPORANT.

⑤⑦ Un dispositif à circuit non réciproque comporte une première électrode centrale (11) et une deuxième électrode centrale (12) se croisant l'une l'autre et ayant chacune une extrémité connectée à la masse électrique, un corps ferrimagnétique (1) placé au voisinage des première et deuxième électrodes centrales, un aimant (3) appliquant un champ magnétostatique au corps ferrimagnétique, des condensateurs série (C21, C22) connecté en série respectivement entre l'autre extrémité de la première électrode et une borne d'entrée et entre l'autre extrémité de la deuxième électrode et une borne de sortie, et des condensateurs parallèles (C11, C12) connectés en parallèle respectivement entre l'autre extrémité de la première électrode et la masse électrique et entre l'autre extrémité de la deuxième électrode et la masse électrique.



La présente invention concerne un dispositif à circuit non réciproque, tel qu'un isolateur, utilisé dans une bande hyperfréquence, ou analogue, et concerne un appareil à circuit haute fréquence, tel qu'un appareil de télécommunications, incorporant celui-ci.

5 Les dispositifs à circuit non réciproque utilisés dans une bande hyperfréquence, ou analogue, sont décrits dans (1) le brevet des E.U.A. n° 4 016 510, (2) la publication de demande de brevet non examiné japonais n° 52-134 349, (3) la publication de demande de brevet non examiné japonais n° 58-3 402, (4) la publication de demande de brevet non examiné japonais n° 9-232 818, et (5) la
10 publication de demande de brevet non examiné japonais n° 8-8 612.

Le dispositif à circuit non réciproque ci-dessus mentionné est un composant dans lequel une plaque de ferrite est dotée d'électrodes centrales se croisant sous un angle prédéterminé, un champ magnétique statique étant ensuite appliqué à la plaque de ferrite. Par le fait qu'il est fait usage d'une caractéristique
15 ferrimagnétique pour la plaque de ferrite, le plan de polarisation du champ magnétique haute fréquence provoqué par les électrodes centrales tourne selon la loi de Faraday. Ceci donne une caractéristique non réciproque.

Dans le dispositif à circuit non réciproque tel que celui présenté dans le document (5) ci-dessus mentionné, qui utilise une première, une deuxième et
20 une troisième électrode centrale, l'impédance d'adaptation de la troisième électrode centrale possède une composante réactive. Puisque l'impédance dépend de la fréquence, la gamme de fréquence dans laquelle on peut obtenir une caractéristique non réciproque préférable est étroite. Ainsi, lorsqu'on utilise le composant comme isolateur, la caractéristique d'isolation présente inévitablement
25 une bande étroite.

Le dispositif à circuit non réciproque qui utilise deux électrodes centrales offre les avantages liés à la miniaturisation et à l'obtention d'une bande plus large. Une plus grande miniaturisation du dispositif à circuit non réciproque tel que l'isolateur utilisé dans un appareil de télécommunications a également été
30 demandé du fait des exigences récentes de miniaturisation des appareils de télécommunications destinés à fonctionner dans les systèmes de télécommunications sans fil.

Toutefois, lorsqu'on miniaturise grandement la taille d'une plaque de ferrite, jusqu'à obtenir par exemple 0,5 mm x 0,5 mm x 0,3 mm, tout en
35 maintenant la structure classique pour le composant non réciproque, comme décrit ci-dessus, puisque la longueur de l'électrode centrale est raccourcie, sa

composante d'inductance diminue. Lorsque le dispositif à circuit non réciproque fonctionne à une fréquence prédéterminée, on ne peut pas obtenir d'adaptation d'impédance. Par conséquent, on rencontre un problème d'augmentation de la perte d'insertion (notée IL).

5 Le schéma de circuit de l'isolateur classique est tel que représenté sur la figure 8. Lorsque les inductances des électrodes centrales L1 et L2 assurent l'adaptation d'impédance vis-à-vis des capacités de condensateurs parallèles C1 et C2, le lieu géométrique associé à l'impédance obéit à une relation telle que représentée sur la figure 9. Ainsi, lorsque l'impédance de l'électrode centrale
10 présente une valeur prédéterminée, cette impédance de l'électrode centrale doit se trouver sur le cercle de susceptance pour que la connexion aux condensateurs parallèles assure l'adaptation sur l'impédance normalisée (50Ω).

Toutefois, lorsqu'on souhaite que la taille de l'isolateur soit d'environ $3,5 \text{ mm} \times 3,5 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$, ou moins, la taille de la plaque de ferrite est alors de
15 $1,0 \text{ mm} \times 1,0 \text{ mm} \times 0,3 \text{ mm}$, ou moins, dans le cas où il s'agit d'un parallélépipède rectangle. Dans un cas tel que celui de l'isolateur classique, dans lequel l'électrode centrale n'est prévue que sur le côté de la surface principale de la plaque de ferrite, l'inductance de l'électrode centrale diminue. Par conséquent, puisque la réactance est petite à la fréquence de fonctionnement, il faut augmenter les capacités des
20 condensateurs parallèles d'adaptation. Toutefois, de ce fait, il se pose un problème, en ce que la largeur de la bande de fréquence de fonctionnement se rétrécit.

De plus, lorsqu'on utilise un condensateur à une seule plaque au titre des condensateurs parallèles d'adaptation ci-dessus mentionnés, sa taille
25 augmente, ce qui ne permet pas de réaliser un isolateur ayant la taille voulue. Par exemple, lorsqu'on souhaite réaliser un isolateur doté de dimensions externes de $3,5 \text{ mm} \times 3,5 \text{ mm}$ qui possède une bande de 800 MHz, il faut que la capacité du condensateur parallèle soit de 6 pF pour une inductance de l'électrode centrale valant 6,6 nH. Même si on utilise une plaque de céramique à constante
30 diélectrique élevée, qui présente une constante diélectrique relative valant par exemple 110, pour former des condensateurs parallèles d'adaptation ayant une épaisseur faible pouvant atteindre 0,17 mm, les dimensions du condensateur augmentent pour atteindre des valeurs aussi élevées qu'environ $1,0 \text{ mm} \times 1,05 \text{ mm}$, ce qui signifie que le condensateur ne peut pas être contenu
35 dans l'isolateur ayant la taille voulue.

Une miniaturisation globale réduit la taille de l'électrode centrale, ce qui a pour effet de faire diminuer l'inductance de l'électrode centrale. Lorsque l'inductance est trop petite pour se trouver sur le cercle de susceptance qui passe par l'impédance normalisée (50Ω), on ne peut pas obtenir une adaptation
5 d'impédance indépendamment d'une augmentation de capacité des condensateurs parallèles. Ceci a pour effet d'augmenter les impédances d'entrée et de sortie et d'augmenter la perte d'insertion.

Cette invention a pour but de produire un dispositif à circuit non réciproque de petite taille qui présente une caractéristique non réciproque sur une
10 bande large et qui possède une petite perte d'insertion et de produire un appareil à circuit haute fréquence, comme un appareil de télécommunications, utilisant ce dispositif à circuit non réciproque.

Dans ce but, selon un premier aspect de l'invention, il est proposé un dispositif à circuit non réciproque comportant une première électrode centrale et
15 une deuxième électrode centrale se croisant l'une l'autre et ayant chacune une extrémité connectée à la masse électrique, un corps ferrimagnétique disposé dans le voisinage de la première électrode centrale et de la deuxième électrode centrale, un aimant appliquant un champ magnétostatique au corps ferrimagnétique, un condensateur série connecté en série entre l'autre extrémité de la première
20 électrode centrale et une borne d'entrée et un condensateur série connecté en série entre l'autre extrémité de la deuxième électrode centrale et une borne de sortie, ainsi qu'un condensateur parallèle connecté en parallèle entre l'autre extrémité de la première électrode centrale et la masse électrique et un condensateur parallèle connecté en parallèle entre l'autre extrémité de la deuxième électrode centrale et la
25 masse électrique.

Puisque l'utilisation de condensateurs série et de condensateurs parallèles permet que l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie soient adaptées positivement, on peut réduire l'augmentation de la perte d'insertion, de sorte qu'on obtient la miniaturisation et une bande élargie.

30 Dans le dispositif à circuit non réciproque, la première électrode centrale et la deuxième électrode centrale peuvent être enroulées autour du corps ferrimagnétique.

Ceci permet d'obtenir une valeur suffisante pour l'inductance des première et deuxième électrodes centrales même lorsqu'on utilise un petit corps
35 ferrimagnétique. Ainsi, on peut obtenir une miniaturisation globale.

Dans le dispositif à circuit non réciproque, l'angle d'intersection de la première électrode centrale avec la deuxième électrode centrale peut être un angle prédéterminé compris dans l'intervalle de 80° à 100°.

5 Ceci permet d'obtenir une faible perte d'insertion et une caractéristique non réciproque élevée.

Dans le dispositif à circuit non réciproque, le corps ferrimagnétique peut être une plaque polygonale.

10 Ceci permet de gagner en longueur sur la distance de couplage magnétique entre les première et deuxième électrodes centrales par rapport au corps ferrimagnétique des première et deuxième électrodes centrales. De plus, dans le cas où les première et deuxième électrodes centrales sont enroulées autour du corps ferrimagnétique, ceci facilite l'enroulement. En outre, même si le corps ferrimagnétique est petit, on peut obtenir une faible perte d'insertion et une caractéristique non réciproque élevée.

15 Dans le dispositif à circuit non réciproque, l'aimant peut être un parallélépipède rectangle.

Ceci permet d'augmenter plus encore l'intensité du champ magnéto-statique appliqué au corps ferrimagnétique, dans le volume limité du dispositif à circuit non réciproque ayant une forme globale en parallélépipède rectangle. Par
20 conséquent, on peut obtenir une faible perte d'insertion et une caractéristique non réciproque élevée. En outre, puisqu'on peut réaliser le dispositif à circuit non réciproque par découpage dans un matériau magnétique en forme de plaque ou de parallélépipède rectangle, la fabrication en est facilitée.

25 Selon une autre possibilité, dans le dispositif à circuit non réciproque, la première électrode centrale, la deuxième électrode centrale, le corps ferrimagnétique et l'aimant sont placés entre une carcasse supérieure et une carcasse inférieure, la carcasse supérieure et la carcasse inférieure étant connectées à la masse électrique.

30 Puisque les première et deuxième électrodes centrales et les condensateurs sont connectés à la masse électrique ainsi que les carcasses à blinder, on peut empêcher l'apparition de signaux parasites.

Selon un deuxième aspect de l'invention, un appareil à circuit haute fréquence comporte l'un des dispositifs à circuit non réciproque décrits ci-dessus.

35 Ceci permet d'obtenir un appareil de télécommunications qui possède une faible perte d'insertion et une bonne stabilité de ses caractéristiques.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

- 5 - la figure 1 est un schéma de circuit d'un isolateur selon un premier mode de réalisation ;
- la figure 2 est une vue en perspective éclatée de l'isolateur ;
- la figure 3 est une vue en perspective de l'isolateur après assemblage des composants principaux de l'isolateur ;
- 10 - les figures 4A et 4B sont des schémas de circuit illustrant le principe de fonctionnement de l'isolateur ;
- les figures 5A et 5B sont des schémas montrant des exemples d'adaptation d'impédance de l'isolateur ;
- les figures 6A et 6B sont des schémas montrant des exemples de caractéristiques de fréquence de l'isolateur ;
- 15 - les figures 7A et 7B sont des schémas fonctionnels montrant les composants principaux d'un appareil à circuit haute fréquence selon un deuxième mode de réalisation ;
- la figure 8 est un schéma de circuit montrant un isolateur classique ;
- la figure 9 est un diagramme montrant un exemple d'adaptation d'impédance pour l'isolateur classique ; et
- 20 - les figures 10A et 10B sont des diagrammes montrant des exemples de caractéristiques de fréquence dans l'état de non-adaptation d'impédance pour l'isolateur ayant la structure classique.

On va maintenant décrire, en se reportant aux figures 1 à 3, la structure d'un isolateur selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 est un schéma de circuit de l'isolateur. Ici, il est utilisé une plaque de ferrite 10 ayant la forme d'un parallélépipède rectangle. Une première électrode centrale et une deuxième électrode centrale 12, qui comportent chacune un fil de cuivre revêtu d'un isolant, sont enroulées autour de la plaque de ferrite 10 de manière à se croiser l'un l'autre sous un angle prédéterminé. Une extrémité de chacune des première et deuxième électrodes centrales 11 et 12 est connectée à la masse électrique. Des condensateurs série C21 et C22 sont connectés en série entre l'autre extrémité de la première électrode centrale 11 et une borne d'entrée et entre l'autre extrémité de la deuxième électrode centrale 12 et une borne de sortie, respectivement. Des condensateurs parallèles C11 et C12 sont connectés en parallèle entre l'autre extrémité de la première électrode centrale 11 et la masse

électrique et entre l'autre extrémité de la deuxième électrode centrale 12 et la masse électrique, respectivement. De plus, une résistance R est connectée entre les autres extrémités de la première électrode centrale 11 et de la deuxième électrode centrale 12. Bien que ceci ne soit pas représenté sur cette figure, un aimant est
5 prévu pour appliquer un champ magnétostatique à la plaque de ferrite 10 suivant la direction de l'épaisseur (la direction parallèle aux plans des boucles que définissent la première électrode centrale 11 et la deuxième électrode centrale 12).

La figure 2 est une vue en perspective éclatée de l'isolateur constituant le circuit ci-dessus présenté. Ici, un corps, constituant un ensemble, de ferrite 1 est
10 formé par le fait que la première électrode centrale 11 et la deuxième électrode centrale 12, qui comprennent des fils de cuivre revêtus d'un isolant, sont chacune enroulées autour de la plaque de ferrite 10, le nombre de tours de l'enroulement étant égal à 1,5. Un aimant 3 applique le champ magnétostatique à la plaque de ferrite 10. Une carcasse supérieure 2 et une carcasse inférieure 4 constituent une
15 partie du circuit magnétique. Un substrat 5 possède une électrode de mise à la masse électrique 50, une électrode constituant une borne d'entrée 51 et une électrode constituant une borne de sortie 52, qui sont formées sur sa surface supérieure. Certaines de ces électrodes se prolongent sur les faces terminales du substrat 5 jusqu'à une partie de sa face inférieure. Celles-ci sont utilisées au titre
20 d'électrodes constituant des bornes lorsque cet isolateur est monté en surface sur la carte de circuit d'un appareil électronique. C11, C12, C21, C22 et R sont des composants de puce qui constituent les condensateurs et la résistance des composants individuels représentés sur la figure 1. Parmi ceux-ci, C11, C12 et R sont montés sur la carcasse inférieure 4, tandis que C21 et C22 sont montés sur la
25 face supérieure du substrat 5.

La figure 3 est une vue en perspective montrant l'état dans lequel chaque composant présenté sur la figure 2 a été assemblé, la carcasse supérieure 2 et l'aimant 3 ayant toutefois été retirés de l'ensemble. Comme représenté sur la figure, la carcasse inférieure 4 est reliée à l'électrode de mise à la masse électrique
30 50 qui est formée sur la face supérieure du substrat 5 par le moyen d'un soudage ou un autre moyen, tandis que les condensateurs C11 et C12 et le corps constituant un ensemble de ferrite 1 sont reliés à la face supérieure de la carcasse inférieure 4 par le moyen d'un soudage ou un moyen analogue. Les condensateurs C11 et C12 sont des condensateurs de puce obtenus par mise en place d'électrodes
35 sur leurs faces supérieures et inférieures. Les électrodes se trouvant sur les faces inférieures sont soudées à la face supérieure de la carcasse inférieure 4. Une

extrémité de chacune des électrodes centrales 11 et 12 du corps constituant un ensemble de ferrite 1 est électriquement connectée à la face supérieure de la carcasse inférieure 4 par le moyen d'un soudage. De plus, les autres extrémités des électrodes centrales 11 et 12 sont soudées aux électrodes correspondantes des faces supérieures des condensateurs C11 et C12. En outre, les électrodes des deux extrémités de la résistance R sont soudées aux électrodes correspondantes des faces supérieures des condensateurs C11 et C12. Puisque les parties des électrodes centrales 11 et 12 qui sont enroulées autour de la plaque de ferrite 10 sont revêtues d'un isolant, l'isolation électrique entre les électrodes centrales et entre les électrodes centrales et la carcasse inférieure 4 est établie dans chaque cas.

Des électrodes sont prévues sur les faces supérieures et inférieures des condensateurs C21 et C22. Les électrodes se trouvant sur les faces supérieures sont soudées à l'électrode constituant une borne d'entrée 51 correspondante et à l'électrode constituant une borne de sortie 52 du substrat 5. Les électrodes se trouvant sur les faces supérieures de C21 et C22 sont soudées, via des fils métalliques w, aux électrodes correspondantes se trouvant sur les faces supérieures de C11 et C12.

L'aimant 3 représenté sur la figure 2 est attaché à la face formant plafond de la carcasse supérieure : la carcasse supérieure 2 à laquelle l'aimant 3 est attaché couvre la carcasse inférieure 4, ce qui forme un circuit magnétique fermé.

Les dimensions de la plaque de ferrite 10 représentée sur les figures 1 et 2 sont de 0,5 mm x 0,5 mm x 0,3 mm. L'épaisseur du substrat 5 est de 0,1 mm, l'épaisseur de la carcasse inférieure 4 est de 0,15 mm, l'épaisseur de la carcasse supérieure 2 est de 0,15 mm, et les diamètres des électrodes centrales 11 et 12 sont de 0,05 mm.

Dans un appareil de télécommunications utilisé dans un système de télécommunications mobiles, comme par exemple un téléphone du type dit portable, le marché demande que la dimension en hauteur de l'isolateur soit ramenée à 1,5 mm, ou moins, de façon à réduire notablement l'aire occupée (volume) de l'isolateur dans l'appareil. Par conséquent, la dimension en hauteur est maintenue à 1,5 mm, ou moins, grâce à la structure ci-dessus présentée et aux dimensions de chacun des composants. Dans le cas où on maintient les dimensions de chacun des composants autres que la plaque de ferrite ci-dessus mentionnée et qu'on rend plus épaisse la plaque de ferrite 10, on peut maintenir la hauteur totale de l'isolateur à 1,5 mm aussi longtemps que l'épaisseur de la plaque

de ferrite reste en deçà de 1 mm. Par conséquent, pour augmenter les dimensions de la plaque de ferrite dans la plus grande mesure possible eu égard au volume limité, la plaque de ferrite doit être un parallélépipède rectangle dans lequel la dimension de chaque côté est de 1 mm, ou moins.

5 Les figures 4A et 4B sont des schémas de circuit illustrant le principe de fonctionnement de l'isolateur ci-dessus présenté.

Sur les figures 4A et 4B, des flèches indiquent les directions du champ magnétique haute fréquence, se formant sous l'influence des électrodes centrales 11 et 12. Si l'on considère la transmission d'un signal vers l'avant, puisque les
10 phases et les amplitudes existant aux deux extrémités de la résistance R sont égales, comme représenté sur la figure 4A, aucun courant ne circule dans la résistance R, ce qui permet que le signal d'entrée venant de la borne d'entrée soit délivré simplement par la borne de sortie.

Si l'on considère la réflexion d'un signal inverse, comme représenté
15 sur la figure 4B, la direction du champ magnétique haute fréquence passant dans la plaque de ferrite 10 est opposée à celle correspondant au cas de la figure 4A. Après cela, un signal de phase opposée est produit entre les deux extrémités de la résistance R et sa puissance est dissipée dans la résistance R. Par conséquent, d'un point de vue idéal, aucun signal n'est délivré par la borne d'entrée. Lorsqu'on retire
20 du circuit la résistance R ci-dessus mentionné, le circuit se comporte comme un girateur.

De fait, lorsque le signal est transmis dans la direction avant et lorsque le signal arrive dans la direction inverse, il y a produit un changement dans la différence de phase entre les deux extrémités de la résistance, qui est fonction de
25 l'angle d'intersection des électrodes centrales 11 et 12 et de l'angle de rotation du plan de polarisation relatif à la rotation de Faraday. Par conséquent, on fixe l'intensité du champ magnétique externe et l'angle d'intersection des électrodes centrales 11 et 12 de façon à pouvoir obtenir une perte d'insertion faible et une caractéristique non réciproque élevée (une caractéristique d'isolation). L'intensité
30 du champ magnétique appliqué à la plaque de ferrite est normalement comprise dans l'intervalle de 0,09 à 0,17 T et l'angle de rotation du plan de polarisation dû à la rotation de Faraday est normalement compris dans l'intervalle de 90° à 100°. Par conséquent, lorsque l'angle d'intersection des électrodes centrales 11 et 12 est compris dans l'intervalle de 80° à 100°, on peut obtenir une perte d'insertion faible
35 et une caractéristique non réciproque élevée (la caractéristique d'isolation).

L'adaptation des impédances d'entrée et de sortie et de l'impédance de l'isolateur est une condition préalable pour l'action ci-dessus mentionnée. Toutefois, lorsqu'on miniaturise beaucoup la plaque de ferrite, pour arriver par exemple à 0,5 mm x 0,5 mm x 0,3 mm tout en maintenant la structure classique, la longueur de l'électrode centrale est raccourcie ce qui, comme décrit ci-dessus, diminue la composante d'inductance de l'électrode centrale. Par conséquent, l'adaptation d'impédance ne peut pas être obtenue lorsqu'on fonctionne à une fréquence voulue.

Par conséquent, comme représenté sur les figures 1 et 2, on enroule les électrodes centrales 11 et 12 autour de la plaque de ferrite 10. Ceci augmente beaucoup l'inductance de l'électrode centrale, même dans le cas d'une petite plaque de ferrite, et permet d'obtenir une bande de fréquence de fonctionnement élargie. Toutefois, du fait de la grande augmentation de l'inductance due à l'enroulement des électrodes centrales, le fait de simplement utiliser les condensateurs parallèles d'adaptation amène parfois l'impédance à être supérieure à l'impédance normalisée (50Ω), ce qui entraîne un défaut d'adaptation. Par conséquent, comme représenté sur les figures 1 et 2, on connecte les condensateurs série en série avec les bornes d'entrée et de sortie.

Les figures 5A et 5B sont des diagrammes montrant des exemples d'adaptation d'impédance entre les condensateurs parallèles et les condensateurs série. La figure 5A représente l'exemple d'un cas dans lequel l'impédance de l'électrode centrale est relativement faible, tandis que la figure 5B représente l'exemple d'un cas dans lequel l'inductance de la fréquence centrale est relativement élevée. Dans l'un et l'autre cas, l'impédance combinée se déplace sur le cercle de susceptance du fait de la connexion du condensateur parallèle, après quoi l'impédance combinée se déplace le long du cercle d'impédance du fait de la connexion du condensateur série, de sorte qu'on ajuste les valeurs du condensateur parallèle et du condensateur série de façon que l'impédance combinée assure finalement l'adaptation sur l'impédance normalisée (50Ω).

Par conséquent, dans un isolateur à deux ports d'accès faisant usage du girateur qui possède deux électrodes centrales, on rencontre le cas dans lequel on fait varier fréquemment l'intensité du champ magnétique appliqué à la plaque de ferrite afin d'optimiser l'angle de rotation de phase du girateur. Ceci modifie la perméabilité magnétique de la ferrite, ce qui a également pour effet de faire varier l'inductance des électrodes centrales. Même dans ce cas, on peut facilement obtenir l'adaptation d'impédance sans modifier la forme et d'autres éléments de

l'électrode centrale, mais en modifiant les capacités du condensateur parallèle et du condensateur série. Par conséquent, ceci facilite la conception ou le réglage permettant l'optimisation ci-dessus mentionnée.

Dans le circuit d'adaptation de l'impédance comportant deux sortes de condensateurs qui sont les condensateurs parallèles et les condensateurs série, si l'on compare au cas dans lequel le circuit d'adaptation d'impédance n'utilise qu'une seule sorte de condensateur, à savoir le condensateur parallèle, on peut fortement réduire la capacité des condensateurs et, lorsqu'on utilise un condensateur à une seule plaque, on peut réduire sa taille. Par exemple, lorsque l'inductance des électrodes centrales enroulées autour de la plaque de ferrite est de 19,8 nH, la capacité des condensateurs parallèles est de 0,5 à 1,5 pF, tandis que la capacité des condensateurs série est de 0,5 à 2,2 pF. Les dimensions du condensateur correspondent à une épaisseur de 0,17 mm, une largeur de 0,45 mm, une longueur de 0,85 mm, ou moins, lorsqu'on utilise un matériau diélectrique ayant une constante diélectrique relative de 110. Par conséquent, on peut obtenir un isolateur ayant des dimensions de 3,5 mm x 3,5 mm, ou moins, lorsqu'on utilise une plaque de ferrite ayant des dimensions de 1 mm x 1 mm, ou moins.

On peut réaliser les condensateurs série ou les condensateurs parallèles ci-dessus mentionnés en utilisant un condensateur de puce qui possède une structure stratifiée qu'on obtient en stratifiant, en alternance, des couches d'électrodes et des couches diélectriques. Dans ce cas, puisque le condensateur de puce est plus encore miniaturisé, même lorsque les électrodes centrales sont enroulées autour d'un corps ferrimagnétique et que l'inductance de l'électrode centrale est augmentée de façon excessive, on peut facilement réaliser l'adaptation d'impédance en donnant une plus grande valeur à la capacité des condensateurs série ou des condensateurs parallèles, ce qui facilite mieux encore la miniaturisation du dispositif à circuit non réciproque dans son ensemble.

Les figures 6A et 6B sont des diagrammes illustrant les caractéristiques de fréquence de la perte d'insertion et de l'impédance d'entrée de l'isolateur ci-dessus mentionné, où la fréquence centrale est prévue valoir 2,52 GHz. La figure 6A montre les pertes d'une caractéristique de transmission S21 et d'une caractéristique de réflexion S12 lorsque la fréquence de 2,02 GHz à 3,02 GHz. La figure 6B montre le lieu de l'impédance d'entrée en fonction de la variation de la fréquence. Ainsi, puisque les impédances d'entrée et de sortie sont adaptées sur l'impédance normalisée (50 Ω), il est obtenu une caractéristique de faible perte d'insertion.

Dans l'isolateur classique qui est formé de manière qu'on obtienne l'adaptateur en n'utilisant que des condensateurs parallèles, lorsque l'inductance augmente de façon excessive du fait de la manière dont les électrodes centrales sont enroulées autour de la plaque de ferrite, puisque l'impédance d'entrée élevée
5 conduit à un défaut d'adaptation, comme ci-dessus décrit, la perte d'insertion se détériore.

Les figures 10A et 10B sont des diagrammes illustrant les caractéristiques de fréquence de la perte d'insertion et de l'impédance d'entrée pour l'isolateur mentionné ci-dessus. De la même manière que sur les figures 6A et 6B,
10 on prévoit, comme fréquence centrale, une fréquence de 2,52 GHz. La figure 10A représente les pertes de la caractéristique de transmission S_{21} et de la caractéristique de réflexion S_{12} lorsque la fréquence varie de 2,02 GHz à 3,02 GHz. La figure 10B représente le lieu de l'impédance d'entrée en fonction de la variation de la fréquence. Comme représenté sur les figures, lorsque
15 l'inductance de l'électrode centrale augmente de façon excessive, les impédances d'entrée et de sortie augmentent et la perte d'insertion s'aggrave à environ -10 dB.

Inversement, comme on peut le voir sur les figures 5A et 5B, l'adaptation d'impédance utilisant le condensateur parallèle et le condensateur série permet d'améliorer la perte d'insertion jusqu'à obtenir environ -1,6 dB dans
20 l'exemple des figures 6A et 6B.

On va maintenant décrire, en se reportant aux figures 7A et 7B, la structure d'un appareil à circuit haute fréquence, comme un appareil de télécommunication ou un circuit de mesure de signaux.

En utilisant les divers types d'isolateurs décrits ci-dessus, par exemple,
25 comme on peut le voir sur la figure 7A, on place l'isolateur dans l'unité de sortie d'oscillations d'un oscillateur, comme par exemple un oscillateur commandé par tension (appelé généralement VCO), de sorte que l'onde réfléchie par le circuit de transmission qui est connecté à l'unité de sortie de l'isolateur n'est pas appliquée à l'oscillateur. Ceci augmente la stabilité d'oscillations de l'oscillateur.

30 Comme on peut le voir sur la figure 7B, l'isolateur est placé dans l'unité d'entrée d'un filtre, de sorte que l'isolateur est utilisé pour assurer l'adaptation d'impédance. Ceci constitue un filtre à impédance constante. On réalise l'appareil de télécommunications en plaçant un tel circuit dans une unité de circuit d'émission/réception.

35 Dans chacun des modes de réalisation décrits ci-dessus, on a utilisé l'isolateur. Toutefois, lorsqu'on réalise un girateur (un dispositif à phase non

réci-proque) présentant une caractéristique dans laquelle les retards de phase sont différents en fonction du sens de transmission entre deux ports d'accès du girateur, on peut omettre la résistance R représentée dans les modes de réalisation.

- 5 Dans les modes de réalisation ci-dessus décrits, bien qu'on ait enroulé autour de la plaque de ferrite une électrode centrale linéaire, on peut produire un matériau en feuille formant un motif d'électrodes centrales de façon que celui-ci soit stratifié sur la plaque de ferrite ou de façon qu'il soit maintenu entre deux plaques de ferrite.

- 10 Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir des dispositifs dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif à circuit non réciproque, caractérisé en ce qu'il comprend :
- 5 une première électrode centrale (11) et une deuxième électrode centrale (12) se croisant l'une l'autre, qui ont chacune une extrémité connectée à la masse électrique ;
- un corps ferrimagnétique (1) placé dans le voisinage de ladite première électrode centrale et de ladite deuxième électrode centrale ;
- 10 un aimant (3) appliquant un champ magnétostatique audit corps ferrimagnétique ;
- un condensateur série (C21) connecté en série entre l'autre extrémité de la première électrode centrale et une borne d'entrée et un condensateur série (C22) connecté en série entre l'autre extrémité de ladite deuxième électrode
- 15 centrale et une borne de sortie ; et
- un condensateur parallèle (C11) connecté en parallèle entre l'autre extrémité de ladite première électrode centrale et la masse électrique et un condensateur parallèle (C12) connecté en parallèle entre l'autre extrémité de ladite deuxième électrode centrale et la masse électrique.
- 20 2. Dispositif à circuit non réciproque selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite première électrode centrale (11) et ladite deuxième électrode centrale (12) sont enroulées autour dudit corps ferrimagnétique (1).
3. Dispositif à circuit non réciproque selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'angle d'intersection de ladite première
- 25 électrode centrale (11) et de ladite deuxième électrode centrale (12) est un angle prédéterminé compris dans l'intervalle de 80° à 100°.
4. Dispositif à circuit non réciproque selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit corps ferrimagnétique (1) est une plaque polygonale.
- 30 5. Dispositif à circuit non réciproque selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit aimant est un parallélépipède rectangle.
6. Dispositif à circuit non réciproque selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que :

ladite première électrode centrale (11), ladite deuxième électrode centrale (12), ledit corps ferrimagnétique (1) et ledit aimant (3) sont placés entre une armature supérieure (2) et une armature inférieure (4) ; et

5 ladite armature supérieure et ladite armature inférieure sont connectées à la masse électrique.

7. Appareil à circuit haute fréquence, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif à circuit non réciproque tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 6.

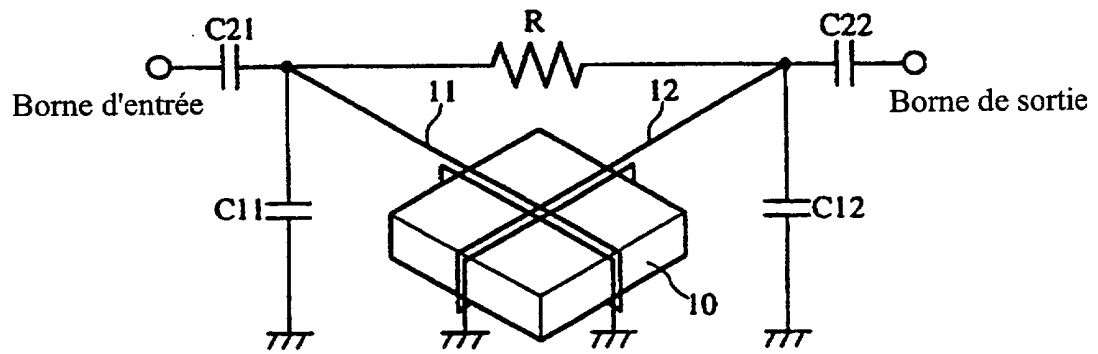


FIG.1

2/8

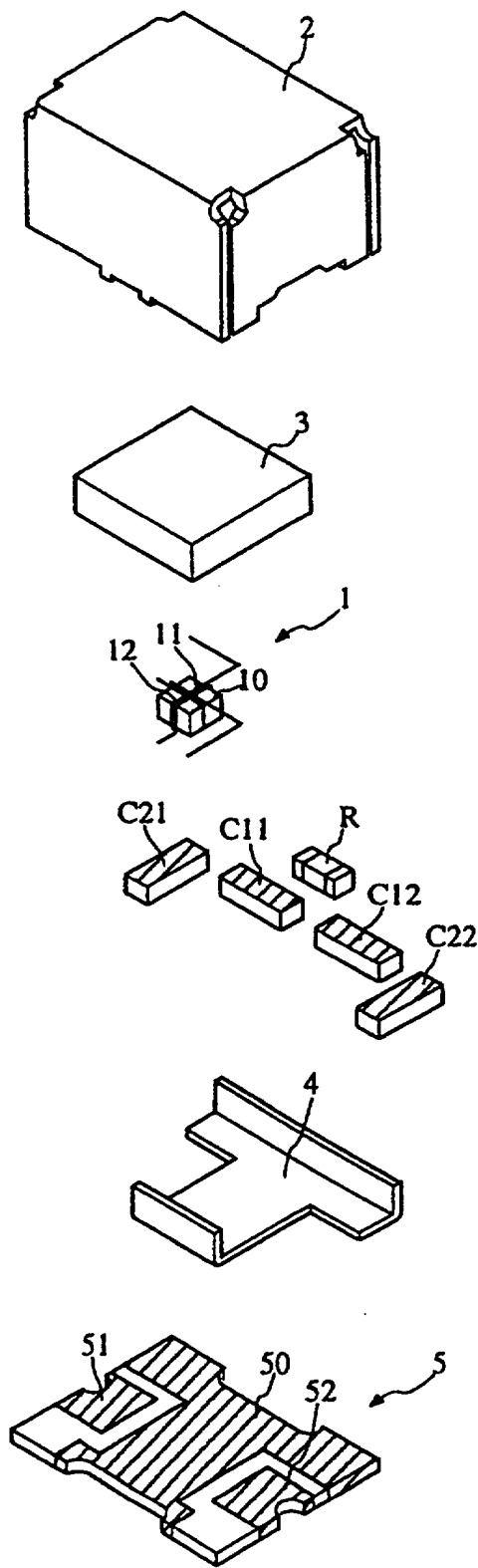


FIG.2

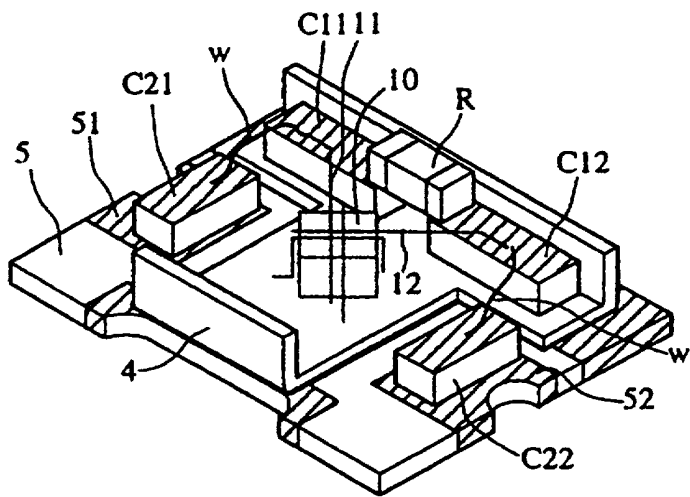


FIG.3

4/8

Différence de phase de 0° entre les deux extrémités de la résistance R

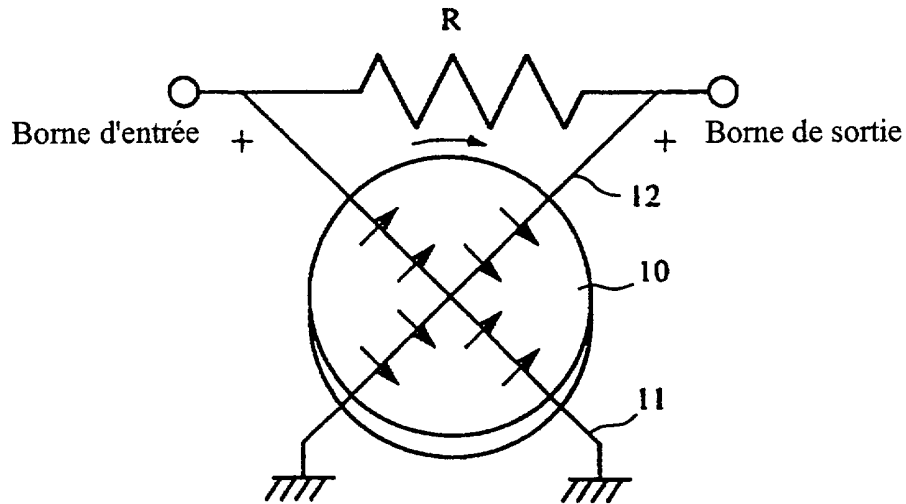


FIG.4A

Différence de phase de 180° entre les deux extrémités de la résistance R

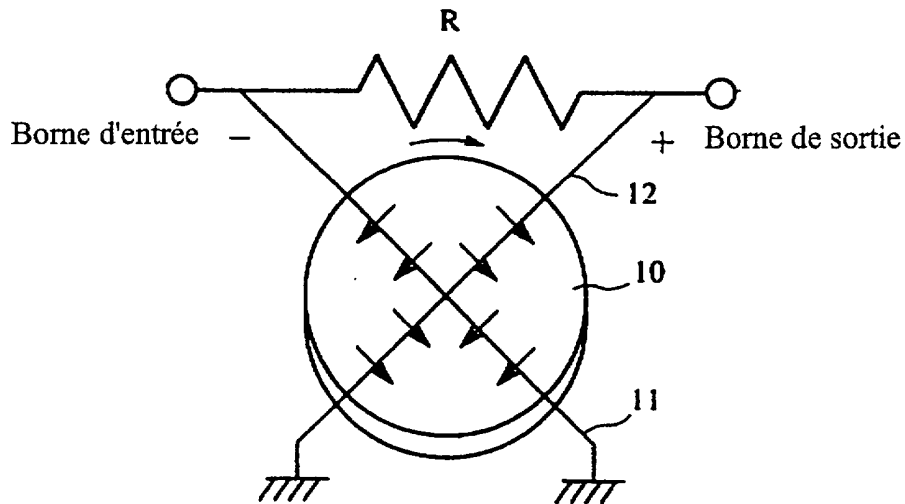


FIG.4B

5/8

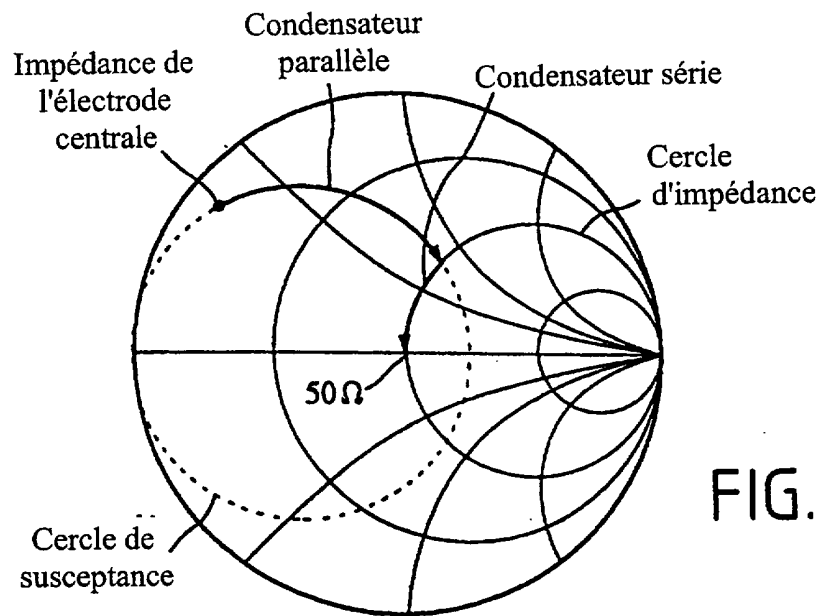


FIG.5A

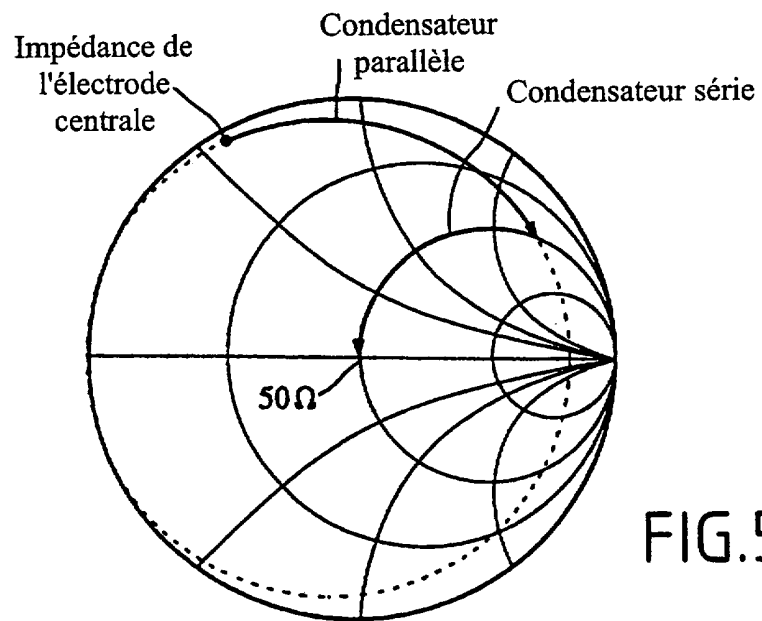


FIG.5B

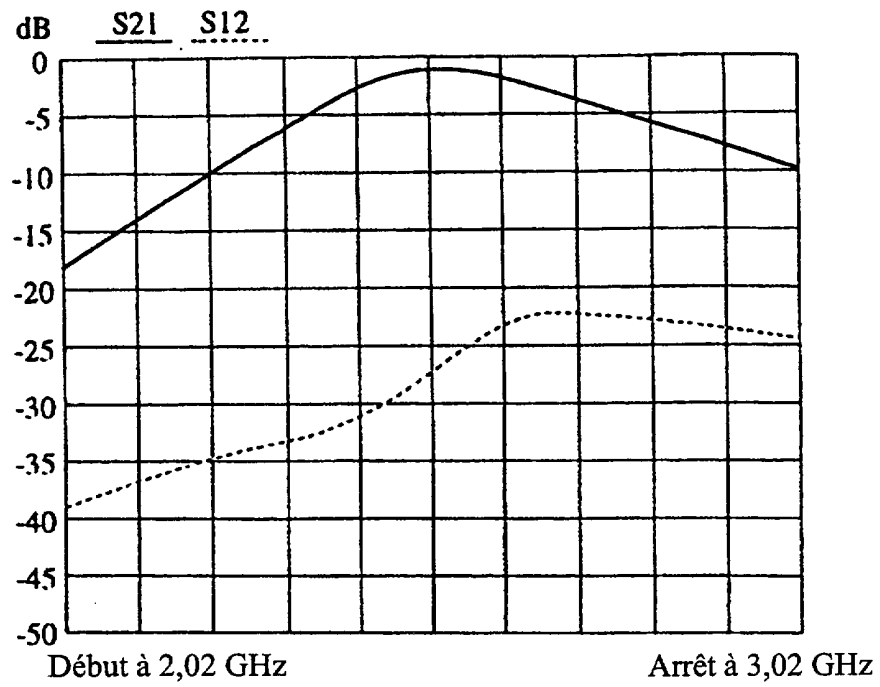


FIG. 6A

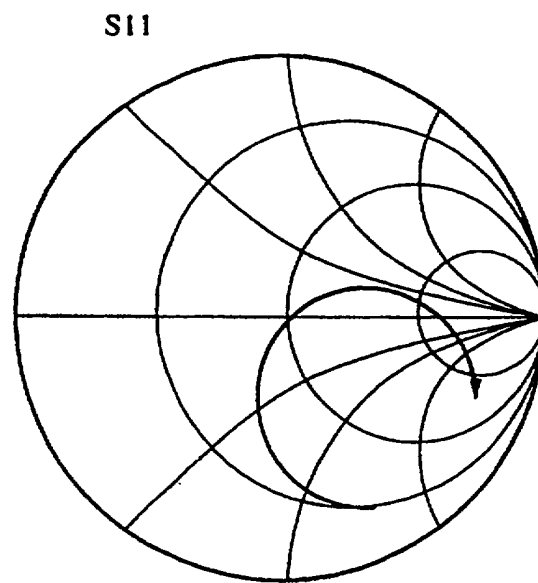
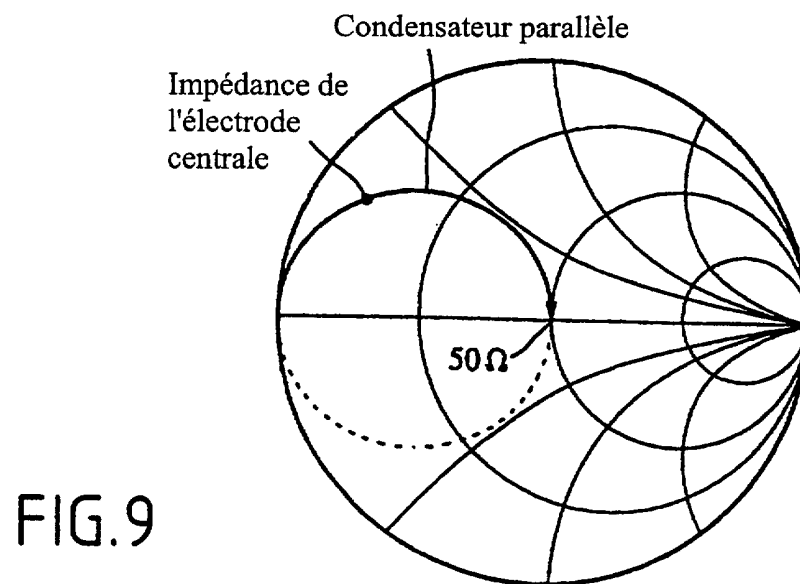
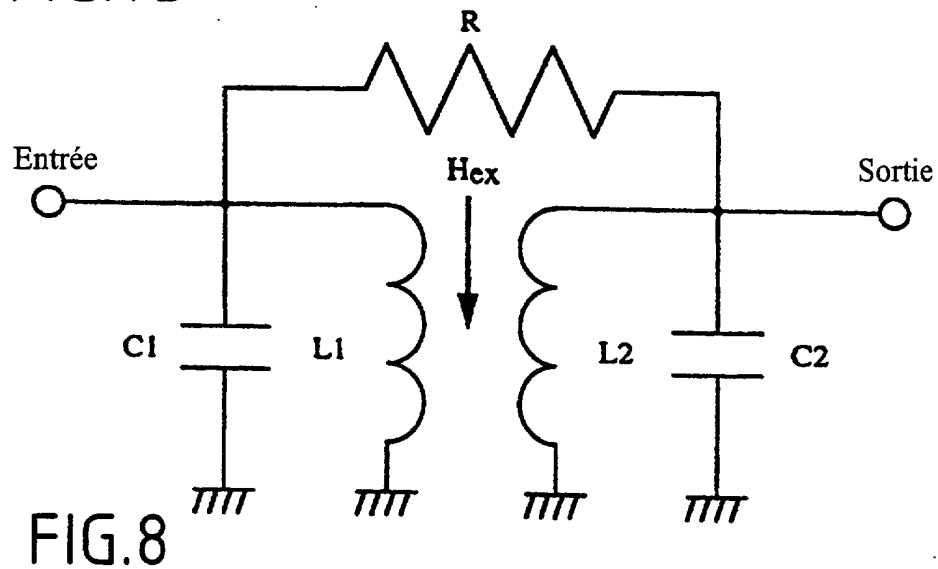
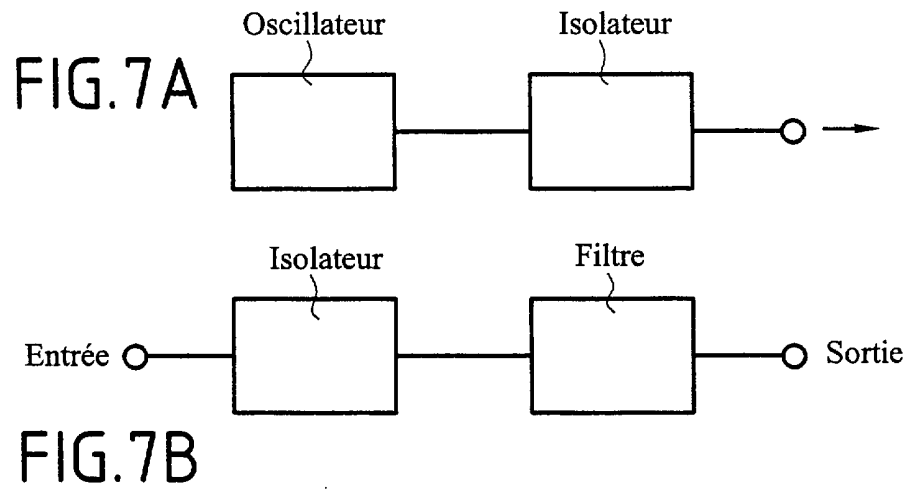


FIG. 6B

7/8



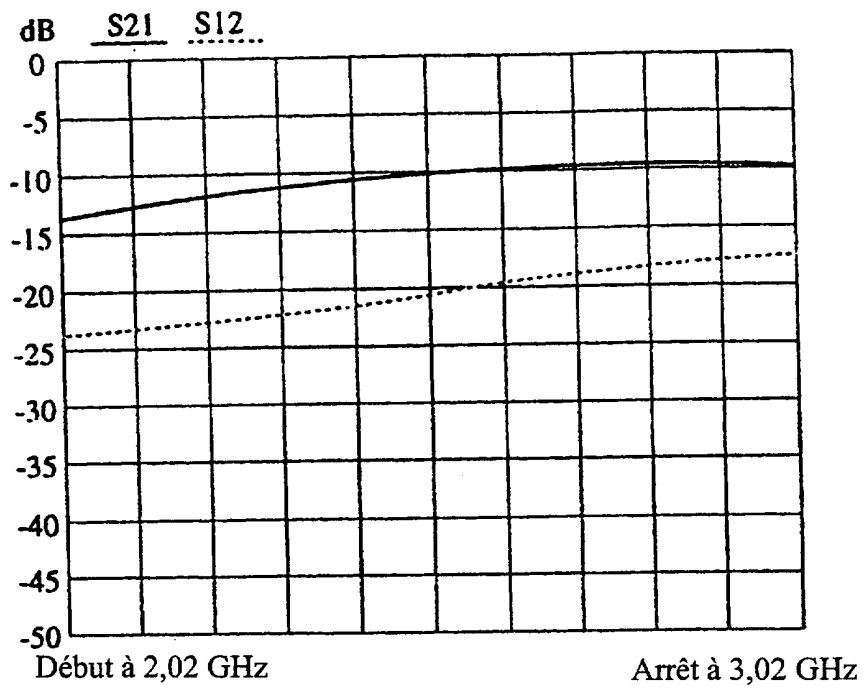


FIG. 10A

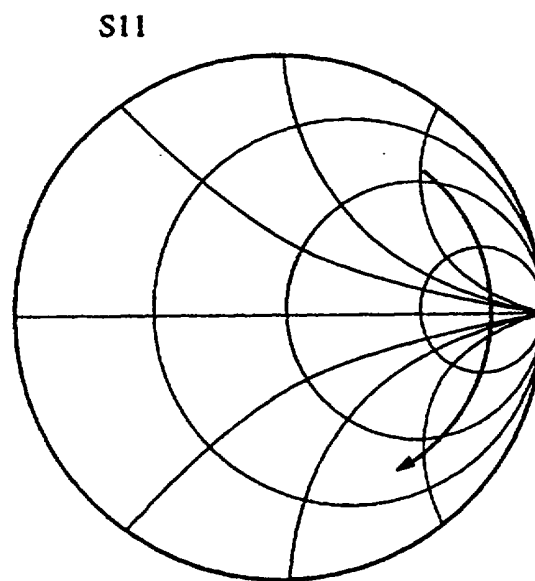


FIG. 10B