

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑮ Numéro de dépôt: 85402615.0

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 P 1/36**

⑯ Date de dépôt: 24.12.85

③① Priorité: 27.12.84 FR 8419923

⑦① Demandeur: **THOMSON-CSF, 173, Boulevard Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

④③ Date de publication de la demande: 30.07.86
Bulletin 86/31

⑦② Inventeur: **Forterre, Gérard, THOMSON-CSF**
SCPI 19 avenue de Messine, F-75008 Paris (FR)
Inventeur: **Guerin, Bernard, THOMSON-CSF**
SCPI 19 avenue de Messine, F-75008 Paris (FR)

⑥④ Etats contractants désignés: **DE GB IT NL**

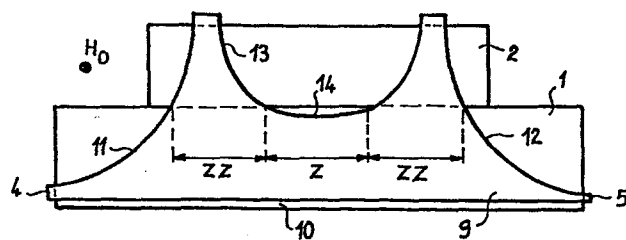
⑦④ Mandataire: **Taboureau, James et al, THOMSON-CSF**
SCPI 19, avenue de Messine, F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Dispositif hyperfréquence non réciproque à ondes de surface, et isolateur à fort isolement utilisant ce dispositif.**

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif HF non réciproque à ondes de surface.

Il comporte une âme métallique plane (9), dont une partie est comprise entre deux plaquettes de matériau gyromagnétique (1) et une partie comprise entre deux charges absorbantes (2). Les ondes de volume parasites étant générées par résonance, on empêche la résonance des ondes d'ordre supérieur en créant dans l'âme (9) au moins une zone (Z) de fort couplage avec les ondes de surface OSEL se propageant en sens inverse du sens de propagation à faibles pertes, sur le bord (14) de l'âme (9) opposé au bord (10) propageant l'onde en sens direct.

Application aux isolateurs à fort isolement.



DISPOSITIF HYPERFREQUENCE NON RECIPROQUE A ONDES
DE SURFACE ET ISOLATEUR A FORT ISOLEMENT
UTILISANT CE DISPOSITIF

La présente invention concerne le domaine des micro-ondes, et plus particulièrement les dispositifs non réciproques à ondes de surface électromagnétiques, sans ondes de volume. Elle s'applique notamment aux isolateurs hyperfréquences, ayant de faibles pertes
5 d'insertion dans le sens de propagation des ondes, une forte atténuation dans le sens inverse, dans une large gamme de fréquences, de l'ordre de 4 à 20 GHz.

On désigne par ondes de surface électromagnétiques, des ondes dont la propagation dans une direction perpendiculaire à l'aiman-
10 tation d'un matériau anisotrope, tel qu'un ferrite, présente des modes d'un type nouveau, appelés modes gyromagnétiques anormaux provenant des propriétés anisotropes du ferrite.

On appelle circuit non réciproque un circuit dont les caractéristiques de transmission (atténuation, déphasage) changent suivant
15 le sens de propagation des ondes à travers le circuit. On connaît de tels circuits constitués par des tronçons de lignes de transmission (coaxiaux, guides, circuits en bande, etc...) contenant un matériau ferrimagnétique ou gyromagnétique, tel qu'un ferrite soumis à un champ continu d'aimantation. La perméabilité d'un tel matériau sous
20 aimantation extérieure est un tenseur, ce qui signifie que l'impédance du milieu pour une onde s'y propageant dépend de l'orientation du champ magnétique de l'onde par rapport à un repère fixe, lié audit milieu. Cette orientation change donc avec le sens de propagation. L'utilisation de cette propriété est à la base de la réalisation
25 de circuits connus sous le nom de circulateurs, d'isolateurs, déphaseurs, etc... qui transmettent, par exemple dans le cas des isolateurs, les ondes avec une atténuation faible dans le sens direct

(quelques dB et parfois moins) et beaucoup plus grande dans le sens inverse (supérieure de 20 dB).

Pour une description détaillée de ces ondes dites de surface, on se reportera par exemple aux articles publiés dans la revue
5 "Câbles et Transmission", N° 4, octobre 1973, pages 416 à 435, intitulé: "Propagation dans une lame de ferrite aimantée, application à de nouveaux dispositifs non réciproques à large bande", et dans les Transactions on Magnetics de l'Institute of Electrical and Electronic Engineers - Vol. Mag 11 - N° 5 - Septembre 1975,
10 page 1276.

D'autre part, on connaît déjà des structures de dispositifs hyperfréquences non réciproques utilisant la propagation d'ondes électromagnétiques de surface dans un milieu constitué d'un matériau gyromagnétique ou ferrimagnétique. De tels dispositifs ont déjà
15 fait l'objet de publications ; on citera entre autres le brevet français N° 2 139 767 déposé le 4 juin 1971, sa première addition N° 2 150 597 déposée le 27 août 1971 et sa deuxième addition N° 2 177 507 déposée le 28 mars 1972 pour des "Dispositifs non réciproques à ondes de surface", ainsi que le brevet français
20 N° 2 344 140 déposé le 10 mars 1976, concernant des "Isolateurs à large bande fonctionnant aux longueurs d'ondes centimétriques".

D'autres modes de propagation de surface ainsi que les modes parasites, en volume ou en surface, peuvent être excités à des fréquences de la bande à transmettre et se propager dans le
25 matériau gyromagnétique en simultanéité avec le mode de surface non réciproque désiré. Les modes parasites les plus voisins du mode utilisé, désigné par la terminologie de "mode dynamique", sont des modes de volume. La présente invention a essentiellement pour objet des moyens permettant de diminuer la proportion de l'énergie
30 appliquée au dispositif qui se transforme en onde parasite, énergie qui se trouve prélevée sur celle se propageant selon le mode dynamique utilisé.

Les dispositifs réalisés selon les techniques décrites dans les brevets cités supportent des modes parasites de volume excités à

partir du mode électromagnétique de surface dit OSEL (ondes de surface électromagnétique) dont on ne savait pas jusqu'à présent bloquer systématiquement le processus d'excitation. Les principaux modes perturbateurs sont des modes hybrides proches des modes de type TE (transverse électrique préondérant).

On sait que ces dispositifs comportent, disposé entre deux plaquettes en matériau gyromagnétique dans lesquelles se propagent les ondes de surface, et deux plaquettes formant charges absorbantes situées contre les plaquettes en matériau gyromagnétique, un conducteur plan métallique, appelé l'âme, de forme sensiblement trapézoïdale, dont les côtés non parallèles entre eux sont curvilignes. Ces dispositifs sont soumis à un champ magnétique H, perpendiculaire au plan de l'âme. Dans ces dispositifs, les modes de surface sont guidés le long d'une surface s'appuyant sur le conducteur plan ou strip et parallèle au champ H. Par conséquent, dans le sens direct, les modes de surface sont guidés par le grand côté rectiligne de l'âme trapézoïdale, et transmis vers la sortie du dispositif. Par contre, dans le sens inverse, les modes de surface sont guidés par la partie courbe de l'âme, et absorbés par les charges absorbantes. Les modes de volume existent aussi sur le strip et pénètrent dans l'absorbant.

Selon l'invention, on empêche le phénomène de résonance des modes d'ordres supérieurs et donc l'apparition de couplages importants entre l'énergie transportée par ces modes. Pour cela, on intercale dans le résonateur en mode TE une zone de couplage fort avec le mode OSEL se propageant en sens inverse du sens à faibles pertes sur le bord de l'âme centrale opposé au bord rectiligne propageant l'onde OSEL en sens direct.

D'un point de vue mécanique, ou géométrique, ceci signifie que le dispositif selon l'invention comporte une âme métallique dont la forme comporte encore un grand côté rectiligne, parallèle aux plaquettes en matériau gyromagnétique, et deux côtés non parallèles curvilignes, dont la convexité est tournée vers le grand côté rectiligne. Mais ce qui était un petit côté ou bord rectiligne d'une

pièce trapézoïdale dans l'art connu est remplacé, dans l'invention, par un bord de forme complexe : la pièce, trapézoïdale à l'origine, est découpée, par son petit côté, selon une ligne curviligne, de façon à ramener une partie de ce bord de forme complexe entre les deux
5 plaquettes de matériau gyromagnétique, où il se forme une zone de couplage entre modes OSEL et modes de volume. En d'autres termes, le bord de l'âme comprend une région située entre les deux plaquettes en matériau absorbant, puis une région de couplage située entre les deux plaquettes en matériau gyromagnétique et à nouveau
10 une région située entre les deux plaquettes en matériau absorbant. Les largeurs, dans le sens de la propagation des ondes, de ces trois régions seront définies ultérieurement.

De façon plus précise, l'invention concerne un dispositif hyper-fréquence non réciproque à ondes de surface électromagnétiques
15 comportant, inclus dans un champ magnétique :

- au moins deux plaquettes parallèles en matériau gyromagnétique dans lesquelles se propagent les ondes de surface,
- au moins deux plaquettes formant charges absorbantes des ondes électromagnétiques,
- 20 - un conducteur plan ou âme, disposé entre les plaquettes gyromagnétiques et entre les charges absorbantes, ce conducteur plan convertissant une onde de volume présente à l'entrée du dispositif en une onde de surface et convertissant à la sortie du dispositif l'onde de surface en une onde de volume,
- 25 ce dispositif étant caractérisé en ce que, en vue d'absorber les ondes de volume parasites générées par résonance, et d'empêcher la résonance des ondes de modes d'ordres supérieurs, l'âme comporte au moins une zone de couplage fort avec le mode OSEL d'ondes de surface se propageant en sens inverses du sens de propagation à
30 faibles pertes, sur le bord de l'âme opposé au bord propageant l'onde OSEL en sens direct.

L'invention sera mieux comprise par la description suivante d'un exemple d'application, supportée par les figures annexées données à titre d'exemple et qui représentent :

- figure 1 : vue en plan d'un dispositif non réciproque à ondes de surface selon l'art connu, ouvert pour en montrer la structure ;
- figure 2 : vue en coupe d'un dispositif non réciproque montrant la forme des champs électriques des modes de surface OSEL et de volume ;
- figure 3 : vue en plan d'un dispositif non réciproque selon l'invention ;
- figure 4 : vue en plan d'un isolateur à fort isolement, selon l'invention ;
- figure 5 : courbe de perte d'insertion d'un isolateur selon la figure 3 ;
- figure 6 : courbe de découplage d'un isolateur selon la figure 3.

La figure 1 rappelle, de façon très schématique, la structure d'un dispositif non réciproque à ondes de surface selon l'art connu. Ce dispositif est vu ouvert, et il est complété par son symétrique par rapport au plan de la figure.

Il comporte une plaquette 1, parallélépipédique, de matériau conducteur gyromagnétique, contre lequel est placée une autre plaquette 2, parallélépipédique, de matériau absorbant. Sur ces deux plaquettes est placée une feuille 3 métallique, de forme sensiblement trapézoïdale, dont le grand côté rectiligne est en contact avec le matériau gyromagnétique 1, et le petit côté rectiligne en contact -ou à l'extérieur- avec le matériau absorbant 2. L'ensemble est complété par une seconde plaquette conductrice et une seconde plaquette absorbante, symétriques par rapport à la pièce métallique 3, et est plongé dans un champ magnétique H_0 produit par un aimant et des pièces polaires non représentés. Le champ H_0 est perpendiculaire au plan de la pièce 3. Deux connecteurs d'entrée et de sortie -non représentés- sont réunis aux extrémités 4 et 5 de la feuille 3.

Ce dispositif comprend par ailleurs trois zones de fonctionnement. A l'entrée 4, dans la partie de triangle curviligne jusqu'au point repéré A de la feuille métallique 3 formant zone de couplage, l'onde de volume de mode TEM présente à l'entrée est convertie en

une onde de surface OSEL. Dans la partie centrale, entre les points A et A', les ondes parasites en modes de volumes sont absorbées par la charge absorbante 2. A la sortie 5, à partir du point A', une seconde zone de couplage, symétrique de la précédente, reconvertit les ondes de surface OSEL en ondes de volumes. Dans ce dispositif non réciproque, les modes de surface se transmettent, dans le sens direct entrée-sortie, le long du bord rectiligne de l'âme 3, tandis que les modes parasites provenant de la sortie se transmettent le long du bord curviligne de l'âme 3, et sont absorbés par la charge absorbante 2. Des flèches symbolisent la transmission de ces modes.

Il a été dit précédemment que de tels dispositifs connus supportent des modes parasites de volume excités à partir du mode de surface OSEL dont on ne savait pas bloquer systématiquement le processus d'excitation. Ces modes parasites se traduisent par des déformations non négligeables des courbes de réponse des paramètres "S" de l'isolateur. En ce qui concerne la perte d'insertion, la courbe de réponse présente vers les hautes fréquences des "bosses" d'absorption supplémentaire, périodiques, de période dépendant de la largeur et de la longueur de la plaquette de ferrite 1. Elles augmentent avec la fréquence et finissent par présenter des pertes d'insertion trop élevées, atteignant ou dépassant le double de l'affaiblissement propre au mode OSEL. En ce qui concerne l'isolation, ou atténuation en sens inverse, la courbe de réponse présente, aux mêmes fréquences que pour l'affaiblissement d'insertion, des diminutions importantes de l'isolation, paramètre fondamental pour un dispositif non réciproque. Enfin, on observe encore les même fluctuations pour les rapports d'ondes stationnaires.

L'objet de l'invention est de proposer une nouvelle conception des dispositifs à ondes de surface OSEL, telle qu'ils ne supportent plus de modes de volume, et de réaliser avec des moyens simples des isolateurs à fort isolement, performants, à bande étendue et compacts.

Dans tout volume propageant des ondes, le mode intéressant peut être accompagné de modes indésirables. Lorsque la bande de

fréquence utile et les caractéristiques du volume (dimensions, matériau) le permettent, le procédé le plus simple est de choisir les dites caractéristiques de façon que le volume ne puisse supporter qu'un seul mode.

- 5 Ce n'est pas le cas pour les dispositifs à très large bande, et plus particulièrement pour ceux à mode OSEL. Le mode OSEL existe seul dans la bande de fréquence telle que :

$$\omega_R > \omega, \mu > 0 \text{ et } \mu_{\text{eff}} = \frac{\mu^2 - K^2}{\mu} < 0$$

avec : ω = pulsation, ω_R = pulsation de résonance

- 10 μ = perméabilité, μ_{eff} = perméabilité efficace,

K = élément non diagonal du tenseur de perméabilité.

- Par contre, pour ω tel que $\mu_{\text{eff}} > 0$, il peut exister des modes de volume, mais leur apparition ne peut se produire que s'il existe un processus d'excitation. Dans le cas des dispositifs à mode OSEL, les modes de volume sont excitables :

- 15 - soit, pour l'onde directe guidée par le bord rectiligne de l'âme, à partir des défauts des éléments, entraînant un rayonnement diffracté,
- soit, pour l'onde inverse, directement par le bord incurvé de l'âme.

- 20 Les modes de volume sont donc excitables, surtout en sens inverse, puisqu'il est quasi impossible de réaliser une âme infiniment mince, et parfaitement droite, ou un ferrite polycristallin parfaitement homogène et poli.

- 25 Puisque les modes de volume existent, et que leur présence est certaine dès la limite de la première octave de la bande passante, il est apparu possible de les bloquer par le même élément absorbant placé le long du ferrite et sous l'âme centrale que celui qui réalise l'absorption de la puissance arrivant en sens inverse (effet d'iso-

- 30 lation).

Mais ce blocage n'est qu'imparfait car, lorsque le mode de volume existe, il ne se couple à l'absorbant que par ses champs de

fuite, le mode étant limité dans l'espace défini d'un côté par le bord de l'âme centrale (effet dit de mur magnétique) et de l'autre côté par le bord opposé du ferrite (effet de discontinuité électrique).

La figure 2 représente une vue d'un dispositif non réciproque, selon une coupe BB' sur la figure 1, qu'elle complète d'ailleurs en montrant sa structure symétrique par rapport à l'âme centrale 3. Les pièces de ferrite ont une largeur active notée S, comprise entre le bord rectiligne de l'âme et la surface de discontinuité diélectrique entre ferrite 1 et absorbant 2. La ligne en pointillé 6 représente le mur magnétique ; la courbe 7 donne l'allure de l'amplitude des champs électriques du mode OSEL, tandis que la courbe 8 donne l'allure de l'amplitude des champs électriques des modes de volume d'ordre $n=1$. Bien entendu, ces modes ne sont pas limités chacun dans une moitié du volume de ferrite : la séparation n'a été faite que pour simplifier la figure.

L'amortissement d'un mode de volume en fait chuter la sur-tension, et par conséquent le taux d'énergie prélevée au mode OSEL.

Les modes parasites peuvent être des résonances dans la longueur active L_A du ferrite (fig. 1, $L_A=AA'$) définie par

$$L_A = m \cdot \frac{\lambda_{gn}}{2}$$

avec m : nombre de demi-longueurs d'onde nécessaires pour qu'il y ait résonance,

λ_{gn} = longueur d'onde guidée du mode de volume d'ordre n

$$\frac{2\pi}{\lambda_{gn}} = \frac{2\pi}{\lambda_{vide}} \cdot \sqrt{\frac{n\pi}{s} - \omega \cdot \epsilon_f \cdot \mu_{eff}}$$

Les modes sont tels que leur nombre d'onde k_{xn} soit égal à

$$k_{xn} = \frac{n\pi}{S}$$

S étant la largeur active du ferrite.

Pratiquement, de 5 à 10 modes, excités à partir des modes de volume TE_{01} et TE_{02} , peuvent être ainsi masqués mais non supprimés. Ceci se traduit :

- 5 - soit par une réduction de la largeur de bande à performances acceptables,
- soit par une diminution des performances, à largeur de bande donnée, par rapport à ce que l'on peut espérer en mode OSEL seul.

Le fondement de l'invention consiste à empêcher le phénomène de résonance des modes d'ordres supérieures, donc l'apparition de
10 couplages importants entre l'énergie transportée par ces modes.

Selon l'invention, on intercale dans le résonateur en mode quasi TE -c'est-à-dire dans la zone centrale de l'âme, telle qu'elle a été décrite précédemment- une zone de couplage fort avec le mode OSEL se propageant en sens inverse du sens à faible perte, sur le
15 bord de l'âme centrale opposé au bord rectiligne propageant l'onde OSEL en sens direct. La réalisation pratique de cette zone de couplage sera détaillée ultérieurement, mais elle a pour effet :

- de transférer l'énergie du mode de volume au mode OSEL,
- de transporter cette énergie vers l'absorbant, puisque la zone
20 de couplage est située du côté de l'âme qui recouvre l'absorbant.

Si la zone de couplage est de dimensions assez grandes, c'est-à-dire au moins une demi-onde du mode OSEL, le phénomène de résonance est rendu impossible.

Le dispositif non réciproque selon l'invention représenté en
25 figure 3 a une structure d'ensemble proche de celle des dispositifs connus, tels que représentés en figure 1. Comme eux, il comporte une plaquette 1 en matériau gyromagnétique tel qu'un ferrite, et une plaquette 2 formant charge absorbante, ainsi qu'une âme métallique 9, qui est de préférence une fine feuille de cuivre.

30 Bien entendu, une seconde plaquette de ferrite 1 et une seconde charge absorbante 2 sont disposées symétriquement aux premières par rapport à l'âme métallique 9, selon la coupe de la figure 2, et l'ensemble est soumis au champ magnétique H_0 d'un aimant non représenté.

L'originalité du dispositif selon l'invention vient de la forme géométrique de l'âme conductrice 9. Celle-ci a toujours une forme qui évoque celle d'un trapèze curviligne, avec entre l'entrée 4 et la sortie 5, un grand bord rectiligne 9, disposé parallèlement au bord du ferrite 1, complété par deux bords curvilignes 11 et 12, dont la convexité est dirigée vers le grand bord rectiligne 10, et rejoignant respectivement l'entrée 4 et la sortie 5 à la charge absorbante 2. Mais ce qui était le petit bord rectiligne de l'âme 3 de la figure 1 est profondément entaillé en un bord curviligne 13 selon une courbe, sur une profondeur telle qu'une partie 14 du bord 13 soit située entre les deux plaquettes de ferrite 1.

C'est cette région où la partie 14 du bord de l'âme métallique 9 se trouve entre les ferrites 1 qui forme la zone de couplage. Si l'entaille n'est pas suffisamment profonde, et que le bord 13 de l'âme 9 est toujours entre les deux charges absorbantes 2, il n'y a pas de zone de couplage et il n'y a pas d'effet notable de suppression des modes de volume.

Le bord curviligne 13 peut avoir un profil simple, tel que circulaire, ou du second degré, selon une ellipse ou une parabole, ou encore une forme plus complexe, et être ou non symétrique par rapport à une droite perpendiculaire au grand bord 10.

Si l'entaille qui forme le bord curviligne 13 se réduit à une fente fine, la zone de couplage le long de la partie 14 de ce bord est inexistante et il n'y a pas d'effet.

Si l'on appelle Z la longueur, mesurée le long du ferrite, de la zone de couplage engendrée par la partie 14 du bord curviligne 13, le mode de volume d'ordre n est bloqué dès que :

$$Z > \frac{\lambda_{gn}}{4}$$

en pratique, on prendra :

$$Z \geq \frac{\lambda_{g1}}{2}$$

Si l'on appelle ZZ la longueur de l'âme conductrice 9, à hauteur

de la jonction ferrite 1-absorbant 2, de chaque côté de la zone de couplage de longueur Z, cette longueur ZZ est préférentiellement :

$$ZZ > \frac{\lambda_g}{2}$$

Il faut que ZZ soit suffisamment grand, car il est en liaison avec l'atténuation transversale du mode de volume.

L'amélioration apportée par les zones de couplage trouve son application dans les dispositifs à fort isolement. L'isolation des dispositifs fonctionnant en mode OSEL est fonction de :

- l'atténuation propre entre les deux modes OSEL incident et réfléchi, qu'on peut améliorer en accroissant la longueur du dispositif, mais pratiquement une longueur de 3 fois la largeur active S du ferrite ne donne pas plus de 30 dB d'isolation dans la plupart des cas,
- l'énergie transmise par les modes d'ordre supérieurs.

Une solution consiste à réaliser des dispositifs à haute isolation dans lesquels plusieurs isolateurs OSEL sont mis en série, mais cela augmente la longueur du dispositif et ses pertes d'insertion en même temps que l'isolation.

Selon l'invention, il devient possible de réaliser des dispositifs à haute isolation comportant une pluralité -2, 3 ou 4...- de zones de couplage, pour accroître l'isolation sans augmenter en proportion les pertes d'insertion.

La figure 4 représente un isolateur à fort isolement, dont l'âme 9 comporte trois zones de couplage 14 entre le mode OSEL et les modes TE_{on} . Quel que soit le nombre de zones de couplage qui sont créées dans l'âme 9, un plus grand nombre augmente les pertes d'insertion du dispositif mais pas proportionnellement, la longueur de propagation ne variant pas proportionnellement. Cependant, elles restent faibles, comme le montre la courbe de la figure 5.

Celle-ci concerne un dispositif à une seule zone de couplage de $Z=4\text{mm}$, qui correspond à $\lambda_g/2$ vers 10 GHz, fréquence de coupure du premier mode de volume du dispositif mesuré. Il fonctionne entre 6,5 et 18 GHz. Les pertes d'insertion, de -1,8 dB à 6,5 GHz, sont

uniformément comprises entre -1,08 et -1,80 dB, jusque 17,5 GHz, et ne dépassent par -2,05 dB à 18 GHz.

5 La figure 6 correspond au découplage du même isolateur dans la même bande de fréquences. Bien que la courbe ne soit pas monotone, elle est toujours comprise entre -46,69 dB et -61,77 dB, ce qui représente un gain considérable sur l'isolement qui, dans un dispositif antérieur, est de l'ordre de -20 dB à -35 dB, pour des pertes d'insertion très proches ($\leq 1,6$ dB).

10 En ce qui concerne les autres parties constitutives de l'isolateur, elles sont conformes aux descriptions données dans les brevets cités plus haut. Les plaquettes en ferrite 1 sont de préférence en un seul bloc chacune, tandis que les charges absorbantes 2 peuvent être en une ou plusieurs parties, et en contact ou hors contact avec les ferrites. Le matériau absorbant a de préférence
15 une impédance d'onde proche de celle de mode OSEL. Enfin, l'aimant et ses pièces polaires sont préférablement intégrés au dispositif pour former boîtier.

L'invention est appliquée aux dispositifs non réciproques à forte isolation, dans le domaine des hyperfréquences.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif hyperfréquence non réciproque à ondes de surface électromagnétiques (OSEL) comportant, inclus dans un champ magnétique(H_0) :
- au moins deux plaquettes parallèles en matériau gyromagnétique (1) dans lesquelles se propagent les ondes de surface,
 - au moins deux plaquettes formant charges absorbantes (2) des ondes électromagnétiques,
 - un conducteur plan ou âme (9), disposé entre les plaquettes gyromagnétiques (1) et entre les charges absorbantes (2), ce conducteur plan (9) convertissant une onde de volume (TEM) présente à l'entrée (4) du dispositif en une onde de surface et convertissant à la sortie (5) du dispositif l'onde de surface en une onde de volume, ce dispositif étant caractérisé en ce que, en vue d'absorber les ondes de volume parasites générées par résonance, et d'empêcher la résonance des ondes de modes d'ordres supérieurs, l'âme (9) comporte au moins une zone (Z) de couplage fort avec le mode OSEL d'ondes de surface se propageant en sens inverses du sens de propagation à faibles pertes, sur le bord (14) de l'âme (9) opposé au bord (10) propageant l'onde OSEL en sens direct.
2. Dispositif hyperfréquence non réciproque selon la revendication 1, dont l'âme (9) est un conducteur métallique plan comportant :
- un bord rectiligne (10) propageant l'onde OSEL en sens direct depuis l'entrée (4) vers la sortie (5), ce bord étant situé entre les deux plaquettes gyromagnétiques (1),
 - deux bords curvilignes (11, 12), situés en partie entre les deux plaquettes gyromagnétiques (1) et en partie entre les deux plaquettes formant charges absorbantes (2),
- ce dispositif étant caractérisé en ce que, en vue de créer une zone (Z) de couplage fort, le bord (13) de l'âme (9) opposé au bord

rectiligne (10) a une forme curviligne (13), dont la convexité est tournée vers le bord rectiligne (10), l'entaille ainsi formée dans l'âme (9) ayant une profondeur suffisante pour qu'une partie (14) de ce bord curviligne (13) soit située entre les deux plaquettes gyromagnétiques (1).

3. Dispositif hyperfréquence non réciproque selon la revendication 2, caractérisé en ce que le bord curviligne (13) opposé au bord rectiligne (10) de l'âme (9) a une forme circulaire.

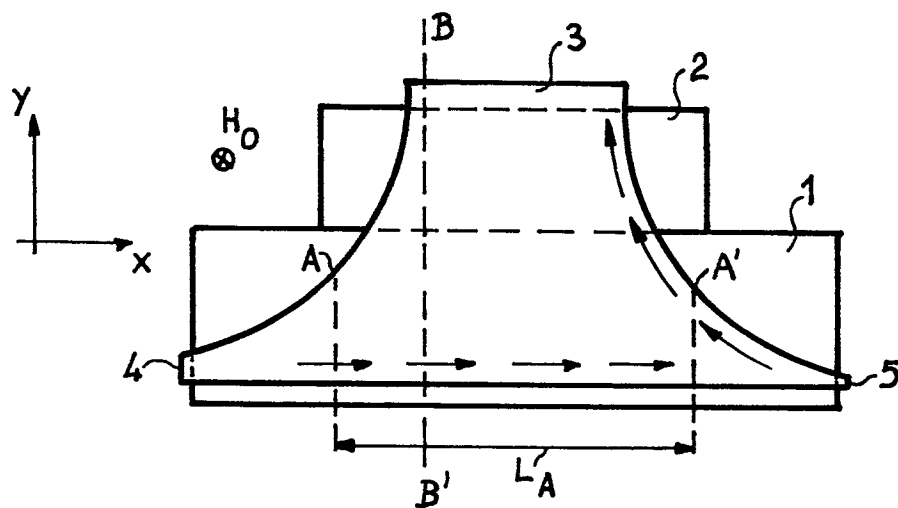
4. Dispositif hyperfréquence non réciproque selon la revendication 2, caractérisé en ce que le bord curviligne (13) opposé au bord rectiligne (10) de l'âme (9) a une forme parabolique ou elliptique.

5. Dispositif hyperfréquence non réciproque selon la revendication 2, caractérisé en ce que le bord curviligne (13) opposé au bord rectiligne (10) de l'âme (9) a une forme complexe réunissant des segments rectilignes et des segments curvilignes.

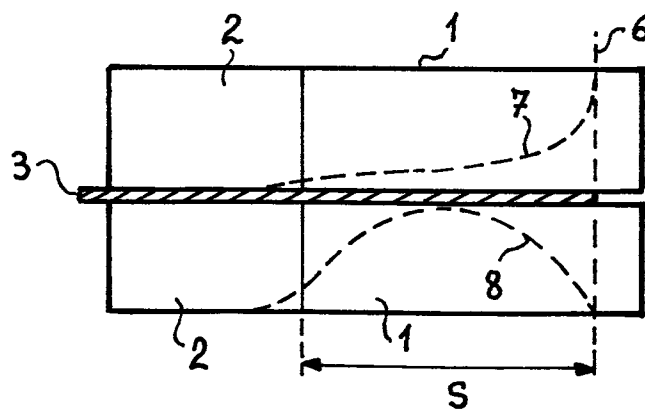
6. Dispositif hyperfréquence non réciproque selon la revendication 2, caractérisé en ce que, au niveau de la jonction entre plaquettes gyromagnétique (1) et plaquettes absorbantes (2), les longueurs de la zone de couplage (Z) et des deux parties (ZZ) de l'âme (9) entourant cette zone de couplage sont, chacune, supérieure ou égale à $\lambda_{g1}/2$, λ_{g1} étant la longueur d'onde guidée d'ordre 1.

7. Isolateur à fort isolement, caractérisé en ce qu'il comporte une âme (9) comprenant une pluralité de zones de fort couplage (Z) conformément au dispositif non réciproque de la revendication 1.

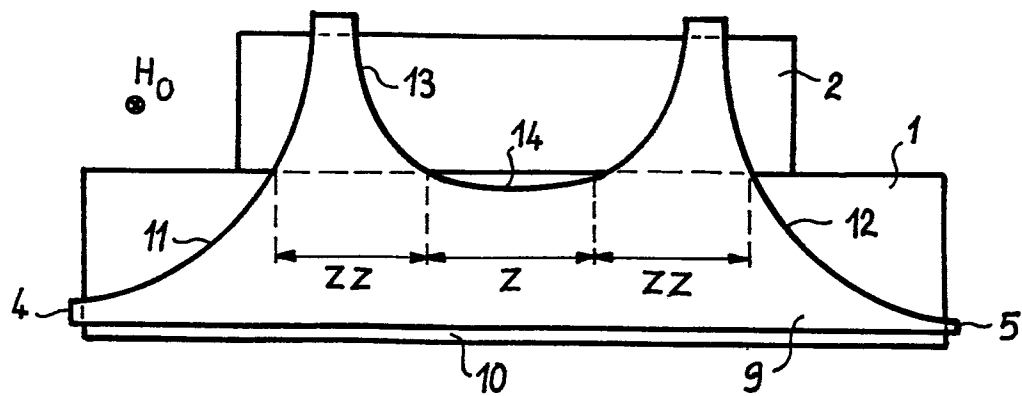
1/2
FIG_1

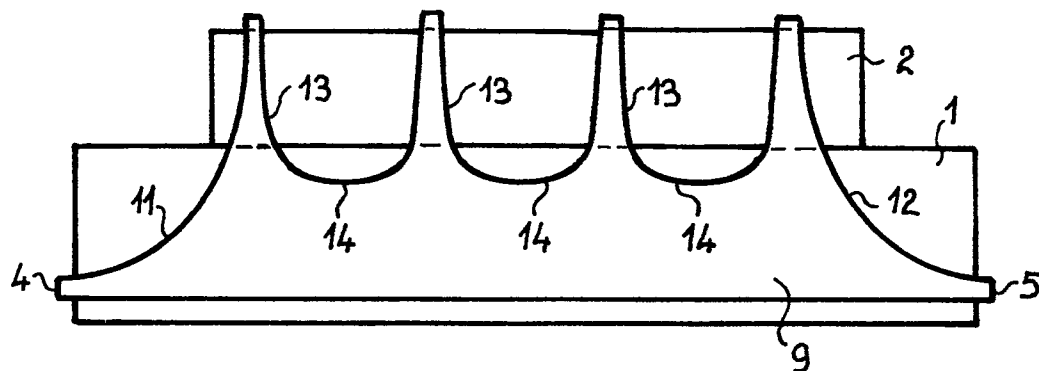
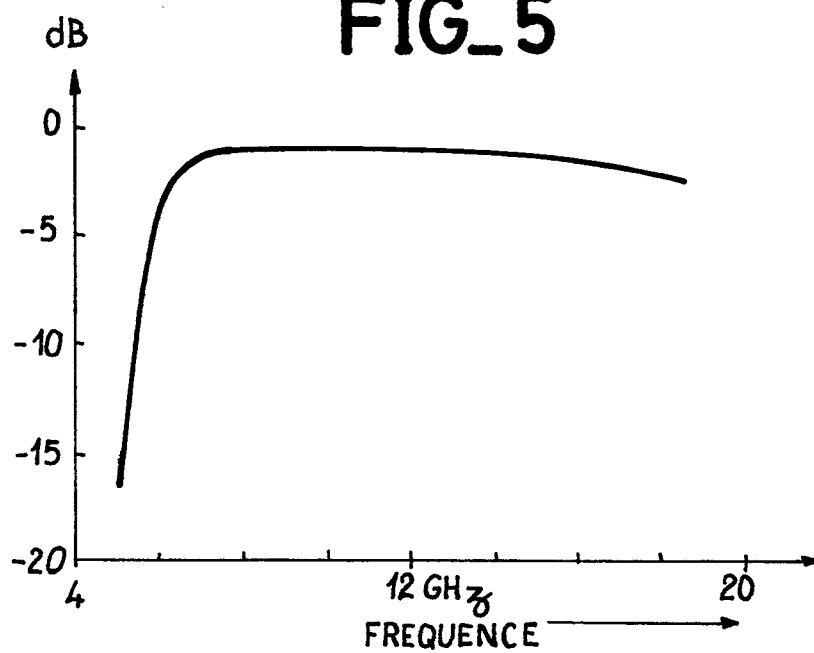
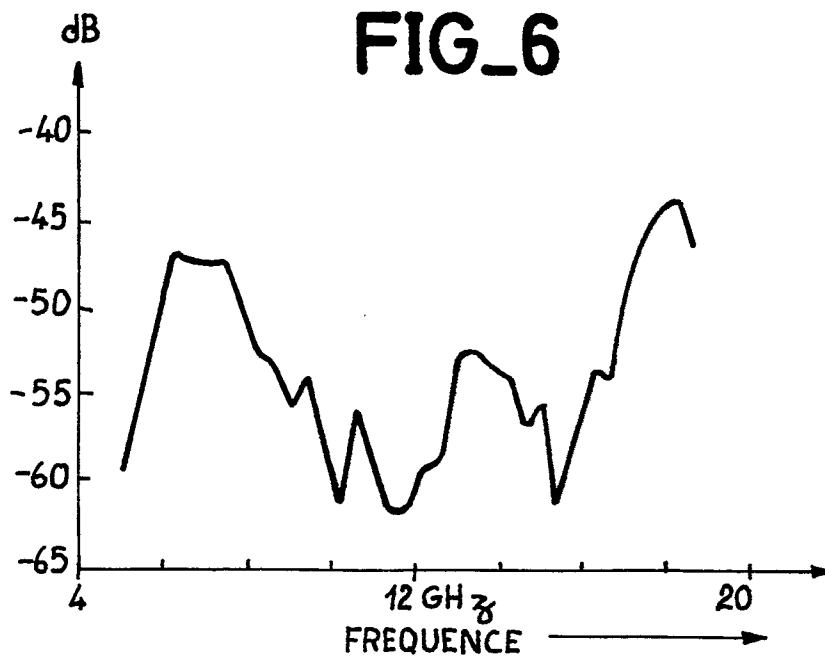


FIG_2



FIG_3



2/2
FIG_4**FIG_5****FIG_6**



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
Y	US-A-3 886 502 (H.P. RADDING et al.) * Colonne 5, lignes 19-60; figures *	1-7	H 01 P 1/36
Y	FR-A-2 023 812 (WESTERN MICROWAVE LAB.) * Page 18, ligne 37 - page 19, ligne 15; figures 14a, 14b *	1-7	
A	US-A-4 050 038 (T. NOGUCHI et al.) * Colonne 7, lignes 12-25; figure 14 *	1-7	
A	FR-A-2 507 391 (THOMSON-CSF)	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			H 01 P
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27-03-1986	Examineur LAUGEL R.M.L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	