

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.05.93.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 10.11.94 Bulletin 94/45.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : FRANCE TELECOM, Etablissement autonome de droit public — FR et TELEDIFFUSION DE FRANCE (SA) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Havot Henri et Dutertre Yvon.

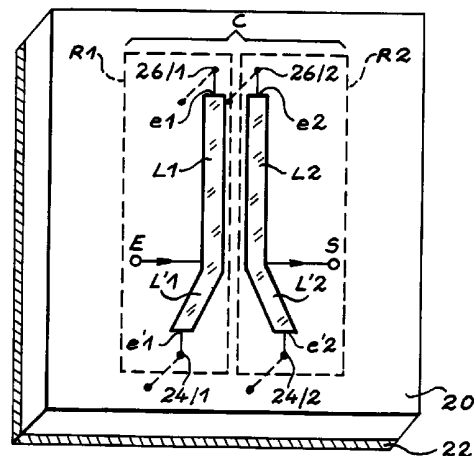
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Brevatome.

⑤4 Filtre passe-bande à lignes couplées dissymétriques.

⑤7 Selon l'invention, chaque résonateur (R1, R2) comprend une première ligne capacitive (L1, L2) qui sert au couplage entre résonateurs et une deuxième ligne inductive dont une extrémité est reliée à la masse électrique (22).

Application à la réalisation de filtres passe-bande, notamment au-dessus de 1000 MHz.



FILTRE PASSE-BANDE A LIGNES COUPLEES DISSYMETRIQUES**DESCRIPTION****5 Domaine technique**

La présente invention a pour objet un filtre passe-bande à lignes couplées dissymétriques. Elle trouve une application en électronique, notamment dans
10 la réalisation de filtres passe-bande dont la fréquence de travail est de l'ordre de ou supérieure à 1000 MHz.

Etat de la technique

15 Le filtre de l'invention est du type à résonateurs couplés. La demande française FR-A-2-626-716 (ou la demande européenne correspondante EP-A-0 326 498) décrit un filtre à résonateurs couplés qui est illustré sur la figure 1. Tel que représenté, ce filtre comprend cinq
20 résonateurs C1 à C5 déposés sur un même substrat 10. Chaque résonateur comprend une ligne à microruban conducteur 14 (en cuivre par exemple) formant une boucle avec une ouverture 16. Connecté à travers cette ouverture se trouve un condensateur 18 réglable, ou
25 ajusté une fois pour toutes. L'ensemble de la ligne et du condensateur forme un circuit résonnant LC. La longueur du microruban est de l'ordre de $\lambda/8$ si λ est la longueur d'onde associée à la fréquence de résonance du circuit.

30 Le substrat 10 est en matériau diélectrique (par exemple en verre époxy, en Téflon, ...). Sur la face inférieure de ce substrat, se trouve une couche conductrice non représentée (en cuivre par exemple) formant plan de masse.

Les différents résonateurs sont couplés les uns aux autres par des côtés parallèles et adjacents.

Le filtre se complète par une microbande d'entrée E et une microbande de sortie S.

5 De tels filtres travaillent dans la bande de fréquence allant sensiblement de 950 à 1750 MHz, en particulier dans des stations de réception de signaux de télévision diffusés par satellites.

10 Bien que donnant satisfaction à certains égards, ces filtres présentent des inconvénients.

D'abord, ils nécessitent l'utilisation de composants discrets comme les condensateurs. Ils ne permettent guère de monter en fréquence au-delà de 2000 MHz,
15 car les dimensions deviendraient trop faibles.

Ensuite, ils présentent une atténuation non négligeable au centre de la bande passante, de l'ordre de 6 dB.

Enfin, ils sont difficiles à simuler et à calculer,
20 en raison des multiples couplages entre cellules, toujours difficiles à quantifier exactement.

Exposé de l'invention

25 La présente invention a justement pour but de remédier à ces inconvénients. A cette fin, elle propose un filtre qui ne comprend plus de composants discrets (en pratique, plus de condensateurs).

Par ailleurs, le filtre de l'invention présente de
30 très faibles pertes, de l'ordre de 2 dB.

Enfin, le filtre de l'invention peut être calculé ou simulé aisément.

Tous ces résultats sont obtenus grâce à une structure particulière pour chaque cellule et à une mise en
35 série des cellules. Selon l'invention, les résonateurs

de chaque cellule sont chacun constitués par deux lignes à microruban, la première, de longueur telle qu'à la fréquence de travail elle se comporte comme une capacité et la seconde, beaucoup plus petite, qui se
5 comporte comme une inductance. Les deux lignes sont donc dissymétriques tant par leurs longueurs que par leurs fonctions.

Par ailleurs, il n'y a plus d'ouverture dans la ligne, ni de condensateur discret connecté dans une
10 ouverture.

Selon une autre caractéristique, les premières lignes des deux résonateurs sont juxtaposées et ce sont elles qui assurent le couplage entre les deux résonateurs. Le couplage a donc lieu dans une zone capacitive
15 et non plus inductive.

Selon encore une autre caractéristique, les secondes lignes (inductives) ont une extrémité reliée à une masse électrique.

Selon encore une autre caractéristique, l'accès au
20 filtre, soit en entrée, soit en sortie, s'effectue en un point particulier situé les deux lignes.

Si le filtre est composé de plusieurs cellules, celles-ci ne sont pas couplées les unes aux autres mais directement connectées en série, l'accès de sortie de
25 l'une étant relié à l'accès de sortie de la suivante. Les pertes dues à la mise en cascade sont ainsi réduites à leur minimum par rapport à l'art antérieur où la mise en cascade s'effectuait par couplage. De plus, la modélisation du filtre s'en trouve simplifiée.

30
De façon précise, la présente invention a donc pour objet un filtre passe-bande à lignes couplées dissymétriques, comprenant au moins une cellule constituée par deux résonateurs identiques couplés, caractérisé par le fait que chaque résonateur comprend :
35

- une première ligne à microruban conducteur dont la longueur est telle qu'à la fréquence de travail du filtre, cette ligne se comporte comme une capacité vis-à-vis du plan de masse, les deux premières lignes propres à deux résonateurs d'une même cellule étant juxtaposées sur au moins une partie de leur longueur et assurant le couplage entre les résonateurs, cette première ligne ayant une extrémité libre,
- une deuxième ligne à microruban conducteur disposée en bout de première ligne, cette seconde ligne étant beaucoup plus courte que la première et se comportant, à la fréquence de travail du filtre, comme une inductance, cette seconde ligne ayant une extrémité libre reliée à une masse électrique,
- un accès en un point situé entre la première et la seconde lignes.

La première ligne peut être formée d'une seule branche rectiligne, ou de deux branches, l'une servant au couplage. La seconde ligne peut avoir une forme quelconque et une disposition quelconque par rapport à la première : inclinée, à angle droit, dans le prolongement de la première, etc...

La ligne à microruban peut donc présenter des formes diverses en L, en U, en Γ , etc...

Quant aux largeurs des deux lignes, elles ne sont pas nécessairement identiques. Elles peuvent être différentes l'une de l'autre. Elles peuvent même varier progressivement, ou par sauts, le long d'une même ligne.

Toutes les techniques connues ou à venir permettant de réaliser des microrubans sont applicables à l'invention : utilisation d'un substrat diélectrique, technologie triplaque, suspension dans un boîtier, existence d'un plan de masse sous un substrat ou utilisation des parois métalliques d'un boîtier pour constituer la masse, etc... L'utilisation d'un diélectrique de permittivité élevée permet de réduire les dimensions mais peut augmenter les pertes. L'utilisation de l'air comme diélectrique permet de retrouver des dimensions raisonnables et diminue les pertes.

Brève description des dessins

- 15 - la figure 1, déjà décrite, montre un filtre selon l'art antérieur à cellules couplées ;
- la figure 2 représente schématiquement un filtre conforme à l'invention avec une seule cellule ;
- 20 - la figure 3 montre l'impédance de chaque ligne en fonction de la fréquence dans le cas où la première ligne est à la masse ;
- la figure 4 montre ces mêmes impédances dans le cas où la première ligne n'est pas à la
- 25 masse,
- la figure 5 illustre un mode de réalisation à lignes rectilignes ;
- la figure 6 illustre un mode de réalisation à secondes lignes inclinées ;
- 30 - la figure 7 illustre un mode de réalisation à lignes en L ;
- la figure 8 illustre un mode de réalisation à lignes en Γ ;
- la figure 9 illustre une variante à premières lignes en L ;
- 35

- la figure 10 montre un mode de réalisation à secondes lignes de largeur variable ;
- la figure 11 montre un mode de réalisation à premières lignes de largeur variable ;
- 5 - la figure 12 montre un masque pour la réalisation d'un filtre ;
- la figure 13 est un schéma électrique du filtre obtenu ;
- la figure 14 montre la bande passante obtenue avec le filtre de la figure 13, dans 10 une plage allant de 1000 à 2000 MHz ;
- la figure 15 montre l'atténuation du filtre en fonction de la fréquence, dans une plage allant de 1 à 2000 MHz ;
- 15 - la figure 16 montre l'atténuation vers les hautes fréquences jusqu'à 3000 MHz ;
- la figure 17 montre le taux d'ondes stationnaires dans une plage de fréquence allant de 1000 à 2000 MHz.

20

Exposé détaillé de modes de réalisation

On voit, sur la figure 2, un substrat diélectrique 20 sur la face inférieure duquel une couche métallique 22 a été déposée pour constituer un plan de masse. Sur 25 la face supérieure, on trouve deux résonateurs R1, R2 constitués chacun par une ligne à microruban conducteur qui, dans la variante illustrée, se compose d'une première ligne L1 (respectivement L2) et d'une seconde 30 ligne L'1 (L2) beaucoup plus courte que la première. La signification de "beaucoup plus courte" apparaîtra plus clairement en liaison avec les figures 3 et 4. Les secondes lignes L'1 et L'2 ont leur extrémité e'1, e'2 reliées au plan de masse 22 par un plot et un passage 35 conducteurs 24/1, 24/2.

Eventuellement, un seul plot conducteur peut être utilisé ainsi qu'un seul passage conducteur pour réunir les extrémités $e'1$, $e'2$ au plan de masse 22.

5 Les premières lignes L1, L2 ont leurs extrémités libres $e1$, $e2$ reliées éventuellement à la masse par des plots et passages conducteurs 26/1, 26/2. Là encore, un seul plot conducteur peut être employé ainsi qu'un seul passage conducteur.

10 L'entrée E du filtre s'effectue entre la première (L1) et la seconde (L'1) lignes de R1 et la sortie entre la première (L2) et la seconde (L'2) lignes de R2. Naturellement, le dispositif est symétrique et l'on peut entrer en S et sortir en E.

15 L'ensemble de ces moyens forme une cellule C qui, dans l'exemple illustré, constitue à elle seule, un filtre.

Les figures 3 et 4 permettent de préciser les longueurs à donner aux deux lignes.

20 On sait qu'une ligne à microruban constitue une ligne à constantes réparties présentant à la fois un caractère inductif et un caractère capacitif. L'un ou l'autre de ces caractères l'emporte selon la fréquence de travail.

25 Sur la figure 3, on voit l'impédance Z des lignes en fonction de la fréquence f. Pour la ligne L1 la plus longue, l'impédance Z1 est d'abord inductive (la capacité répartie est négligeable), devient infinie, puis est capacitive (l'inductance répartie devient négligeable). L'impédance Z'1 de la seconde ligne suit la même
30 variation, mais comme cette ligne beaucoup plus courte, elle reste inductive pour le domaine de fréquence considéré.

35 Il existe une fréquence f_0 pour laquelle les impédances Z1 et Z'1 sont égales et de signe contraire. La

fréquence f_0 est la fréquence de résonance du circuit constitué par la double ligne L1, L'1.

La figure 3 correspond au cas où les premières lignes L1 et L2 sont reliées à la masse par leurs
5 extrémités e1, e2 et les plots 26/1, 26/2 (les secondes lignes le sont toujours). Si ces premières lignes ne sont pas reliées à la masse (par leurs extrémités e1, e2), la forme de la courbe d'impédance Z1 change quelque peu comme l'indique la figure 4. Pour les bas-
10 ses fréquences, l'impédance est toujours inductive mais, cette fois, elle s'annule en devenant capacitive. Cependant, il existe toujours une fréquence f_0 pour laquelle $Z1 = -Z'1$ ce qui correspond à la résonance.

On voit ainsi que le choix des deux lignes doit
15 être tel que la première soit capacitive à la fréquence de travail (donc assez longue pour atteindre la zone capacitive) et la seconde inductive (donc beaucoup plus courte pour être encore inductive).

En pratique, la seconde ligne sera 5 à 20 fois
20 plus petite que la première. Par exemple, la première ligne aura une longueur de 20 à 50 mm et la seconde une longueur de 1 à 2,5 mm.

Ces caractères, respectivement capacitif et induc-
tif, ne peuvent être obtenus simultanément que pour des
25 fréquences relativement hautes, de l'ordre de ou supérieures à 1000 MHz. Le filtre de l'invention s'applique de préférence dans cette région du spectre mais le principe de base peut être appliqué à toute fréquence, si l'on accepte des dimensions importantes.

30

Les figures 5 à 11 illustrent quelques modes de réalisation des différentes lignes du microruban.

Sur la figure 5, tout d'abord, les premières lignes L1 (L2) et secondes lignes L'1 (L'2) sont dans le

prolongement l'une de l'autre et le microruban est droit.

Sur la figure 6, les secondes lignes L'1 (L'2) ne servant pas au couplage, sont inclinées d'un certain angle (θ) sur les premières lignes L1 (L2) servant au couplage. Les lignes L'1, L'2 forment ainsi, entre elles, un angle double (2θ). On peut prendre par exemple $\theta=45^\circ$, auquel cas les lignes L'1, L'2 sont à angle droit.

Mais, on pourrait prendre aussi $\theta=90^\circ$, auquel cas les lignes L'1, L'2 seraient dans le prolongement l'une de l'autre et formeraient un L avec la branche de couplage L1, L2. C'est ce qui est représenté sur la figure 7.

Sur la figure 8, les secondes lignes sont repliées à leur extrémité et le ruban est en forme de Γ .

Les premières lignes L1, L2, qui définissent le couplage, ne sont pas nécessairement juxtaposées sur toute leur longueur. Elles peuvent n'avoir qu'une partie en couplage. C'est ce qui est représenté sur la figure 9 où l'on voit que chaque première ligne (L1, L2) présente la forme d'un L, le couplage se faisant par les branches verticales des L.

Les figures 10 et 11 montrent des lignes de largeur variable. Sur la figure 10, les premières lignes servant au couplage ont une largeur fixe mais les secondes lignes, courtes, voient leur largeur augmenter, dans une forme évasée.

Sur la figure 11, les lignes de couplage L1 (L2) voient leur largeur croître d'une extrémité à l'autre (l'inverse étant également possible).

Si les premières lignes ont la forme d'un L comme sur la figure 9, la branche verticale peut être plus large que la branche horizontale (ou l'inverse).

Les figures 12 et 13 illustrent un mode de réalisation particulier d'un filtre conforme à l'invention dans le cas où ce filtre ne comprend qu'une cellule.

La figure 12, tout d'abord, montre le masque utilisé pour constituer le circuit imprimé sur la face supérieure du substrat. Ce masque est représenté à l'échelle 3, ce qui permet d'apprécier les dimensions réduites du filtre de l'invention. Ce masque comprend deux parties symétriques. Chaque partie comprend une bande d'accès (entrée ME et sortie MS), et deux lignes. La première ligne (L1, L2) est en forme de L avec une partie verticale large assurant le couplage et une partie horizontale plus fine et plus longue. La seconde ligne (L'1, L'2) est très courte et située en bout de la partie large de la première ligne.

La figure 13 montre le schéma électrique du filtre obtenu. On retrouve la première ligne L1 (L2) en forme de L avec sa branche verticale servant au couplage. A l'extrémité se trouve la seconde ligne L'1 (L'2) dont l'extrémité e'1 (e'2) est à la masse. La figure 13 correspond au cas où les lignes L1 et L2 sont à la masse.

Si l'on voulait réaliser un filtre à deux cellules de ce type, on connecterait en série deux cellules identiques, la sortie de la première étant reliée à l'entrée de la seconde.

Les figures 14 à 17 permettent d'illustrer les performances du filtre des figures 7 et 8.

La figure 14, tout d'abord, montre l'atténuation du filtre dans la bande allant de 1000 à 2000 MHz. On voit que l'atténuation au centre de la bande passante est très faible.

La figure 15 donne la même atténuation vers les basses fréquences de 1 MHz à 2000 MHz.

La figure 16 montre l'atténuation sur une large plage, de 1 à 3000 MHz.

Enfin, la figure 17 montre le taux d'ondes stationnaires (TOS) en fonction de la fréquence. Dans la
5 bande passante, ce taux tombe à environ -20 dB.

REVENDICATIONS

1. Filtre passe-bande à lignes couplées dissymétriques, comprenant au moins une cellule (C) constituée
5 par deux résonateurs identiques couplés (R1, R2), caractérisé par le fait que chaque résonateur (R1, R2) comprend :

- 10 - une première ligne à microruban conducteur (L1, L2) dont la longueur est telle qu'à la fréquence de travail du filtre, cette ligne se comporte comme une capacité, les deux premières lignes (L1, L2) propres à deux résonateurs d'une même cellule (C) étant juxtaposées sur au moins une partie de leur
15 longueur et assurant le couplage entre les résonateurs (R1, R2), cette première ligne ayant une extrémité libre (e1, e2),
- 20 - une deuxième ligne à microruban conducteur (L'1, L'2) en bout de première ligne, cette seconde ligne étant beaucoup plus courte que la première et se comportant, à la fréquence de travail du filtre, comme une inductance, cette seconde ligne (L'1, L'2) ayant une extrémité libre (e'1, e'2) reliée
25 à une masse électrique (24/1, 24/2),
- un accès (E, S) en un point situé entre la première (L1, L2) et la seconde (L'1, L'2) lignes.

30 2. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les premières lignes (L1, L2) de chaque résonateur (R1, R2) ont leur extrémité libre (e1, e2) également reliées à la masse électrique (26/1, 26/2).

35

3. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la seconde ligne (L'1, L'2) fait un certain angle (θ) avec la première (L1, L2), les deux secondes lignes (L'1, L'2) des deux résonateurs faisant entre elles un angle double (2θ).

4. Filtre passe-bande selon la revendication 3, caractérisé par le fait que l'angle (θ) que fait la seconde ligne (L'1, L'2) avec la première (L1, L2) est égal à 90° , chaque résonateur (R1, R2) ayant une forme en L.

5. Filtre passe-bande selon la revendication 3, caractérisé par le fait que l'angle (θ) que fait la seconde ligne (L'1, L'2) avec la première (L1, L2) est nul, la seconde ligne (L'1, L'2) étant dans le prolongement de la première (L1, L2), chaque résonateur présentant une forme rectiligne.

6. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les premières lignes (L1, L2) des deux résonateurs ne sont juxtaposées que sur une partie de leur longueur.

7. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la première ligne (L1, L2) a une première largeur sur une partie et une seconde largeur sur une seconde partie.

8. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque résonateur présente une forme en Γ .

9. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la première ligne (L1, L2) a une largeur variable.

5 10. Filtre passe-bande selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la seconde ligne (L'1, L'2) a une largeur variable.

10 11. Filtre passe-bande selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que les extrémités (e'1, e'2) des secondes lignes (L'1, L'2) propres à deux résonateurs couplés (R1, R2) sont reliées à une seule et unique masse électrique.

15 12. Filtre passe-bande selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait que les extrémités (e1, e2) des premières lignes (L1, L2) propres à deux résonateurs couplés (R1, R2) sont reliées à une seule et unique masse électrique.

20

13. Filtre passe-bande selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins deux cellules (C1, C2), l'accès de sortie (S) de la première cellule étant connecté à
25 l'accès d'entrée (E) de la seconde.

14. Filtre passe-bande selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé par le fait qu'il fonctionne à une fréquence de l'ordre de ou supérieure
30 à environ 1000 MHz.

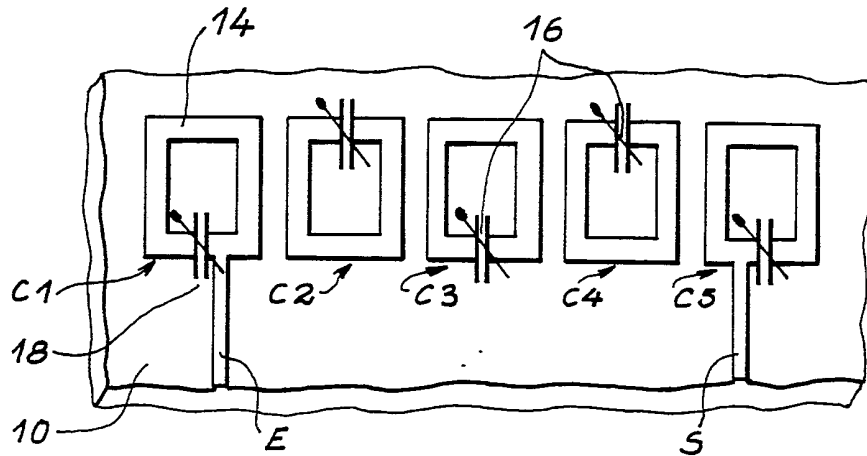


FIG. 1

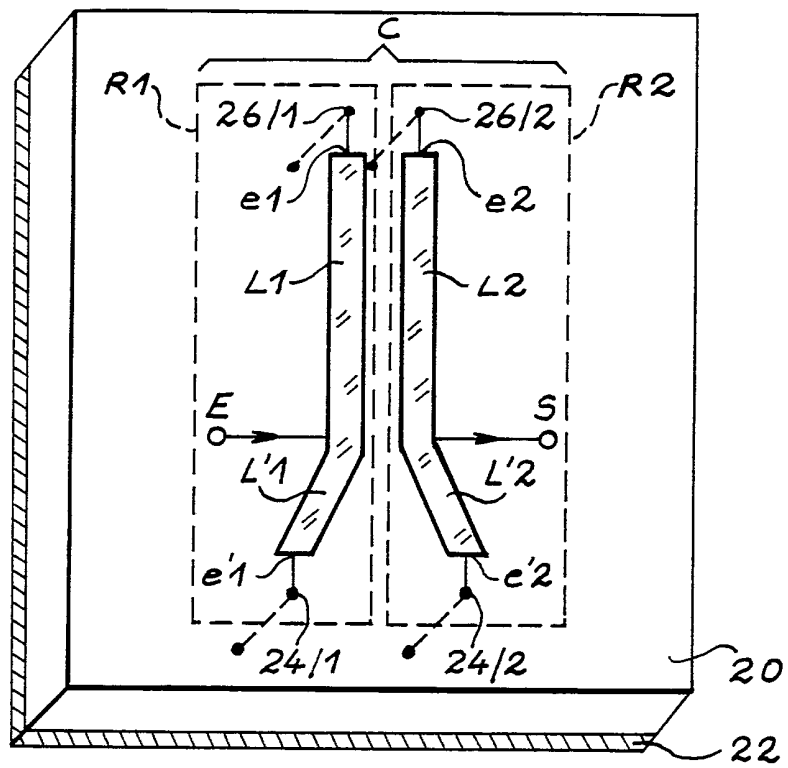


FIG. 2

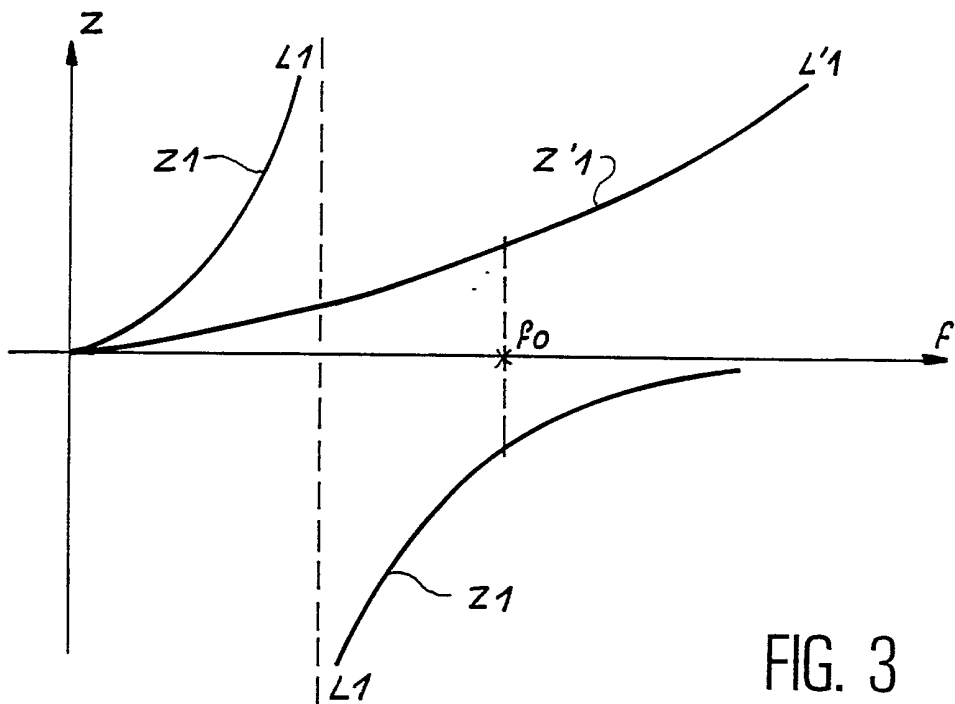


FIG. 3

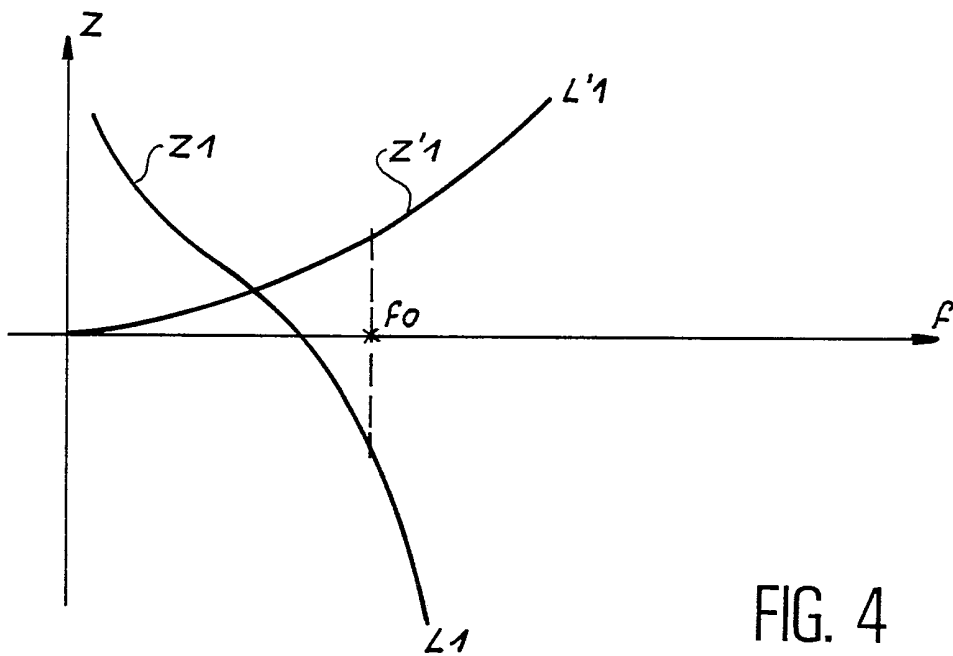


FIG. 4

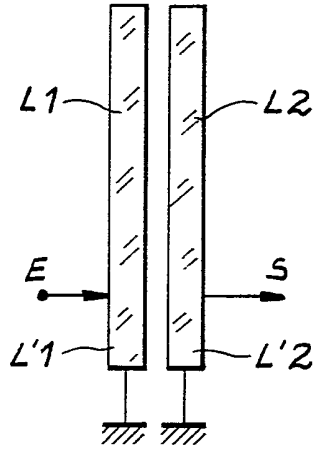


FIG. 5

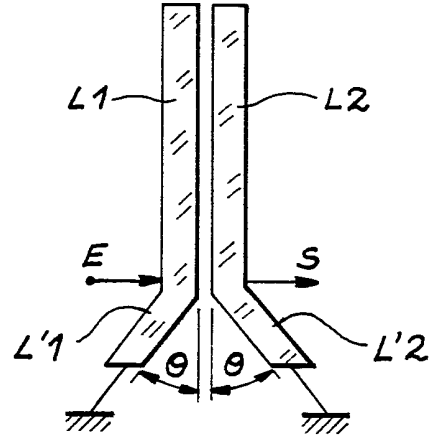


FIG. 6

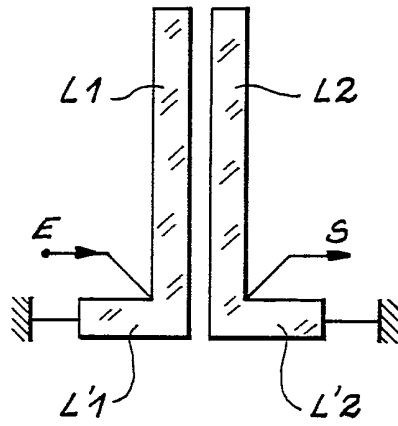


FIG. 7

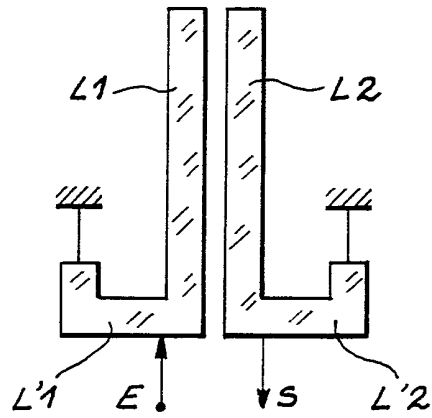


FIG. 8

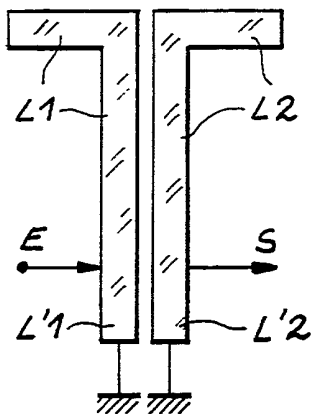


FIG. 9

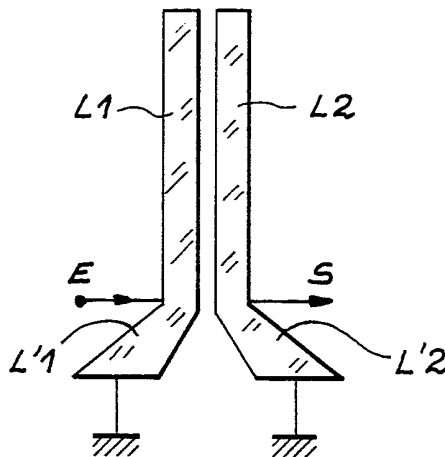


FIG. 10

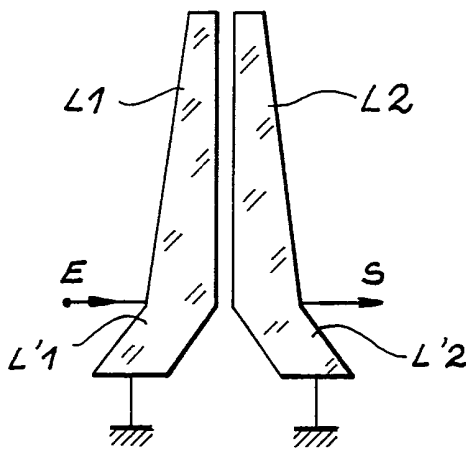


FIG. 11

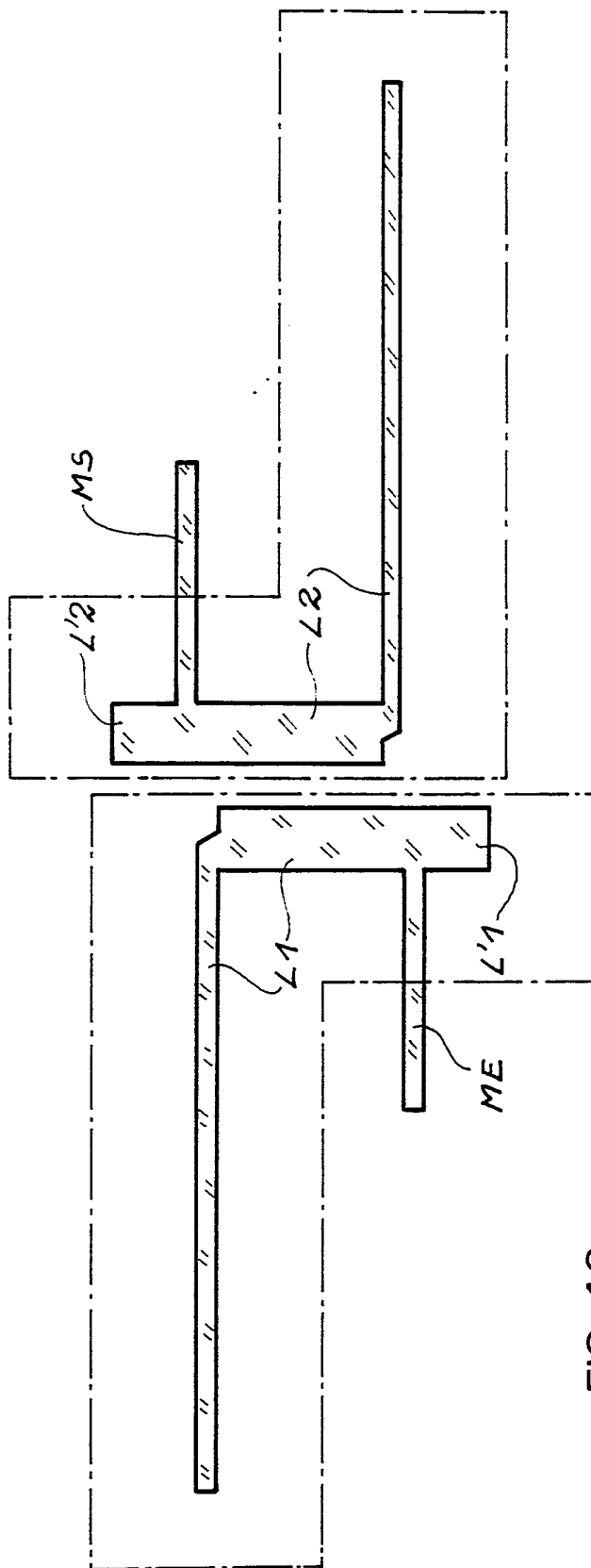


FIG. 12

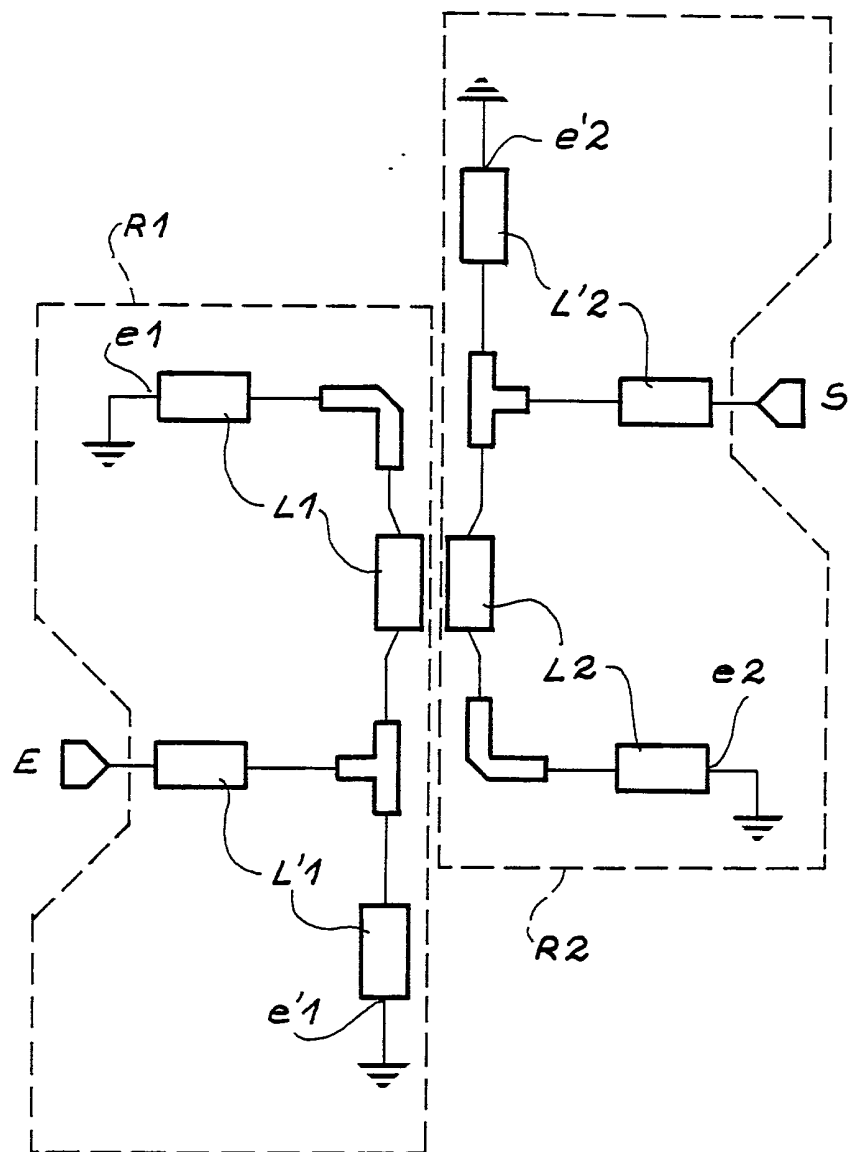
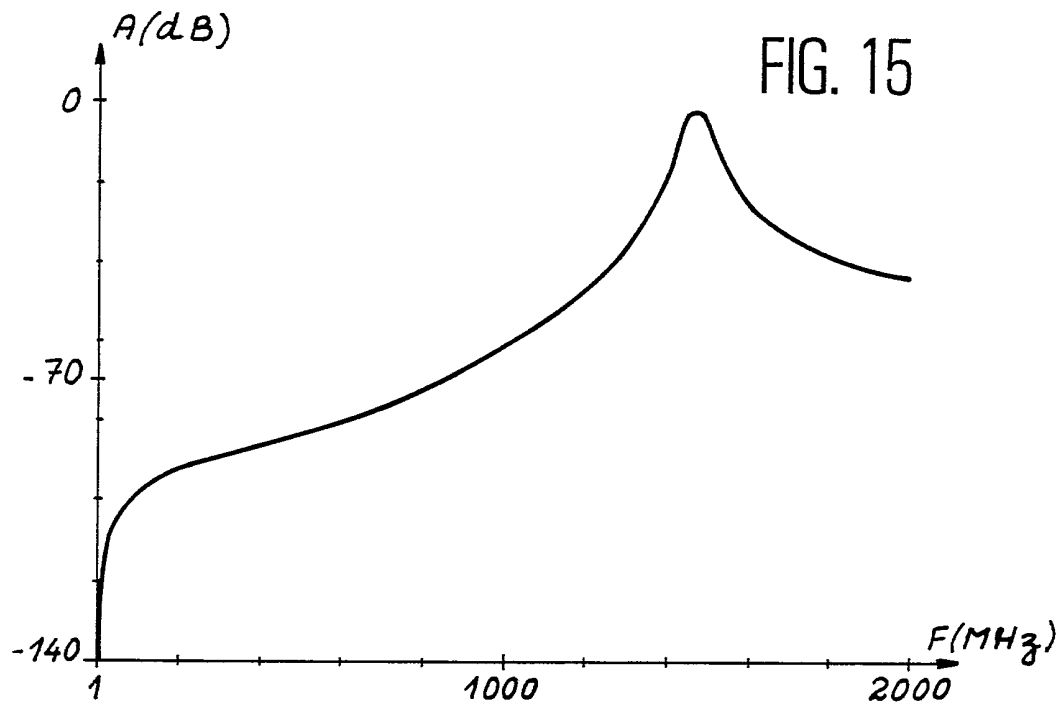
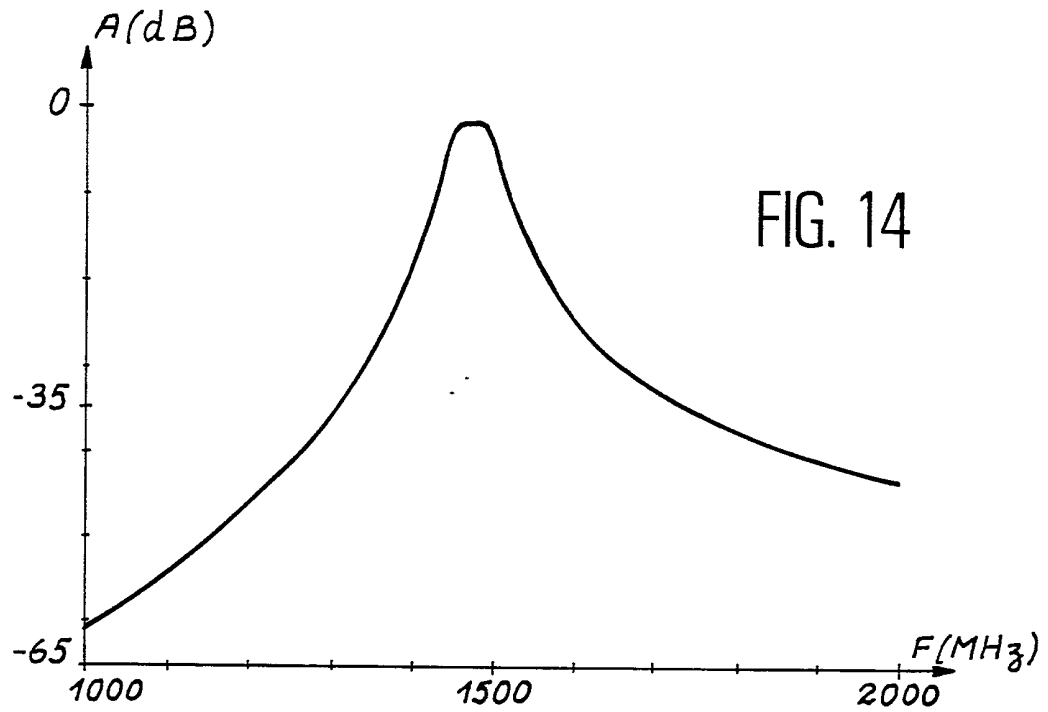
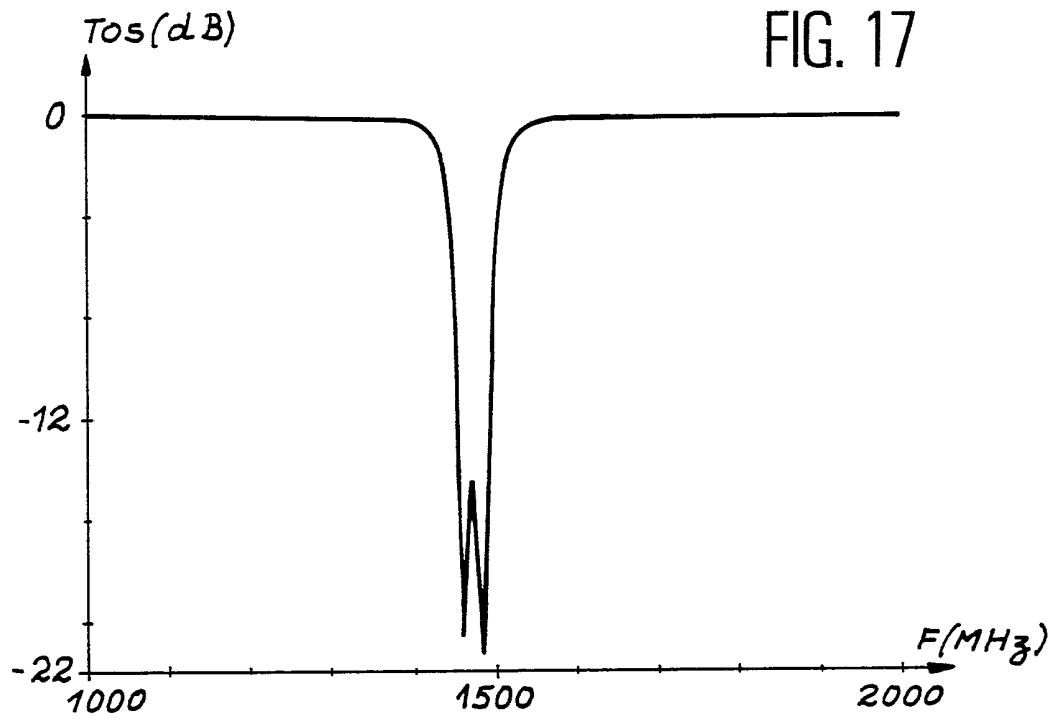
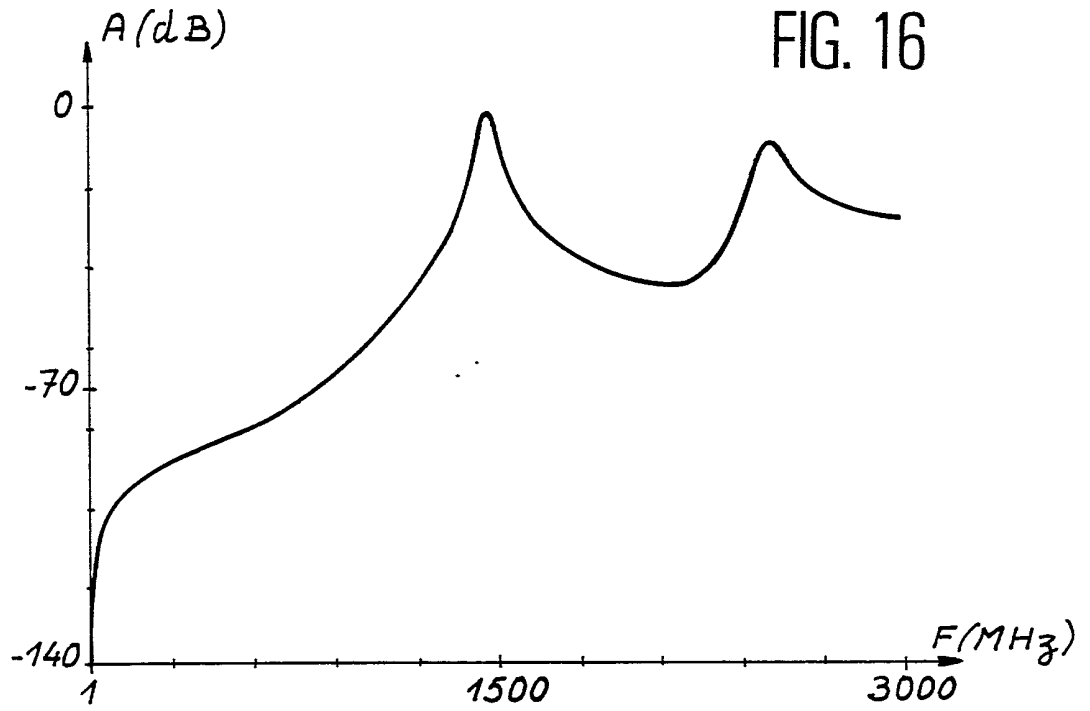


FIG. 13





INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 488315
FR 9305288

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US-A-4 266 206 (BEDARD ET AL.) * abrégé; figure 2 * * colonne 3, ligne 7 - ligne 19 * ---	1,2,4
A	US-A-4 491 976 (SAITOH ET AL.) * abrégé; figures 3A,3B * ---	1,2,4, 11,12
A	US-A-4 800 343 (KINOSHITA) * abrégé; figure 2 * * colonne 2, ligne 64 - colonne 3, ligne 13 * -----	5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.5)
		H01P
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
25 Janvier 1994		Danielidis, S
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)