



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 067 617 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
10.01.2001 Bulletin 2001/02

(51) Int. Cl.⁷: **H01P 1/202**

(21) Numéro de dépôt: **00401804.0**

(22) Date de dépôt: **23.06.2000**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **29.06.1999 FR 9908322**

(71) Demandeur: **THOMSON-CSF
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Tolant, Clément,
THOMSON-CSF
94117 Arcueil Cedex (FR)**

• **Le Gall, Paul,
THOMSON-CSF
94117 Arcueil Cedex (FR)**
• **Eudeline, Philippe,
THOMSON-CSF
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(74) Mandataire:
**Lucas, Laurent Jacques et al
Thomson-CSF
Propriété Intellectuelle
13, avenue du Président S. Allende
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(54) **Filtre passe-bande**

(57) La présente invention concerne un filtre passe-bande. Ce filtre comporte une ou plusieurs cellules élémentaires (10) de type passe-bande placées en série, une cellule élémentaire regroupant un réseau exerçant un filtrage passe-bas composé d'un tronçon inductif (32) et d'un tronçon capacitif (33) en structuré coaxiale et un résonateur quart d'onde (35) en série exerçant un filtrage passe-haut, placé au milieu du tronçon capacitif (33).

L'invention s'applique notamment pour des filtres disposés en sortie du tube hyperfréquence dans la chaîne d'émission d'un radar, par exemple à bande étroite. Plus généralement, elle s'applique pour les filtres passe-bande utilisés dans des émetteurs mais aussi dans des récepteurs de systèmes électromagnétiques.

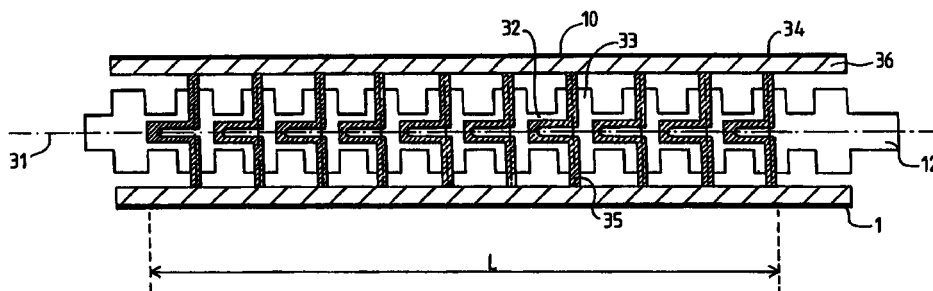


FIG.2

EP 1 067 617 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un filtre passe-bande. Elle s'applique notamment pour des filtres hyperfréquence, par exemple à bande étroite, disposés en sortie de chaîne d'émission d'un radar. Plus généralement, elle s'applique pour les filtres passe-bande utilisés dans des émetteurs mais aussi dans des récepteurs de systèmes électromagnétiques.

[0002] Les radars sont en partie caractérisés par leur bande de fréquence de fonctionnement. Cette dernière est choisie notamment en fonction des applications prévues pour le radar. Un signal émis par un radar est élaboré à partir d'un signal hyperfréquence de faible puissance, généralement créé à partir d'un oscillateur de référence. Ce signal est ensuite amplifié à travers une chaîne d'émission de façon à obtenir en sortie du radar un signal suffisamment puissant pour atteindre une cible et permettre à cette dernière de renvoyer un écho suffisamment puissant pour qu'il puisse être détecté par la chaîne de réception du radar. Pour obtenir un signal hyperfréquence pur qui se situe dans la bande souhaitée, il est nécessaire de placer dans la chaîne d'émission un filtre passe-bande adapté. Comme tout circuit hyperfréquence situé dans une chaîne d'émission ou de réception hyperfréquence, ce filtre passe-bande doit présenter une bonne adaptation caractérisée par un taux d'ondes stationnaires, cette adaptation étant associée à des pertes d'insertion. Par ailleurs, Le filtre passe-bande présente des caractéristiques propres à sa fonction. Une caractéristique importante est notamment la raideur de ses flans, c'est-à-dire l'intervalle de fréquence qui sépare le filtre d'un état passant à un état où il atténue quasiment complètement les ondes. Plus cet intervalle est faible, plus la raideur du filtre est grande. Plus cette raideur est grande, plus le filtre est efficace. Le niveau de puissance accepté par le filtre constitue une autre caractéristique importante de ce circuit.

[0003] Il est connu de réaliser des filtres passe-bande pour des chaînes d'émission ou de réception radar qui présentent de bonnes performances. Ces performances concernent notamment les pertes d'insertion, la réjection hors bande notamment aux fréquences harmoniques, le taux d'onde stationnaire mais aussi la raideur du filtre ainsi que sa tenue en puissance. Les structures connues ne permettent pas d'obtenir de bonnes performances dans un encombrement réduit. Un but de l'invention est de permettre la réalisation d'un filtre passe-bande qui présente à la fois de bonnes performances hyperfréquence et qui occupe un volume réduit. A cet effet, l'invention a pour objet un filtre passe-bande, caractérisé en ce qu'il comporte une ou plusieurs cellules élémentaires de type passe-bande placées en série, une cellule élémentaire regroupant un réseau exerçant un filtrage passe-bas composé d'un tronçon inductif et d'un tronçon capacitif en technologie

coaxiale et un résonateur quart d'onde en série exerçant un filtrage passe-haut, placé au milieu du tronçon capacitif.

[0004] L'invention a pour principaux avantages qu'elle permet d'obtenir un très bon niveau de rejection des fréquences en dehors de la bande passante, qu'elle s'adapte à différentes bandes de fréquence et qu'elle est simple à mettre en oeuvre.

[0005] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard de dessins annexés qui représentent:

- la figure 1, une illustration du gabarit d'un filtre passe-bande;
- la figure 2, un exemple de réalisation possible d'un filtre selon l'invention;
- la figure 3, une cellule élémentaire composant le filtre de la figure 2;
- la figure 4a, un schéma électrique équivalent d'un tronçon élémentaire passe-bas;
- la figure 4b, un schéma électrique équivalent d'une cellule élémentaire passe-bande;
- la figure 5, un exemple de fonction de filtrage obtenue pour un filtre élémentaire passe-bande;
- les figures 6 et 7, un autre exemple de réalisation possible d'un filtre selon l'invention.

[0006] La figure 1 illustre à titre indicatif la fonction d'un filtre passe-bande dans un système d'axes dont l'axe des ordonnées représente le niveau d'atténuation A, par exemple en dB, et dont l'axe des abscisses représente les fréquences f. La raideur du filtre est caractérisée par l'intervalle de fréquence Δf_1 qui caractérise le passage de l'état d'atténuation maximum 1 à l'état passant correspondant à l'état passant 2. Ce dernier correspond à une atténuation sensiblement nulle, correspondant aux pertes d'insertion résiduelles. La raideur est aussi caractérisée par l'intervalle de fréquence Δf_2 correspondant au passage de l'état passant 2 à l'état d'atténuation maximum 1. Les deux intervalles Δf_1 , Δf_2 sont par exemple sensiblement égaux. L'efficacité du filtre est liée à sa raideur. Un filtre passe-bande est d'autant plus efficace que sa raideur est grande, c'est-à-dire que les intervalles Δf_1 , Δf_2 sont faibles.

[0007] La figure 2 présente un exemple de réalisation possible d'un filtre selon l'invention. Ce filtre comporte une structure de propagation de type coaxial 1 de longueur L. La figure 2 présente l'ensemble de cette structure selon une coupe longitudinale passant par le centre. Le filtre selon l'invention comporte une succession de cellules élémentaires 10 identiques disposées en série et s'emboîtant les unes dans les autres.

[0008] La figure 3 illustre une cellule élémentaire 10, par la même vue en coupe que celle de la figure 2. Cette cellule comporte un réseau de filtrage élémentaire de type passe-bas qui présente une symétrie de révolution autour d'un axe de symétrie 31. Ce réseau passe-bas est composé de deux tronçons 32, 33 de rayons respectifs R_1 , R_2 différents représentant respec-

tivement l'inductance L_0 et la capacité C_0 de filtrage. La capacité élémentaire C_0 de la cellule 10 est obtenue mécaniquement par l'espacement entre le tronçon de grand rayon R_2 et la gaine métallique 34 de la structure coaxiale. L'inductance élémentaire L_0 est obtenue par la longueur du tronçon 32. Cela donne un schéma équivalent tel que représenté par la figure 4. La capacité élémentaire C_0 est connectée entre la gaine métallique 34 et le tronçon 33 de grand rayon R_2 , l'inductance élémentaire L_0 est fonction de la longueur l_e du tronçon de petit rayon R_1 .

[0009] La cellule élémentaire 10 L_0 , C_0 réalise un filtrage des hautes fréquences, la fréquence de coupure f_H étant donnée par la relation suivante, en l'absence de tout autre élément, notamment d'un résonateur qui va être décrit par la suite:

$$f_H = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_0 C_0}} \quad (1)$$

[0010] La figure 5 illustre par une première courbe 51, en trait continu, la fonction de filtrage relative à cette cellule, dans le même système d'axes que celui de la figure 1. Les ondes ayant une fréquence supérieure à une fréquence proche de la fréquence de coupure précédente f_H sont atténuées par la cellule L_0 , C_0 .

[0011] Une cellule élémentaire 10 comporte par ailleurs un résonateur quart d'onde 35, placé au milieu du tronçon capacitif 33. D'un point de vue mécanique, ce piège hyperfréquence est réalisé à l'aide d'une bague 35 en matériau isolant, pouvant être par exemple le matériau dénommé par la marque déposée Téflon, et dont la forme en coupe rappelle un double L. Cette forme est liée à la longueur importante du piège qu'il est nécessaire de replier à l'intérieur de la structure afin que le circuit ouvert puisse se transformer correctement en court-circuit au niveau du tronçon capacitif. Cette continuité électrique est assurée si la longueur L_p du piège est sensiblement égale au quart d'onde à la fréquence centrale de la bande de fréquence utile, soit:

$$L_p = \lambda_{Gc} / 4 \quad (2)$$

[0012] λ_{Gc} étant la longueur d'onde guidée associée à la fréquence centrale de la bande utile du filtre final. Ce résonateur se transforme en un court-circuit pour les ondes hyperfréquence. En dehors de la bande, l'impédance ramenée par le résonateur n'est plus un court-circuit, ce qui crée une désadaptation qui se caractérise par un filtrage des basses fréquences. Ce tronçon a notamment pour rôle de créer le flanc bas du filtre. Les ondes ayant une fréquence inférieure à la fréquence f_B sont atténuées. Au contraire, les ondes ayant une fréquence supérieure à f_B rencontrent un court-circuit.

[0013] De manière à assurer le maintien mécanique de la structure globale, les bagues 35 dépassent

par exemple légèrement des tronçons capacitifs et sont ensuite maintenus par une gaine 36, réalisée en matériau diélectrique isolant de faible épaisseur.

[0014] Par l'effet de l'élargissement du conducteur central, dont la fonction de filtrage est illustrée par la première courbe 51 et par l'effet du résonateur quart d'onde dont la réponse est illustrée par la deuxième courbe 52, un filtre élémentaire passe-bande est ainsi obtenu. Le filtre est passant entre la fréquence de coupure basse f_B et la fréquence de coupure haute f_H . La figure 4b illustre le schéma électrique équivalent d'une cellule élémentaire, prenant en compte l'effet du résonateur. Un premier filtre comporte une inductance L_0 reliée à une capacité $C_0/2$ elle-même reliée par ailleurs au potentiel du conducteur extérieur 34. En série avec ce filtre sont disposés une inductance L_r et une capacité C_r égale à $C_0/2$, tous deux en série, reliés à une capacité C_r reliée par ailleurs au potentiel du conducteur extérieur 34. L_0 , C_0 sont l'inductance et la capacité du filtre passe-bas illustré par la figure 4a, et L_r , C_r sont l'inductance et la capacité correspondant au résonateur 35.

[0015] Il n'est pas nécessaire que le résonateur 35 se prolonge depuis le conducteur central 33 jusqu'à la gaine 36 ou le conducteur extérieur 34. Néanmoins, pour assurer une bonne tenue mécanique de l'ensemble, il est préférable que le transformateur d'impédance occupe tout l'espace intérieur. Un isolant électrique, par exemple du Téflon, occupe l'espace entre le conducteur central 12 et la gaine 36 ou le conducteur extérieur 34.

[0016] Une fonction de filtrage telle qu'illustrée par la figure 5 et correspondant à un filtre élémentaire 10 n'est pas parfaite dans la mesure notamment où sa raideur est faible. Pour obtenir un filtre qui s'approche le plus possible d'un filtre idéal, c'est-à-dire ayant la raideur la plus importante possible, un filtre selon l'invention comporte plusieurs filtres élémentaires 10 en série comme l'illustre notamment la figure 2.

[0017] Les dimensions génériques des tronçons d'inductance et de capacité, ainsi que celles du résonateur 35, qui fait fonction de transformateur d'impédance, sont réglées de façon à ce que la bande passante du filtre (f_H-f_B) réalisé par une cellule élémentaire 10 soit par exemple centrée sur la fréquence centrale de la bande utile du radar.

[0018] La figure 6 présente, par une vue en perspective, un autre mode de réalisation possible d'un dispositif selon l'invention. Ce mode de réalisation complète par exemple le dispositif tel que présenté précédemment. Dans le mode de réalisation de la figure 6, la structure coaxiale précédente 1 est disposée à l'intérieur d'un ensemble 61 de guides d'ondes rectangulaires 62. Cet ensemble est par exemple constitué de deux parties, dont une seule est représentée en figure 6 pour des facilités de présentation. Les guides d'ondes rectangulaires 62 sont sensiblement perpendiculaires à l'axe 31 du guide d'onde coaxial 1. Les guides d'ondes rectangulaires 62 sont par exemple usinés dans un bloc de métal. Une partie ainsi usinée comportant un

ensemble de demi-guides d'ondes rectangulaires comme l'illustre la figure 6. Les guides complets 62 sont alors obtenus par la superposition des deux parties. Dans chaque partie, un creux ayant la forme d'un demi-cylindre est usiné perpendiculairement aux guides d'ondes rectangulaires 62 pour placer la structure coaxiale 1. Le filtre tel qu'illustré par la figure 6 montre que les guides d'ondes rectangulaires 62 sont disposés perpendiculairement de part et d'autre du guide d'onde coaxial 1 selon un plan passant par l'axe de symétrie 31 de ce dernier. Par ailleurs sur la figure 6, les guides rectangulaires 62 sont ouverts à leurs extrémités.

[0019] La figure 7 montre, par une vue en coupe dans le plan de symétrie du filtre, que les extrémités des guides d'ondes rectangulaires 62 opposées à la structure coaxiale 1 sont fermées par des charges hyperfréquence 71. L'ensemble des guides d'ondes rectangulaires 62 fermés par les charges hyperfréquence 71 permettent notamment d'optimiser les performances du filtre en dehors de sa bande passante, c'est-à-dire d'améliorer le niveau d'atténuation en dehors de cette bande. Cet ensemble permet en particulier de piéger les harmoniques d'ordres élevés ou d'autres fréquences parasites, en dehors de la bande passante, que le filtre atténue insuffisamment, en regard d'un niveau de performance demandé très sévère. Comme l'illustre la figure 7, un guide d'onde rectangulaire 62 est couplé à chaque cellule élémentaire de filtrage 10, plus précisément, un guide d'onde rectangulaire 62 est placé de chaque côté d'une cellule de filtrage élémentaire 10. Les harmoniques non filtrées par la structure de filtre coaxial telle que décrite relativement aux figures 2 et 3 sont piégées dans les guides d'ondes rectangulaires 62. La charge hyperfréquence 71 joue en fait le rôle d'un absorbant hyperfréquence. Les fréquences ainsi absorbées sont éliminées, et donc filtrées. Le passage des harmoniques, non suffisamment filtrées par une cellule de filtrage élémentaire 10, à ses guides d'ondes rectangulaires associés se fait par couplage hyperfréquence. En particulier, les dimensions des guides rectangulaires 62 sont prévues en fonction des fréquences à atténuer et du couplage précité. Ce couplage se fait via le conducteur extérieur 34 de la structure coaxiale 1 qui est au contact des parois 63 des guides rectangulaires 62. De préférence, une charge hyperfréquence 71 a une forme triangulaire dont la pointe est orientée vers l'intérieur du guide, le triangle étant par ailleurs symétrique par rapport à l'axe central 64 du guide. Cela permet notamment d'optimiser l'absorption des ondes captées par le guide.

[0020] Un filtre selon l'invention présente de très bonnes performances électriques tout en présentant un encombrement réduit et une structure compacte. En particulier, de par sa structure de propagation en technologie coaxiale, ses pertes d'insertion sont très faibles. De plus, par sa structure additionnelle en guides d'ondes rectangulaires, il possède d'excellentes propriétés de rejection des fréquences harmoniques en

dehors de sa bande passante.

[0021] L'invention s'applique avantageusement pour différents types de bandes de fréquences, il suffit pour l'adapter à une bande donnée de dimensionner en conséquence la structure coaxiale d'une part et éventuellement les guides rectangulaires d'autre part. L'invention est par ailleurs simple à mettre en oeuvre dans la mesure notamment où elle ne nécessite pas de composant ou de structures particulièrement complexes.

Revendications

1. Filtre passe-bande, caractérisé en ce qu'il comporte une ou plusieurs cellules élémentaires (10) de type passe-bande placées en série, une cellule élémentaire regroupant:
 - un réseau exerçant un filtrage passe-bas composé d'un tronçon inductif (32) et d'un tronçon capacitif (33) en structure coaxiale;
 - et un résonateur quart d'onde (35) en série exerçant un filtrage passe-haut, placé au milieu du tronçon capacitif (33).
2. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un réseau passe-bas est composé d'un tronçon inductif (32) de diamètre R_1 et d'un tronçon capacitif (33) de diamètre R_2 , R_2 étant supérieur à R_1 .
3. Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le résonateur (35) a la forme d'une bague.
4. Filtre selon la revendication 3, caractérisé en ce que le résonateur (35) a la forme d'un double L dans une vue en coupe passant par l'axe de symétrie (31) de la structure coaxiale.
5. Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une gaine (36), réalisée en un matériau isolant électriquement, est placée entre le résonateur quart d'onde (35) et le conducteur extérieur (34) de la structure coaxiale.
6. Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ensemble des cellules élémentaires (10) est disposé à l'intérieur d'un ensemble (61) de guides d'ondes rectangulaires (62) fermés par une charge hyperfréquence (71), les guides d'ondes rectangulaires (62) étant disposés perpendiculairement de part et d'autre des cellules élémentaires (10) selon un plan passant par leur axe de symétrie (31), les guides d'ondes rectangulaires captant des ondes de fréquences présentes en dehors de la bande passante du filtre.

7. Filtre selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'ensemble (61) des guides rectangulaires est constitué de deux parties, qui prennent les cellules élémentaires (10) en sandwich, les guides d'ondes rectangulaires (62) étant usinés dans un bloc de métal. 5
8. Filtre selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'un guide d'onde rectangulaire (62) est couplé à chaque cellule élémentaire de filtrage (10), de sorte qu'un guide d'onde rectangulaire (62) est placé de chaque côté d'une cellule élémentaire (10). 10
9. Filtre selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce qu'une charge hyperfréquence (71) a une forme triangulaire dont la pointe est orientée vers l'intérieur du guide rectangulaire, le triangle étant symétrique par rapport à l'axe central (64) du guide. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

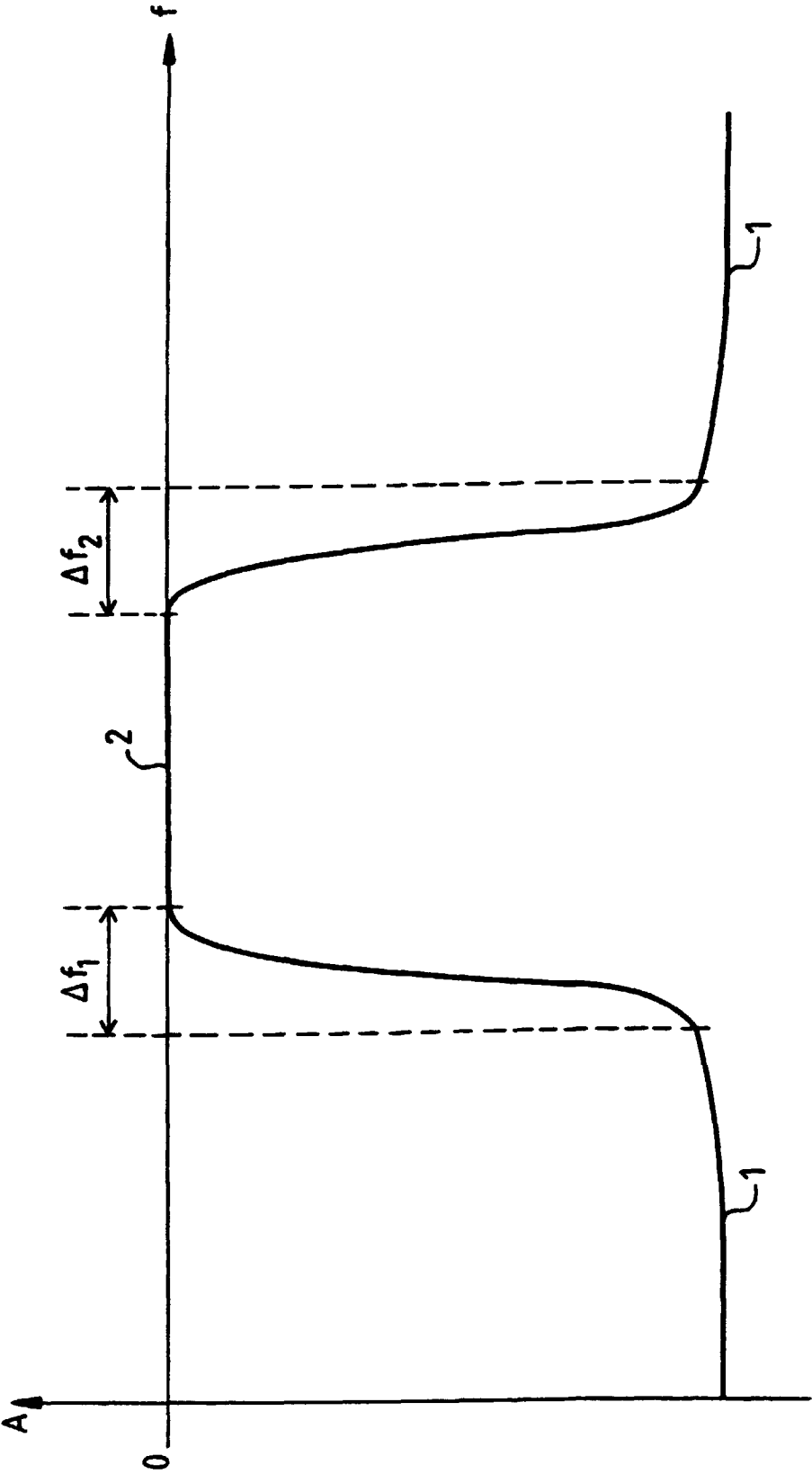


FIG.1

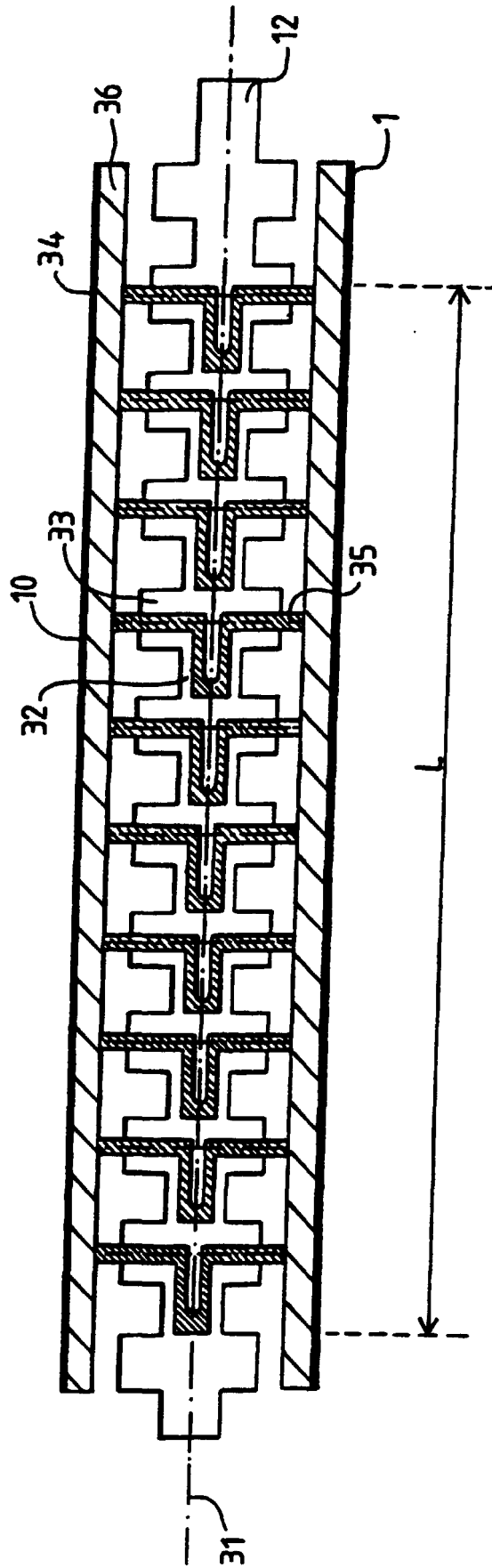


FIG.2

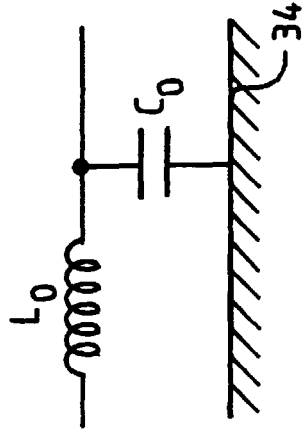


FIG. 4a

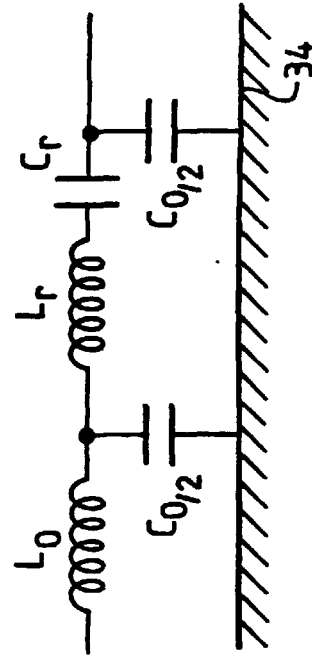


FIG. 4b

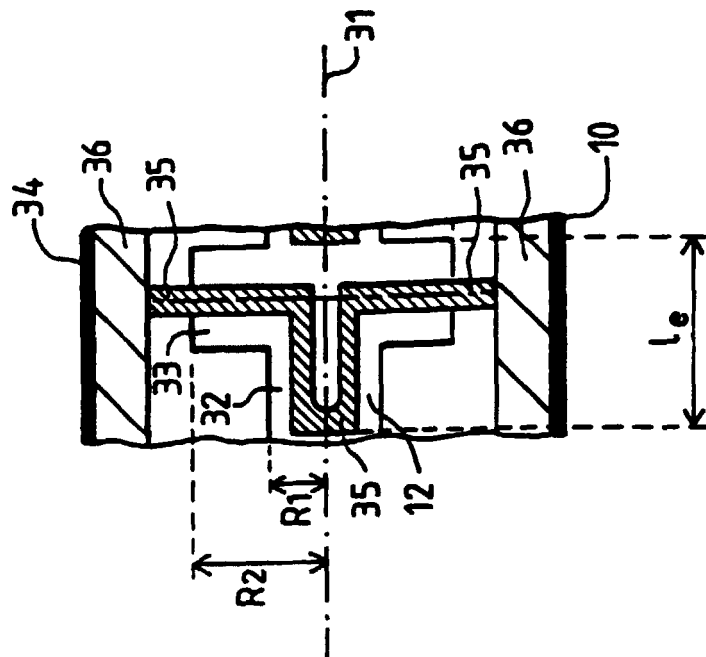


FIG. 3

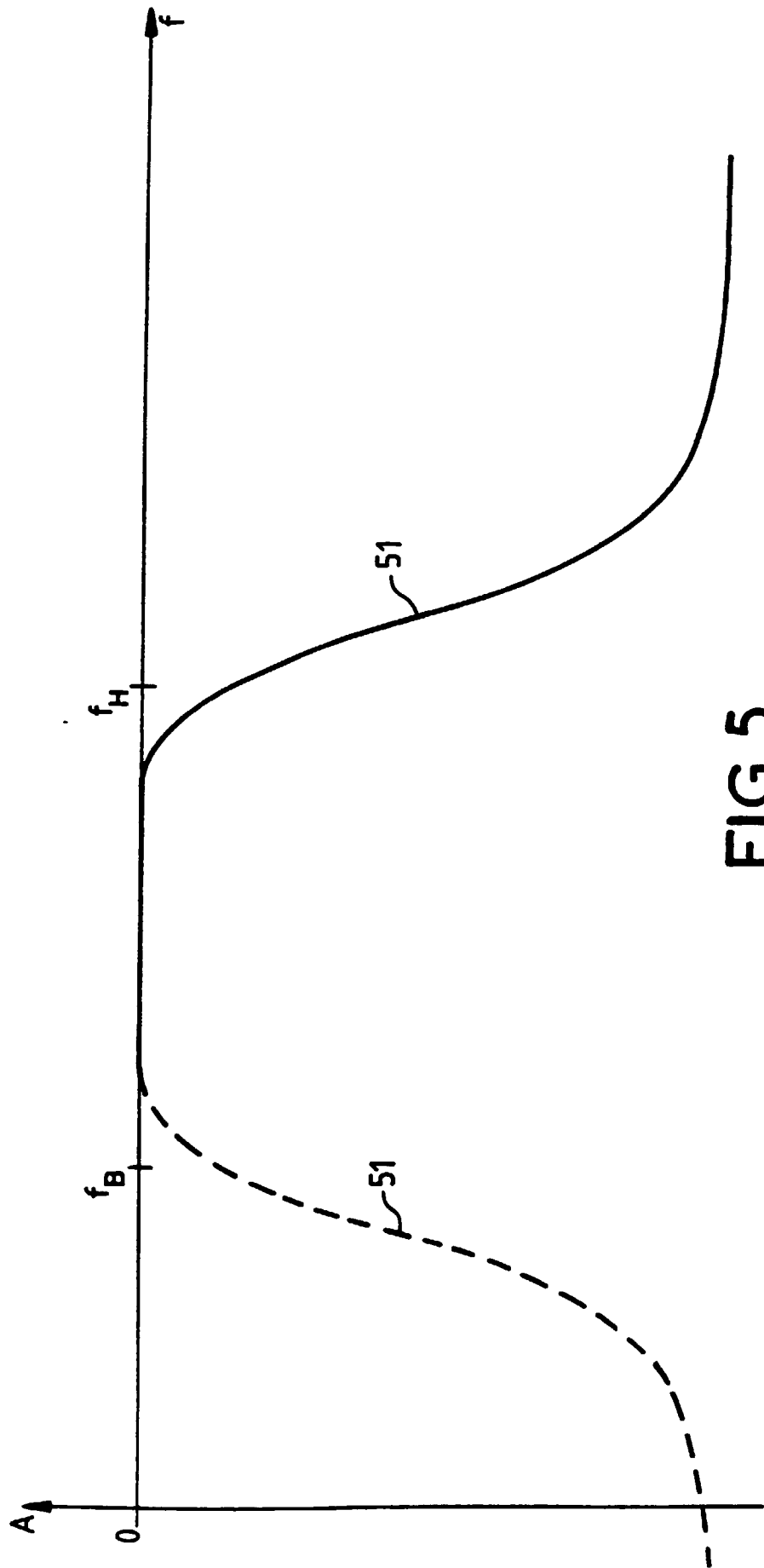


FIG.5

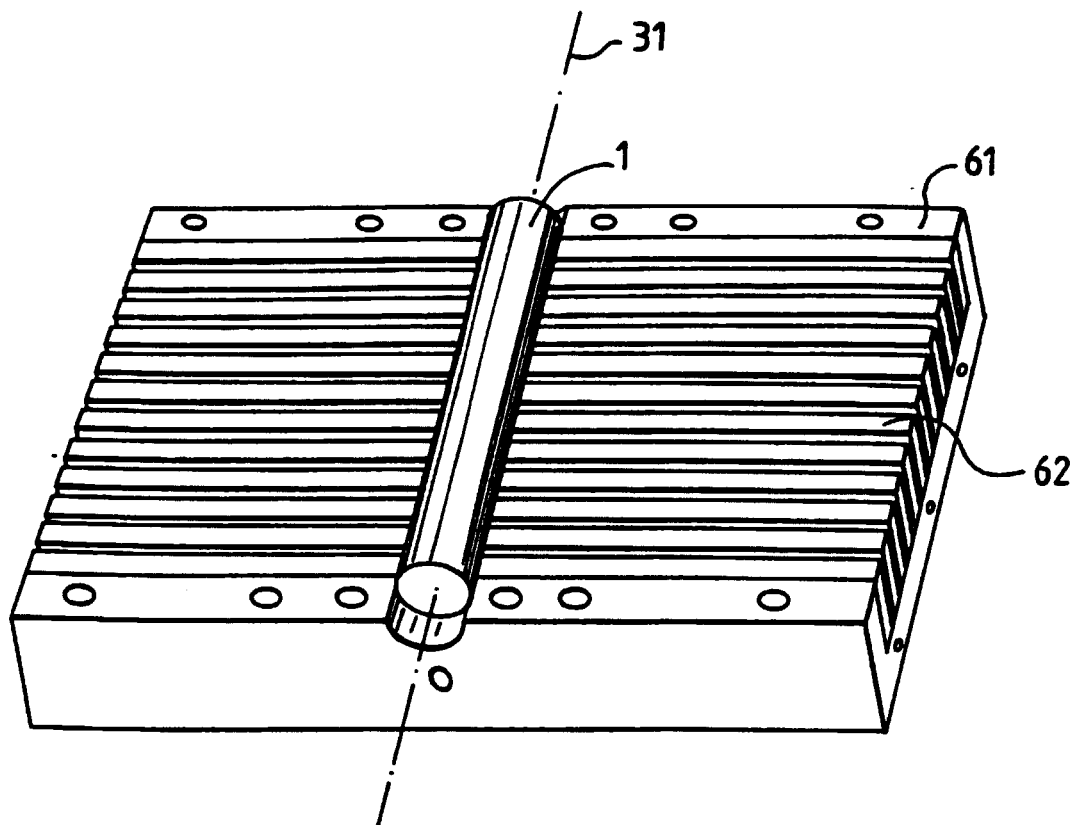


FIG.6

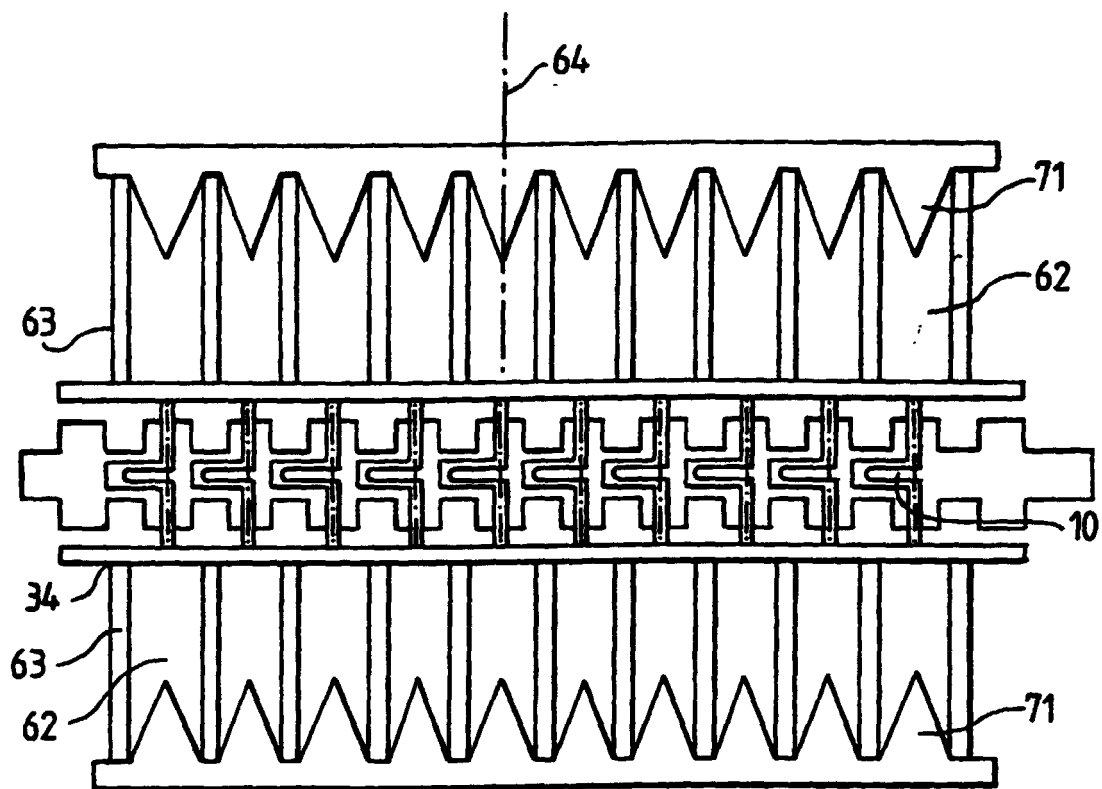


FIG. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 00 40 1804

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.7)
A	NIKLAUS P: "NEW, CUSTOM-DESIGNED LOWPASS FILTERS FOR RADIO TRANSMITTERS" ABB REVIEW, CH, ABB ASEA BROWN BOVERI, ZURICH, no. 10, 1 janvier 1992 (1992-01-01), pages 19-24, XP000323955 ISSN: 1013-3119 * page 19, colonne de droite, ligne 19 - ligne 27; figures 5,6 * ---	1,2	H01P1/202
A	CH 245 847 A (TELEFUNKEN GESELLSCHAFT FÜR DRAHTLOSE TELEGRAPHIE MBH.) 16 août 1947 (1947-08-16) * page 3, colonne de droite, ligne 21 - ligne 34; figures 6,7 * ---	1	
A	GB 1 046 277 A (COMPAGNIE FRANCAISE THOMSON-HOUSTON) 19 octobre 1966 (1966-10-19) * page 2, ligne 20 - ligne 68; figures 2A,B * -----	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		19 septembre 2000	Den Otter, A
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			

EPO FORM 1503 03 02 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 40 1804

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-09-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 245847 A		AUCUN	

GB 1046277 A		DE 1293242 B	
		FR 1344275 A	26-02-1964

EPO FORM PC460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82