

①② **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
13.06.90

⑤① Int. Cl.⁵: **H01P 1/203**

②① Numéro de dépôt: **86102410.7**

②② Date de dépôt: **25.02.86**

⑤④ **Filtre passe-bande pour hyperfréquences.**

③⑩ Priorité: **27.02.85 FR 8502850**

④③ Date de publication de la demande:
03.09.86 Bulletin 86/36

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
13.06.90 Bulletin 90/24

⑧④ Etats contractants désignés:
BE DE FR GB IT

⑤⑥ Documents cités:
EP-A- 0 071 509
DE-A- 1 925 610
FR-A- 2 525 835
US-A- 4 418 324

IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. MTT-31, no. 5, mai 1983, pages 397-402, IEEE, New York, US; C.I. MOBBS et al.: "A generalized chebyshev suspended substrate stripline bandpass filter" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. MTT-22, no. 5, mai 1974, pages 499-504, IEEE, New York, US; E.G. CRISTAL et al.: "A compact channel-dropping filter for stripline and microwave integrated circuits"

⑦③ Titulaire: **ALCATEL TRANSMISSION PAR FAISCEAUX HERTZIENS A.T.F.H., 55, rue Greffulhe, F-92300 Levallois-Perret Cédex(FR)**

⑦② Inventeur: **Cruchon, Jean-Claude, 28 rue Ney, F-95570 Bouffemont(FR)**
Inventeur: **Prost, Gilbert, 22 avenue de St Mandé, F-75012 Paris(FR)**
Inventeur: **Marquet, Jean-Pierre, 23 rue des Eglantines, F-95320 St Leu La Foret(FR)**

⑦④ Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al, Lennéstrasse 9 Postfach 24, D-8133 Feldafing(DE)**

EP 0 193 162 B1

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

Description

La présente invention concerne les filtres passe-bande pour hyperfréquences, et, en particulier, les filtres à large bande et les filtres réalisés avec des guides d'ondes à rubans.

Il est connu de réaliser des filtres passe-bande en hyperfréquences, par exemple dans la technologie des guides d'ondes à rubans (stripline ou microstrip dans la littérature anglo-saxonne), en associant en série un filtre passe-bas et un filtre passe-haut; le filtre passe-bas est constitué d'une succession de tronçons de lignes minces et de tronçons de lignes larges qui constituent respectivement les éléments selfiques et capacitifs du filtre; le filtre passe-haut comporte des tronçons de lignes minces connectés à la masse, qui constituent des éléments selfiques et qui sont reliés entre eux par des lignes en circuit ouvert ou des condensateurs. De tels filtres nécessitent un nombre de pôles important dans le filtre passe-bas et dans le filtre passe-haut, c'est-à-dire un nombre important de tronçons de lignes; ils sont donc encombrants et chers.

D'autres filtres passe-bande connus par exemple du document EP-A 0 071 509 et rependant au préambule de la revendication 1 ci-après sont réalisés au moyen de résonateurs successifs, disposés entre l'entrée et la sortie du filtre et très fortement couplés entre eux; les résonateurs sont très proches les uns des autres de manière à obtenir le fort couplage. De tels filtres sont difficiles à fabriquer, même dans la technologie des guides d'ondes à rubans, quand le couplage désiré nécessite un espace entre deux résonateurs successifs inférieur à 100 microns; en effet ce couplage doit être parfaitement constant d'un filtre à l'autre pour conserver les mêmes caractéristiques à tous les filtres d'une même production.

La présente invention a pour but de proposer un filtre passe-bande pour hyperfréquences d'une fabrication plus simple assurant une reproduction parfaite des caractéristiques pour tous les filtres d'une production. Ce but est atteint par le filtre tel qu'il est caractérisé par la revendication 1.

La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des figures s'y rapportant qui représentent:

- la figure 1, un premier exemple de filtre selon l'invention,
- la figure 2, des courbes de réponse en fréquence, relatives au filtre selon la figure 1,
- les figures 3 à 5, des vues relatives à un second exemple de filtre selon l'invention.

Sur les différentes figures les éléments correspondants sont désignés par les mêmes repères.

La figure 1 représente un filtre selon l'invention; ce filtre, réalisé en guides d'ondes à rubans, comporte un support, P, en verre polytétrafluoroéthylène (plus connu sous la marque déposée "verre teflon") constitué par une plaque rectangulaire de 45 x 65 mm et de 1,6 mm d'épaisseur. La face cachée du support P est entièrement recouverte par un dépôt

de cuivre qui constitue un plan de masse; sur la face visible des dépôts de cuivre A, 1 à 7, 10, 11, 70, 71, B constituent respectivement une ligne d'entrée, sept résonateurs linéaires ouverts à leurs deux extrémités, quatre résonateurs linéaires, auxiliaires, en court-circuit à une de leurs extrémités et une ligne de sortie. Il est à noter que, dans cette description et dans les revendications, il est question de filtres ayant une ligne d'entrée, telle que A sur la figure 1 et une ligne de sortie telle que B sur cette même figure, mais bien entendu le rôle de ces lignes peut être inversé, la ligne A devenant alors l'accès de sortie et la ligne B l'accès d'entrée. Le filtre selon la figure 1 est un filtre du type à lignes parallèles, en effet les résonateurs 1 à 7 sont constitués par des tronçons de lignes en parallèle pour diminuer l'encombrement du filtre; ces tronçons sont disposés entre les lignes d'entrée et de sortie, A et B. Les résonateurs 1 à 7 sont des résonateurs du type ligne demi-onde, tous sensiblement de longueur $\lambda/2$ où λ est la longueur d'onde correspondant à la fréquence centrale de la bande passante du filtre. Pour obtenir un couplage important entre les tronçons successifs de ce filtre et faire que ce couplage soit facilement reproductible d'un filtre à l'autre d'une même production, des condensateurs variables C0 à C7 relient respectivement la ligne A à la première extrémité du résonateur 1, la seconde extrémité du résonateur 1 à la première extrémité du résonateur 2, ... , la seconde extrémité du résonateur 6 à la première extrémité du résonateur 7 et la seconde extrémité du résonateur 7 à la ligne B; les tronçons de lignes 1 à 7, avec les condensateurs C1 à C6, forment ainsi un ensemble en zigzag.

Les quatre résonateurs auxiliaires 10, 11, 70, 71, de type ligne quart d'onde, sont montés en court-circuit par branchement de l'une de leurs extrémités sur le résonateur 1 pour 10 et 11 et sur le résonateur 7 pour 70 et 71. Ces résonateurs en court-circuit sont destinés à amener une fonction coupe-bande dans le filtre afin, comme il apparaîtra sur la figure 2, que la courbe de réponse amplitude/fréquence du filtre présente une bande passante à flanc plus raide en limite des fréquences hautes; pour cela la longueur de ces résonateurs auxiliaires est choisie égale à $\lambda/4$ où λ est une longueur d'onde à rejeter, inférieur à $\lambda/2$ et correspondant sensiblement à la fréquence centrale de la bande de fréquences à éliminer par la fonction coupe-bande. Ces résonateurs auxiliaires sont associés par paires, 10-11 et 70-71 et les résonateurs d'une même paire sont disposés à une distance égale à $(2k+1)\lambda/4$ l'un de l'autre avec k entier positif pris, dans l'exemple décrit, égal à 1; le choix de cette distance entre les résonateurs auxiliaires permet une compensation mutuelle, dans la bande passante du filtre, des perturbations selfiques et capacitives amenées par chacun des résonateurs d'une même paire. Il est par ailleurs à noter que les résonateurs auxiliaires de cette fonction coupe-bande peuvent pratiquement être disposés en n'importe quel endroit du trajet électrique qui relie les deux accès du filtre, dans la mesure où, entre eux, la distance de $(2k+1)\lambda/4$ est respectée. Le filtre qui vient d'être décrit présente une bande passante à 3 décibels qui va de

950 à 1700 MHz avec, de part et d'autre, un affaiblissement rapide jusqu'à 30 décibels.

La figure 2 est une représentation graphique de réponses amplitude/fréquence relatives au circuit de la figure 1. Trois courbes, G1, G2, G3, ont été représentées.

La courbe G1 est relative au circuit de la figure 1 avec des condensateurs de couplage C0 à C7 de forte valeur (C0 et C7 = 20 pF et C1 à C6 = 5 pF) et sans les résonateurs auxiliaires 10, 11, 70, 71 ; cette courbe est sensiblement celle d'un filtre passe-haut dont l'atténuation, supérieure à 30 décibels en dessous de 200 MHz, passe de 30 à 1 décibel entre 200 et 500 MHz, est de l'ordre de 1 à 2 décibels entre 500 et 1600 MHz (réponse plate) puis varie environ de 1 à 11 décibels dans le reste des fréquences où a été effectuée la mesure, c'est-à-dire entre 1600 et 3750 MHz. Cette réponse en fréquences est loin de correspondre à la bande passante du filtre de la figure 1 : 950 - 1700 MHz.

La courbe G2 de la figure 2 est relative à la réponse amplitude/fréquence du circuit de la figure 1 sans les résonateurs auxiliaires 10, 11, 70, 71 mais avec les condensateurs C0 à C7 tels qu'ils sont réglés dans le filtre (C0 et C7 = 15 pF, C1 et C6 = 3 pF, C2 à C5 = 1,5 pF). La réponse est celle recherchée pour les fréquences basses mais, du côté des fréquences hautes, l'atténuation n'est pas assez rapide et assez forte.

La courbe G3 est relative à la réponse amplitude/fréquence du circuit décrit à l'aide de la figure 1 ; la comparaison de cette courbe avec la courbe G2 montre que l'adjonction du filtre coupe-bande, présentant une bande de coupure centrée sur environ 2300 MHz et obtenue grâce aux lignes quart d'onde dont les fréquences de résonance sont choisies dans la bande 1850-2500 MHz, a pour effet d'entraîner une variation d'affaiblissement brusque au voisinage des fréquences hautes du filtre passe-bande : affaiblissement de moins de 3 décibels en dessous de 1750 MHz et affaiblissement de l'ordre de 20 à 30 décibels pour des fréquences de 1800 MHz à plus de 2500 MHz ; cet affaiblissement redevient moins important pour des fréquences de l'ordre de 2700 MHz et plus, mais ces fréquences sont suffisamment éloignées des fréquences de la bande passante (950-1700 MHz) pour qu'il puisse en résulter un inconvénient dans la majorité des cas d'utilisation du filtre.

Un autre exemple de réalisation d'un filtre selon l'invention est décrit à l'aide des figures 3 à 5 ; il s'agit en fait d'un filtre ayant les mêmes caractéristiques que le filtre selon la figure 1 mais réalisé en deux couches plus un plan de masse sur supports souples et dans lequel les condensateurs correspondant aux condensateurs C1 à C6 de la figure 1, sont obtenus par chevauchement d'extrémités de lignes séparées par l'épaisseur d'un support souple.

La figure 3 montre un support souple en polyamide, S1, sur lequel ont été effectués cinq dépôts de cuivre : A, 1 + 10 et 11, 3, 5, 7 + 70 et 71, B. La figure 4 montre un autre support souple en polyamide, S2, sur lequel ont été effectués trois dépôts de cuivre : 2, 4, 6. Les supports S1 et S2 sont deux plaques rectangulaires de 35 x 144 mm qui sont ensuite col-

lées l'une sur l'autre, pour donner l'assemblage représenté sur la figure 5 ; sous les plaques S1 et S2 est également collé un plan de masse constitué par un support en polyamide recouvert, sur une surface, par un dépôt cuivreux ; ce plan de masse n'est pas visible sur la figure 5.

A l'ensemble constitué par les plaques S1 et S2 avec leurs dépôts et le plan de masse il suffit d'ajouter deux condensateurs miniatures fixes, de 15 picofarads chacun, C0, C7, pour constituer un filtre comparable au filtre de la figure 1. Comme dans le filtre de la figure 1, les lignes d'entrée et de sortie sont désignées respectivement par les lettres A et B tandis que les résonateurs en lignes demi-onde portent les repères 1 à 7 et que les résonateurs, en lignes quart d'onde, de la fonction coupe-bande, portent les repères 10, 11, 70, 71. Les couplages capacitifs entre la ligne A et le résonateur 1 et entre le résonateur 7 et la ligne B sont respectivement assurés par les condensateurs C0 et C7. Par contre les couplages entre les résonateurs demi-onde sont obtenus par mise face à face des extrémités à coupler ; les surfaces en regard, séparées par le diélectrique du support en polyamide, forment ainsi les deux plaques des condensateurs de couplages ; ces condensateurs portent les références C1 à C6 sur la figure 5.

Différentes autres réalisations d'un filtre passe-bande sont possibles sans sortir du cadre de l'invention. C'est ainsi, en particulier, que le filtre peut être conçu en structure tri-plaque c'est-à-dire avec les résonateurs disposés dans l'espace séparant deux plans de masse parallèles. De même, à partir de réalisation selon la figure 1, les condensateurs C1 à C7 peuvent être obtenus grâce à des languettes métalliques déposées sur un substrat en diélectrique ; ces languettes sont disposées de manière que, par exemple pour remplacer le condensateur C1 de la figure 1, les deux extrémités de la languette soient respectivement en regard des extrémités des résonateurs 1 et 2 sur lesquelles était connecté le condensateur C1 ; les surfaces en regard déterminent le couplage entre les résonateurs successifs. Des condensateurs tels que C0 et C7 (figures 1 et 5) peuvent également être obtenus par cette technique de surfaces de cuivre en regard ou par celle qui est présentée à la figure 5 ; ou un équivalent ; c'est possible en donnant aux extrémités en regard des surfaces suffisantes compte tenu de l'épaisseur et de la permittivité du diélectrique qui les sépare et de la capacité à obtenir.

Il est également possible de réaliser un filtre ne comportant qu'un seul résonateur de type demi-onde et une seule paire de résonateurs quart d'onde.

Revendications

1. Filtre passe-bande pour hyperfréquences, comportant $n+2$ éléments (n : nombre entier positif) constitués par une ligne d'entrée (A), n résonateurs linéaires principaux (1-7), ouverts à leurs deux extrémités et tous sensiblement de longueur $\lambda_b/2$, où λ_b est la longueur d'onde correspondant à la fré-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

quence centrale de la bande passante du filtre, et une ligne de sortie (B), les résonateurs principaux étant ordonnés en parallèle du premier au n-ème entre respectivement la ligne d'entrée et la ligne de sortie, et des résonateurs linéaires secondaires ouverts de longueur $\lambda_s/4$ étant associés à au moins certains des résonateurs linéaires principaux, λ_s étant la longueur d'onde à rejeter inférieur à λ_b , caractérisé par la combinaison de n+1 couplages capacitifs discrètes (C0-C7) pour coupler respectivement l'extrémité ouverte de la ligne d'entrée (A) à la première extrémité du premier résonateur principal (1), les secondes extrémités des i-èmes résonateurs principaux aux premières extrémités des (i+1)-èmes résonateurs principaux (avec i entier allant de 1 compris à n-1 compris) et la seconde extrémité du n-ème résonateur principal (7) à l'extrémité ouverte de la ligne de sortie (B), et d'au moins une paire desdits résonateurs linéaires secondaires ouverts (10-11, 70-71), les résonateurs secondaires d'une paire ayant chacun une extrémité reliée à l'un des n+2 éléments (A, 1-7, B) et étant à une distance électrique $(2k+1) \lambda_b/4$ l'un de l'autre (avec k entier supérieur à -1).

2. Filtre selon la revendication 1, dans lequel les n+2 éléments sont réalisés selon la technique des guides d'ondes à rubans, caractérisé en ce que les n+2 éléments (A, 1-7, B) sont répartis de part et d'autre d'un même support en diélectrique (S1) et en ce qu'au moins un (C1-C6) des n+1 couplages capacitifs discrètes entre deux éléments (1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7) est obtenu par mise face à face d'une extrémité d'un des deux éléments considérés avec une extrémité de l'autre des deux éléments considérés, les deux éléments considérés étant, pour cela, disposés de part et d'autre du support et la surface de leurs extrémités en regard étant déterminée en fonction de la capacité à obtenir (figure 5).

Claims

1. A microwave band-pass filter comprising n+2 elements (n being a positive integer) formed by an input line (A), n linear main resonators (1-7), open at their two ends and all having substantially a length $\lambda_b/2$, where λ_b is the wavelength corresponding to the central frequency of the pass-band of the filter, and an output line (B), the main resonators being arranged in parallel from the first to the n-th one between respectively the input and the output line; and secondary open linear resonators having a length $\lambda_s/4$ being associated to at least certain ones of the main linear resonators, where λ_s is the wavelength to be rejected and is smaller than λ_b , characterized by the combination of n+1 discrete capacitive couplings (C0-C7) provided for respectively coupling the open end of the input line (A) to the first end of the first main resonator (1), the second end of the i-th main resonator to the first end of the (i+1)th main resonator (i being an integer and $1 \leq i \leq n-1$) and the second end of the n-th main resonator (7) to the open end of the output line (B), and of at least one pair of said secondary open linear resonators

(10-11, 70-71), the secondary resonators of one pair having one end connected to one of the n+2 elements (A, 1-7, B) and being placed electrically at a distance of $(2k+1) \lambda_b/4$, apart from one another (with k being an integer greater than -1).

2. A filter according to claim 1, wherein the n+2 elements are realized according to the stripline waveguide technique, characterized in that n+2 elements (A, 1-7, B) are distributed on both sides of a common dielectric substrate (S1), and that at least one (C1-C6) of the n+1 discrete capacitive couplings between the two elements (1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7) are obtained by opposing one end of one of two considered elements to one end of the other of the two considered elements, the two considered elements being disposed for this purpose respectively on the one and on the other side of the substrate, with the surfaces of their facing ends being determined as a function of the capacitance to be obtained (Figure 5).

Patentansprüche

1. Mikrowellenbandpaßfilter, das n+2 Elemente (wobei n eine ganze positive Zahl ist) aufweist, nämlich eine Eingangsleitung (A), n lineare Hauptresonatoren (1-7), die an ihren beiden Enden offen sind und sämtlich eine Länge von im wesentlichen $\lambda_b/2$ besitzen, wobei λ_b die der Mittelfrequenz des Bandpaßfilters entsprechende Wellenlänge ist, und eine Ausgangsleitung (B), wobei die n Hauptresonatoren jeweils zwischen der Eingangsleitung und der Ausgangsleitung parallel angeordnet sind und offene, lineare Sekundär-Resonatoren von der Länge $\lambda_s/4$ mit mindestens bestimmten linearen Hauptresonatoren verbunden sind, wobei λ_s eine Sperrwellenlänge unterhalb λ_b definiert, gekennzeichnet durch die Kombination von n+1 diskreten kapazitiven Koppelgliedern (C0-C7) zum Ankoppeln des offenen Endes der Eingangsleitung (A) an das erste Ende des ersten Hauptresonators (1) bzw. des zweiten Endes des i-ten Hauptresonators an das erste Ende des (i+1)-ten Hauptresonators (wobei i eine ganze Zahl ist mit $1 \leq i \leq n-1$), bzw. des zweiten Endes des n-ten Hauptresonators (7) an das offene Ende der Ausgangsleitung (B), mit mindestens einem Paar von offenen, linearen Sekundär-Resonatoren (10-11, 70-71), wobei die sekundären Resonatoren eines Paares jeweils mit einem Ende an eines der n+2 Elemente (A, 1-7, B) angeschlossen sind und untereinander einen elektrischen Abstand $(2k+1) \lambda_b/4$ einhalten (wobei k eine ganze Zahl größer als -1 ist).

2. Filter nach Anspruch 1, dessen n+2 Elemente gemäß der Streifen-Wellenleitertechnik hergestellt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die n+2 Elemente (A, 1-7, B) auf beide Seiten des gleichen dielektrischen Trägers (S1) verteilt sind und daß mindestens eines (C1-C6) der n+1 diskreten kapazitiven Koppelglieder zwischen zwei Elementen (1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7) durch stirnseitiges Gegenüberstellen eines Endes eines der beiden betreffenden Elemente mit einem Ende des anderen der beiden betreffenden Elemente erhalten wird, wobei die beiden

betreffenden Elemente zu diesem Zweck auf beiden Seiten des Trägers angeordnet und die Oberfläche ihrer einander gegenüberstehenden Enden in Abhängigkeit von der gewünschten Kapazitätsfunktion bestimmt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

FIG. 1

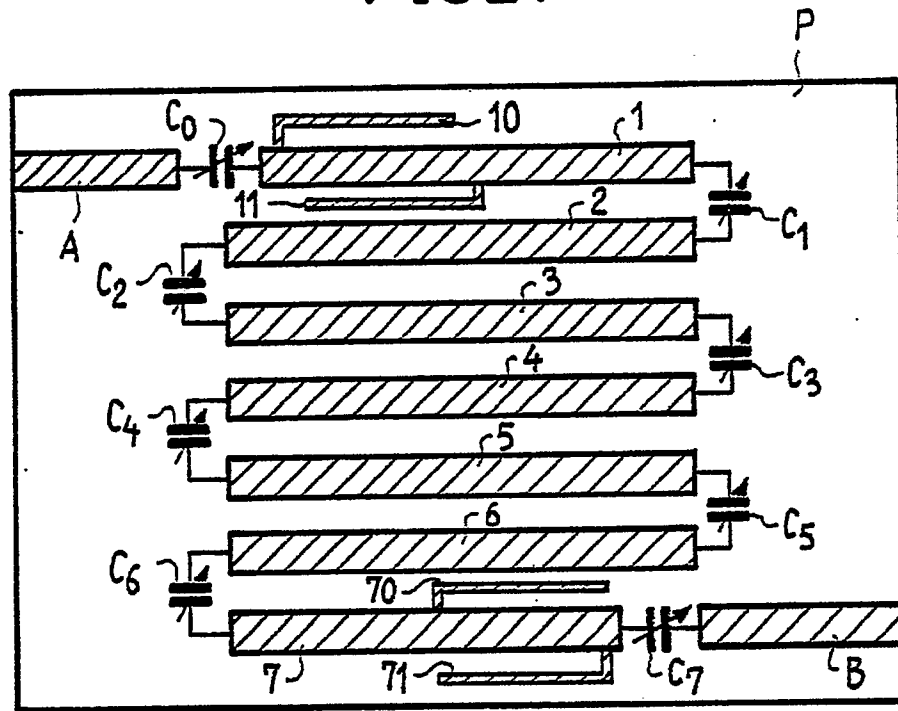
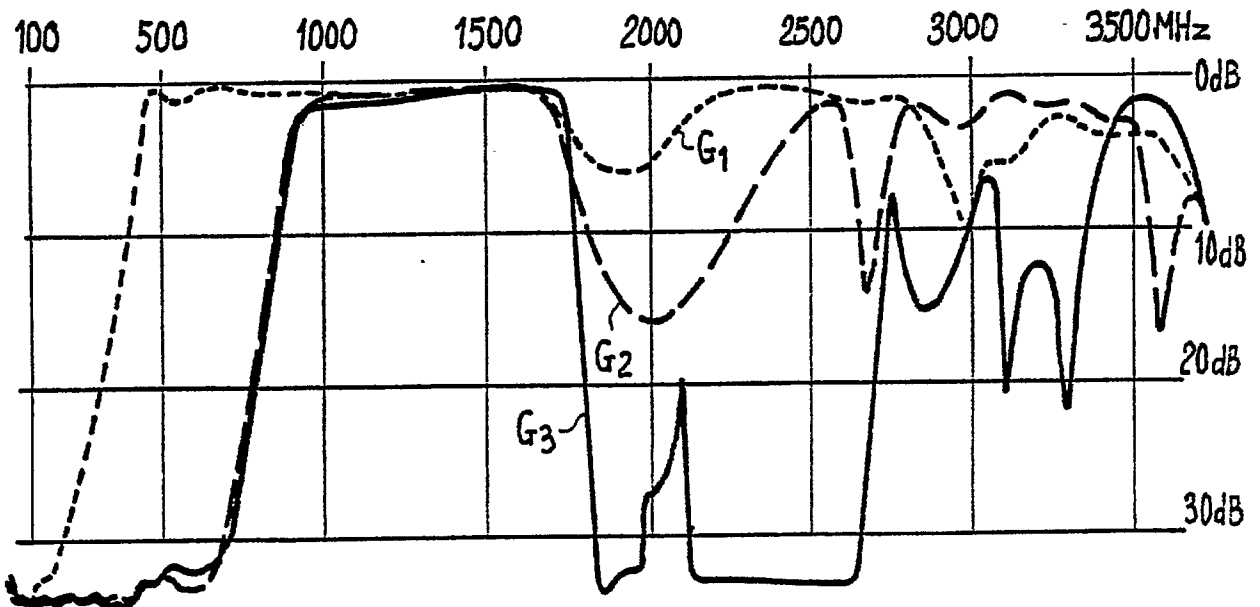
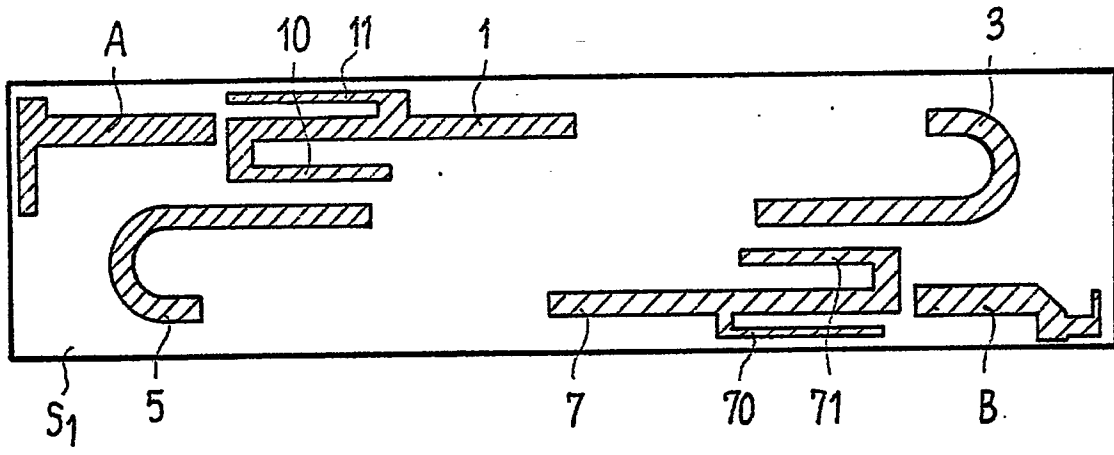


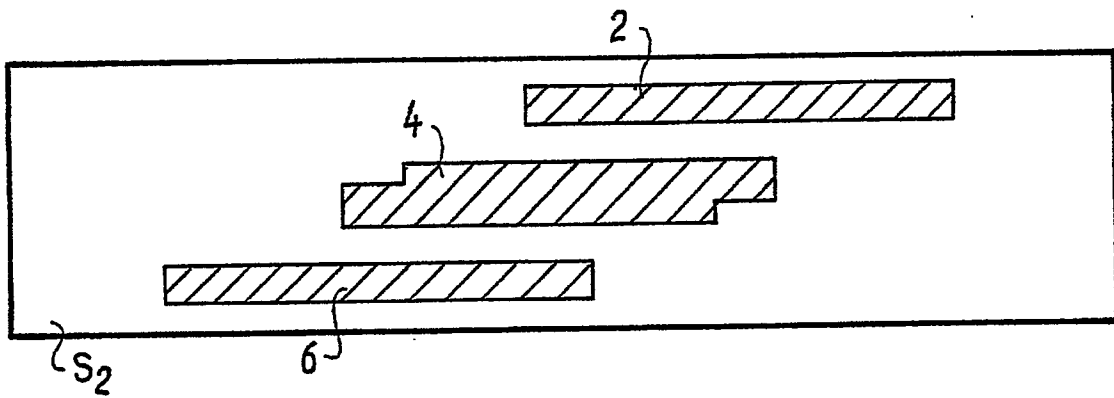
FIG. 2



FIG_3



FIG_4



FIG_5

