

⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

④ Date de publication du fascicule du brevet:
14.10.87

⑤ Int. Cl.: **H 01 P 1/203, H 01 P 1/205**

② Numéro de dépôt: **84400151.1**

② Date de dépôt: **24.01.84**

⑤ **Filtre hyperfréquence à résonateurs linéaires.**

③ Priorité: **31.01.83 FR 8301454**

④ Date de publication de la demande:
29.08.84 Bulletin 84/35

④ Mention de la délivrance du brevet:
14.10.87 Bulletin 87/42

⑧ Etats contractants désignés:
DE GB IT NL SE

⑥ Documents cités:
FR-A-1 587 471
FR-A-2 030 362
FR-A-2 510 325
US-A-3 530 411
US-A-3 706 948

IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. MTT-20, no. 11, novembre 1972, pages 719-728, New York, USA, E.G. CRISTAL et al.: "Hairpin-line and hybrid hairpin-line/half-wave parallel-coupled-line filters"

⑦ Titulaire: **ALCATEL THOMSON FAISCEAUX HERTZIENS**, 55, rue Greffulhe, F-92300 Levallois-Perret Cédex (FR)

⑦ Inventeur: **Lacour, Clément- François, THOMSON-CSF SCPI 173, bid Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**
Inventeur: **Janer, Patrick, THOMSON-CSF SCPI 173, bid Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

⑦ Mandataire: **Weinmiller, Jürgen, Lennéstrasse 9 Postfach 24, D-8133 Feldafing (DE)**

EP 0 117 178 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 hyperfréquence de petites dimensions, à résonateurs linéaires constitués par un ou plusieurs conducteurs.

Il est connu de réaliser des filtres passe-bande ou coupe-bande en hyperfréquence à l'aide de résonateurs, formés par des conducteurs en forme de "U", déposés par métallisation ou tout autre moyen équivalent sur une première face plane d'un substrat dont la deuxième face, parallèle à la première face, est métallisée, pour constituer un plan de masse.

Selon cette réalisation, les branches des "U", formant les résonateurs, sont parallèles entre elles et sont dimensionnées pour que la longueur totale développée de chacun des "U", soit égale à la moitié de la longueur d'onde λ d'accord du résonateur.

Le coefficient de couplage entre deux résonateurs dépend, de la largeur du conducteur constituant le résonateur, de la distance qui sépare les branches de deux "U" adjacents ainsi que de l'espace existant entre les deux branches du même "U".

Ces filtres ont pour principaux inconvénients de présenter des réponses parasites aux fréquences multiples de leur fréquence centrale de fonctionnement, notamment, lorsqu'ils sont placés à l'intérieur d'un boîtier fermé et d'avoir un encombrement non négligeable, principalement aux fréquences inférieures à 8 GHz.

Pour pallier ces inconvénients, on cherche généralement à diminuer les dimensions des boîtiers en diminuant les dimensions des résonateurs. Une solution consiste, par exemple, à placer un condensateur entre les extrémités libres des branches du "U" de chaque résonateur pour l'accorder sur sa fréquence de travail. Cette réalisation a également pour avantage qu'elle permet d'obtenir des filtres possédant une bonne réjection des fréquences parasites. Mais, elle présente l'inconvénient, de provoquer des champs électriques importants au niveau des condensateurs, et des couplages parasites entre résonateurs non adjacents qui perturbent la réponse du filtre. Le comportement physique d'un filtre ainsi obtenu, ne correspond jamais, de ce fait, au filtre théorique attendu mais à une approximation qui d'une part, nécessite plusieurs essais longs et délicats pour son obtention et qui d'autre part, en corollaire, augmente le prix de revient.

Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet un filtre hyperfréquence à résonateurs linéaires pièce par pièce constitués par au moins un conducteur placé sur la première face plane d'un substrat en matériau diélectrique dont la deuxième face parallèle à la première face est métallisée pour constituer un plan de masse, les extrémités de chaque conducteur étant reliées au plan de

masse, caractérisé en ce que la longueur de chaque conducteur est inférieure à la demi longueur d'onde de l'onde de fréquence F_0 de résonance du résonateur qu'elle constitue et en ce que le milieu de chaque conducteur est également relié au plan de masse par l'intermédiaire d'au moins un condensateur pour accorder chaque résonateur sur sa fréquence de résonance F_0 .

5 Cette disposition a pour avantage qu'elle rend chaque résonateur accordable sur la fréquence de résonance F sur laquelle on souhaite qu'il soit réglé tout en supprimant les résonances parasites aux fréquences supérieures multiples de F_0 .

10 Elle a aussi pour avantage de réduire dans des proportions importantes le rayonnement du doublet ainsi formé par chaque résonateur puisque, les extrémités des conducteurs sont reliées au plan de masse. Egalement, le rayonnement du condensateur d'accord de chaque résonateur est fortement atténué par la liaison d'une extrémité du condensateur au plan de masse.

15 Cette absence de rayonnement parasite, qui était difficilement mesurable dans les réalisations des filtres de l'art antérieur, facilite la réalisation physique des filtres. D'autre part, comme il apparaîtra dans la suite de la description, le schéma équivalent de chaque résonateur se trouve être très simplifié, ce qui facilite la détermination théorique de ces filtres.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront également à l'aide de la description qui va suivre faite en regard des dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple et dans lesquels:

25 - La figure 1 représente une vue en perspective d'un filtre hyperfréquence selon l'invention.

30 - La figure 2 représente un schéma électrique d'un résonateur de filtre selon l'invention.

35 - La figure 3 est une représentation du mode d'assemblage d'un condensateur sur le substrat du filtre.

40 - La figure 4 est une représentation du schéma équivalent du filtre représenté à la figure 1.

45 - La figure 5 est une représentation d'un deuxième mode de réalisation d'un filtre hyperfréquence selon l'invention.

50 - La figure 6 est une représentation de la courbe de réponse d'un filtre de l'invention accordé sur une fréquence centrale de 1852,5 MHz.

55 Dans le mode de réalisation de l'invention représenté à la figure 1, le filtre comprend un substrat 1, ayant deux faces rectangulaires planes 2 et 3, parallèles entre elles, espacées de quelques dixièmes de millimètres pour servir de support à deux conducteurs 4 et 5 en forme de "U" et à deux conducteurs 6, 7 de couplage ayant des directions à peu près parallèles. Le substrat 1 est fabriqué dans un matériau à permittivité élevée, du type titanate de magnésium, alumine ou verre téflon. Les conducteurs 4, 5, 6 et 7 sont déposés, par exemple, par métallisation de rubans sur la première face 2 du substrat. La deuxième face 3 du substrat est recouverte

entièrement, par une couche métallique déposée également par métallisation ou tout autre moyen équivalent.

Les conducteurs 4 et 5 forment, avec la couche métallique recouvrant la face 3 du substrat, deux résonateurs qui sont alimentés, dans l'exemple, au moyen du conducteur 6 de couplage transportant le signal hyperfréquence appliqué à l'entrée du filtre. Ces résonateurs tournissent à un organe extérieur au filtre, non représenté, le signal filtré, au moyen du conducteur de couplage 7.

Les "U" formés par les conducteurs 4 et 5 ont des positions inversées l'une par rapport à l'autre et leurs branches respectives 4a, 4b, et 5a, 5b ont des directions à peu près parallèles à la direction des conducteurs de couplage 6 et 7. Les branches adjacentes 4b et 5a de chaque résonateur sont légèrement espacées l'une de l'autre, pour permettre leur couplage électromagnétique. De même les branches 4a et 5b sont légèrement espacées des conducteurs de couplage 6 et 7 pour permettre le couplage des conducteurs 6 et 7 avec chacun des résonateurs. Les extrémités de chacun des conducteurs en "U" 4 et 5 sont reliées au plan de masse, recouvrant la face 3 du substrat 1, par l'intermédiaire des trous métallisés 8, 9, 10 et 11. Deux condensateurs 12 et 13 sont respectivement placés, entre le milieu des conducteurs 4 et 5 et le plan de masse, à l'intérieur de trous pratiqués dans l'épaisseur du substrat 1. Les armatures 12a et 13a des condensateurs 12 et 13 sont soudées respectivement au milieu des conducteurs 4 et 5 et les armatures 12b et 13b des condensateurs 12 et 13 sont soudées au plan de masse situé sur la deuxième face du substrat 3. Sur la figure 1, les espaces entre les armatures 12a et 12b d'une part, et 13a et 13b d'autre part, sont ajustés à l'aide de noyaux plongeurs, respectivement 14 et 15, déplaçables à l'intérieur de corps d'armatures 12b et 13b.

Le schéma d'un résonateur, applicable à la construction des filtres selon l'invention, est représenté sous forme simplifiée à la figure 2. Le résonateur de la figure 2 est constitué de façon similaire à ceux de la figure 1, par une ligne repliée 16 en forme de "U" dont les extrémités 17 et 18 sont reliées à la masse d'alimentation du filtre, et dont le milieu est également relié à la masse, au travers, d'un condensateur variable 19. La longueur L_0 de la ligne 16 est choisie inférieure à la longueur d'onde de résonance pour permettre l'accord du résonateur à l'aide du condensateur 19.

Ce type de résonateur permet à la fois, une très bonne maîtrise et une très bonne rejection des fréquences parasites.

En effet, dans le cas où la longueur L_0 est à peu près égale mais inférieure à la demi-longueur d'onde λ correspondant à la fréquence centrale F_0 de résonance du résonateur, la valeur du condensateur 19 est ajustée à une valeur à peu près nulle. Dans ce cas les réponses parasites aux fréquences multiples de 2. F_0 sont

supprimées du fait que les branches du résonateur ramènent un court-circuit aux bornes du condensateur 19. Par contre, dans le cas où, la longueur L a une valeur bien inférieure à la demi-longueur d'onde λ , la valeur du condensateur 19 doit être ajustée à une valeur non négligeable pour obtenir la résonance du résonateur et la réjection des fréquences parasites, multiples, dans ce cas, de $\frac{2\pi}{\theta_0} F_0$, où θ_0 représente l'angle électrique correspondant au demi tronçon de ligne de longueur égale à $\frac{\lambda}{2}$.

Le condensateur 19 étant relié par une de ses extrémités à la masse, le rayonnement émis par celui-ci est fortement diminué. Les liaisons d'un condensateur aux circuits d'un résonateur sont représentées à la figure 3 qui représente le condensateur 12 de la figure 1, monté sur le substrat 1. Sur la figure 3, chaque armature 12a et 12b du condensateur est reliée respectivement au conducteur 4 et au plan de masse recouvrant le substrat 1 par les cordons de soudure 20 et 21.

Comme chaque résonateur est relié par ses deux extrémités à la masse, le dipôle rayonnant qu'il forme, émet moins d'énergie qu'un dipôle aux extrémités ouvertes de l'art antérieur, de sorte que, les couplages entre résonateurs non adjacents se trouvent être fortement atténués. D'autre part, la structure de chaque résonateur peut être ramenée à un schéma équivalent simple sous forme d'un dipôle ce qui facilite la détermination, par le calcul, des filtres. Un exemple de schéma équivalent est représenté à la figure 4. Sur ce schéma, le résonateur, formé par le conducteur 4a de la figure 1, est équivalent à une ligne formée par les conducteurs 20, 21, court-circuitée à une extrémité par un conducteur 24 et branchée à son autre extrémité aux bornes du condensateur 12. De même, le conducteur 4b est équivalent à une ligne formée par les conducteurs 22 et 23, court-circuitée à une extrémité par le conducteur 25 et branchée à son autre extrémité aux bornes du condensateur 12. De façon identique, les conducteurs 5a et 5b formant les branches du "U" du deuxième résonateur de la figure 1 sont équivalents à une ligne formée par les conducteurs 26, 27 court-circuitée à une extrémité par le conducteur 28 et connectée à son autre extrémité aux bornes du condensateur 13. Egalement le conducteur 5b est équivalent à une ligne formée par les conducteurs 29 et 30, court-circuitée à une extrémité par le conducteur 31 et connectée à son autre extrémité aux bornes du condensateur 13. Pour compléter le schéma équivalent, les résonateurs 4 et 5 sont couplés au travers des inverseurs d'impédance 32, 33 et 34.

La figure 5 représente une réalisation d'un filtre coupe-bande à l'aide des résonateurs en "U" selon l'invention qui comporte une seule ligne d'accès 35 dont les deux extrémités constituent respectivement l'entrée et la sortie du filtre. Trois résonateurs 36, 37 et 38 sont disposés dans un même plan que la ligne 35 avec leurs branches parallèles à la ligne 35 et sont placés de part et d'autre de cette ligne.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

A titre d'exemple, la figure 6 représente une courbe de transmission obtenue à l'aide d'un filtre passe-bande centré sur la fréquence 1852,5 MHz où l'on peut voir que jusqu'à 12 GHz le filtre reste insensible aux fréquences parasites.

Les exemples qui viennent d'être donnés de réalisations préférées de l'invention ne sont pas limitées aux filtres précédemment décrits, il va de soi qu'elle s'applique également à d'autres variantes de réalisation pouvant être empruntées, notamment, des techniques de fabrication des microcircuits.

On comprendra également que l'invention n'est pas non plus limitée au nombre de résonateurs utilisés, ni à la forme des résonateurs qui au lieu d'être en "U" peuvent revêtir une forme quelconque, en V, linéaire ou autre, ni au type de condensateurs utilisés. Les condensateurs pourront être indifféremment accordables, fixes ou formés par des condensateurs inter-digités gravés sur le substrat.

Revendications

1. Filtre hyperfréquence à résonateurs linéaires pièce par pièce constitués par au moins un conducteur (4, 5), placé sur la première face plane (2) d'un substrat (1) en matériau diélectrique dont la deuxième face (3) parallèle à la première face est métallisée pour constituer un plan de masse, les extrémités de chaque conducteur étant reliées au plan de masse, caractérisé en ce que la longueur de chaque conducteur (4, 5) est inférieure à la demi longueur d'onde de l'onde de fréquence F_0 de résonance du résonateur qu'elle constitue et en ce que le milieu de chaque conducteur (4, 5) est également relié au plan de masse par l'intermédiaire d'au moins un condensateur pour accorder chaque résonateur sur sa fréquence de résonance F_0 .

2. Filtre hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque conducteur (4, 5) a une capacité ajustable.

3. Filtre hyperfréquence selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les extrémités d'un conducteur sont reliées au plan de masse par l'intermédiaire de trous métallisés.

4. Filtre hyperfréquence selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque conducteur a une forme de U.

5. Filtre hyperfréquence selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend des conducteurs de couplage (6, 7), placés également sur la première face (2) du substrat (1) et ayant des directions à peu près parallèles à la direction des branches des "U" de chacun des résonateurs, pour appliquer le signal hyperfréquence à filtrer sur au moins un résonateur et pour fournir à l'extérieur du filtre le signal résultant filtré.

6. Filtre selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les

conducteurs formant résonateurs (4, 5) et les conducteurs de couplage (6, 7) sont disposés pour constituer un filtre passe-bande.

7. Filtre selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que les conducteurs en "U" (4, 5) ont des positions inversées les unes par rapport aux autres.

8. Filtre selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que les conducteurs en "U" (4, 5) sont couplés par l'intermédiaire d'un seul conducteur de couplage (35) pour constituer un filtre coupe-bande.

9. Filtre hyperfréquence selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les armatures (12a, 12b) d'un condensateur sont soudées l'une au conducteur (4, 5) qui lui correspond et l'autre au plan de masse.

Patentansprüche

1. Mikrowellenfilter stückweise linearen Resonatoren, die aus mindestens einem auf einer ersten ebenen Fläche (2) eines Substrats (1) aus dielektrischem Material angeordneten Leiter (4, 5) bestehen, wobei die zweite zur ersten parallele Seite (3) mit Metall beschichtet ist, um eine Masseebene zu bilden, und wobei die Enden jedes Leiters mit der Masseebene verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge jedes Leiters (4, 5) geringer als die halbe Wellenlänge der Welle mit der Resonanzfrequenz F_0 des Resonators ist, den sie bildet, und daß die Mitte jedes Leiters (4, 5) ebenfalls an die Masseebene angeschlossen ist, und zwar über mindestens einen Kondensator, um jeden Resonator auf seine Resonanzfrequenz F_0 abzustimmen.

2. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Leiter (4, 5) eine abstimmbare Kapazität besitzt.

3. Mikrowellenfilter nach einem beliebigen der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden eines Leiters an die Masseebene über metallbeschichtete Löcher angeschlossen sind.

4. Mikrowellenfilter nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Leiter U-förmig ist.

5. Mikrowellenfilter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es Kopplungsleiter (6, 7) besitzt, die ebenfalls auf der ersten Seite (2) des Substrats (1) angebracht sind und die im wesentlichen parallel zur Richtung der Zweige des U jedes Resonators angeordnet sind, um das zu filternde Mikrowellensignal an mindestens einen Resonator anzulegen und um das resultierende gefilterte Signal nach außen abzugeben.

6. Filter nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die die Resonatoren (4, 5) bildenden Leiter und die Kopplungsleiter (6, 7) so angeordnet sind, daß sie ein Bandpaßfilter bilden.

7. Filter nach einem beliebigen der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die U-förmigen Leiter (4, 5) abwechselnd invers angeordnet sind.

8. Filter nach einem beliebigen der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die U-förmigen Leiter (4, 5) über einen einzigen Kopplungsleiter (35) gekoppelt sind, um ein Bandsperrfilter zu bilden.

9. Mikrowellenfilter nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beläge (12a, 12b) eines Kondensators an den zugeordneten Leiter (4, 5) bzw. an die Masseebene angelötet sind.

filter.

9. A microwave filter according to any one of the preceding claims, characterized in that the plates (12a, 12b) of a capacitor are soldered one to its corresponding conductor (4, 5) and the other to the earth plane.

Claims

1. A microwave filter having portionwise linear resonators which are constituted by at least one conductor (4, 5) situated on the first plane surface (2) of a substrate of dielectric material whose second surface (3) parallel to the first surface is metallized so as to constitute an earth plane, the ends of each conductor being connected to the earth plane, characterized in that the length of each conductor (4, 5) is shorter than half the wavelength of the wave having the resonance frequency F_0 of the resonator which it forms, and that the center of each conductor (4, 5) is also connected to the earth plane through at least one capacitor in order to tune each resonator to its resonance frequency F_0 .

2. A microwave filter according to claim 1, characterized in that each conductor (4, 5) has an adjustable capacitance.

3. A microwave filter according to any one of claims 1 and 2, characterized in that the ends of a conductor are connected to the earth plane through metallized holes.

4. A microwave filter according to any one of claims 1 to 3, characterized in that each conductor is U-shaped.

5. A microwave filter according to claim 4, characterized in that it comprises coupling conductors (6, 7) also located on the first surface (2) of the substrate (1) and having directions approximately parallel to the direction of the branches of the U of each resonator, in order to apply the microwave signal to be filtered to at least one resonator and to supply the resulting filtered signal to the outside of the filter.

6. A filter according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the conductors forming resonators (4, 5) and the coupling conductors (6, 7) are arranged to constitute a band-pass-filter.

7. A filter according to any one of claims 4 to 6, characterized in that the U-shaped conductors (4, 5) have reversed positions with respect to each other.

8. A filter according to any one of claims 4 and 5, characterized in that the U-shaped conductors (4, 5) are coupled through a single coupling conductor (35) in order to form a band cut-off

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

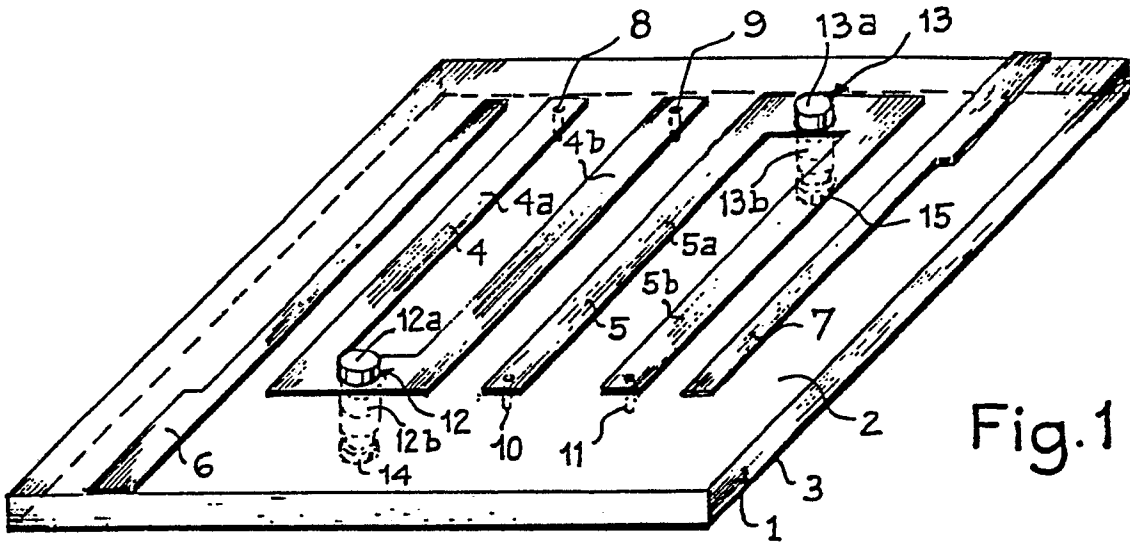


Fig. 1

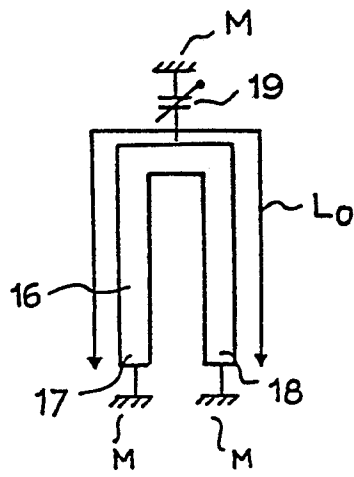


Fig. 2

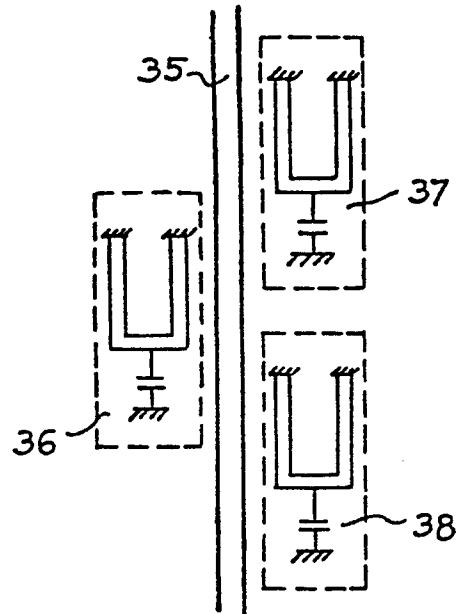


Fig. 5

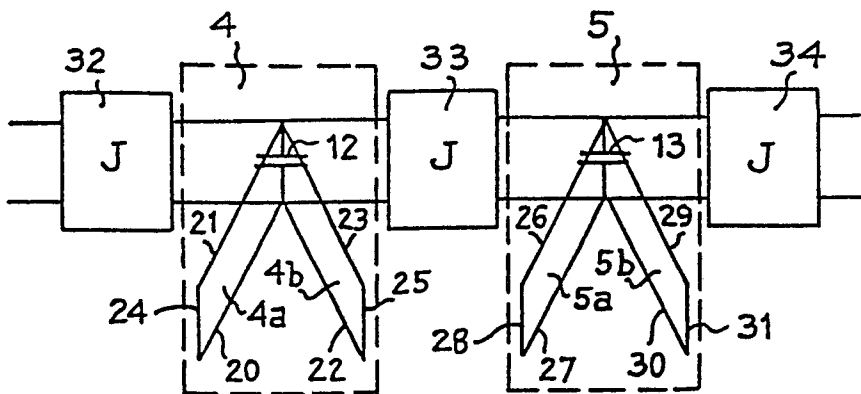


Fig. 4

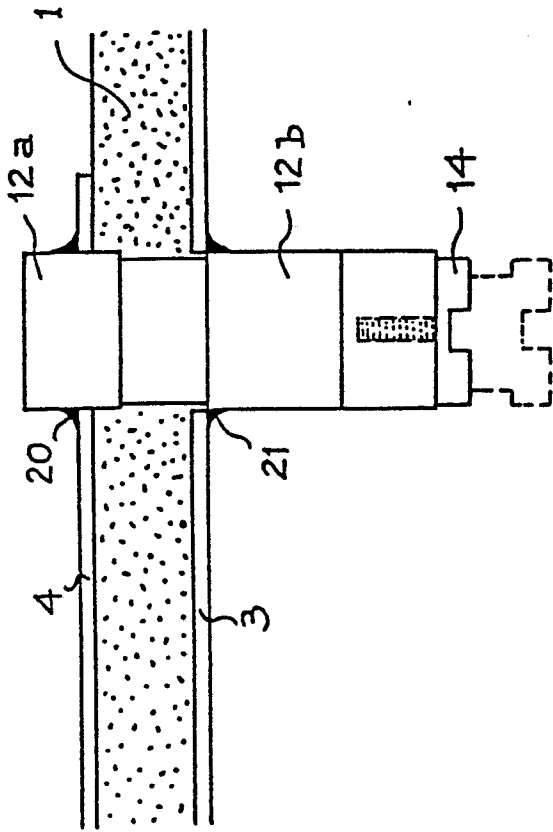


Fig. 3

Fig. 6

