



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 071 508  
B1**

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :  
21.01.87

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> : **H 01 P 1/203**

(21) Numéro de dépôt : **82401307.2**

(22) Date de dépôt : **09.07.82**

(54) **Filtre hyperfréquence de petites dimensions à résonateurs linéaires.**

(30) Priorité : **24.07.81 FR 8114425**

(43) Date de publication de la demande :  
**09.02.83 Bulletin 83/06**

(45) Mention de la délivrance du brevet :  
**21.01.87 Bulletin 87/04**

(84) Etats contractants désignés :  
**CH DE GB IT LI NL SE**

(56) Documents cités :

**FR-A- 1 170 722**

**FR-A- 2 265 188**

**US-A- 3 094 664**

**US-A- 3 171 086**

**US-A- 3 400 298**

**US-A- 3 530 411**

**US-A- 3 534 301**

**IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY  
AND TECHNIQUES, vol. MTT-22, no. 5, mai 1974,  
pages 499-504, New York, USA E.G. CRISTAL et al.:  
"A compact channel-dropping filter for stripline and  
microwave integrated circuits"**

**"Microwave Filter of coupled Lines and Lumped  
Capacitances", reprinted from the IEEE transaction  
on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-18,  
pages 278 a 280, (mai 1970)**

**Le dossier contient des informations techniques pré-  
sentées postérieurement au dépôt de la demande et  
ne figurant pas dans le présent fascicule.**

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

(72) Inventeur : **Janer, Patrick**  
**THOMSON-CSF SCPI 173, bid Haussmann**  
**F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**  
Inventeur : **Henriot, Marie-Christine**  
**THOMSON-CSF SCPI 173, bid Haussmann**  
**F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

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

**EP 0 071 508 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 se rapporte aux filtres réalisés au moyen de résonateurs linéaires ouverts à leurs deux extrémités, connus sous le nom de résonateurs linéaires  $\lambda/2$  dans lesquels entre la catégorie des résonateurs en épingle à cheveux (hair pin resonators dans la littérature anglo-saxonne) ou de résonateurs en U.

Les filtres à résonateurs linéaires ouverts à leurs deux extrémités sont connus depuis longtemps dans la technique et sont par exemple décrits dans la revue « IRE Transactions on Microwave Theory and Techniques », vol. MTT-6-, n° 2, Avril 1958, p. 223 à 231, et dans la revue « IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques », vol. MTT-20, Novembre 1972, p. 719 à 729.

On connaît également des filtres, tels que ceux dits « comb-line filters » par exemple, utilisant des résonateurs en  $\lambda/4$  dont une des extrémités est mise à la masse. Ces filtres, qui font appel à une technologie radicalement différente de celle des résonateurs ouverts en  $\lambda/2$ , ont été dans le passé quelquefois associés à des capacités d'accord, comme le montrent le brevet US-A-3 534 301 et l'article publié dans la revue « IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques », vol. MTT-18, Mai 1970, p. 278 à 280.

Ces filtres à résonateurs linéaires ouverts en  $\lambda/2$  présentent l'inconvénient principal de fournir, en plus de la bande passante utile centrée sur la fréquence utile  $f_0$ , une « bande passante parasite » centrée sur la fréquence  $2f_0$ .

La figure 1 jointe montre un filtre passe-bande à résonateurs linéaires en U de type classique. Dans le cas de l'exemple décrit il s'agit d'un filtre réalisé sur une plaquette, 1, de deux fois deux pouces, soit  $5,08 \times 5,08$  cm, présentant une épaisseur de 1,27 mm ; une échelle graduée de 0 à 1 cm est placée à côté de la plaquette pour montrer le rapport d'agrandissement du dessin.

Le filtre selon la figure 1 comporte, outre la plaquette 1 réalisée en alumine, un plan de masse constitué par un dépôt d'or de  $10 \mu\text{m}$  d'épaisseur recouvrant toute celle des deux faces de la plaquette qui n'est pas visible sur le dessin. Sur la face de la plaquette visible sur le dessin sont réalisés, par dépôt d'or de  $10 \mu\text{m}$  d'épaisseur, deux lignes  $L_1$ ,  $L_2$ , et, entre ces deux lignes, six résonateurs en U,  $H_1$  à  $H_6$ . Les lignes  $L_1$ ,  $L_2$  constituent les accès du filtre ; elles sont parallèles entre elles et parallèles aux barres verticales des U des résonateurs.

Un filtre du type de celui selon la figure 1 est bien entendu à bande passante fixe puisqu'il ne présente pas d'élément d'accord dont la caractéristique serait facilement ajustable.

La figure 2 jointe est un graphique qui donne, en fonction de la fréquence  $F$  exprimée en Mégahertz, la valeur de l'atténuation  $A$ , exprimée en décibels, qu'entraîne le filtre selon la figure 1. Ce graphique montre que le filtre présente une bande-passante centrée sur 825 MHz et d'une largeur

de 55 MHz à 3 dB de la valeur à 825 MHz ; c'est pour cette bande-passante qu'a été calculé le filtre de la figure 1 dont les résonateurs en U ont été choisis d'une longueur égale à 70 mm, soit  $\lambda/2$ , où  $\lambda$  est la longueur d'onde dans l'alumine correspondant à la fréquence de 825 MHz. Il est à noter que, à côté de cette bande-passante centrée sur 825 MHz, le filtre selon la figure 1 a l'inconvénient de présenter comme il ressort de la figure 2, une bande passante qui peut être appelée « bande passante parasite », et qui est due à l'harmonique 2 des résonateurs en U ; cette bande passante parasite est située sensiblement entre 1 000 et 1 400 MHz et, dans cette bande passante, l'atténuation varie de façon ondulatoire entre -3 et -20 décibels.

Par ailleurs, la dimension de ces filtres est liée à la longueur des résonateurs, or dans ces filtres connus cette longueur qui, est sensiblement égale à la moitié de la longueur d'onde moyenne de travail dans le filtre, n'est pas négligeable. De plus, ces filtres connus ne sont pas accordables : il faudrait en effet pouvoir modifier facilement la longueur des résonateurs ce qui n'est bien entendu pas le cas.

La présente invention telle que revendiquée a pour but de proposer des filtres à résonateurs linéaires ouverts à leurs deux extrémités, tels que des résonateurs en U, de dimensions nettement inférieures à celles des filtres classiques du même type, pouvant être aisément accordables, et dont la bande passante parasite est plus éloignée de la fréquence centrale du filtre que dans le cas des filtres de ce type connus jusqu'alors. Elle se rapporte donc à un filtre hyperfréquence à  $n$  résonateurs en épingle à cheveux, linéaires ( $n$  entier positif) ouverts à leurs deux extrémités du type dit en demi-longueur d'onde, ledit filtre étant caractérisé en ce que chacun des résonateurs est de longueur inférieure à la demi-longueur d'onde qui correspond à la fréquence centrale de la bande à filtrer, et en ce que chacun desdits résonateurs comporte en outre un condensateur connecté entre ses deux extrémités ouvertes, la valeur de la capacité dudit condensateur étant celle qui donne, pour le circuit résonant qu'il constitue avec le résonateur associé, une fréquence de résonance égale à ladite fréquence centrale de la bande à filtrer.

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 filtre selon l'art connu,
- la figure 2, un graphique relatif à la figure 1,
- la figure 3, un filtre selon l'invention
- la figure 4, un graphique relatif à la figure 3,
- la figure 5, une partie d'un filtre selon l'invention,
- la figure 6, un schéma d'un filtre selon l'invention.

Les figures 1 et 2, relatives à l'art antérieur, ont

été déjà décrites précédemment.

La figure 3 est la représentation d'un filtre selon l'invention ; ce filtre, comme le filtre selon la figure 1, a été calculé pour présenter une bande passante de 55 MHz centrée sur 825 MHz. Ce filtre est réalisé sur une plaquette d'alumine, 1, de deux fois un pouce, soit  $2,54 \times 2,54$  cm présentant une épaisseur de 1,27 mm ; une échelle graduée de 0 à 1 cm, placée à côté de la plaquette, donne le rapport d'agrandissement du dessin.

Comme le filtre selon la figure 1, le filtre selon la figure 3 comporte un plan de masse constitué ici d'un dépôt d'or de  $10 \mu$  d'épaisseur et qui recouvre entièrement toute celle des deux faces de la plaquette qui n'est pas visible sur le dessin ; sur la face de la plaquette 1 visible sur le dessin sont réalisés, par un dépôt d'or de  $10 \mu$  d'épaisseur, deux lignes  $L'_1$ ,  $L'_2$  parallèles entre elles et, entre ces lignes, cinq résonateurs en U,  $H'_1$  à  $H'_5$  dont les barres verticales sont parallèles aux lignes  $L'_1$ ,  $L'_2$ . Entre deux points situés, dans le cas de la figure 3, au voisinage des extrémités des résonateurs en U,  $H'_1$  à  $H'_5$ , sont branchés cinq condensateurs variables,  $C_1$  à  $C_5$ , associés respectivement aux résonateurs  $H'_1$  à  $H'_5$  ; ces condensateurs variables, représentés symboliquement par deux barres parallèles traversées par une flèche, sont des condensateurs miniatures du commerce dont la capacité peut être réglée entre 0,3 et 1,2 picofarads.

La longueur des résonateurs en U de la figure 3 est de 40 mm, ce qui, pour une demi-longueur d'onde ayant cette valeur dans l'alumine, correspond à une fréquence de 1 450 MHz ; mais, comme le montre la figure 4, avec le filtre selon la figure 3 la bande passante n'est plus centrée sur une fréquence dont la demi-longueur d'onde correspondante est égale à la longueur des résonateurs en U.

La figure 4 est un graphique qui représente, avec les mêmes échelles en abscisse et en ordonnée que sur la figure 2, l'atténuation en fonction de la fréquence que produit le filtre selon la figure 3. Ce graphique montre que le filtre de la figure 3 présente une bande passante centrée sur 825 MHz, quasiment identique à celle du filtre selon la figure 1. Par contre la « bande passante parasite » du filtre de la figure 1 (entre 1 000 et 1 400 MHz) n'existe pas avec le filtre de la figure 3 ; en effet les condensateurs  $C_1$  à  $C_5$  ont été réglés pour, dans l'exemple décrit, descendre la fréquence moyenne de la bande passante du filtre d'environ une octave, ce qui entraîne un doublement de la longueur électrique des résonateurs alors que, la longueur physique des résonateurs restant inchangée, et connue, comme on peut l'observer expérimentalement, seule cette longueur physique déterminant la fréquence des harmoniques parasites, le premier harmonique gênant devient dans ce cas l'harmonique quatre (3 300 MHz) de la fréquence réelle d'accord.

Ainsi d'une façon générale, il y a réduction de la taille du filtre par rapport aux filtres du genre de celui selon la figure 1 et l'éloignement de la

bande passante parasite ; le condensateur complétant la longueur électrique du résonateur auquel il est associé, il est possible de donner à ce résonateur une longueur physique de l'ordre de  $\lambda/4$  comme dans le cas du filtre correspondant à la figure 3 et de régler le condensateur pour donner la courbe de la figure 4. En choisissant convenablement les condensateurs variables il est même possible de donner aux résonateurs en U une longueur inférieure à  $\lambda/4$ .

En faisant varier d'une manière continue la valeur des condensateurs du filtre selon la figure 3, une variation continue de l'accord en fréquence de ce filtre est obtenue tout en conservant une bande passante parasite très éloignée.

Une autre possibilité de réalisation des condensateurs d'accord du filtre selon l'invention est la réalisation de type circuit gravé. Dans cette réalisation les condensateurs sont obtenus en même temps et la même façon que les résonateurs : dépôt métallique sur une plaquette ou plaquette métallisée dont une partie de la couche métallique a été retirée par attaque chimique ou mécanique. La figure 5 montre un résonateur, H, avec le condensateur y associé, C, obtenu de la façon indiquée ci-avant. Le condensateur C est constitué d'une rangée de languettes parallèles, disposées entre les branches du U du résonateur H, perpendiculairement à ses branches ; deux languettes successives sont respectivement solidaires des deux branches du U. Il est à remarquer que des filtres réalisés de la sorte ne sont pas réglables mais présentent, par rapport aux filtres à condensateurs variables du genre de celui selon la figure 3, l'avantage d'une épaisseur plus réduite et d'une fabrication plus rapide.

Différentes variantes aux filtres décrits à l'aide des figures 3 à 5 peuvent être proposées sans sortir du cadre de l'invention. C'est ainsi qu'il est possible de réaliser de la même façon des filtres coupe-bande ; la figure 6 est une vue schématique d'un tel filtre.

La figure 6 représente un filtre coupe-bande qui comporte une seule ligne d'accès, L, dont les deux extrémités constituent respectivement l'entrée et la sortie du filtre. Trois résonateurs en U,  $H_{01}$ ,  $H_{02}$ ,  $H_{03}$ , sont disposés dans un même plan que la ligne L, avec leurs branches parallèles à la ligne L et sont placés de part et d'autre de cette ligne. Des condensateurs variables  $C'_1$ ,  $C'_2$ ,  $C'_3$  permettent d'obtenir les mêmes avantages que dans le cas de la figure 3 mais dans une transposition à la fonction coupe-bande.

Dans d'autres variantes, le couplage entre la ou les lignes d'accès et les résonateurs pourra se faire par une connexion électrique entre l'un des résonateurs et la ligne considérée. De même une ligne d'accès, ou les deux, pourra être perpendiculaire aux barres des résonateurs en U et se terminer par une connexion électrique sur le résonateur ; c'est ainsi que, par exemple, sur la figure 3 la ligne  $L'_1$  peut être remplacée par une connexion partant du bord gauche de la plaquette et aboutissant en un point de la barre de gauche du résonateur  $H'_1$ , ce point dépendant du cou-

plage d'entrée à réaliser.

Par ailleurs, au lieu de réaliser des filtres dont les lignes, les résonateurs et éventuellement les condensateurs sont constitués de dépôts métalliques sur un substrat, il est possible, dans une plaque métallique déposée sur un substrat, de réaliser les lignes, les résonateurs et éventuellement les condensateurs, par enlèvement de métal ; on a alors un filtre à lignes et résonateurs à fente (« slot lines » et « resonant slots » dans la littérature anglo-saxonne).

## Revendications

1. Filtre hyperfréquence à  $n$  résonateurs en épingle à cheveux ( $n$  entier positif) linéaires, ouverts à leurs deux extrémités ( $H'_1-H'_5$ ), caractérisé en ce que chacun des résonateurs a une longueur inférieure à  $\lambda/2$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde correspondant à la fréquence centrale de la bande à filtrer et en ce qu'un condensateur ( $C_1-C_2$ ) est connecté entre les extrémités ouvertes de chaque résonateur, la valeur de la capacité dudit condensateur étant celle qui donne, pour le circuit résonant qu'il constitue avec le résonateur associé, une fréquence de résonance égale à ladite fréquence centrale de la bande à filtrer.

2. Filtre hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que les condensateurs sont des condensateurs variables.

3. Filtre hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que, les résonateurs étant obtenus par une technique donnée de dépôt métallique sur un substrat (1), les condensateurs (C) sont des condensateurs fixes, déposés, par la technique donnée sur le substrat.

## Claims

1. A microwave filter comprising  $n$  linear hair-pin resonators ( $H'_1-H'_5$ ),  $n$  being a positive integer, characterized in that the length of each resonator is smaller than  $\lambda/2$ ,  $\lambda$  being the wavelength corresponding to the center fre-

quency of the filter band, and that a capacitor ( $C_1-C_2$ ) is branched between the open ends of each resonator, the capacitance of said capacitor being such that a resonance frequency equal to said center frequency of the filter band is obtained in the resonant circuit constituted by said capacitor and the associated resonator.

2. A microwave filter according to claim 1, characterized in that the capacitors are variable capacitors.

3. A microwave filter according to claim 1, characterized in that, the resonators being obtained by a specified technique of depositing a metal on a substrate (1), the capacitors (C) are fixed value capacitors which are deposited by the specified technique on the substrate.

## Patentansprüche

1. Mikrowellenfilter mit  $n$  linearen, an ihren beiden Enden offenen Haarnadelresonatoren ( $H'_1-H'_5$ ), wobei  $n$  eine positive ganze Zahl ist, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Resonatoren eine geringere Länge als  $\lambda/2$  besitzt, wobei  $\lambda$  die der Mittenfrequenz des zu filternden Bandes entsprechende Wellenlänge ist, und daß ein Kondensator ( $C_1-C_2$ ) zwischen den offenen Enden jedes Resonators angeschlossen ist, wobei der Kapazitätswert dieses Kondensators so gewählt ist, daß er für den Resonanzkreis, den er mit dem zugeordneten Resonator bildet, eine Resonanzfrequenz ergibt, die gleich der Mittenfrequenz des zu filternden Bandes ist.

2. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1; dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatoren variable Kondensatoren sind.

3. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonatoren gemäß einer bestimmten Technik einer Metallbeschichtung auf einem Substrat (1) erhalten werden und daß die Kondensatoren (C) Festkondensatoren sind, die ebenfalls gemäß der bestimmten Technik durch Beschichtung des Substrats erhalten werden.

50

55

60

65

4

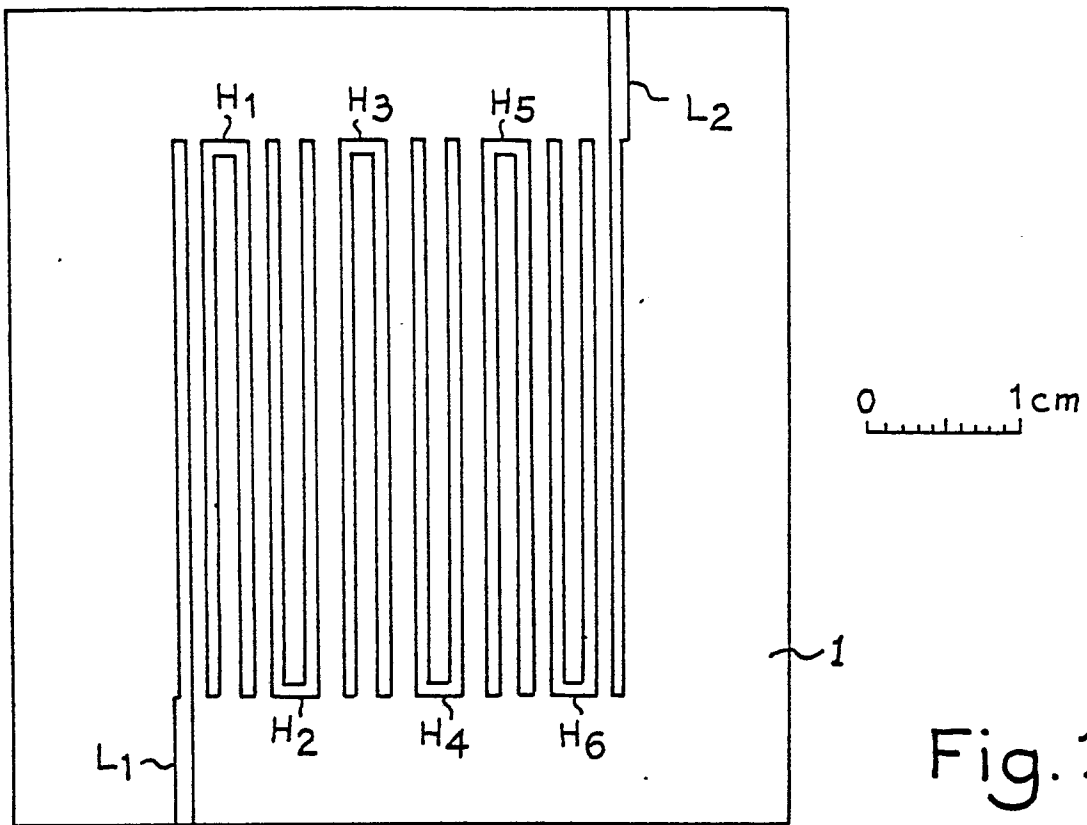


Fig.1

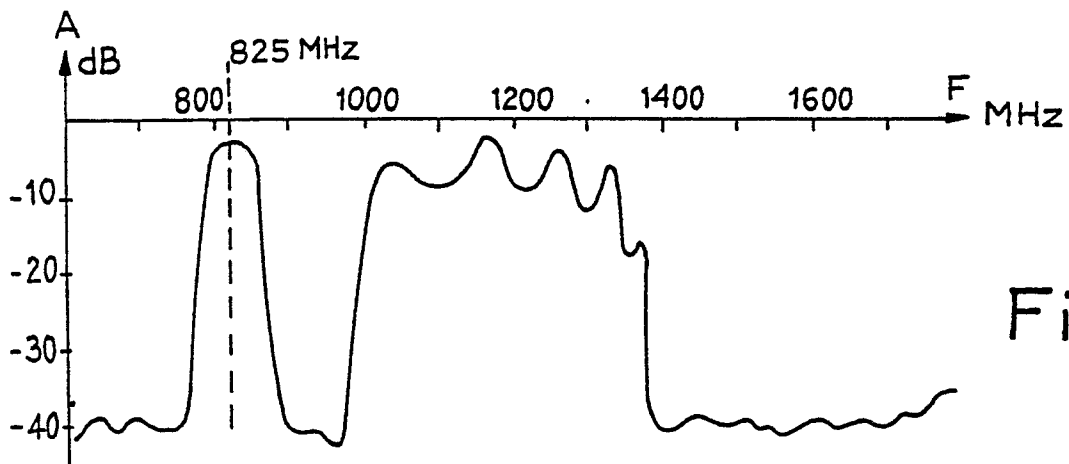


Fig.2

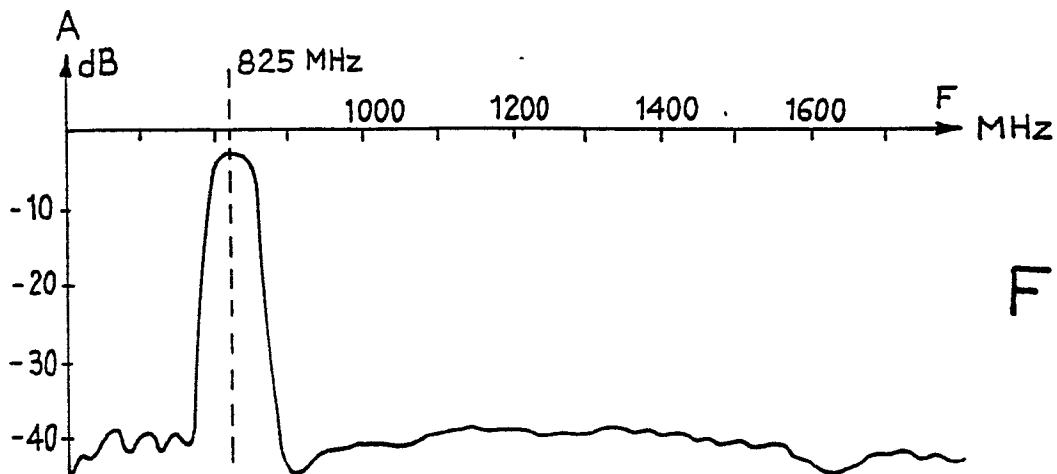


Fig.4

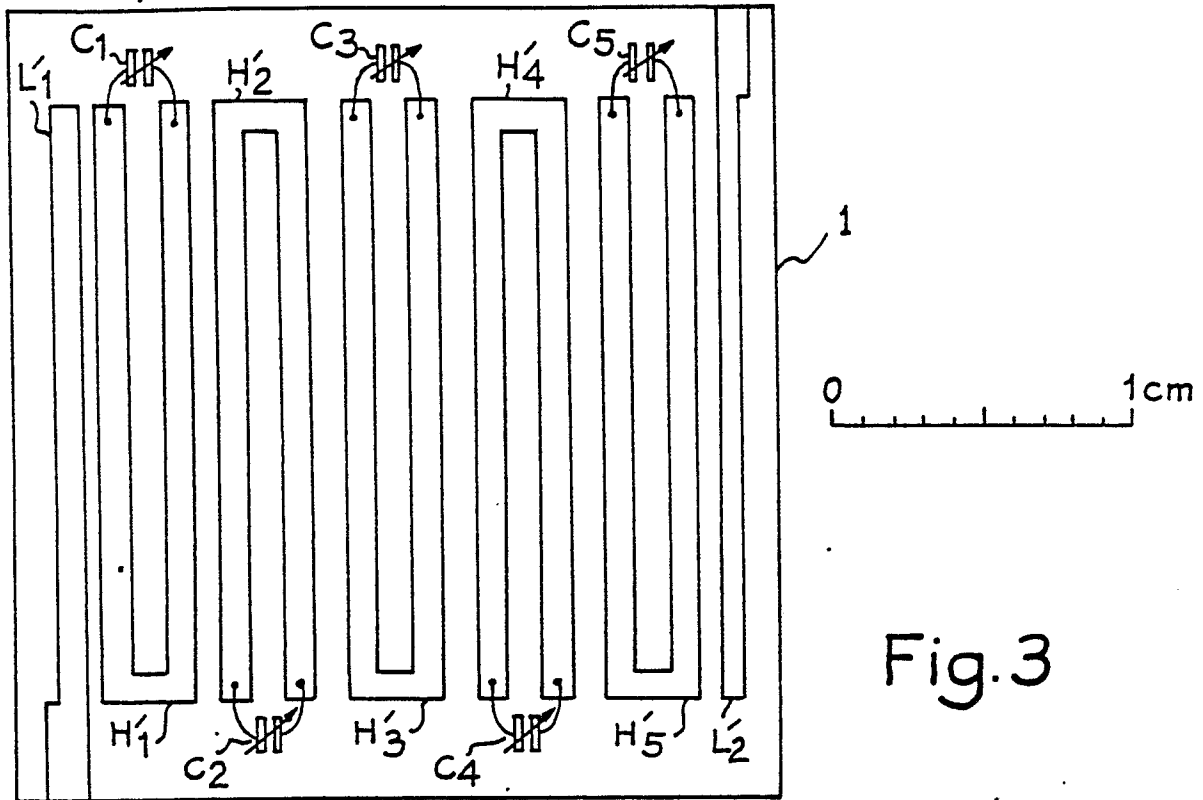


Fig. 3

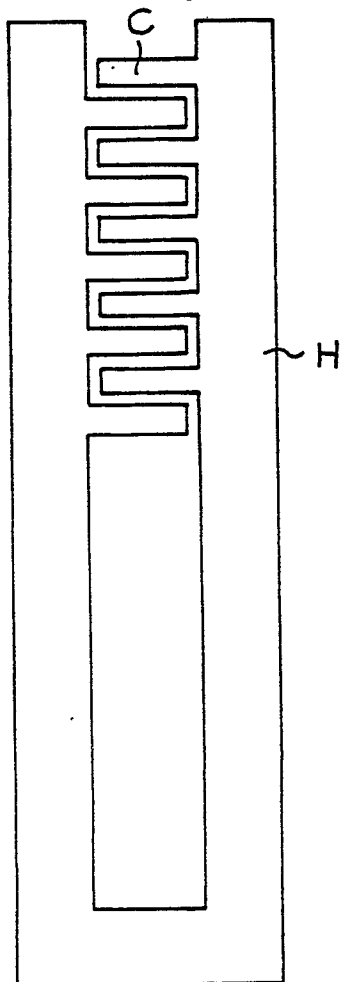


Fig. 5

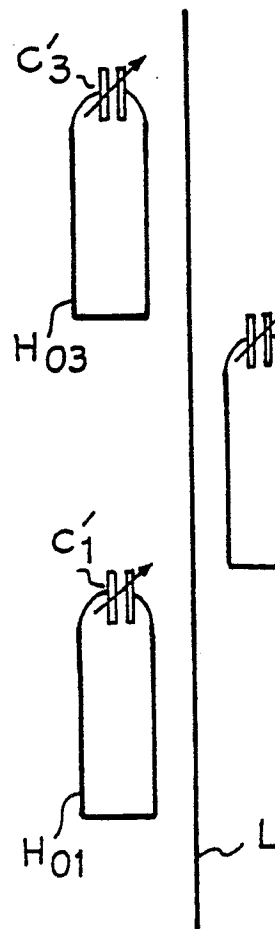


Fig. 6

