

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

0 187 579
B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45)

Date de publication du fascicule du brevet:
10.05.89

(51)

Int. Cl. 4: **H 01 P 7/02, H 01 P 7/08,**
H 01 P 7/10

(21)

Numéro de dépôt: **85402432.0**

(22)

Date de dépôt: **06.12.85**

(54)

Résonateurs électromagnétiques et filtres réalisés à partir de ces résonateurs.

(30)

Priorité: **06.12.84 FR 8418640**

(43)

Date de publication de la demande:
16.07.86 Bulletin 86/29

(45)

Mention de la délivrance du brevet:
10.05.89 Bulletin 89/19

(84)

Etats contractants désignés:
DE GB IT NL SE

(56)

Documents cités:
EP-A-0 108 003
DE-C-940 052
FR-A-1 131 919
US-A-2 093 750
US-A-2 832 892
US-A-2 838 736
US-A-2 894 225

(73)

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

(72)

Inventeur: **Mage, Jean- Claude, THOMSON- CSF**
SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08
(FR)

(74)

Mandataire: **Lepercque, Jean, THOMSON- CSF**
SCPI, F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67 (FR)

EP 0 187 579 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 résonateurs électromagnétiques ainsi que les filtres hautes fréquences réalisés à partir de ces résonateurs. Selon les cas, ces résonateurs peuvent être appelés résonateurs birubans, bifilaires, quadrirubans ou quadrifilaires.

Dans la gamme des fréquences élevées appelées UHF (pratiquement de 300 MHz à 3 GHz), les résonateurs et les filtres réalisés à partir de ces éléments sont souvent constitués de tronçons de lignes. Il peut s'agir de lignes coaxiales à air ou de lignes coaxiales chargées de diélectriques telles que mentionnées dans l'article: "Bandpass filter with dielectric materials used for broadcasting channel filter" de K. WAKINO et Y. KONISHI paru dans la revue I.E.E.E. Transactions on Broadcasting, vol. BC-26, No. 1, mars 1980. Il est connu aussi de fabriquer des résonateurs et des filtres à partir de lignes microrubans comme l'indique l'article: "750 MHz microstrip bandpass filter on barium tetratitanate substrate" de G. OHM et G. SCHMOLLER paru dans la revue Electronics Letters, vol. 18, No. 15 du 22 juillet 1982.

La technique des lignes coaxiales autorise la fabrication de résonateurs indépendants dont les fréquences propres peuvent être ajustées avant leur assemblage pour former des filtres. Cet assemblage peut être réalisé dans le cas d'un filtre passe-bande en plaçant les différents résonateurs bout à bout, les couplages entre deux tronçons de lignes consécutifs étant déterminés par les distances qui séparent leurs faces placées en vis-à-vis. Cependant, pour obtenir des coefficients de surtension intéressants (supérieurs à 500) il faut disposer de tronçons ayant une section assez importante. Typiquement un résonateur d'un diamètre de 20 mm métallisé à l'argent peut avoir un coefficient de surtension Q supérieur à 1000 pour une fréquence de 1 GHz. En outre, le couplage des résonateurs quart d'onde demeure délicat et la réalisation même de la structure coaxiale est assez complexe à cause des différentes opérations d'usinage et de métallisation d'éléments à section circulaire.

Des résonateurs peuvent être conçus selon la technique des lignes microrubans. Ils sont généralement réalisés à partir d'un substrat diélectrique relativement large dont une face est entièrement métallisée et dont l'autre reçoit un conducteur métallique sous la forme d'un mince ruban. Cette technique présente deux inconvénients. D'une part, les coefficients de surtension propres Q des résonateurs sont toujours faibles (inférieur à 500) et par conséquent les performances de filtres formés à partir de ces résonateurs sont toujours modestes (pertes d'insertion élevées, supérieures à 3 dB vers 1 GHz). D'autre part, une fois le filtre réalisé, par dépôt de rubans sur un même substrat, il est pratiquement impossible d'ajuster les fréquences propres des résonateurs ainsi que leurs

couplages mutuels. Ceci interdit la réalisation industrielle de filtres comportant un nombre de pôles élevé en raison des inévitables dispersions des caractéristiques en particulier, de la constante diélectrique du substrat.

Ces inconvénients ont été en partie palliés grâce à des résonateurs réalisés à partir de parallélépipèdes constitués de matériau diélectrique, métallisés sur deux faces opposées. On obtient un résonateur quart d'onde ou demi-onde suivant la longueur et la terminaison de la ligne. Ces résonateurs ont fait l'objet d'une demande de brevet de la Demanderesse déposée le 18 octobre 1983 et publiée sous le numéro EP-A-0 108 003. Cette demande de brevet décrit notamment l'utilisation de résonateurs quart d'onde pour la fabrication de filtres passe-bande. Le parallélépipède possède des métallisations sur deux de ses grandes faces, ces faces étant opposées l'une à l'autre et court-circuitées par une métallisation située à l'extrémité du parallélépipède. La conception même de ces résonateurs conduit à disposer de filtres présentant un certain encombrement dû à la présence d'un support isolant et d'une distance minimale à respecter entre la masse métallique du boîtier et les métallisations des résonateurs.

Afin de pallier ces inconvénients, l'invention propose des résonateurs pouvant se présenter sous différentes formes ou configurations afin d'offrir un encombrement minimal qu'ils soient utilisés isolément ou en association pour former des filtres. L'une des solutions consiste à modifier la géométrie des diélectriques afin d'abaisser la fréquence de résonance sans augmenter le volume du résonateur. Une autre solution consiste à réduire de façon judicieuse la largeur des métallisations.

L'invention a donc pour objet un résonateur électromagnétique quart d'onde du type comportant un barreau diélectrique de section polygonale, possédant deux faces d'extrémités et au moins quatre faces principales délimitées par ladite section polygonale, le barreau étant disposé entre au moins deux électrodes réunies par un court-circuit à l'une de leurs extrémités, les électrodes et leur court-circuit faisant partie d'une armature en forme de U, caractérisé en ce que les électrodes ne recouvrent que partiellement les faces principales, du barreau qui leur sont adjacentes.

L'invention a encore pour objet un résonateur électromagnétique quart d'onde du type comportant un barreau diélectrique de section polygonale, possédant deux faces d'extrémités et au moins quatre faces principales délimitées par ladite section polygonale, le barreau étant recouvert sur deux de ses faces principales opposées d'une métallisation jouant le rôle d'électrodes réunies par un court-circuit disposé sur une desdites faces d'extrémités, caractérisé en ce que le barreau diélectrique présente, du côté opposé au court-circuit, une section réduite par rapport au reste du barreau de façon à réduire la distance séparant les électrodes.

L'invention a aussi pour objet un résonateur électromagnétique quart d'onde du type comportant un barreau diélectrique de section polygonale, possédant deux faces d'extrémités et au moins quatre faces principales délimitées par ladite section polygonale, le barreau étant recouvert sur deux de ses faces principales opposées d'une métallisation jouant le rôle d'électrodes réunies par un court-circuit disposé sur une desdites faces d'extrémités, caractérisé en ce que le barreau diélectrique présente, côté court-circuit, une section réduite par rapport au reste du barreau de façon à réduire la largeur de la métallisation.

L'invention a également pour objet un filtre passe-bande haute fréquence, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un résonateur tel que défini ci-dessus.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront au moyen de la description qui va suivre et des figures annexées parmi lesquelles:

- la figure 1 représente un résonateur quart d'onde selon l'art connu,
- la figure 2 est une vue en coupe d'un filtre passe-bande selon l'art connu,
- la figure 3 est une vue isométrique d'un résonateur selon l'invention,
- les figures 4 et 5 représentent des résonateurs selon l'invention placés entre des plans métalliques,
- les figures 6 et 7 représentent des résonateurs à angles métallisés arrondis,
- la figure 8 est une vue isométrique d'un résonateur bifilaire selon l'invention,
- les figures 9 et 10 sont illustratives d'une méthode de fixation d'une armature métallique sur un résonateur selon l'invention,
- les figures 11 et 12 représentent schématiquement des résonateurs quadrifilaires ou quadrirubans selon l'invention,
- la figure 13 représente schématiquement un filtre passe-bande,
- la figure 14 représente un résonateur quadrifilaire à section octogonale,
- les figures 15 à 18 représentent des résonateurs à géométrie particulière.

L'objet de l'invention étant de réduire au maximum l'encombrement des résonateurs, ceux-ci seront choisis du type quart d'onde.

La figure 1 représente un résonateur quart d'onde selon l'art connu et appelé résonateur biruban. Il est constitué d'un solide diélectrique 1 de forme parallélépipédique et ayant une section rectangulaire de côtés a et b . Des métallisations 2 et 3 recouvrent les deux faces opposées du parallélépipède qui sont séparées par la distance a . La métallisation 4 située à l'une des extrémités du barreau diélectrique 1 constitue un court-circuit pour les électrodes 2 et 3. Une telle ligne propage des ondes électromagnétiques avec un indice efficace $n_e = \frac{c}{v_g} \cdot \lambda_0$ représente la longueur d'onde dans le vide et λ_g la longueur

d'onde dans le guide biruban. Cet indice dépend de la constante diélectrique du matériau et de la géométrie de la ligne. Ainsi, en utilisant un barreau de diélectrique en tétrahydrofur de baryum $BaTi_4O_9$ de constante diélectrique 37, et de dimensions a et b comprises entre 5 et 10 mm, on obtient, pour 1 GHz, $n_e = 4,7$. La longueur L du barreau 1 étant égale à $\frac{\lambda_g}{4}$, on dispose bien un résonateur quart d'onde. Un tel résonateur permet d'obtenir de bons résultats. Par exemple, un barreau de dimensions $a = b = 15$ mm et $L = 15$ mm présente une fréquence de résonance de 1060 MHz pour un facteur de surtension $Q = 1000$.

Il est connu d'utiliser de tels résonateurs pour élaborer des filtres passe-bande. La figure 2 est une vue en coupe d'un tel filtre à quatre résonateurs 10, 11, 12 et 13 disposés sur un substrat isolant 14 qui possède une très faible constante diélectrique. Les résonateurs sont fixés sur le substrat par collage. Les métallisations des faces principales (électrodes) des résonateurs sont parallèles entre elles et perpendiculaires au substrat. Le couplage entre résonateurs se fait par inductance mutuelle. Les fréquences propres de chaque résonateur ont été au préalable ajustées soit par fabrication, soit par rodage. L'ensemble formé par le support 14 et les quatre résonateurs est placé dans un boîtier 15 relié à la masse et fermé par un couvercle métallique 22. La coupe de la figure 2 a été réalisée au niveau des trous 16 et 17 d'entrée et de sortie du signal. Le trou 16 permet le passage d'un conducteur 18 qui forme une boucle 20 de couplage, servant de moyen excitateur, avec le résonateur 10. L'extrémité du conducteur 18 est ensuite reliée au boîtier. Le signal de sortie est prélevé de façon similaire par le conducteur 19 qui forme une boucle 21 qui sert de moyen collecteur au niveau du résonateur 13. Afin de procéder à des ajustements fins des couplages entre résonateurs, il est possible de placer des vis de réglage selon les axes 23, 24 et 25. Ces vis situées entre les résonateurs modifient, suivant leur enfoncement plus ou moins grand, le champ électromagnétique qui règne entre les résonateurs.

Le filtre représenté à la figure 2, qui donne de bons résultats par ailleurs, présente l'inconvénient d'occuper un grand volume par rapport à la taille des résonateurs. En effet, il est nécessaire de prévoir un substrat isolant 14 au fond du boîtier, lequel est métallique à des fins de blindage, afin d'éviter de court-circuiter les métallisations des résonateurs. De plus, ce substrat doit avoir une épaisseur suffisante pour éviter que la masse métallique du boîtier n'influence le réglage et le coefficient de surtension des résonateurs. De même, le couvercle métallique 22 doit être situé à une distance suffisante. On voit qu'avec ces caractéristiques dimensionnelles, le volume occupé par un filtre peut être important relativement au volume des résonateurs.

Les résonateurs décrits ci-dessus comportent

trois faces entièrement métallisées ce qui nécessite la présence d'un support isolant pour assurer leur montage dans un boîtier. L'invention propose d'utiliser des résonateurs métallisés sur une bande plus étroite que leur largeur propre. La figure 3 représente un tel résonateur. Le résonateur proprement dit, qui porte la référence 30, est constitué d'un barreau diélectrique 31, préférentiellement ayant une forme de parallélépipède rectangle, partiellement recouvert d'une métallisation 32 qui assure la continuité électrique sur deux faces principales et opposées du barreau et l'une des extrémités. Dans le cas représenté à la figure 3, la bande conductrice 32 a une largeur constante h_2 . Elle est située à une distance h_1 de l'une des arêtes du barreau et à une distance h_3 de l'autre arête de la face considérée. Comme dans le cas de la figure 1, la section du barreau est $a \times b$, a étant la distance séparant les électrodes et $b = h_1 + h_2 + h_3$.

Un résonateur tel que celui représenté à la figure 3 peut être fixé sans risque de court-circuit directement sur un plan métallique et même être inséré entre deux plans métalliques comme le représente la figure 4. Les plans métalliques 33 et 34 peuvent faire partie respectivement d'un boîtier et de son couvercle. Il convient que les distances h_1 et h_3 soient suffisantes pour que les masses métalliques 33 et 34 ne perturbent pas l'accord que l'on désire obtenir. La disposition de la figure 4 favorise l'évacuation de la chaleur dissipée et assure une meilleure stabilité en fréquence du résonateur par rapport aux variations de température et aux vibrations. Le résonateur 30 peut donc être avantageusement utilisé pour réaliser des filtres passe-bande. Pour obtenir de faibles pertes d'insertion il est avantageux que les conditions suivantes soient remplies: $h_1 = h_2 = h_3$. La surtension du résonateur dans son boîtier reste alors très proche de la surtension propre du résonateur. La dégradation du coefficient de surtension est inférieure à 20 % vers 900 MHz pour un boîtier cuivré ou doré.

Une autre disposition de la métallisation est avantageuse. C'est celle qui est représentée à la figure 5 où un résonateur selon l'invention est disposé entre deux plans métalliques qui peuvent faire partie du boîtier et du couvercle d'un filtre. Le résonateur 35 formé du barreau 36 et de la métallisation 37 est disposé sur le plan métallique 38. Le plan métallique 39 est situé à une distance h'_3 du résonateur. Cette disposition a l'avantage de rejeter vers les fréquences supérieures les réponses parasites dues à des modes présentant un champ électrique parallèle au côté de dimension b . Comme précédemment, il est préférable de choisir $h'_1 = h'_2 = h'_3$.

La valeur du coefficient de surtension Q dépend de la qualité de la métallisation supportée par le barreau diélectrique. La formation d'électrodes par métallisation présente un point délicat qui est la nécessité de disposer d'une couche métallique régulière en particulier

au niveau des angles vifs formés par la jonction des électrodes et du court-circuit d'extrémité. En effet, l'épaisseur de la métallisation étant relativement fine, la transition brutale d'un plan de métallisation à un autre qui lui est perpendiculaire peut entraîner des défauts dans l'épaisseur du dépôt ce qui a pour conséquence de faire varier le coefficient de surtension d'un résonateur à un autre qui théoriquement lui est identique. Il est possible de pallier cet inconvénient en arrondissant les angles qui doivent être métallisés. La figure 6 est une vue de côté d'un tel résonateur. Le résonateur 40 est formé du barreau diélectrique 41 recouvert d'une métallisation 42 jouant comme précédemment le rôle d'électrodes et de court-circuit. On remarque sur cette figure que les angles 43 et 44 ont été arrondis ce qui contribue à rendre la couche déposée uniforme. A titre d'exemple, le rayon de courbure de ces arrondis peut être de l'ordre du dixième de la distance a .

Il est également possible d'arrondir totalement l'extrémité du résonateur. C'est ce que représente la figure 7 où le résonateur 45 est formé par le barreau diélectrique 46 recouvert partiellement d'une métallisation 47.

Il est ainsi possible d'obtenir de manière reproductible des surtensions de 900 sur des résonateurs de dimensions: $a = b = 8 \text{ mm}$, $L = 18 \text{ mm}$, résonnant à 900 MHz (avec $\epsilon = 37$). La métallisation peut être constituée d'argent ou de cuivre déposé par une technique classique: laque frittée, évaporation, électrolyse... L'épaisseur recommandée est d'au moins $30 \mu\text{m}$ pour une fréquence de résonance de 1 GHz.

Tout ce qui vient d'être dit démontre les avantages apportés aux résonateurs birubans par la réduction de la métallisation à une simple bande de largeur réduite par rapport à la largeur des faces qui les supportent. Il convient de considérer le cas limite où la largeur des électrodes du résonateur est la plus petite possible. Pratiquement, la solution consiste à utiliser un résonateur bifilaire au lieu d'un résonateur biruban. On constate alors, dans le cas du résonateur isolé, que les performances sont sensiblement équivalentes pour un même volume qu'il s'agisse du résonateur biruban ou du résonateur bifilaire. Par contre, lorsqu'ils sont montés dans un boîtier, la dégradation de la surtension est moindre dans la solution bifilaire que dans la solution biruban.

Les électrodes bifilaires peuvent être réalisées au moyens d'une armature métallique qui peut être déposée en couche comme précédemment mais qui sera de préférence rapportée. L'armature se présentera alors sous la forme d'un cavalier typiquement en cuivre ou en métal argenté ou doré. Le tronçon de matériau diélectrique peut alors être raccourci. Typiquement, la longueur l du tronçon sera environ la moitié de la longueur des électrodes. La figure 8 est une vue isométrique d'un résonateur bifilaire selon l'invention. Le résonateur comprend un barreau de diélectrique

50 ayant une forme de parallélépipède rectangle de longueur l et de section $a \times b$ comme indiqué sur la figure. Le résonateur comprend également le cavalier ou armature 51 de longueur L qui enserre par encastrement le barreau 50 et qui constitue à la fois les deux électrodes du résonateur et leur court-circuit. Le cavalier 51 peut avoir différentes formes, par exemple en forme d'U comme représenté à la figure 8. La fréquence de résonance et le coefficient de surtension Q sont principalement déterminés par la longueur L des électrodes, la distance qui sépare ces électrodes et la nature du diélectrique. La longueur l du barreau 50 peut être réduite jusqu'à environ $\frac{1}{2}$ sans altération sensible des principales caractéristiques du résonateur.

Pour rendre l'armature 51 solidaire du matériau diélectrique 50, différentes méthodes peuvent être employées. On peut utiliser:

- 1 - une colle à froid,
- 2 - un film thermofusible thermocompressé,
- 3 - une colle conductrice frittée,
- 4 - une technique d'encastrement,
- 5 - une technique de moulage in situ.

La première méthode conduit à des coefficients de surtension médiocres et à des fréquences de résonance peu stables en raison de l'épaisseur du joint de colle et des pertes diélectriques de la colle isolante.

La seconde méthode permet d'obtenir de meilleures performances car le joint est plus fin et les pertes diélectriques de ce genre de colle sont plus faibles.

La colle conductrice frittée de la troisième méthode assure un excellent contact donc une bonne stabilité en fréquence. Mais, du fait de sa médiocre conductibilité, il est difficile d'obtenir une résistance de sur face très faible et la surtension est dégradée. La surface encollée influe sur la valeur de la fréquence de résonance. Si la surface encollée augmente, la fréquence de résonance diminue. On peut mettre à profit cette propriété et augmenter la surface encollée conductrice en tenant compte des influences des pièces métalliques extérieures (boîtier, couvercle) pour abaisser la fréquence de résonance d'un facteur 2 ou 3 sans augmenter l'encombrement.

La technique d'encastrement de la quatrième méthode permet d'obtenir les surtensions les plus élevées. Toutefois, la stabilité en fréquence dépend beaucoup de la qualité de l'encastrement. Les meilleurs résultats sont obtenus par poinçonnage à chaud sous atmosphère neutre, par exemple à 500°C sous azote, suivi éventuellement d'un palier de vieillissement réalisé dans les mêmes conditions. La durée du palier peut être de l'ordre d'une heure. La figure 9 représente le même résonateur que celui représenté à la figure 8 mais vu selon l'une de ses extrémités. Le cavalier 51 est placé dans un logement 52 destiné à le recevoir et

pratiqué dans le barreau 50. Les poinçons 53 agissent sur le cavalier 51 dans le sens indiqué par les flèches afin de réaliser l'encastrement du cavalier. La figure 10 montre le résultat obtenu après poinçonnage.

La cinquième méthode, le moulage in situ, nécessite l'utilisation de pièces diélectriques formant l'empreinte négative de la pièce métallique. Cette dernière peut être préformée et placée dans le diélectrique. L'ensemble est porté à une température légèrement supérieure à la température de fusion du métal puis refroidi lentement. L'argent donne des résultats particulièrement bons.

Un exemple de réalisation est le suivant. Un résonateur du type représenté à la figure 8 a pour caractéristiques: $a = 8$ mm, $b = 10$ mm, constante diélectrique $\epsilon = 37$, $d = 6$ mm, $= 10$ mm, diamètre du cavalier 2 mm, longueur du cavalier $L = 18$ mm. Le cavalier est en cuivre et est encastré par poinçonnage. Dans ces conditions, le coefficient de surtension Q vaut 1000 à la fréquence de 950 MHz. Ceci est un très bon résultat compte tenu de l'encombrement du résonateur.

Il est possible d'obtenir un gain significatif en volume par l'utilisation de lignes quadrifilaires ou quadrirubans qui propagent trois modes: deux modes dipolaires orthogonaux et un mode quadripolaire. Un résonateur réalisé à partir d'un tronçon d'une telle ligne peut alors être le siège de trois résonances dégénérées si les conditions aux limites sont compatibles ou de deux résonances si les conditions aux limites sont antagonistes. Les figures 11 et 12 représentent schématiquement de tels résonateurs. Sur ces figures on n'a représenté, par souci de simplification, que les armatures métalliques, le barreau diélectrique étant supposé être inséré entre ces armatures. La figure 11 est un résonateur quart d'onde à 3 résonances. Ses armatures 60 et 61, situées dans des plans perpendiculaires, ont leurs éléments court-circuits situés à une même extrémité du barreau. La figure 12 est un résonateur quart d'onde à deux résonances. Ses armatures 62 et 63, situées dans des plans perpendiculaires, ont leurs éléments court-circuits opposés. Avec ce type de résonateurs, il est donc possible d'obtenir deux ou trois pôles par résonateur au lieu d'un seul comme précédemment ce qui conduit à la diminution de l'encombrement du filtre pour un nombre de pôles donné.

A titre d'exemple non limitatif, on va décrire la réalisation d'un filtre passe-bande utilisant des résonateurs tels que celui illustré par la figure 12. La figure 13 représente schématiquement la disposition envisagée pour un filtre à trois résonateurs 70, 73 et 76. Ce sont des résonateurs quart d'onde à deux résonances. Ils sont formés comme pour la figure 12 d'armatures métalliques ensermant un barreau diélectrique non représenté et situées dans des plans perpendiculaires l'une par rapport à l'autre. Le résonateur 70 comprend les couples d'armatures 71 et 72, le résonateur 73

comprend les couples 74 et 75 et le résonateur 76 comprend les couples 77 et 78. Les résonateurs sont placés dans le prolongement les uns des autres comme le montre la figure 13. Les armatures 71 et 74 situées dans un même plan ou dans des plans parallèles assurent un couplage magnétique prépondérant entre les résonateurs 70 et 73. Il en est de même des armatures 75 et 78 pour les résonateurs 73 et 76. La valeur de ces couplages est réglée par les distances entre résonateurs. Le signal d'entrée est injecté par l'intermédiaire d'une boucle de couplage au niveau du pôle P_1 . Le signal de sortie est extrait de la même manière au niveau du pôle P_6 . Les couplages de type intra-résonateur sont plutôt assurés par les champs électriques dans le diélectrique et sont réglés par les défauts de symétrie du résonateur (défaut d'orthogonalité de deux armatures, influence du boîtier, etc.). Cette disposition rend négligeable les couplages entre les pôles P_1 et P_3 , les pôles P_2 et P_4 , les pôles P_3 et P_5 , les pôles P_4 et P_6 , les pôles P_1 et P_4 , etc. Elle permet donc de réaliser des filtres classique: Legendre, Tchebychev, Butterworth, Bessel.

Les résonateurs utilisables dans ce type de filtres peuvent être réalisés à partir de techniques décrites pour la fabrication des résonateurs birubans ou bifilaires. La section même du diélectrique est déterminée par des considérations annexes (dissipation thermique, commodité de fixation) et peut être carrée, ronde, octogonale. La figure 14 représente la section octogonale d'un barreau diélectrique 80 équipé de deux armatures 83 et 84 placées dans des plans perpendiculaires. Le résonateur ainsi formé peut être sans inconvénient placé entre deux surfaces métalliques 81 et 82.

Pour limiter l'encombrement des résonateurs, il est également possible de modifier leur géométrie pour les faire travailler à plus basse fréquence sans augmenter leur volume. Plusieurs configurations sont possibles. On peut par exemple aplatir l'extrémité circuit ouvert du résonateur quart d'onde comme représenté aux figures 15 et 16 qui sont respectivement des vues de face et de côté. Ce résonateur, formé d'un barreau diélectrique 90 recouvert d'une métallisation 91 sur deux faces opposées et une extrémité, comprend des sections de surfaces différentes. La largeur interélectrodes qui vaut $\underline{a}$ dans la partie proche du court-circuit vaut $\underline{a}' < \underline{a}$ près de l'extrémité en circuit-ouvert ce qui a pour conséquence d'augmenter la capacité et de diminuer la fréquence de résonance.

Une autre solution est illustrée par les figures 17 et 18 qui représentent des vues de face et de côté d'un résonateur quart d'onde formé d'un barreau diélectrique 95 recouvert d'une métallisation 96 sur deux faces opposées et une extrémité. Là encore le résonateur comprend des sections de surfaces différentes. La largeur inter-électrodes reste constante mais c'est la dimension transversale du barreau qui change. Cette dimension qui vaut $\underline{b}$ près du circuit ouvert,

vaut $\underline{b}' < \underline{b}$ près du court-circuit. Ceci a pour conséquence d'augmenter l'inductance et donc de diminuer la fréquence de résonance.

Ces résonateurs peuvent bénéficier des perfectionnements annoncés plus haut, à savoir l'arrondissement des angles métallisés et la métallisation sous forme de bandes de largeur réduite.

Des essais ont donné les résultats suivants. Pour un résonateur tel qu'illustré par les figures 15 et 16 avec $\underline{a} = 8$ mm, $\underline{a}' = 4$ mm, $\underline{b} = 8$ mm, $L = 18$ mm et $\epsilon = 37$, la fréquence de résonance est d'environ 700 MHz pour un coefficient de surtension supérieur à 700. On obtient les mêmes résultats pour un résonateur tel qu'illustré par les figures 17 et 18 et pour lequel $\underline{a} = 8$ mm, $\underline{b} = 8$ mm, $\underline{b}' = 4$ mm, $L = 18$ mm et $\epsilon = 37$.

Dans toutes les configurations envisagées, il est capital de choisir le matériau diélectrique de manière à compenser les dérives thermiques. Lorsque l'armature métallique est parfaitement solidaire du diélectrique (cas du dépôt en couche), il est préférable de choisir le coefficient exprimant la dérive du premier ordre en température égal à 0 ppm/°C. Lorsque l'armature n'est que partiellement solidaire du diélectrique, il faut compenser la dilatation du métal en choisissant des coefficients compris typiquement entre + 10 et 20 ppm/°C. Des diélectriques présentant ces caractéristiques ont été décrits dans le brevet français publié sous le numéro FR-A-2 477 823.

Revendications

1. Résonateur électromagnétique quart d'onde du type comportant un barreau diélectrique de section polygonale, possédant deux faces d'extrémités et au moins quatre faces principales délimitées par ladite section polygonale, le barreau étant disposé entre au moins deux électrodes réunies par un court-circuit à l'une de leurs extrémités, les électrodes et leur court-circuit faisant partie d'une armature en forme de U, caractérisé en ce que les électrodes ne recouvrent que partiellement les faces principales du barreau qui leur sont adjacentes.

2. Résonateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le barreau diélectrique a une section rectangulaire.

3. Résonateur selon l'une des revendications ou 2, caractérisé en ce que les électrodes et le court-circuit sont formés par une métallisation (32) déposée sur le barreau diélectrique (31), cette métallisation de largeur déterminée laissant subsister des marges longitudinales en bordure des faces principales qui la supportent.

4. Résonateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que les largeurs h_1 , h_2 et h_3 sont égales.

5. Résonateur selon l'une des revendications ou 2, caractérisé en ce que les électrodes et le court-circuit sont formés par une métallisation (37)

déposée sur le barreau diélectrique (36), cette métallisation étant déposée le long de la bordure commune à chacune des faces principales qui la supportent, et à une autre face principale, de façon à ne laisser qu'une marge longitudinale.

6. Résonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les angles (43, 44) du barreau diélectrique (41) devant être recouverts par la métallisation (42) sont arrondis.

7. Résonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la face d'extrémité du barreau diélectrique (46) devant supporter le court-circuit est arrondie.

8. Résonateur selon l'une des revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite armature est une pièce rapportée.

9. Résonateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'armature (51) a une section ronde.

10. Résonateur selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que le barreau diélectrique (50) est équipé de logements (52) destinés à recevoir ladite armature (51).

11. Résonateur selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que ladite armature est collée sur le barreau diélectrique.

12. Résonateur selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que ladite armature est encastrée par poinçonnage à chaud dans le barreau diélectrique.

13. Résonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend deux armatures (60, 61), les électrodes d'une première armature étant portées par deux faces principales respectivement perpendiculaires aux deux faces principales portant les électrodes de la seconde armature, et dont les court-circuits sont situés sur la même face d'extrémité du barreau diélectrique.

14. Résonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend deux armatures (62, 63), les électrodes d'une première armature étant portées par deux faces principales respectivement perpendiculaires aux deux faces principales portant les électrodes de la seconde armature, et dont les court-circuits sont situés sur deux faces d'extrémités opposées du barreau diélectrique.

15. Résonateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la section du barreau diélectrique (80) est octogonale et qu'il comprend deux armatures (83, 84), les électrodes d'une première armature étant portées par deux faces principales respectivement perpendiculaires aux deux faces principales portant les électrodes de la seconde armature.

16. Résonateur électromagnétique quart d'onde du type comportant un barreau diélectrique (90) de section polygonale, possédant deux faces d'extrémités et au moins quatre faces principales délimitées par ladite section polygonale, le barreau étant recouvert sur deux de ses faces principales, opposées d'une métallisation (91) jouant le rôle d'électrodes

réunies par un court-circuit disposé sur une desdites faces d'extrémités, caractérisé en ce que le barreau diélectrique présente, du côté opposé au court-circuit, une section réduite par rapport au reste du barreau de façon à réduire la distance séparant les électrodes.

17. Résonateur électromagnétique quart d'onde du type comportant un barreau diélectrique (95) de section polygonale, possédant deux faces d'extrémités et au moins quatre faces principales délimitées par ladite section polygonale, le barreau étant recouvert sur deux de ses faces principales opposées d'une métallisation (96) jouant le rôle d'électrodes réunies par un court-circuit disposé sur une desdites faces d'extrémités, caractérisé en ce que le barreau diélectrique présente, côté court-circuit, une section réduite par rapport au reste du barreau de façon à réduire la largeur de la métallisation.

18. Filtre passe-bande haute-fréquence, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un résonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.

Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Viertelwellenlängen-Resonator des Typs mit einem dielektrischen Stab polygonalen Querschnittes, welcher zwei Endflächen sowie wenigstens vier durch diesen polygonalen Querschnitt abgegrenzte Hauptflächen aufweist, wobei der Stab zwischen wenigstens zwei Elektroden angeordnet ist, welche an einem ihrer Enden durch einen Kurzschluß verbunden sind, und die Elektroden und deren Kurzschluß einem U-förmigen Joch angehören, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden die ihnen benachbarten Hauptflächen des Stabes nur teilweise bedecken.

2. Resonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dielektrische Stab einen rechteckigen Querschnitt aufweist.

3. Resonator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden sowie der Kurzschluß durch eine auf den dielektrischen Stab (31) aufgebrachte Metallisierung (32) gebildet sind, wobei diese Metallisierung einer bestimmter Breite am Rand der sie tragenden Hauptflächen Längsränder übrigläßt.

4. Resonator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Breiten h_1 , h_2 und h_3 gleich sind.

5. Resonator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden sowie der Kurzschluß durch eine auf den dielektrischen Stab (36) aufgebrachte Metallisierung (37) gebildet sind, wobei diese Metallisierung entlang des Randes, der für jede der sie tragenden Hauptflächen sowie eine andere Hauptfläche gemeinsam ist, so aufgebracht wird, daß nur ein Längsrand übriggelassen wird.

6. Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, daß die Winkel (43, 44) des dielektrischen Stabes (41), welche von der Metallisierung (42) überzogen werden sollen, abgerundet sind.

7. Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Endfläche des dielektrischen Stabes (46), welche den Kurzschluß trägt, abgerundet ist.

8. Resonator nach Anspruch oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Joch ein angesetztes Stück ist.

9. Resonator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch (51) einen runden Querschnitt aufweist.

10. Resonator nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der dielektrische Stab (50) mit Aufnahmeelementen (52) versehen ist, welche dazu bestimmt sind, dieses Joch (51) aufzunehmen.

11. Resonator nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Joch auf den dielektrischen Stab aufgeklebt ist.

12. Resonator nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Joch durch Heißprägung in den dielektrischen Stab eingelassen ist.

13. Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß er zwei Joche (60, 61) umfaßt, wobei die Elektroden eines ersten Joches von zwei Hauptflächen getragen sind, wovon jede zu den jeweiligen die Elektroden des zweiten Joches tragenden beiden Hauptflächen senkrecht steht, und wovon die Kurzschlüsse sich auf derselben Endfläche des dielektrischen Stabes befinden.

14. Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß er zwei Joche (62, 63) umfaßt, wobei die Elektroden eines ersten Joches von zwei Hauptflächen getragen sind, wovon jede zu den jeweiligen die Elektroden des zweiten Joches tragenden beiden Hauptflächen senkrecht stehen, und deren Kurzschlüsse sich auf zwei sich gegenüberliegenden Endflächen des dielektrischen Stabes befinden.

15. Resonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des dielektrischen Stabes (80) achteckig ist und daß er zwei Joche (83, 84) umfaßt, wobei die Elektroden eines ersten Joches von zwei Hauptflächen getragen sind, wovon jede zu den jeweiligen die Elektroden des zweiten Joches tragenden beiden Hauptflächen senkrecht stehen.

16. Elektromagnetischer Viertelwellenlängen-Resonator des Typs mit einem dielektrischen Stab (90) eines polygonalen Querschnitts, welcher zwei Endflächen sowie wenigstens vier von diesem polygonalen Querschnitt abgegrenzte Hauptflächen umfaßt, wobei auf zwei der sich gegenüberliegenden Hauptflächen des Stabes eine Metallisierung (91) aufgebracht ist, welche die Funktion von Elektroden übernimmt, welche von einem sich auf einer dieser Endflächen befindenden Kurzschluß

gespeist werden, dadurch gekennzeichnet, daß auf der dem Kurzschluß abgewandten Seite der dielektrische Stab einen in Bezug auf den übrigen Stab reduzierten Querschnitt aufweist, so daß der Abstand zwischen den Elektroden verringert wird.

17. Elektromagnetischer Viertelwellenlängen-Resonator des Typs mit einem dielektrischen Stab (95) eines polygonalen Querschnitts, welcher zwei Endflächen sowie wenigstens vier von diesem polygonalen Querschnitt abgegrenzte Hauptflächen umfaßt, wobei auf zwei der sich gegenüberliegenden Hauptflächen des Stabes eine Metallisierung (96) aufgebracht ist, welche die Funktion von Elektroden übernimmt, welche von einem sich auf einer dieser Endflächen befindenden Kurzschluß gespeist werden, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Seite des Kurzschlusses der dielektrische Stab einen in Bezug auf den übrigen Stab reduzierten Querschnitt aufweist, so daß die Breite der Metallisierung reduziert wird.

18. Hochfrequenz-Bandpaßfilter, dadurch gekennzeichnet, daß es wenigstens einen Resonator nach einem der Ansprüche 1 bis 17 umfaßt.

Claims

1. A quarter wave electromagnetic resonator of the type comprising a dielectric bar with a polygonal section having two end faces and at least four principal faces, delimited by the said polygonal section, said bar being placed between at least two electrodes connected by a short circuit means with one of their ends, the electrodes and their short circuit means forming part of an armature in the form of a letter U, characterized in that the electrodes only partially cover the principal faces of the bar which are adjacent to them.

2. The resonator as claimed in claim 1, characterized in that the dielectric bar has a rectangular section.

3. The resonator as claimed in claim 1 or in claim 2, characterized in that the electrodes and the short circuit means are formed by a metallized layer (32) deposited on the dielectric bar (31), said layer having a predetermined width and allowing the existence of longitudinal margins bordering the principal faces which carry it.

4. The resonator as claimed in claim 3, characterized in that the widths h_1 , h_2 , and h_3 are equal.

5. The resonator as claimed in claim 1 or claim 2 characterized in that the electrodes and the short circuit means are formed by a metallized layer (37) deposited on the dielectric bar (36), said layer being deposited along the common border at each one of the principal faces which carry it in such a manner as to leave only one longitudinal margin.

6. The resonator as claimed in any one of the claims 1 through 5, characterized in that the corners (43 and 44) of the dielectric bar (41) to be covered by the metallized layer (42) are filleted.

7. The resonator as claimed in any one of the claims 1 through 5 characterized in that the face of one end of the dielectric bar (46) to carry the short circuit means is filleted.

8. The resonator as claimed in claim 1 or claim 2, characterized in that the said armature is an applied member.

9. The resonator as claimed in claim 8, characterized in that the armature (51) has a round section.

10. The resonator as claimed in claim 8 or claim 9, characterized in that the dielectric bar (50) is equipped with sockets (52) adapted to receive the said armature (51).

11. The resonator as claimed in any one of the claims 8 through 10, characterized in that the said armature is bonded to the dielectric bar.

12. The resonator as claimed in any one of the claims 8 through 10, characterized in that the said armature is embedded by hot stamping in said dielectric bar.

13. The resonator as claimed in any one of the claims 1 through 12, characterized in that it comprises two armatures (60 and 61), the electrodes of a first armature being carried on two principal faces respectively perpendicular to the two principal faces carrying the electrodes of the second armature and of which the short circuit means are situated on two opposite end faces of the dielectric bar.

14. The resonator as claimed in any one of the claims 1 through 12, characterized in that it comprises two armatures (62 and 63), the electrodes of a first armature being carried on two principal faces respectively perpendicular to the two principal faces carrying the electrodes of the second armature and of which the short circuit means are situated on two opposite end faces of the dielectric bar.

15. The resonator as claimed in claim 1, characterized in that the section of the dielectric bar (80) is octagonal and in that it comprises two armatures (83 and 84), the electrodes of a first armature being carried on two principal faces respectively perpendicular to the two principal faces carrying the electrodes of the second armature.

16. A quarter wave electromagnetic resonator of the type comprising a dielectric bar (90) with a polygonal section possessing two end faces and at least four principal faces delimited by the said polygonal section, the bar being covered on two of its opposite principal faces by a metallized layer (91) playing the role of electrodes united by a short circuit means placed on one of the said end faces, characterized in that on the side opposite to the short circuit means the dielectric bar has a section which is reduced in size to be smaller than the rest of the bar in order to reduce the distance separating the electrodes.

17. A quarter wave electromagnetic resonator

of the type comprising a dielectric bar (90) with a polygonal section possessing two end faces and at least four principal faces delimited by the said polygonal section, the bar being covered on two of its opposite principal faces by a metallized layer (91) playing the role of electrodes united by a short circuit means placed on one of the said end faces, characterized in that on the short circuit side the dielectric bar has a section which is reduced in size to be smaller than the rest of the bar in order to reduce the width of the metallized layer.

18. A high frequency pass band filter characterized in that it comprises at least one resonator as claimed in any one of the claims 1 through 17.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

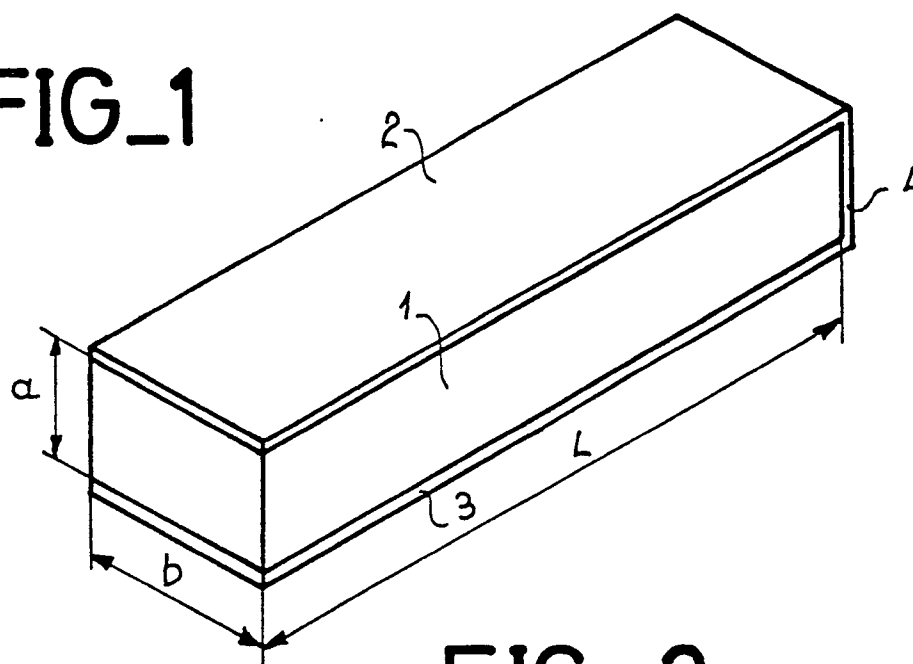
50

55

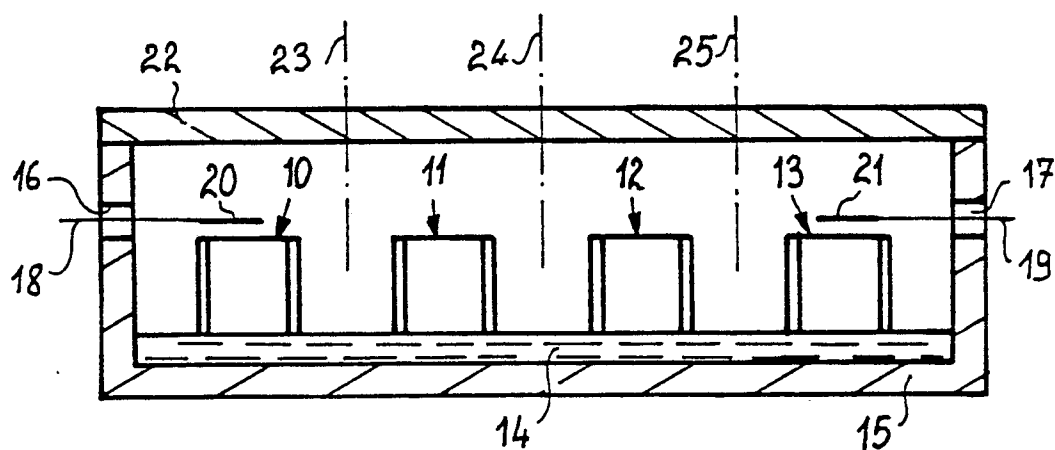
60

65

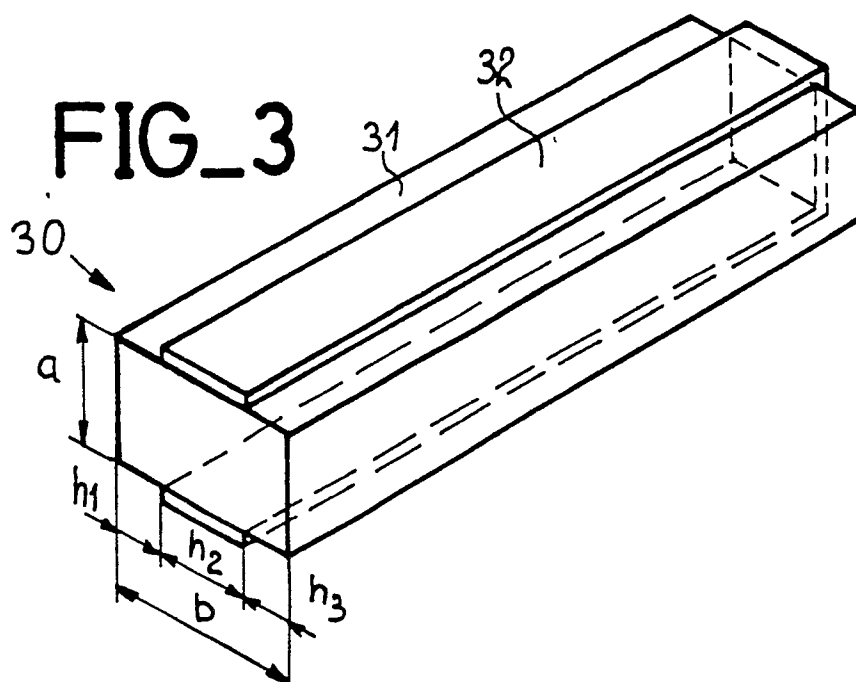
FIG_1



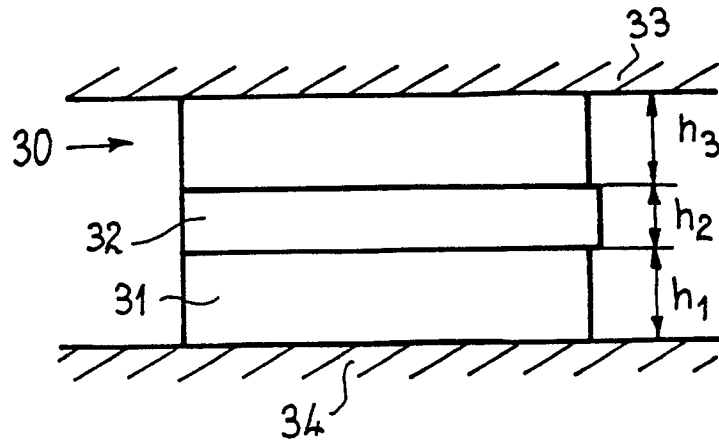
FIG_2



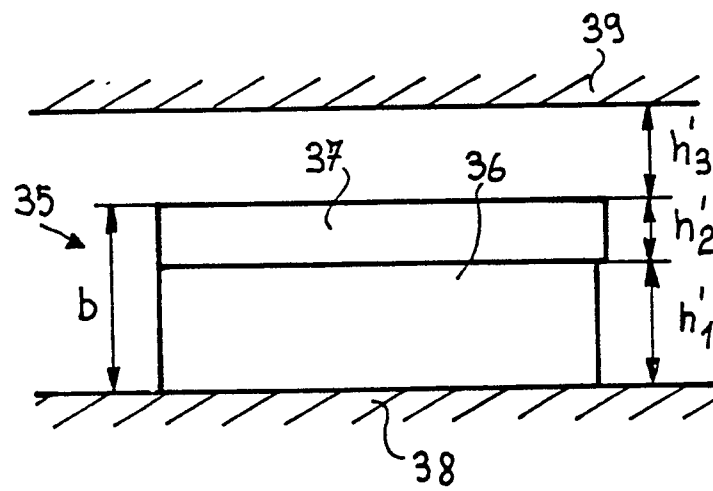
FIG_3



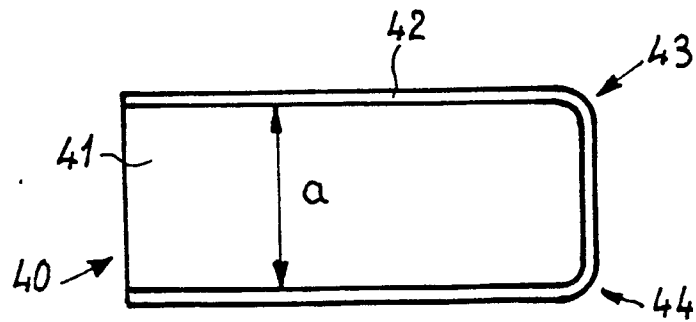
FIG_4



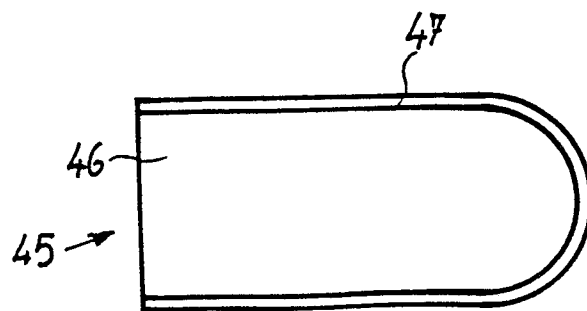
FIG_5



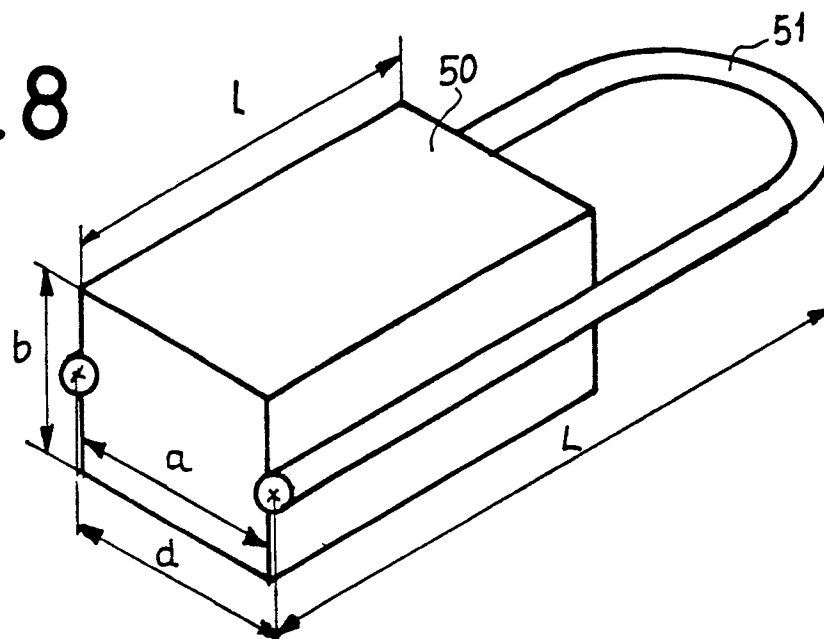
FIG_6



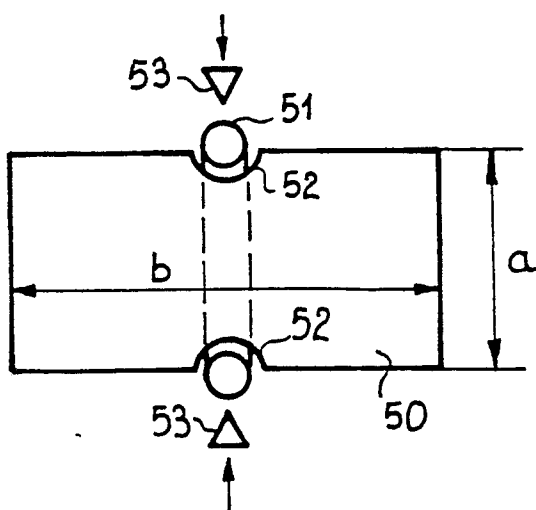
FIG_7



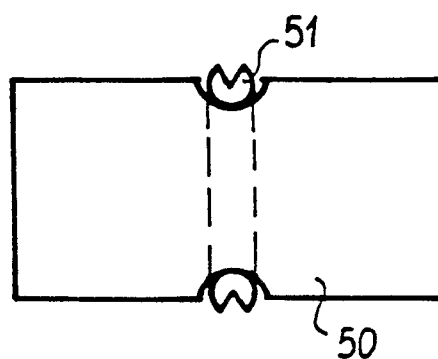
FIG_8



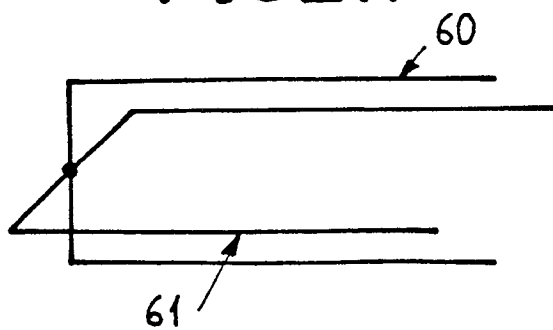
FIG_9



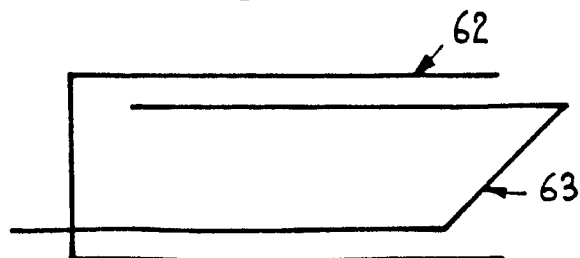
FIG_10



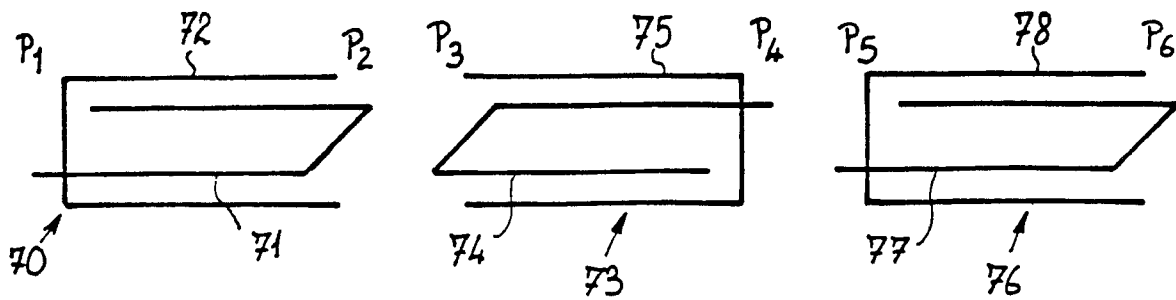
FIG_11



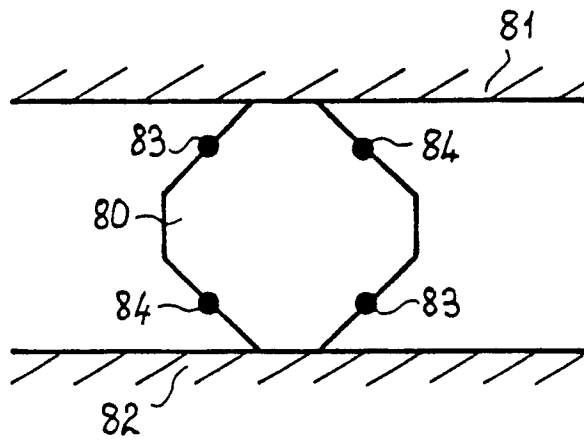
FIG_12



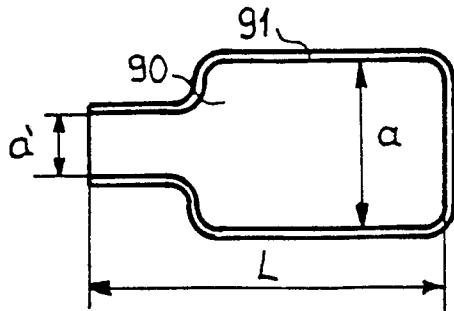
FIG_13



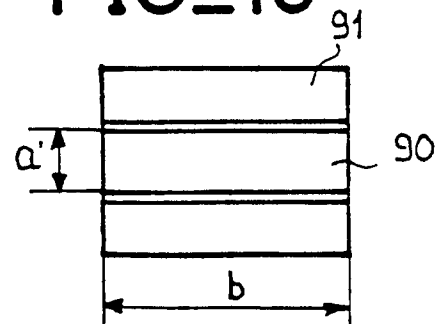
FIG_14



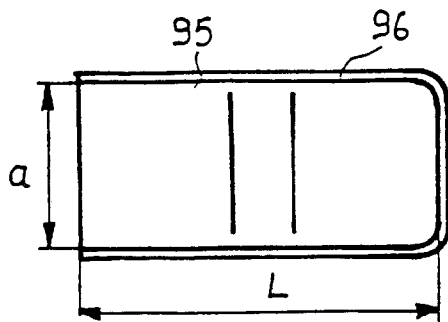
FIG_15



FIG_16



FIG_17



FIG_18

