(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 617 503 A1

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
18.01.2006 Bulletin 2006/03

(51) Int Cl.:
H01P 1/207 *(2006.01)* ***H01P 11/00*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **05105466.6**

(22) Date de dépôt: **21.06.2005**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR LV MK YU

(30) Priorité: **22.06.2004 FR 0451309**

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
75752 Paris Cedex 15 (FR)

(72) Inventeurs:
- **Baleras, François**
  38170 SEYSSINET (FR)
- **Bliondy Pierre**
  87000 LIMOGES (FR)

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al**
Société BREVATOME
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(54) **Filtre fréquentiel et son procédé de réalisation**

(57) L'invention concerne un filtre fréquentiel comportant une structure avec, sur une face, deux zones évanescentes extrêmes et au moins une zone de guide d'onde entre les zones évanescentes, caractérisé en ce que la au moins une zone de guide d'onde et les zones évanescentes forment une cavité unique fermée, ladite cavité unique étant cloisonnée par au moins deux éléments résonateurs qui sont encastrés dans ladite cavité unique au niveau de zones de placement et qui contribuent à délimiter ladite au moins une zone de guide d'onde et les zones évanescentes.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'au moins un tel filtre fréquentiel, ledit procédé comportant les étapes suivantes :

- réalisation d'une structure comportant au moins une cavité sur une de ses faces, appelée face arrière,
- encastrement d'au moins deux éléments résonateurs dans la cavité au niveau de zones de placement de manière à délimiter la au moins une zone de guide d'onde et les zones évanescentes.

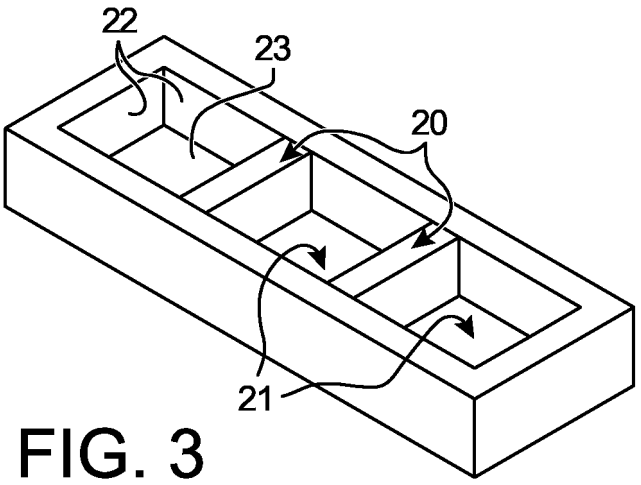

FIG. 3

EP 1 617 503 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne un filtre fréquentiel et son procédé de réalisation.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Les filtres fréquentiels sont des éléments aptes à laisser passer une gamme de fréquences déterminée d'un signal de type ondulatoire, par exemple une onde électromagnétique ou une onde acoustique.

[0003] Les filtres fréquentiels sont particulièrement utilisés dans des éléments destinés à des applications hautes fréquences. On les retrouve, par exemple, dans les multiplexeurs, les diplexeurs, les amplificateurs, les oscillateurs ou les mélangeurs.

[0004] Les hautes fréquences sont intéressantes car elles permettent de véhiculer un grand nombre d'informations. De plus, la montée en fréquence permet d'améliorer sensiblement la résolution des dispositifs de détection et de miniaturiser les systèmes. Ainsi, les applications hautes fréquences sont nombreuses : elles sont par exemple utilisées dans les radiocommunications hauts débits et inter-satellites (fréquence de 60 GHz environ), dans les radars anti-collision (fréquence de 70 GHz) et dans la radiométrie (fréquence de 180 GHz).

[0005] Le document **[1],** référencé à la fin de cette description, présente une réalisation de filtres micro-usinés pour des applications hautes fréquences.

[0006] La figure 1 et la figure 2 représentent des filtres à 2 pôles, ou résonateurs, réalisés selon la technique exposée dans ce document **[1].** Ces filtres comportent une structure (substrat 100) qui peut être décomposées en plusieurs zones :

- au moins deux zones 1a, 1b faisant office de résonateurs diélectriques,
- au moins une zone de propagation d'onde 2 située entre deux résonateurs et servant de guide d'onde,
- deux zones extrêmes 3 constituant des zones évanescentes.

[0007] Les résonateurs diélectriques 1a, 1b sont fabriqués dans des matériaux diélectriques ayant une permittivité relative élevée. Cette forte permittivité permet en effet de confiner les champs électriques dans le résonateur. Les tailles des résonateurs doivent être dimensionnées pour fixer la fréquence requise de fonctionnement du filtre, comme connu de l'homme du métier.

[0008] La zone de propagation 2 en forme de cavité constitue un guide d'onde qui permet de réaliser le couplage des deux résonateurs 1a et 1b. Les dimensions du guide interviennent sur le facteur de couplage et sur la fréquence du filtre obtenu.

[0009] Enfin, les deux zones extrêmes en forme de cavités constituent deux zones évanescentes qui ont pour fonction d'éliminer des réflexions d'ondes parasites. Pour être efficaces, ces zones évanescentes doivent avoir une longueur supérieure aux longueurs d'ondes circulant dans le filtre.

[0010] Actuellement, les filtres fréquentiels sont réalisés par des étapes successives de dépôts et de gravures. L'inconvénient de ce mode opératoire est qu'il limite les possibilités de réalisation des filtres et restreint également leurs performances.

[0011] Le filtre illustré sur la figure 1 se compose d'une structure, comportant trois cavités, et disposée sur une couche de métallisation 6. En général, les structures des filtres sont micro-usinées dans un substrat 100 de silicium à haute résistivité, car c'est un matériau à faibles pertes diélectriques aux longueurs d'ondes millimétriques et à permittivité élevée, ce qui rend possible la réalisation de filtres miniaturisés.

[0012] Une fois terminée, la structure du filtre est recouverte d'un blindage électromagnétique. Ce blindage permet d'éviter la dispersion des ondes dans le filtre ou la sortie intempestive de celles-ci. Le blindage est constitué de trois métallisations : une métallisation 5 sur la face avant 7 de la structure, une métallisation 5 sur la face arrière 8 de la structure, et la métallisation 6 sur laquelle on va disposer la structure du filtre. Cette métallisation 6 est souvent une couche de métallisation déposée sur un substrat d'accueil. Les différentes métallisations sont reconnectées ensemble pour refermer le blindage autour du filtre par reprise de contact entre la face avant 7 et la face arrière 8 de la structure du filtre par la métallisation de quatre tranchées 9, ou côtés, qui encadrent la structure, et par reprise de contact entre la face arrière 8 et le substrat d'accueil, doté de la couche de métallisation 6, par l'intermédiaire d'alliage fusible 10 (billes fusibles). Le report du filtre à l'aide de billes fusibles 10 sur un substrat d'accueil est réalisé par la méthode flip-chip ou équivalent. Les filtres micro-usinés montés en flip-chip ont l'avantage de pouvoir ensuite être intégrables dans des sous-ensembles plus complexes.

[0013] Sur la figure 2, on voit que la structure du filtre comporte au moins deux fenêtres de couplage 4 qui permettent le couplage des résonateurs avec les pistes métalliques 6 du substrat d'accueil.

[0014] Les filtres micro-usinés tels que décrits dans l'art antérieur présentent de nombreux inconvénients concernant leur mode de fabrication et leurs performances.

[0015] Comme on l'a vu précédemment, plusieurs zones du substrat 100 de silicium doivent être gravées pour réaliser un filtre fréquentiel. On doit graver les cavités qui vont former le guide d'onde et les zones évanescentes qui encadrent les résonateurs, ainsi que les quatre tranchées qui entourent la structure du filtre et qui permettent la reprise de contact du blindage entre la face avant et la face arrière de la structure du filtre. Or, la surface évidée par rapport à la surface restante de substrat rend les substrats fragiles lors de la fabrication des filtres. Pour éviter que les plaques de substrat ne se cassent, on est

obligé de réduire le nombre de structures réalisées par plaque de substrat.

[0016] Les filtres sont maintenus pendant leur fabrication par des poutres de maintien 12 dans le substrat. Ces poutres de maintien 12 sont de préférence placées au niveau des coins du filtre (voir figure 2) afin de minimiser les effets parasites liés à la rupture du blindage au niveau de ces zones. En effet, lors de la découpe de ces poutres, pour la libération des filtres, on est obligé de couper le blindage disposé sur ces poutres, ce qui réduit les performances du filtre.

[0017] Par ailleurs, on utilise généralement une gravure par attaque humide pour réaliser un filtre micro-usiné. En effet, comme les cavités internes du filtre, c'est-à-dire le ou les guides d'onde et les deux zones évanescentes, n'ont pas forcément les mêmes dimensions, on ne peut alors pas réaliser les cavités par gravure plasma. En effet, la gravure plasma a la particularité d'avoir une vitesse de gravure qui dépend de la surface du motif : on ne peut donc pas obtenir, pour deux tailles de motif différentes, la même profondeur de gravure. Or l'attaque humide du silicium est une gravure anisotrope et suit le plan cristallin <111> du silicium, selon un angle de 54,7° par rapport au plan cristallin <100>. Une erreur d'alignement de 1° provoque une perte de côte de 175 μm pour une longueur de structure de 1 cm. Ainsi, les dimensions des motifs à graver et la précision des alignements recherchés ne permettent pas la reproductibilité des filtres. La fréquence de résonance et le facteur de qualité d'un filtre dépendant des dimensions de ses cavités et de ses résonateurs, les performances des filtres varient d'un filtre à l'autre.

[0018] Par ailleurs, comme on peut le voir sur la figure 1, on dépose une couche de matériau diélectrique 11 entre le silicium 100, dans lequel est réalisé la structure du filtre, et la couche de métallisation 5 pour isoler le substrat de la couche de métallisation. On peut noter que cette couche de matériau diélectrique 11 devrait idéalement être présente sous toute la couche de métallisation 5 pour assurer les meilleures performances. Cependant, pour des soucis de simplification de la technologie, elle n'est placée qu'au niveau du raccordement avec le substrat d'accueil. Pour les applications hyperfréquences, il est souhaitable d'utiliser des matériaux diélectriques à faibles pertes diélectriques. On choisira par exemple du SiO_2 déposé par PECVD, qui présente en général moins de pertes diélectriques que le SiO_2 thermique. Ces matériaux diélectriques doivent par ailleurs être faiblement contraints pour éviter une déformation (flèche) importante de la structure du filtre qui empêcherait l'opération d'assemblage avec le substrat d'accueil. Par exemple, l'assemblage n'est pas possible dans le cas où la déformation de la structure est supérieure à la différence de hauteur des billes fusibles. Par ailleurs, ce matériau diélectrique doit être utilisé comme masque lors de la gravure du substrat. Or les matériaux diélectriques intéressants pour les applications hyperfréquences ne sont pas forcément adaptés à la gravure humide du silicium. Le choix des matériaux diélectriques est ainsi très restreint.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0019] Le but de l'invention est de fournir un filtre ainsi qu'un procédé de fabrication de filtres micro-usinés pour les applications hyperfréquences qui ne comporteraient pas les inconvénients de l'art antérieur.

[0020] Ce but et d'autres encore sont atteints, conformément à l'invention par un filtre fréquentiel comportant une structure avec, sur une face, deux zones évanescentes extrêmes et au moins une zone de guide d'onde entre les zones évanescentes, caractérisé en ce que la au moins une zone de guide d'onde et les zones évanescentes forment une cavité unique fermée, ladite cavité unique étant cloisonnée par au moins deux éléments résonateurs qui sont encastrés dans ladite cavité unique au niveau de zones de placement et qui contribuent à délimiter ladite au moins une zone de guide d'onde et les zones évanescentes.

[0021] On entend par zone de placement une portion de la cavité unique dans laquelle un élément résonateur donné doit être encastré, emboîté.

[0022] Avantageusement, la cavité unique a au moins une paroi et/ou un fond qui présente au moins une partie proéminente et au moins une partie en retrait, lesdites parties formant un relief qui aide à l'encastrement des éléments résonateurs dans la cavité unique au niveau de leur zone de placement.

[0023] Avantageusement, la structure est réalisée dans un matériau présentant de faibles pertes diélectriques.

[0024] Avantageusement, les éléments résonateurs sont en un matériau présentant une haute permittivité et de faibles pertes diélectriques.

[0025] On entend par « faibles pertes diélectriques » des pertes ayant des valeurs de tangente de pertes d'environ $8{,}6.10^{-4}$ à 40 GHz et par « haute permittivité » une permittivité typiquement supérieure à 10 pour une fréquence de 40 GHz.

[0026] Avantageusement, les éléments résonateurs sont en silicium ou en céramique.

[0027] Avantageusement, au moins deux éléments résonateurs sont identiques en matériau et en dimensions. S'il y en a plus que deux, les autres éléments résonateurs peuvent être de dimensions différentes (ces dimensions seront choisies en fonction de la bande passante désirée pour le filtre).

[0028] Le filtre fréquentiel selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte un blindage électromagnétique, ledit blindage comprenant :

- une première couche de métallisation recouvrant le fond et les parois de la cavité unique ainsi que la face de la structure comportant la cavité unique,
- une deuxième couche de métallisation fermant la cavité unique et étant en contact électrique avec la première couche de métallisation et avec les élé-

ments résonateurs. La première et la deuxième couche de métallisation permettent de réaliser le blindage du filtre.

[0029] Avantageusement, la deuxième couche de métallisation est déposée sur un substrat d'accueil présentant de faibles pertes diélectriques.

[0030] Avantageusement, le blindage comporte au moins deux ouvertures, appelées fenêtres de couplage. Avantageusement, ces ouvertures sont réalisées au niveau des éléments résonateurs. Ces fenêtres de couplage sont des fentes réalisées dans les métallisations pour permettre le passage du champ électromagnétique dans le filtre.

[0031] L'invention concerne aussi un procédé de réalisation d'au moins un filtre fréquentiel tel que décrit précédemment. Ce procédé de réalisation comporte les étapes suivantes :

- réalisation d'une structure comportant au moins une cavité sur une de ses faces, appelée face arrière,
- encastrement d'au moins deux éléments résonateurs dans la cavité au niveau de zones de placement de manière à délimiter la au moins une zone de guide d'onde et les zones évanescentes.

[0032] Avantageusement, le procédé de réalisation d'au moins un filtre fréquentiel comporte en outre, avant l'étape d'encastrement des éléments résonateurs, une étape de métallisation de la face arrière de la structure, des parois et du fond de la cavité, et après ladite étape d'encastrement, une étape de fermeture de la cavité à l'aide d'une couche de métallisation.

[0033] Avantageusement, la couche de métallisation servant à la fermeture de la cavité comporte au moins deux ouvertures. Ces ouvertures servent de fenêtres de couplage.

[0034] La métallisation recouvre le fond et les parois de la cavité ainsi que la face arrière de la structure, c'est-à-dire la face comportant la cavité.

[0035] La couche de métallisation permettant de fermer la cavité est en contact électrique avec la première couche de métallisation, située entre autre sur la face arrière de la structure, et avec les éléments résonateurs.

[0036] Avantageusement, la réalisation de la structure dans le procédé de réalisation d'un filtre comprend les étapes suivantes :

- fourniture d'un premier substrat,
- gravure d'au moins la cavité dans ledit premier substrat.

[0037] Notons que l'on peut réaliser plusieurs structures de filtre dans une même plaque de substrat.

[0038] Ce premier substrat peut être en un matériau quelconque, c'est-à-dire un matériau semiconducteur, isolant ou conducteur.

[0039] Avantageusement, le premier substrat est en un matériau à faibles pertes diélectriques.

[0040] Avantageusement, le premier substrat peut être en un matériau choisi parmi le silicium, le quartz ou tout autre matériau similaire. En fait, le matériau est choisi selon la technique utilisée pour réaliser la structure. On choisira par exemple un substrat de silicium si on veut réaliser une gravure plasma.

[0041] Avantageusement, la gravure est une gravure plasma et est réalisée selon les étapes suivantes :

- dépôt d'une couche de résine photosensible sur la face arrière du premier substrat,
- insolation de la résine photosensible à travers un masque et développement de ladite résine,
- gravure du premier substrat,
- élimination de la résine photosensible,
- dépôt d'une couche de matériau diélectrique sur la face arrière du premier substrat.

[0042] Avantageusement, le matériau diélectrique est du silicium polycristallin (polysilicium), de la silice, un diélectrique organique (le benzo cyclobutène BCB ou un polyimide par exemple) ou des multicouches (par exemple, de l'oxyde de silicium et du silicium polycristallin ou de l'oxyde de silicium et du nitrure de silicium).

[0043] Selon une variante, la gravure du premier substrat est réalisée sur une plus grande profondeur au niveau des zones de placement des éléments résonateurs.

[0044] Avantageusement, le masque utilisé possède un motif permettant d'obtenir une cavité ayant au moins une partie proéminente et au moins une partie en retrait dans au moins une paroi et/ou dans le fond de la cavité. On entend par partie proéminente une partie en saillie par rapport à la partie en retrait.

[0045] Avantageusement, le procédé de réalisation d'un filtre selon l'invention inclut la réalisation d'éléments résonateurs comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un second substrat,
- séparation des éléments résonateurs par découpe ou par gravure dudit second substrat.

[0046] Avantageusement, la réalisation d'éléments résonateurs comprend en outre, après l'étape de fourniture du second substrat, une étape d'ajustement de la hauteur dudit second substrat pour fixer la taille du résonateur. Avantageusement, l'épaisseur du résonateur doit être égale à la profondeur de la cavité au niveau de la zone de guide d'onde (en tenant compte en particulier de l'épaisseur de la matière éventuellement ajoutée pour l'assemblage, comme de la colle ou de la soudure). Cet ajustement de hauteur peut se faire par amincissement mécanique et/ou chimique. Cet ajustement peut se faire également par d'autres moyens, comme par exemple, en déposant une couche de métallisation plus ou moins épaisse sur les éléments résonateurs, ou encore par une gravure de la zone de placement de l'élément résonateur plus importante que pour le reste de la cavité.

[0047] Les éléments résonateurs s'emboîtent dans la cavité unique au niveau de leur zone de placement respective. Une fois encastrés dans la cavité au niveau de leur zone de placement respective, les éléments résonateurs épousent la forme des parois et du fond de la cavité unique. Les éléments résonateurs ont la même forme que les zones de placement dans lesquelles ils doivent être insérés. Selon la forme de ces zones de placement, la découpe des résonateurs peut être simple, c'est-à-dire qu'on obtient des éléments résonateurs de forme rectangulaire ou carrée, ou bien être plus compliquée, lorsque l'élément résonateur a des parties en retrait et des parties proéminentes destinées à s'encastrer dans la partie de zone de placement dépassant de la largeur de la cavité unique.

[0048] En général, l'élément résonateur a une dimension telle qu'un seul élément résonateur peut être placé par zone de placement, c'est-à-dire qu'on ne peut placer, par exemple, qu'un seul élément résonateur dans le sens de la largeur de la cavité unique.

[0049] Chaque élément résonateur est encastré (c'est-à-dire inséré, placé, emboîté, brasé, soudé ou collé) dans la cavité unique au niveau de sa zone de placement respective de sorte qu'une fois placés, les éléments résonateurs sont séparés les uns des autres par un espace libre dimensionné pour le guidage d'ondes à l'intérieur du filtre et les éléments résonateurs qui font face aux parois constituant une partie des zones extrêmes évanescentes sont séparés desdites parois par un espace supérieur à la longueur d'onde circulant dans le guide d'onde.

[0050] Les filtres doivent comporter au moins deux fenêtres de couplage permettant l'entrée et la sortie du champ électromagnétique dans le filtre. Ces fenêtres sont des fentes réalisées préférentiellement au niveau des résonateurs dans les métallisations pour permettre le passage du champ électromagnétique. Elles sont par exemple obtenues par photolithographie et gravure des couches de blindage métalliques, juste après la réalisation desdites couches. Elles peuvent avantageusement déboucher sur le matériau de l'élément résonateur ; on pourra à cet effet retirer également le matériau diélectrique situé dans les ouvertures effectuées dans les couches métalliques.

[0051] Selon une variante, le second substrat utilisé dans la réalisation d'éléments résonateurs est en un matériau choisi parmi le silicium, l'alumine, le quartz ou tout autre matériau similaire. On entend par matériau similaire un matériau présentant une permittivité élevée et de faibles pertes diélectriques. En utilisant un matériau de permittivité élevée, on aura tendance à favoriser la concentration du champ électromagnétique hyperfréquence dans le matériau.

[0052] Selon une autre variante, la réalisation d'éléments résonateurs comprend en outre une étape de dépôt d'une couche d'un matériau diélectrique sur une face du second substrat, deux faces opposées du second substrat ou quatre faces opposées du second substrat.

[0053] Avantageusement, la réalisation d'éléments résonateurs comprend en outre une étape de dépôt d'une couche de métallisation sur la ou les faces du second substrat comportant une couche de matériau diélectrique. Cette étape de dépôt n'est pas nécessaire si la cavité et le substrat d'accueil sont déjà métallisés. Cette étape peut être rendue nécessaire par le mode d'assemblage. Il s'agira alors d'une métallisation spécifique. Ce sera le cas par exemple en cas de soudure ou de brasure.

[0054] Si les éléments résonateurs comportent une ou plusieurs faces métalliques, on prendra garde à ce que les faces des éléments résonateurs qui donnent dans les zones évanescentes ou dans la ou les zones de guide d'onde ne soient jamais métallisées, car cela empêcherait le couplage entre les éléments résonateurs.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0055] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1, déjà décrite précédemment, représente un filtre selon l'art antérieur, selon une vue en coupe latérale (coupe suivant l'axe 1 représenté sur la figure 2),
- la figure 2, déjà décrite précédemment, représente un filtre selon l'art antérieur, en vue de dessous, avant son assemblage avec une couche de métallisation disposée sur un substrat d'accueil. Notons que dans la figure 2, on voit que le substrat comporte plusieurs structures, chaque structure étant détachée de ses voisines selon la découpe 13.
- les figures 3 et 4 représentent respectivement une vue de dessous simplifiée et en trois dimensions de deux exemples de structures de filtres non fermés selon l'invention,
- les figures 5 et 6 montrent une vue de dessous de deux configurations possibles d'une structure de filtre selon l'invention,
- les figures 7 et 8 montrent une vue en coupe transversale de deux configurations de structure de filtre non fermé selon l'invention,
- la figure 9 montre une configuration d'un filtre avec fermeture de la structure du filtre avec un substrat d'accueil comportant une couche de métallisation,
- les figures 10a à 10g illustrent les étapes d'une fabrication de la cavité unique du filtre,
- les figures 11a à 11f illustrent les étapes d'une fabrication d'éléments résonateurs selon l'invention,
- les figures 12a et 12b illustrent les étapes d'un mode d'assemblage du filtre avec un substrat d'accueil comportant une couche de métallisation.

[0056] Notons que les dessins ne sont pas à l'échelle. Les couches déposées sont extrêmement fines par rap-

port à l'épaisseur des éléments résonateurs et par rapport à la profondeur de la cavité unique.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0057] Les figures 3 et 4 représentent un filtre non fermé réalisé selon l'invention. Ce filtre comprend une cavité 21, réalisée dans un substrat 200. La cavité comporte des parois 22 et un fond 23, et deux éléments résonateurs 20 sont encastrés dans la largeur de la cavité au niveau de zones de placement. Dans la figure 3, la cavité est réalisée par gravure plasma ou laser : les parois 22 de la cavité 21 sont à angle droit avec le fond 23 de la cavité. Dans la figure 4, la cavité est réalisée par gravure humide, et ses parois 22 sont inclinées par rapport au fond 23. Dans ces deux configurations, une des dimensions (ici, la longueur) des éléments résonateurs 20 est identique à la largeur de la cavité : les éléments résonateurs s'emboîtent dans la cavité et épousent la forme des parois et du fond de la cavité. Les éléments résonateurs 20 contribuent à délimiter dans la cavité au moins une zone de guide d'onde 24 et deux zones évanescentes 25 extrêmes.

[0058] La figure 5 montre une vue de dessous d'une configuration d'un filtre non fermé, c'est-à-dire avant de refermer le blindage du filtre par assemblage sur un substrat adapté. Dans cette configuration, les zones de placement dans lesquelles les éléments résonateurs 20 sont insérés sont plus larges que la largeur de la zone de guide d'onde 24 et des zones évanescentes 25. Les parois 22 de la cavité présentent des parties proéminentes 200 et des parties en retrait 300, les parties en retrait 300 permettant de loger les éléments résonateurs 20. Notons que la référence 14 représente une fenêtre de couplage réalisée dans les métallisations des éléments résonateurs 20.

[0059] La figure 6 montre une vue de dessous d'une autre configuration d'un filtre non fermé selon l'invention. Ici, les éléments résonateurs 20 n'ont plus une forme rectangulaire ou carrée, mais ont des parties proéminentes 26 qui font que les éléments résonateurs sont plus larges localement que la zones de guide d'onde 24 et les zones évanescentes 25. Ici, les parties en retrait 300 dans les parois 22 de la cavité et une portion des parties proéminentes 200 permettent de loger les éléments résonateurs 20. De nombreuses autres configurations sont possibles. Par exemple, les zones de placement dans lesquelles sont placés les éléments résonateurs peuvent avoir la même largeur que la zone de guide d'onde et une largeur plus grande que celle des zones évanescentes. Notons que lorsqu'on parle de « la cavité » ou de « la cavité unique », cet espace comprend la ou les zone(s) de guide d'onde, les deux zones évanescentes et les zones de placement.

[0060] Dans la figure 7, le filtre est représenté en coupe transversale. Deux éléments résonateurs 20 sont placés dans une cavité 21, réalisée dans un substrat, au niveau de leur zone de placement sur une couche de métallisation 27 déposée sur la face arrière 80 du substrat, sur les parois et sur le fond de la cavité. Cette couche de métallisation servira comme partie du blindage électromagnétique du filtre. Dans cet exemple, les éléments résonateurs sont formés dans du silicium (référence 28), considéré comme diélectrique pour les hautes fréquences, pris en sandwich sur deux faces opposées par une couche de matériau diélectrique 29 (en l'occurrence du SiO_2) surmontée d'une couche de métallisation 30. La couche de métallisation 30 est mise en contact avec la couche de métallisation 27 de la cavité au niveau de son fond. La référence 84 représente les fenêtres de couplage permettant l'entrée et la sortie des ondes électromagnétiques dans le filtre. Ici, les fenêtres de couplage 84 traversent la couche de métallisation 30 ainsi que la couche de matériau diélectrique 29, mais les fenêtres de couplage fonctionneraient également si seule la couche de métallisation était ouverte.

[0061] La forme et la position des fenêtres de couplage ne sont pas limitatives. Ce sont des ouvertures du blindage métallique (et éventuellement de la couche de matériau diélectrique comme montré dans la figure 7), préférentiellement situées au niveau de l'élément résonateur. La forme des fenêtres de couplage peut être rectangulaire ou avoir une forme en U.

[0062] La figure 8 présente la même configuration que dans la figure 7 à la différence que le fond 33 de la cavité au niveau des zones de placement des éléments résonateurs est en retrait par rapport au fond 23 de la cavité au niveau des zones évanescentes et de la zone de guide d'onde. En effet, le fond de la cavité au niveau des zones de placement a été gravé sur une plus grande profondeur de manière à ajuster les métallisations 30 et 27 : la couche de métallisation 30 des éléments résonateurs est ainsi au même niveau que la couche de métallisation 27 placée sur le fond des zones évanescentes et de la zone de guide d'onde.

[0063] La figure 9 représente une configuration particulière dans laquelle la cavité 21 du filtre est fermée à l'aide d'une couche de métallisation 31 (ici, la couche de métallisation 31 est déposée sur un substrat d'accueil 32). Dans cet exemple également, la cavité n'est pas obtenue comme dans la figure 8 uniquement par gravure dans un substrat, mais par assemblage de deux substrats A et B. La taille du substrat B est prévue pour correspondre à la profondeur de la cavité. Le blindage électromagnétique dans ce cas correspond aux métallisations des deux substrats A, B et du substrat d'accueil 32, le blindage constituant ainsi les parois de la cavité.

[0064] La fabrication du filtre se décompose en trois parties : la fabrication d'une structure présentant une cavité, la fabrication d'éléments résonateurs et l'assemblage du filtre.

[0065] Les figures 10a à 10g présentent les étapes de fabrication d'une structure comportant une cavité longitudinale.

[0066] Sur une face 80 d'un substrat 40 (par exemple

en silicium), on étale une couche de résine 41 photosensible (figure 10a).

[0067] Cette résine est ensuite insolée à travers un masque et développée (figure 10b) selon un motif particulier représentant la forme de la cavité. Le motif peut par exemple être un simple rectangle, ou avoir une forme plus compliquée de rectangle présentant des excroissances au niveau des zones de placement. Dans ce dernier cas, la cavité aura une largeur plus large au niveau des zones de placement qu'au niveau des zones évanescentes ou zone de guide d'onde.

[0068] Le substrat 40 est ensuite gravé, par exemple par gravure plasma, jusqu'à la profondeur souhaitée (figure 10c). La profondeur peut être uniforme ou non.

[0069] On élimine ensuite la résine photosensible et on dépose une couche de matériau diélectrique 42 (par exemple du SiO_2) par PECVD (« Plasma Enhanced Chemical Vapour Déposition » en anglais), c'est-à-dire par méthode de dépôt chimique en phase vapeur utilisant un procédé plasma, ou par toute autre technique sur la face arrière 80 de la structure, ainsi que sur le fond et les parois de la cavité (figure 10d). En variante, on peut aussi déposer, avant le SiO_2, une couche de silicium polycristallin pour améliorer encore l'isolation entre la couche métallique 43 à venir et le substrat 40.

[0070] Selon la figure 10e, on dépose ensuite une couche de métallisation 43 telle que du cuivre ou des multi-couches telles que du Ti/Cu ou Ti/Au sur la couche de matériau diélectrique 42. Le dépôt peut être réalisé par exemple par pulvérisation cathodique. Selon le mode d'assemblage choisi, on peut déposer une couche ou des multi-couches par-dessus la couche de métallisation 43. Par exemple, si on veut réaliser l'assemblage du filtre par soudure, on peut déposer un tricouche 44 comprenant une couche d'accrochage, une couche de barrière de diffusion et une couche de protection contre l'oxydation, par exemple Ti/Ni/Au, sur la couche de métallisation 43.

[0071] Dans ce cas, ce tricouche 44 est ensuite délimité aux endroits où on veut réaliser la soudure. Pour cela, on dépose une résine photosensible 45 sur ce tricouche, on l'insole à travers un masque et on la développe (figure 10f). Ensuite, on grave le tricouche 44 (figure 10g) et enfin, on élimine la résine photosensible 45.

[0072] D'autre part, on réalise des éléments résonateurs destinés à être insérés dans les zones de placement de la cavité. Un exemple de fabrication d'éléments résonateurs diélectriques est illustré dans les figures 11a à 11f.

[0073] Dans cette configuration, on utilise par exemple un substrat 50 de silicium (figure 11a). Pour ajuster l'épaisseur du futur élément résonateur avec la profondeur de la cavité au niveau de la zone de placement, on amincit le substrat 50 (figure 11b) par rodage, par polissage mécanique ou mécano-chimique, par gravure...

[0074] Si le substrat 50 est en silicium (considéré comme diélectrique pour les hautes fréquences), il est important de disposer entre ce substrat et le blindage métallique à venir une couche de matériau diélectrique complémentaire 52 (comme du SiO_2 ou du polysilicium). Ce matériau est déposé sur les deux faces opposées du substrat 50 (figure 11c). Si le matériau du substrat 50 est un matériau diélectrique plus performant, comme une céramique telle que de l'alumine, ce dépôt n'est alors pas nécessaire. On dépose ensuite sur l'empilement obtenu une couche de métallisation 53, par exemple Ti/Cu ou Ti/Au (figure 11d). Cette métallisation 53, qui correspond au blindage métallique, est alors localement ouverte (par exemple par photolithographie et gravure) pour définir les fenêtres de couplage 84. La couche 53 discontinue restante peut alors servir comme masque pour le retrait du diélectrique sous jacent, mais ce retrait n'est pas obligatoire au fonctionnement du filtre.

[0075] Dans les figures illustrant l'invention, les éléments résonateurs diélectriques représentés sont métallisés sur deux faces opposées. En fait, on peut augmenter le nombre de configurations pour cette invention par le nombre de faces métallisées des éléments résonateurs : aucune métallisation, une métallisation, deux plans métalliques ou quatre plans métalliques.

[0076] De même que pour la fabrication de la structure, on peut rajouter sur la ou les faces des éléments résonateurs, destinées à être en contact avec le fond de la cavité au niveau des zones de placement ou en contact avec la couche de métallisation fermant la cavité, une ou des couches qui sont spécifiques au type de montage envisagé. Dans cet exemple, on a choisi d'assembler le filtre par soudure. On dépose donc un tricouche 54 adapté (par exemple Ti/Ni/Au) sur la couche de métallisation 53 des éléments résonateurs (figure 11e). Ce tricouche devra être ouvert au niveau des fenêtres de couplage (par photolithographie et gravure par exemple).

[0077] Enfin, la dernière étape de formation des éléments résonateurs consiste à les séparer les uns des autres, par exemple par découpe ou par gravure plasma (figure 11f). Les éléments résonateurs 60 peuvent avoir différentes formes. Par exemple, ils peuvent avoir une forme carrée ou rectangulaire et s'insérer dans des zones de placement ayant la même dimension (par exemple la largeur) que les zones évanescentes et la zone de guide d'onde. Les éléments résonateurs peuvent également s'insérer dans des zones de placement dont la largeur est supérieure à celle du guide d'onde et des zones évanescentes (voir figure 5). Dans ce dernier cas, les éléments résonateurs peuvent avoir une forme avec des parties proéminentes comme illustré dans la figure 6.

[0078] La dernière étape de formation du filtre selon l'invention est l'assemblage des différents constituants dudit filtre. Les figures 12a et 12b illustrent un mode d'assemblage du filtre.

[0079] Les éléments résonateurs sont insérés dans la cavité au niveau de leur zone de placement. Dans le cas où les éléments résonateurs comprendraient une ou plusieurs faces métallisées, on prendra soin à ce que les faces des éléments résonateurs donnant dans les zones évanescentes ou dans la ou les zones de guide d'onde

ne soient jamais métallisées, car cela empêcherait le couplage entre les éléments résonateurs.

[0080] Dans la figure 12a, les éléments résonateurs 60 sont assemblés par soudure (couche de soudure 46) sur le fond de la cavité. Eventuellement, la soudure peut également se faire sur les parois de la cavité. Les éléments résonateurs peuvent bien sûr être assemblés à l'intérieur de la cavité par toute autre technique que la soudure, par exemple par thermo-compression ou par collage.

[0081] Le filtre, c'est-à-dire la structure et ses éléments résonateurs, est ensuite assemblé à un substrat d'accueil 61 comportant une couche de métallisation 62 présentant des ouvertures correspondant aux fenêtres de couplage. L'assemblage peut se faire par soudure, collage ou thermo-compression. Sur la figure 12b, l'assemblage est obtenu par soudure d'un alliage fusible 63 (exemple de l'alliage Au/Sn) sur un tricouche 64 (ex : Ti/Ni/Au). Pour un bon fonctionnement du blindage, le contact électrique entre la métallisation 43 du filtre et la métallisation 62 du substrat d'accueil 61 est effectué sur toute la périphérie de la face arrière de la structure du filtre, à l'exception bien sûr des fenêtres de couplage qui permettent l'entrée/sortie des ondes électromagnétiques.

[0082] En suivant les étapes de ce procédé de réalisation d'un filtre selon l'invention, on peut par exemple obtenir un filtre micro-usiné, utilisable pour les applications hyperfréquences, qui a une largeur de 1,5 mm et une épaisseur de 525 μm, des éléments résonateurs de 900 μm de longueur et qui fonctionne à une fréquence de 42 GHz.

[0083] Notons que, bien que toutes les figures évoquées dans cette description représentent des filtres comportant deux éléments résonateurs, l'invention peut être appliquée à des filtres comportant trois ou plus éléments résonateurs.

[0084] L'invention comporte de nombreux avantages par rapport à l'art antérieur.

[0085] Grâce à l'invention, il est possible de fabriquer des filtres pour les applications hyperfréquences avec une très bonne reproductibilité. En effet, l'utilisation d'une gravure plasma ou laser permet de mieux contrôler les dimensions de la cavité et par conséquent de permettre une plus grande reproductibilité et de garantir les performances des filtres. De plus, la fabrication des filtres peut se faire à l'échelle d'une plaque de substrat dans laquelle plusieurs filtres sont réalisés en même temps et séparés ensuite par découpe.

[0086] Par ailleurs, le procédé de réalisation permet, pour une taille de cavité donnée, de modifier les caractéristiques d'un filtre en y intégrant des éléments résonateurs de tailles différentes. En effet, les dimensions d'un élément résonateur déterminent les fréquences propres dudit élément résonateur.

[0087] L'étape de blindage est également simplifiée par rapport à l'art antérieur. En effet, comme les éléments résonateurs sont insérés dans une cavité recouverte d'une couche de métallisation, il n'y a plus l'obligation de métalliser la face avant du filtre. De cette façon, on élimine l'étape de métallisation des tranchées qui entourent le filtre.

[0088] Un autre avantage réside dans le fait qu'on ne grave plus qu'une seule grande cavité au lieu de plusieurs petites cavités. On réduit ainsi les zones gravées et par conséquent, on peut augmenter le nombre de filtres réalisé par plaquette de substrat lors de la fabrication, sans augmenter la fragilité de la plaquette utilisée.

[0089] L'invention apporte un autre avantage vis à vis des couches de matériau diélectrique. Dans l'art antérieur, il faut déposer une couche de matériau diélectrique 11 entre la couche de métallisation 5 et le substrat 100 pour l'isolation (voir figure 1). Cette couche intervient ainsi à la fois pour obtenir les performances requises pour l'application hyperfréquence, ainsi que comme masque pour la gravure humide. Or les matériaux diélectriques adaptés pour les hyperfréquences (c'est-à-dire à faibles pertes diélectriques) ne sont pas nécessairement adaptés pour la gravure humide. Avec cette invention, ces deux rôles sont séparés. On peut en effet déposer un premier matériau de masquage adapté pour la gravure humide, le retirer après l'étape de gravure et déposer ensuite un matériau diélectrique plus performant pour les applications hyperfréquences.

[0090] Un des avantages supplémentaires de cette invention est de pouvoir choisir les matériaux pour les éléments résonateurs, par exemple du silicium, de l'alumine, du quartz ou tout autre matériau présentant une permittivité élevée et de faibles pertes diélectriques. Cela peut permettre d'utiliser un matériau plus performant que le silicium ou de choisir un matériau adapté à la longueur d'onde. Par exemple, le silicium n'est plus un bon matériau pour les fréquences inférieures à 10 GHz.

[0091] Un autre avantage est de pouvoir, avant assemblage définitif, assembler les différents composants du filtre de façon démontable (par simple encastrement par exemple) de manière à tester les performances du filtre et au besoin changer, par exemple, les éléments résonateurs s'ils sont mal adaptés en dimension.

BIBLIOGRAPHIE

[0092]

[1] Integrated millimeter-wave silicon micromachined filters, rédigé par l'IRCOM, le CEA et le CNES, octobre 2000.

Revendications

1. Filtre fréquentiel comportant une structure avec, sur une face, deux zones évanescentes (25) extrêmes et au moins une zone de guide d'onde (24) entre les zones évanescentes, **caractérisé en ce que** la au moins une zone de guide d'onde (24) et les zones

évanescentes (25) forment une cavité unique (21) fermée, ladite cavité unique (21) étant cloisonnée par au moins deux éléments résonateurs (20,60) qui sont encastrés dans ladite cavité unique (21) au niveau de zones de placement et qui contribuent à délimiter ladite au moins une zone de guide d'onde (24) et les zones évanescentes (25).

2. Filtre fréquentiel selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la cavité unique (21) a au moins une paroi (22) et/ou un fond (23) qui présente au moins une partie proéminente (200) et au moins une partie en retrait (300), lesdites parties formant un relief qui aide à l'encastrement des éléments résonateurs (20,60) dans la cavité unique (21) au niveau de leur zone de placement.

3. Filtre fréquentiel selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la structure est réalisée dans un matériau présentant de faibles pertes diélectriques.

4. Filtre fréquentiel selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments résonateurs sont en un matériau présentant une haute permittivité et de faibles pertes diélectriques.

5. Filtre fréquentiel selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les éléments résonateurs sont en silicium ou en céramique.

6. Filtre fréquentiel selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins deux éléments résonateurs sont identiques en matériau et en dimensions.

7. Filtre fréquentiel selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comporte un blindage électromagnétique, ledit blindage comprenant :

- une première couche de métallisation (27,43,53) recouvrant le fond (23) et les parois (22) de la cavité unique (21) ainsi que la face (80) de la structure comportant la cavité unique,
- une deuxième couche de métallisation (31) fermant la cavité unique (21) et étant en contact électrique avec la première couche de métallisation (27,43,53) et avec les éléments résonateurs.

8. Filtre fréquentiel selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la deuxième couche de métallisation (31) est déposée sur un substrat d'accueil (32,61) présentant de faibles pertes diélectriques.

9. Filtre fréquentiel selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le blindage comporte au moins deux ouvertures, appelées fenêtres de couplage.

10. Filtre fréquentiel selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ces ouvertures sont réalisées au niveau des éléments résonateurs.

11. Procédé de réalisation d'au moins un filtre fréquentiel selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, ledit procédé comportant les étapes suivantes :

- réalisation d'une structure comportant au moins une cavité (21) sur une de ses faces, appelée face arrière (80),
- encastrement d'au moins deux éléments résonateurs (20,60) dans la cavité (21) au niveau de zones de placement de manière à délimiter la au moins une zone de guide d'onde (24) et les zones évanescentes (25).

12. Procédé de réalisation d'au moins un filtre fréquentiel selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'**il comporte en outre, avant l'étape d'encastrement des éléments résonateurs (20,60), une étape de métallisation de la face arrière (80) de la structure, des parois (22) et du fond (23) de la cavité, et après ladite étape d'encastrement, une étape de fermeture de la cavité (21) à l'aide d'une couche de métallisation (31).

13. Procédé de réalisation d'au moins un filtre fréquentiel selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la couche de métallisation servant à la fermeture de la cavité comporte au moins deux ouvertures.

14. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication 11, dans lequel la réalisation de la structure comprend les étapes suivantes :

- fourniture d'un premier substrat (40),
- gravure d'au moins la cavité dans ledit premier substrat (40).

15. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le premier substrat (40) est en un matériau à faibles pertes diélectriques.

16. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le premier substrat (40) est en un matériau choisi parmi le silicium, le quartz ou tout autre matériau similaire.

17. Procédé de réalisation d'un filtre selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** la gravure est une gravure plasma et est réalisée selon les étapes suivantes :

- dépôt d'une couche de résine photosensible (41) sur la face arrière (80) du premier substrat

(40),
- insolation de la résine photosensible (41) à travers un masque et développement de ladite résine,
- gravure du premier substrat (40),
- élimination de la résine photosensible (41),
- dépôt d'une couche de matériau diélectrique (42) sur la face arrière du premier substrat.

18. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le masque utilisé possède un motif permettant d'obtenir une cavité (21) ayant au moins une partie proéminente (200) et au moins une partie en retrait (300) dans au moins une paroi (22) et/ou dans le fond (23) de la cavité (21).

19. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le matériau diélectrique (42) est du silicium polycristallin, de la silice, un diélectrique organique ou des multicouches.

20. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**il inclut la réalisation d'éléments résonateurs (60) comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un second substrat (50),
- séparation des éléments résonateurs (60) par découpe ou par gravure dudit second substrat (50).

21. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre, après l'étape de fourniture du second substrat (50), une étape d'ajustement de la hauteur dudit second substrat.

22. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** le second substrat (50) est en un matériau choisi parmi le silicium, l'alumine, le quartz ou tout autre matériau similaire.

23. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la réalisation d'éléments résonateurs comprend en outre une étape de dépôt d'une couche d'un matériau diélectrique (52) sur une face du second substrat (50), deux faces opposées du second substrat ou quatre faces opposées du second substrat.

24. Procédé de réalisation d'un filtre selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la réalisation d'éléments résonateurs comprend en outre une étape de dépôt d'une couche de métallisation (53) sur la ou les faces du second substrat (50) comportant une couche de matériau diélectrique (52).

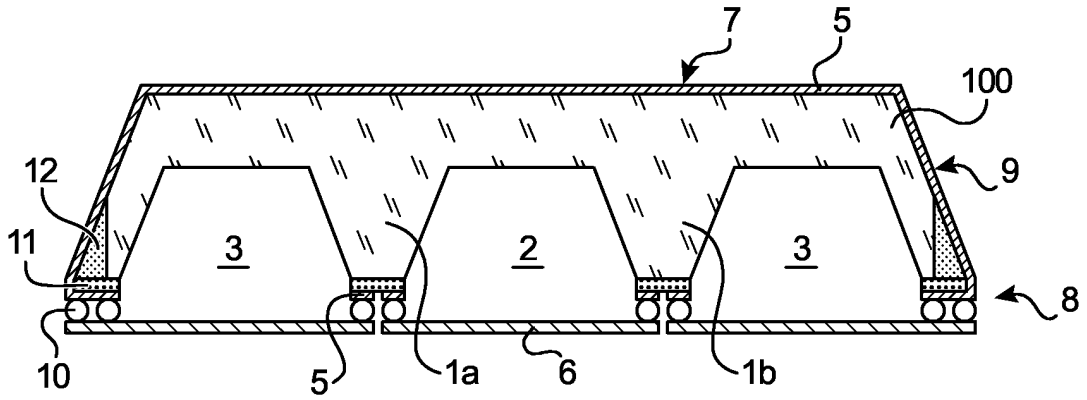

FIG. 1

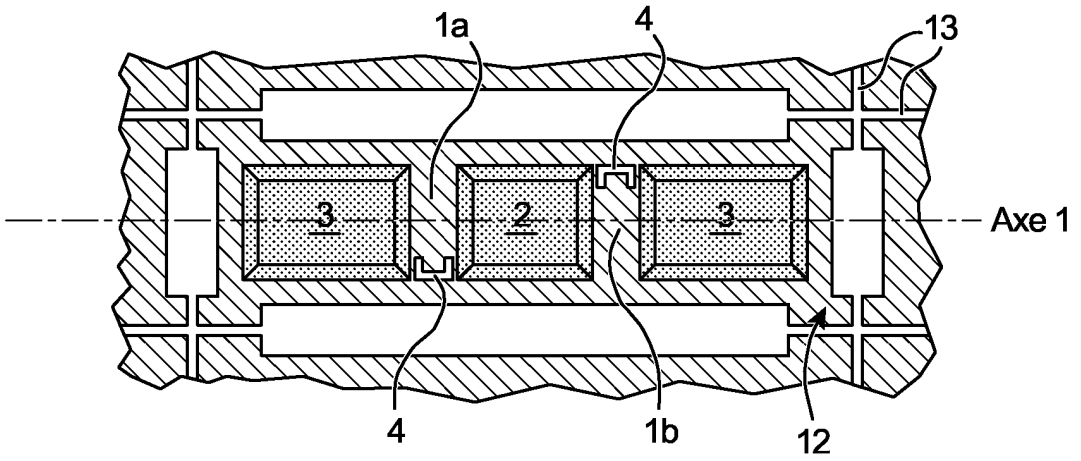

FIG. 2

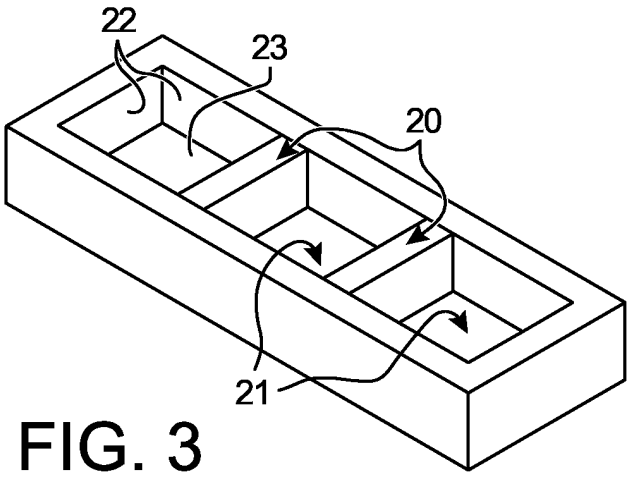

FIG. 3

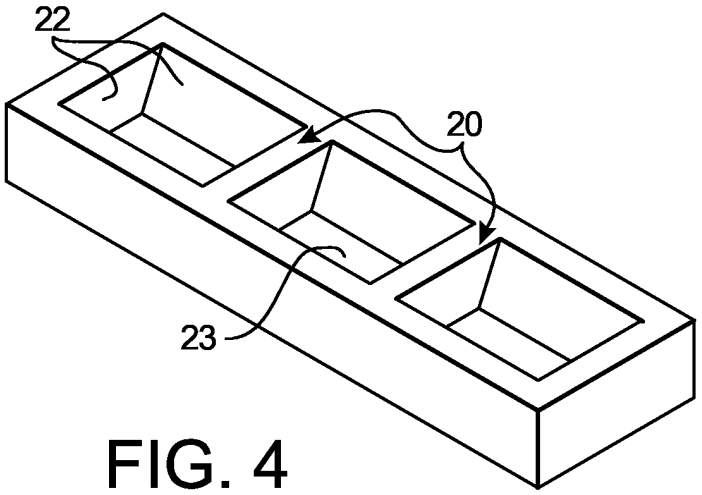

FIG. 4

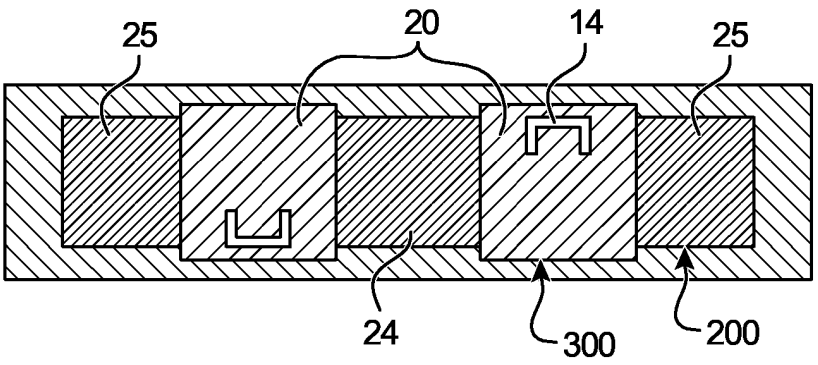

FIG. 5

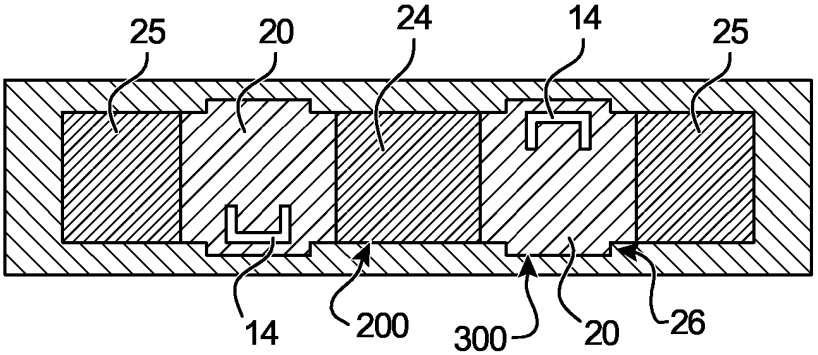

FIG. 6

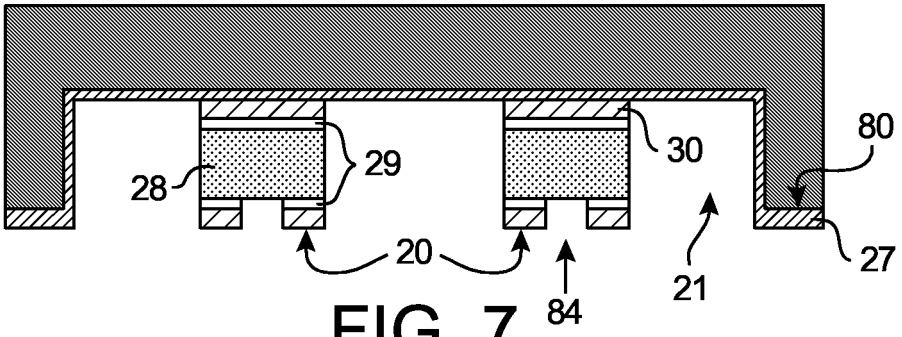

FIG. 7

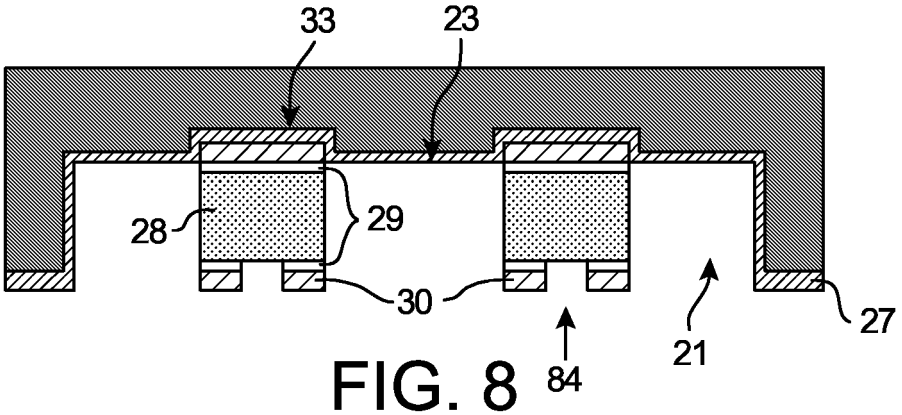

FIG. 8

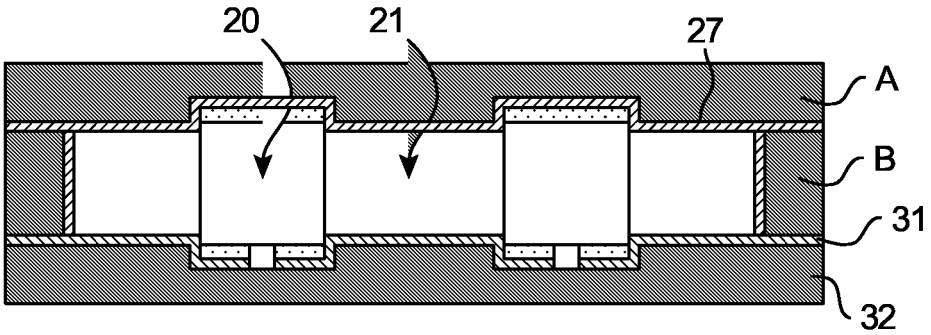

FIG. 9

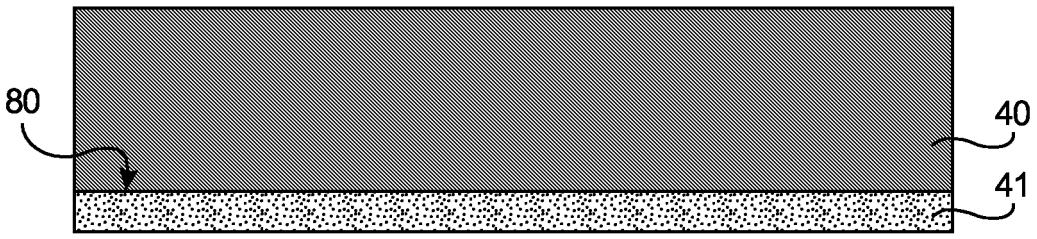

FIG. 10a

FIG. 10b

FIG. 10c

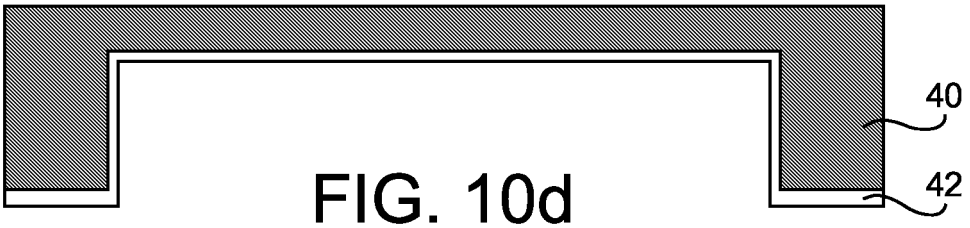

FIG. 10d

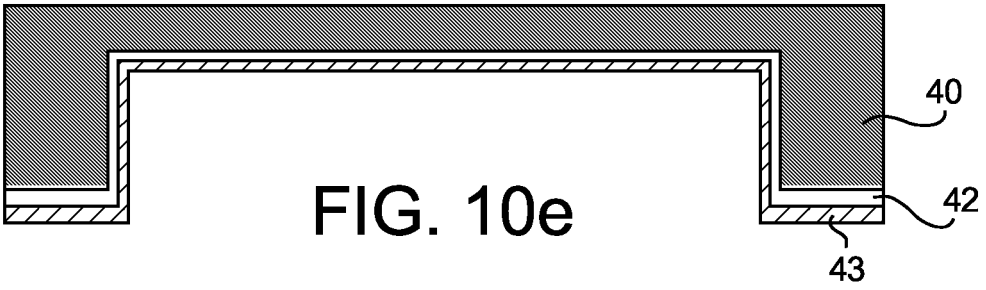

FIG. 10e

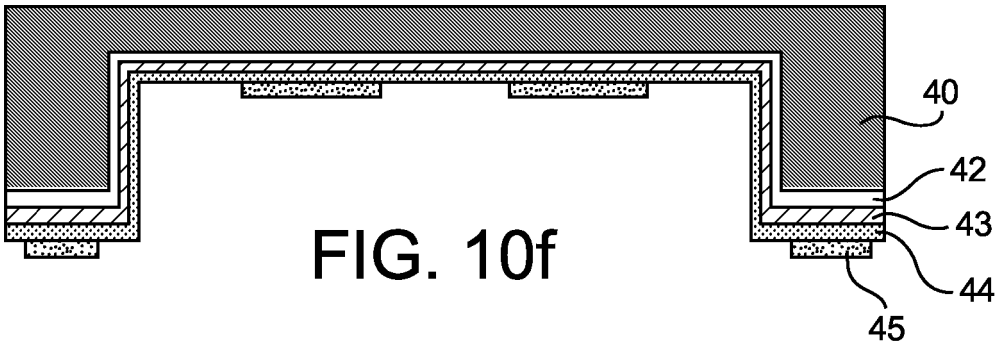

FIG. 10f

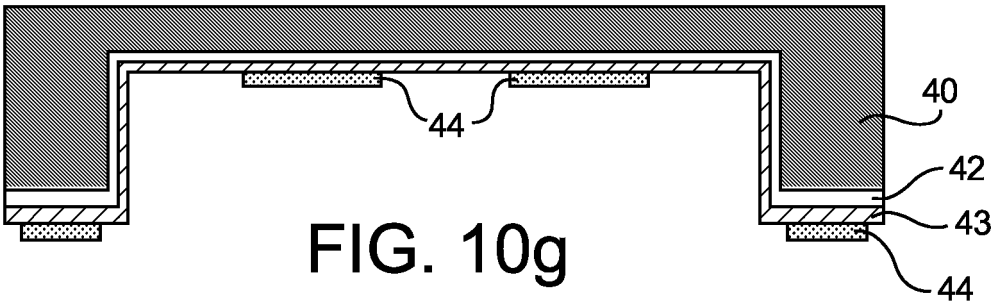

FIG. 10g

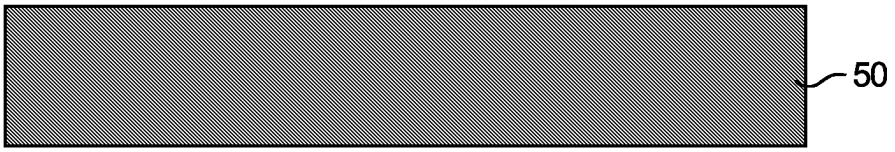

FIG. 11a

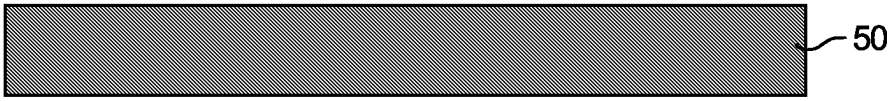

FIG. 11b

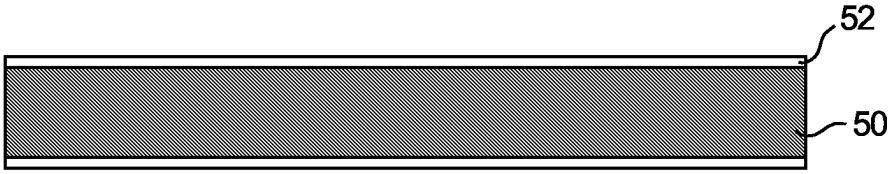

FIG. 11c

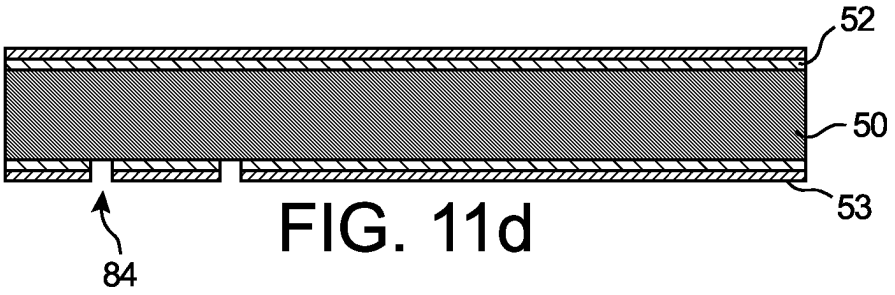

FIG. 11d

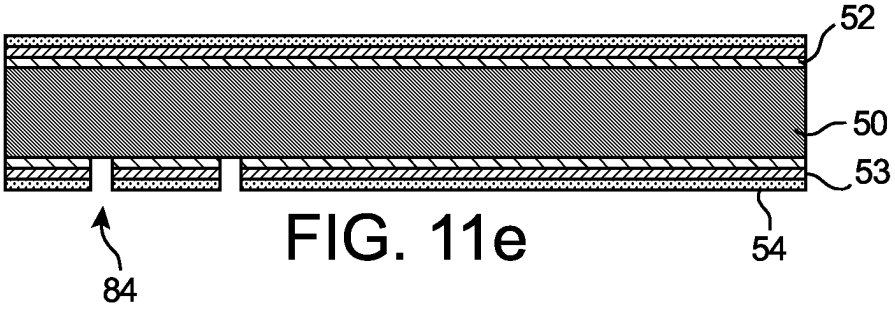

FIG. 11e

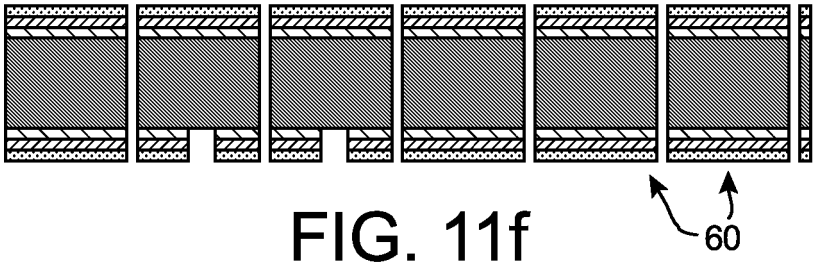

FIG. 11f

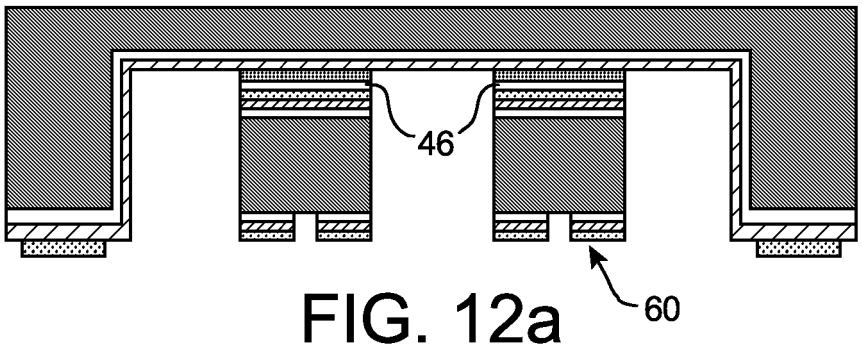

FIG. 12a

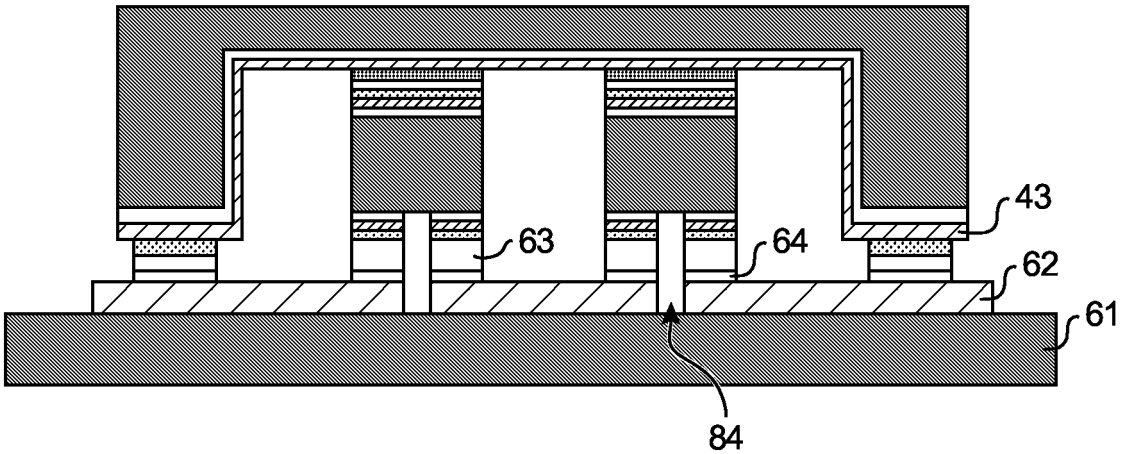

FIG. 12b

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 05 10 5466

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
D,A	BLONDY P ET AL: "INTEGRATED MILLIMETER-WAVE SILICON MICROMACHINED FILTERS" 30TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE PROCEEDINGS. PARIS, OCT. 3 - 5, 2000, PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE, LONDON : CMP, GB, vol. VOL. 1 OF 3 CONF. 30, 3 octobre 2000 (2000-10-03), pages 256-259, XP001060742 * le document en entier *	1	H01P1/207 H01P11/00
A	US 6 597 260 B2 (HIRATSUKA TOSHITO ET AL) 22 juillet 2003 (2003-07-22) * colonne 3, ligne 1-59; figures 1,2 *	1	
A	ENOKIHARA A ET AL: "26 GHZ BANDPASS FILTER AND DUPLEXER USING TM11DELTA MODE DIELECTRIC RESONATORS WITH HIGH-Q PERFORMANCE AND COMPACT CONFIGURATION" IEICE TRANSACTIONS ON ELECTRONICS, INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, JP, vol. E86-C, no. 11, novembre 2003 (2003-11), pages 2283-2291, XP001185572 ISSN: 0916-8524 * page 2287, colonne de gauche, ligne 15-34; figure 7 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01P

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	5 juillet 2005	Den Otter, A

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 05 10 5466

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-07-2005

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6597260 B2	07-03-2002	JP 3632576 B2	23-03-2005
		JP 2002084101 A	22-03-2002
		DE 10143689 A1	02-05-2002
		GB 2371415 A ,B	24-07-2002
		US 2002027483 A1	07-03-2002

EPO FORM P0460

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