(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 788 176**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **98 16661**

(51) Int Cl[7] : **H 03 H 9/64,** H 03 H 9/54 // H 04 Q 7/20

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 30.12.98.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 07.07.00 Bulletin 00/27.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *THOMSON CSF Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** WRIGHT PETER.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** THOMSON CSF.

(54) DISPOSITIF A ONDES ACOUSTIQUES GUIDEES DANS UNE FINE COUCHE DE MATERIAU PIEZO-ELECTRIQUE COLLEE PAR UNE COLLE MOLECULAIRE SUR UN SUBSTRAT PORTEUR ET PROCEDE DE FABRICATION.

(57) L'invention concerne un dispositif à ondes de surface comprenant une fine couche de matériau piézo-électrique, une couche de colle moléculaire et un substrat porteur. La fine couche constitue un guide d'énergie acoustique qui permet d'augmenter les performances du dispositif.

L'invention concerne également des procédés pour réaliser le dispositif à ondes acoustiques, comprenant notamment une étape de collage moléculaire entre un substrat porteur et un substrat piézo-électrique, puis une étape de réduction d'épaisseur du substrat piézo-électrique.



FR 2 788 176 - A1

Le domaine de l'invention est celui des dispositifs à ondes acoustiques de surface, notamment utilisés comme filtres dans la téléphonie mobile.

Pour réaliser des fonctions de type filtres et résonateurs avec des dispositifs à ondes acoustiques de surface, il est important de réaliser des fonctions de transduction et des fonctions de réflexion les plus efficaces possibles.

Typiquement, un résonateur à ondes acoustiques de surface est constitué d'un transducteur à ondes acoustiques de surface entre deux réseaux d'électrodes réfléchissants placés de manière appropriée afin de piéger l'énergie acoustique et ainsi créer une cavité résonante pour laquelle on recherche un faible taux de perte de réflexion. Ceci peut être obtenu avec beaucoup d'électrodes, en effet, le coefficient de réflexion effectif d'une seule électrode n'est que de quelques pour-cent. Ainsi ce sont quelques cent électrodes, voire plus, espacés uniformément à raison de deux électrodes par longueur d'onde qui constituent ces réseaux. La faiblesse de réflexion d'une électrode a essentiellement deux raisons : l'électrode étant à la surface, ne réagit pas fortement avec l'onde acoustique dont l'énergie diffuse dans le substrat (augmenter de manière significative cette interaction requerrait des électrodes d'une finesse dans la pratique irréalisable), de plus si le coefficient de réflexion d'une seule électrode est très élevé, une énergie substantielle est dispersée sous forme d'ondes de volume et par suite, perdue pour l'ensemble du résonateur.

Pour augmenter l'efficacité des réseaux et donc les performances des résonateurs, il est particulièrement avantageux d'utiliser un guide d'énergie acoustique c'est-à-dire utiliser une fine couche de matériau piézo-électrique dans laquelle les ondes acoustiques peuvent être confinées.

Les transducteurs à ondes acoustiques de surface exploitent de plus en plus les réflexions à l'intérieur pour effectuer une émission acoustique unidirectionnelle. Donc, ce type de transducteur bénéficie de la même façon d'une augmentation d'efficacité de réflexion. En plus, si l'énergie acoustique est guidée dans une fine couche de matériau piézo-électrique le coefficient de couplage piézo-électrique est plus efficace.

C'est pourquoi l'invention propose un dispositif à ondes acoustiques de surface, guidées dans une fine couche de matériau piézo-électrique, collée sur un substrat porteur, de manière à assurer le confinement des ondes acoustiques dans le matériau piézo-électrique.

Plus précisément, l'invention a pour objet un dispositif à ondes acoustiques de surface comprenant des moyens pour créer des ondes acoustiques de surface et une couche mince de matériau piézo-électrique dans laquelle sont guidées les ondes acoustiques caractérisé en ce qu'il comprend un substrat porteur et une couche de colle moléculaire permettant de coller la couche mince de matériau piézo-électrique sur le substrat porteur.

Le matériau porteur peut être de type verre, saphir, silicium ou bien encore arséniure de gallium. Le matériau piézo-électrique peut être de type quartz, niobate de lithium ou tantalate de lithium, la colle moléculaire peut être de type silice. Selon une variante de l'invention, le dispositif à ondes acoustiques de surface peut comprendre une couche métallique entre la couche de colle moléculaire et la couche de matériau piézo-électrique.

L'invention a encore pour objet un premier procédé de fabrication d'un dispositif à ondes acoustiques comprenant une fine couche de matériau piézo-électrique, une couche de colle moléculaire et un substrat porteur.

Plus précisément, ce procédé est caractérisé par les étapes suivantes :

- le dépôt d'une couche de colle moléculaire sur une première face d'un substrat de matériau piézo-électrique,
- l'assemblage d'un substrat porteur et de l'ensemble couche de colle moléculaire/substrat de matériau piézo-électrique sous atmosphère humide de manière à réaliser une opération de collage hydrophilique,
- la réduction de l'épaisseur du substrat piézo-électrique par un procédé de type mécanique, chimique, ionique, de manière à définir la couche mince de matériau piézo-électrique.

Avantageusement le procédé peut comprendre les étapes suivantes :

- l'implantation d'ions dans le substrat de matériau piézo-électrique à une profondeur d par rapport à une première face d'un substrat de matériau piézo-électrique ;

- le chauffage rapide de l'assemblage couche de colle moléculaire/substrat de matériau piézo-électrique de manière à craquer le substrat de matériau piézo-électrique au niveau de la profondeur d'implantation ionique et définir la couche mince de matériau piézo-électrique.
- le polissage de la couche mince de matériau piézo-électrique.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 illustre un premier exemple de dispositif à ondes de surface selon l'invention comprenant un transducteur compris entre deux réseaux réflecteurs ;
- les figures 2a-2e illustrent les étapes de l'un des procédés de fabrication permettant d'obtenir le dispositif à ondes acoustiques, de l'invention ;
- la figure 3 illustre une variante de l'invention dans laquelle le dispositif à ondes de surface comprend une couche supplémentaire métallique de confinement des ondes ;
- les figures 4a-4c illustrent des configurations de transducteurs sans couche conductrice (4a) et avec couche conductrice (4b et 4c) ;
- les figures 5a à 5c illustrent des dispositifs à ondes de surface selon l'invention comprenant un substrat porteur évidé ;
- la figure 6 illustre un mode de commande d'un transducteur unidirectionnel selon l'invention ;
- les figures 7a-7c illustrent un exemple de filtre utilisant un dispositif à ondes acoustiques de surface selon l'invention, avec électrodes en surface ou électrodes enterrées ;
- les figures 8a et 8b illustrent un autre exemple de filtre utilisant un dispositif à ondes de surface selon l'invention ;
- les figures 9a à 9c illustrent des exemples de dispositifs à ondes de surface encapsulés, selon l'invention ;
- la figure 10 illustre un autre exemple de dispositifs à onde de surface encapsulés selon l'invention.

De manière générale, le dispositif à ondes acoustiques comprend au moins une couche de matériau piézo-électrique 1, sur ou dans laquelle sont distribuées les électrodes 2 pour assurer les fonctions de transduction et réflexion recherchées, une couche de colle moléculaire 3, et un substrat support 4, comme illustré en figure 1, qui représente plus précisément un exemple de transducteur inséré entre deux réseaux de réflecteurs.

L'épaisseur de la couche de matériau piézo-électrique est telle qu'elle conduit à des modes de propagation de l'énergie acoustique, guidés.

La couche de colle dite « moléculaire » est une couche de matériau capable d'établir des liaisons de type hydrophiliques avec les matériaux aux interfaces, typiquement il peut s'agir de silice, capable en atmosphère humide d'établir des liaisons de type O-H avec d'autres matériaux aux interfaces comprenant également des atomes d'oxygène.

Pratiquement, lorsque l'on utilise un substrat porteur de type silicium, on peut réaliser à la surface du substrat porteur un dépôt par pulvérisation ou « sputtering », de SiO_2 sur quelques centaines d'Angströms, il en est de même lorsque le substrat porteur est en arséniure de gallium GaAs. Il devient alors possible d'établir des liaisons entre la couche de SiO_2 et des matériaux piézo-électriques comprenant de l'oxygène comme le quartz, $LiTaO_3$ ou $LiNbO_3$.

Avec la structure retenue pour l'invention, en réalisant des épaisseurs fines de matériau piézo-électrique réduites aux dimensions d'une longueur d'onde acoustique, c'est-à-dire d'environ 1 µm à 30 µm, la vitesse de ondes acoustiques de volume devenant plus grande dans le substrat porteur que dans la couche de matériau piézo-électrique, cette dernière peut présenter les caractéristiques d'un guide d'ondes acoustiques. Or, les structures à ondes acoustiques guidées offrent plusieurs avantages notables au regard des dispositifs à ondes acoustiques de surface non-guidées traditionnelles, soit :

- des pertes plus faibles ;
- des coefficients de réflexion plus élevés ;
- une résistance à la puissance plus élevée, en particulier si les ondes acoustiques sont polarisées dans un plan horizontal.

Le dispositif à ondes acoustiques de l'invention comprend une fine couche de matériau piézo-électrique, l'épaisseur faible peut être

obtenue par gravure mécanique, chimique ou encore plasma à partir d'une couche plus épaisse, après assemblage par collage moléculaire sur le substrat support. Cependant pour les couches très minces, ces techniques restent onéreuses c'est pourquoi l'invention propose un procédé pour réaliser les couches très minces. Les principales étapes de ce procédé sont illustrées en figure 2.

La première étape du procédé consiste à implanter des ions, par exemple de type hydrogène dans un substrat piézo-électrique 10. La puissance du bombardement ionique règle la profondeur d, d'implantation de ions 100 (figure 2a).

Dans un second temps, on procède au dépôt d'une couche 30 colle moléculaire par exemple de type SiO_2, ce dépôt peut être effectué par pulvérisation, l'ensemble obtenu est illustré en figure 2b.

Une troisième étape illustrée en figure 2c, consiste à assembler un substrat porteur 40 avec l'ensemble colle 30 et substrat piézo-électrique 10. Cette opération peut être effectuée sous atmosphère contrôlée.

Une quatrième étape illustrée en figure 2d permet de définir la fine couche de matériau piézo-électrique. Cette étape est effectuée en chauffant rapidement l'ensemble élaboré à l'étape précédente. Il se produit une opération de craquage au niveau des impuretés implantées qui permet de définir la couche piézo-électrique d'épaisseur d. Cette étape de craquage est avantageusement suivie d'une opération de polissage de la surface de matériau piézo-électrique, étape non représentée, avant la cinquième étape illustrée en figure 2e qui consiste à définir le dispositif à ondes de surface (DOS) par dépôts d'électrodes.

La structure de dispositif à ondes de surface de l'invention peut être perfectionnée dans le cas d'un substrat support de type silicium dans lequel il peut y avoir de substantielles pertes en raison de la faible résistivité du matériau. Dans ce type de configuration, il peut être en effet avantageux d'insérer une couche métallique entre le substrat porteur et la couche de colle moléculaire comme l'illustre la figure 3. Ainsi un substrat porteur 41 supporte une couche métallique 51, une couche de colle moléculaire 31 et une fine couche de matériau piézo-électrique 11 sur laquelle sont déposées les électrodes 21. La fine couche métallique 51 constitue un blindage conducteur entre la couche piézo-électrique et le substrat porteur de telle

sorte que les lignes de champs électriques de la couche piézo-électrique 11 soient confinées. La fine couche métallique peut être déposée sur la surface du substrat piézo-électrique, sur le substrat porteur, ou sur les deux. Une couche de colle moléculaire peut alors être déposée à la surface de la couche métallique ou du substrat porteur ou du matériau piézo-électrique. L'insertion d'une couche conductrice présente plusieurs autres avantages que de faire écran aux champs électriques. Ces avantages sont notamment illustrés grâce aux figures 4a-4c. Plus précisément, la figure 4a montre schématiquement les lignes de champ dans la couche piézo-électrique sous un transducteur en l'absence de couche conductrice. La figure 4b quant à elle, montre schématiquement le même phénomène en présence d'une couche conductrice. Il faut noter la pénétration plus profonde des lignes de champ dans l'ensemble de la couche, dans le deuxième cas de figure. Il en résulte un accroissement du coefficient de couplage électroacoustique du transducteur.

Selon les cas, le transducteur peut comprendre des connexions non-équilibrées, c'est-à-dire, la première connexion est à un potentiel donné, la seconde connexion est toujours à un potentiel zéro (c'est-à-dire lié à la masse) ou bien des connexions équilibrées, c'est-à-dire deux connexions au même potentiel, mais avec une différence de phase de 180 degrés.

Toutefois, pour une performance optimale en cas d'alimentation équilibrée ou non équilibrée, la couche conductrice peut être mise à la masse. La figure 4c montre une autre réalisation dans laquelle la seconde phase du signal d'entrée est connectée à la face conductrice à l'interface des deux substrats. Cela présente l'avantage non négligeable de doubler les dimensions du schéma d'électrodes interdigitées d'un transducteur. La périodicité des électrodes requise dans cette configuration est λ, où λ est la longueur d'onde acoustique alors que dans les cas présentés auparavant, cette périodicité était de $\lambda/2$. La figure 4c propose ainsi une structure pouvant doubler la fréquence des opérations du dispositif.

Dans les cas ou le substrat porteur a une forte résistivité ; par exemple du verre ou du saphir, un blindage électrique entre le substrat piézo-électrique et le substrat porteur n'est pas nécessaire pour éviter les pertes conductrices dans ce dernier substrat. Donc des structures équivalentes à celles décrites en figures 4a à 4c peuvent être réalisées en

enterrant les électrodes comme cela sera illustré ci-après. Les avantages de ces dernières implantations sont le couplage piézo-électrique plus fort parce que les électrodes sont enterrées et le blindage du filtre vis-à-vis des champs électriques extérieurs.

Il est également possible d'obtenir des effets comparables en enterrant les électrodes d'un transducteur dans la couche piézo-électrique. Cette configuration permet de la même manière qu'une couche conductrice enterrée d'accroître la profondeur de pénétration des lignes de champ électrique à l'intérieur du matériau piézo-électrique. Dans une structure de dispositifs à ondes de surface de l'art antérieur, il est très difficile d'obtenir des performances constantes et reproductibles avec des électrodes enterrées car il est très difficile de graver le substrat piézo-électrique à la profondeur désirée de manière précise. En revanche dans le cas de la présente invention, cela ne présente aucune difficulté. En choisissant un procédé de gravure chimique sélectif il est possible de graver uniquement et intégralement un endroit précis de la couche fine de matériau piézo-électrique. Les rainures ainsi gravées dans le guide d'ondes peuvent alors être remplies de métal par l'une quelconque des techniques existantes telles que l'évaporation ou la pulvérisation. Un transducteur ainsi gravé aura un meilleur couplage.

Selon une autre variante de l'invention, il est avantageux de réduire les pertes dans le matériau support en évidant ledit matériau porteur sous la surface active du dispositif à ondes acoustiques de surface. La figure 5a illustre un dispositif à ondes de surface dans lequel le substrat porteur 45 est complètement gravé en regard de la zone active du matériau piézo-électrique 15 comprenant les électrodes 25 et ce jusqu'à la couche de colle moléculaire 35. Selon une autre variante, la couche de colle moléculaire peut également être gravée. Dans le cas d'un substrat porteur silicium, on peut utiliser des techniques bien connues de gravure chimique ou de gravure plasma.

Il peut être également très intéressant, dans le cadre de l'invention de réaliser un transducteur unidirectionnel à partir du matériau support complètement évidé décrit précédemment. La figure 5b illustre un tel transducteur. A partir de la couche mince piézo-électrique il est possible de réaliser sur les deux faces du substrat piézo-électrique des jeux d'électrodes.

Un premier jeu 250 est réalisé sur l'une des faces, puis sert de masque dans la réalisation du second jeu 251, dans la mesure où le substrat piézo-électrique est transparent aux longueurs d'onde d'insolation utilisées dans les procédés de lithographie pour la réalisation des électrodes.

Pour réaliser une radiation d'énergie acoustique dans une seule direction, le transducteur est alimenté par deux entrées avec une différence de phase de 90 degrés. Une alimentation de telle sorte est facilement obtenue par une quadrature hybride illustrée en figure 6, connue de l'art antérieur. Dans ce cas les électrodes sur la surface supérieure sont alimentées avec la sortie 1 et les électrodes sur la surface inférieure sont alimentées avec la sortie 2. Un transducteur unidirectionnel réalisé de cette façon est large bande et très efficace.

Il est à noter que l'évidage du substrat porteur peut être intéressant même lorsque la résistivité du matériau porteur est suffisante. Par exemple, en fonction du matériau piézo-électrique et du matériau porteur, le support pourra être évidé ne laissant qu'une épaisseur déterminée e de matériau sous le dispositif à ondes de surface, comme illustré en figure 5c. En effet, en regard des électrodes 26 disposées à la surface de la fine couche de matériau piézo-électrique 16, collée par une couche de colle 36 au substrat support 46, ce dernier est évidé jusqu'à une épaisseur e de matériau support. Avec une telle architecture, il devient possible de compenser les variations de température et ainsi réduire de manière importante la sensibilité du dispositif à la température.

Comme cela a été évoqué précédemment, le dispositif à ondes de surface (DOS) de l'invention, de part sa fine couche de matériau piézo-électrique présente des coefficients de réflexion supérieurs, voire voisin de 100 % si l'on grave des réseaux dans le guide de matériau piézo-électrique. En effet, dans de telles structures, l'énergie n'est pas perdue ou dispersée sous forme d'ondes de volume. De plus, comme l'énergie est confinée entièrement à l'intérieur du guide, on obtient de très hauts niveaux de réflexion et d'isolation dans les différentes sections du guide d'onde en le gravant, réduisant ainsi sa hauteur et/ou sa largeur. Dans ce cadre, la figure 7 illustre la réalisation d'un filtre à faibles pertes, très performant grâce notamment aux coefficients de réflexions élevés. Il s'agit d'un filtre constitué de deux transducteurs T_1 et T_2 séparés par un réseau R, obtenu par

différentes gravures du guide piézo-électrique. La figure 7a illustre une vue de dessus du DOS, et la figure 7b une vue en coupe. Le mince guide d'onde piézo-électrique 17 est gravé jusqu'à la colle de couche moléculaire 37 ou jusqu'au substrat porteur 47 par gravure chimique ou plasma par exemple. On définit alors un schéma d'électrodes 27, de manière à obtenir une série de cavité résonantes en lignes, dont chaque fréquence de résonance est fonction de la longueur de cavité l_n (dans l'exemple $1 \leq n \leq 5$).

L'impédance de chacune des cavités peut être modifiée en changeant la largeur du guide d'ondes acoustique dans chaque section Wn.

Le couplage entre chacune des cavités est contrôlé par l'ouverture du guide Cn et la longueur des fentes Sn. Selon cette méthode, un filtre acoustique peut être élaboré exactement de la même manière qu'un filtre à ondes électromagnétiques guidées classique. La longueur de chaque cavité interne n'est que de l'ordre de $\lambda/2$. Un tel filtre peut par conséquent être plus petit que les filtres à ondes acoustiques de surface de l'art connu dont les réseaux de réflecteurs nécessitent des cavités internes de l'ordre de 100 λ.

La figure 7c constitue une alternative de filtre dans laquelle les électrodes des transducteurs sont creusées dans le substrat piézo-électrique au lieu d'être dans le plan. Comme cela a été explicité précédemment, les transducteurs ont ainsi un meilleur couplage et permettent d'obtenir des filtres de dimensions plus faibles.

Les figures 8a et 8b constituent des alternatives des structures illustrées aux figures 7a et 7b, la différence entre ces structures réside dans le couplage qui n'est plus en ligne mais à côté.

L'invention concerne également des DOS encapsulés de manière intéressante en terme de coût et de taille.

En effet, le coût de l'encapsulation qui le plus souvent doit être hermétique, représente actuellement une part importante du prix de production du composant. Pour ce qui concerne la production en grande série, il est très important de réduire le plus possible ce prix. Dans ce contexte, il peut être très intéressant d'utiliser également une fine couche de colle moléculaire pour coller un couvercle d'encapsulation sur la fine couche de matériau piézo-électrique.

La figure 9a illustre un premier exemple de dispositif à ondes de surface dans lequel les électrodes sont intégrées dans une fine couche 18 de matériau piézo-électrique, ledit matériau piézo-électrique étant collé par l'intermédiaire d'une couche de colle moléculaire 381 sur un premier substrat porteur 481. Un second substrat porteur 482 est également collé par l'intermédiaire d'une couche de colle moléculaire 382, sur la couche de matériau piézo-électrique, de manière à assurer l'encapsulation. Un boîtier selon cette approche, est un boîtier plein (sans cavité), d'une grande robustesse. Des lors que la vitesse des ondes de volume dans le substrat porteur est plus grande que celle dans le guide, on peut obtenir de très faibles pertes de propagation. Des plots conducteurs 681 et 682 assurent de manière classique, au travers du substrat 481, les connexions électriques avec le composant à ondes acoustiques de surface.

La figure 9b illustre un second exemple de dispositif à ondes de surface (ici représenté un transducteur entre deux réseaux réflecteurs), avec des électrodes en surface et non plus intégrées. Un substrat porteur localement évidé est collé en périphérie sur une couche de matériau piézo-électrique par l'intermédiaire d'une couche de colle moléculaire. Cette approche par rapport à la précédente a l'avantage de ne pas modifier les caractéristiques mesurées du dispositif à ondes acoustiques, avant le collage du substrat porteur supérieur. Dans la structure illustrée en figure 9c, l'absence de cavité entraîne en effet une différence de réponse du dispositif après collage du substrat porteur, ceci complique la vérification du test du dispositif pendant le processus de production. Par ailleurs, le substrat porteur, évidé servant de couvercle de boîtier d'encapsulation peut avantageusement comprendre des composants actifs 19, d'adaptation ou autre, intégrés au boîtier comme l'illustre la figure 9c. Si l'intérieur de la cavité est métallisé, cela permet de surcroît un blindage électrique particulièrement important dans les applications RF.

La figure 10 illustre une variante de dispositifs à ondes de surface encapsulés collectivement. Dans ce cas, on grave des cavités dans le substrat piézo-électrique 19. Puis on réalise la métallisation et l'étape de photolithographie, pour enfin coller le substrat piézo-électrique sur le substrat porteur céramique (par exemple) avec les vias, et les métallisations

781. La dernière étape consiste à séparer les composants de manière mécanique avec une scie.

REVENDICATIONS

1. Dispositif à ondes acoustiques de surface comprenant des moyens pour créer des ondes acoustiques de surface et une couche mince de matériau piézo-électrique dans laquelle sont guidées les ondes acoustiques caractérisé en ce qu'il comprend un substrat porteur et une couche de colle moléculaire permettant de coller la couche mince de matériau piézo-électrique sur le substrat porteur.

2. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau porteur peut être de type verre, saphir, silicium, arséniure de gallium.

3. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la colle moléculaire est de la silice.

4. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche de colle moléculaire est de l'ordre de quelques centaines d'Angströms.

5. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend une couche métallique entre la couche de colle moléculaire et la couche de matériau piézo-électrique.

6. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le matériau piézo-électrique est de type quartz, niobate de lithium, tantalate de lithium.

7. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche de matériau piézo-électrique est de l'ordre d'une longueur d'onde acoustique comprise entre environ 1 µm et 30 µm.

8. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend des électrodes intégrées dans la couche mince de matériau piézo-électrique.

9. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les moyens pour créer les ondes acoustiques de surface sont situés sur une partie centrale du matériau piézo-électrique et en ce que le substrat porteur est évidé en regard de ladite partie centrale.

10. Dispositif à ondes acoustiques de surface selon la revendication 9, caractérisé en ce que le substrat porteur est évidé complètement jusqu'à la couche mince de matériau piézo-électrique et qu'il comprend une première série d'électrodes sur une première face de la couche de matériau piézo-électrique et une seconde série d'électrodes sur la face opposée à la première face de la couche de matériau piézo-électrique.

11. Filtre à ondes acoustiques de surface selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend deux transducteurs séparés par un réseau de réflecteurs gravés dans la couche mince de matériau piézo-électrique, de manière à définir une série de cavités résonantes en lignes de longueur ln.

12. Module comprenant un dispositif à ondes acoustiques de surface selon l'une des revendications 1 à 11, et un boîtier d'encapsulation dans lequel est intégré le dispositif, caractérisé en ce que le boîtier d'encapsulation comprend un second substrat porteur collé par une seconde couche moléculaire sur une partie au moins de la couche de matériau piézo-électrique.

13. Module selon les revendications 8 et 12, caractérisé en ce que le second substrat porteur est collé par une seconde couche moléculaire sur l'ensemble de la couche de matériau piézo-électrique.

14. Module selon la revendication 12, caractérisé en ce que le substrat porteur est évidé en son centre et collé au niveau de sa périphérie sur la périphérie de la couche de matériau piézo-électrique.

15. Procédé de fabrication d'un dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- le dépôt d'une couche de colle moléculaire sur une première face d'un substrat de matériau piézo-électrique,

- l'assemblage d'un substrat porteur et de l'ensemble couche de colle moléculaire/substrat de matériau piézo-électrique sous atmosphère humide de manière à réaliser une opération de collage hydrophilique,

- la réduction de l'épaisseur du substrat piézo-électrique par un procédé de type mécanique, chimique, ionique, de manière à définir la couche mince de matériau piézo-électrique.

16. Procédé de fabrication d'un dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :

- l'implantation d'ions dans le substrat de matériau piézo-électrique à une profondeur d par rapport à une première face d'un substrat de matériau piézo-électrique ;
- le chauffage rapide de l'assemblage couche de colle moléculaire/substrat de matériau piézo-électrique de manière à craquer le substrat de matériau piézo-électrique au niveau de la profondeur d'implantation ionique et définir la couche mince de matériau piézo-électrique.
- le polissage de la couche mince de matériau piézo-électrique.

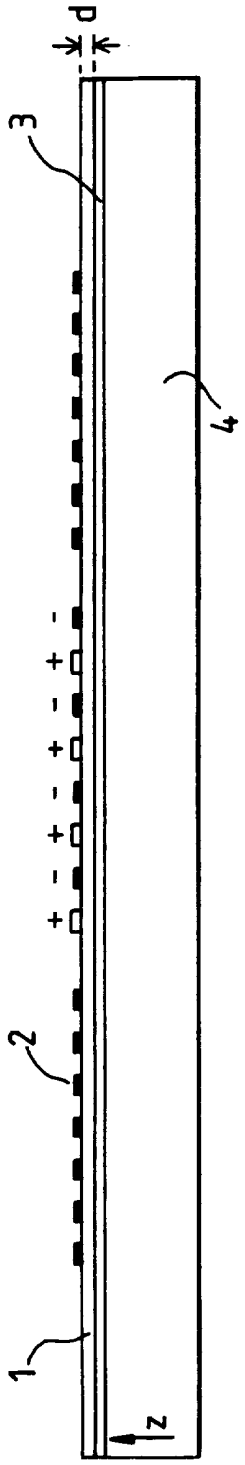


FIG.1

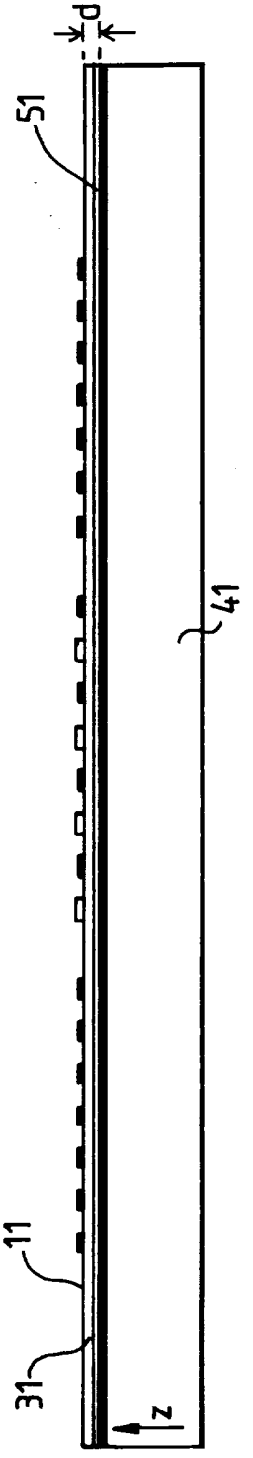


FIG.3

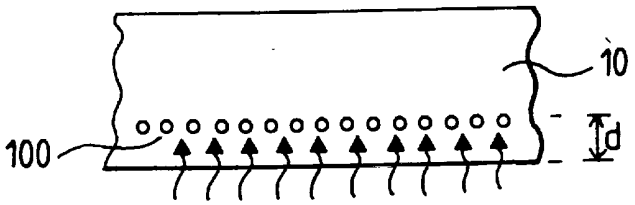


FIG.2a

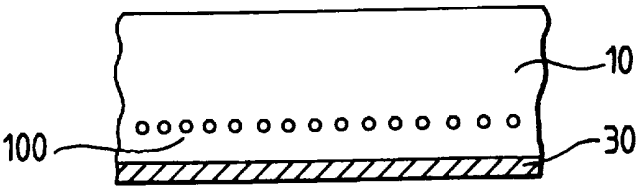


FIG.2b

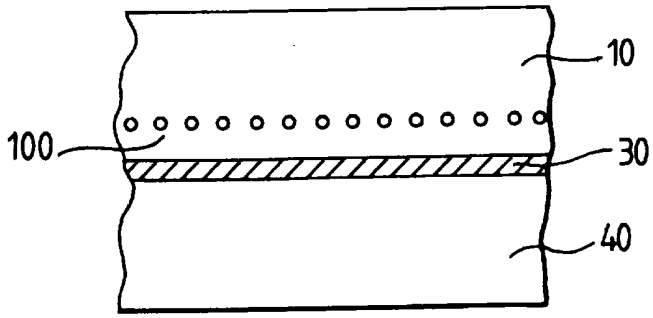


FIG.2c

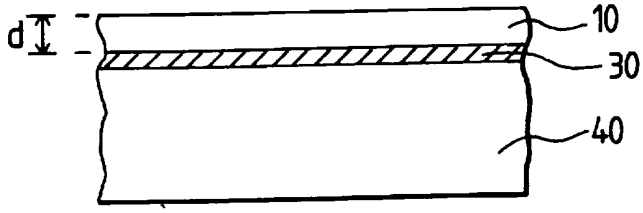


FIG.2d

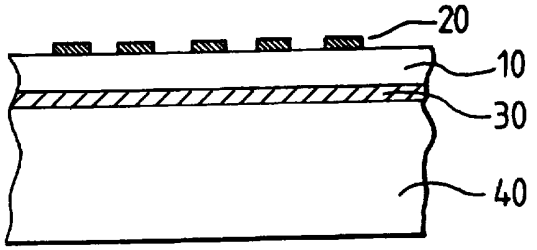


FIG.2e

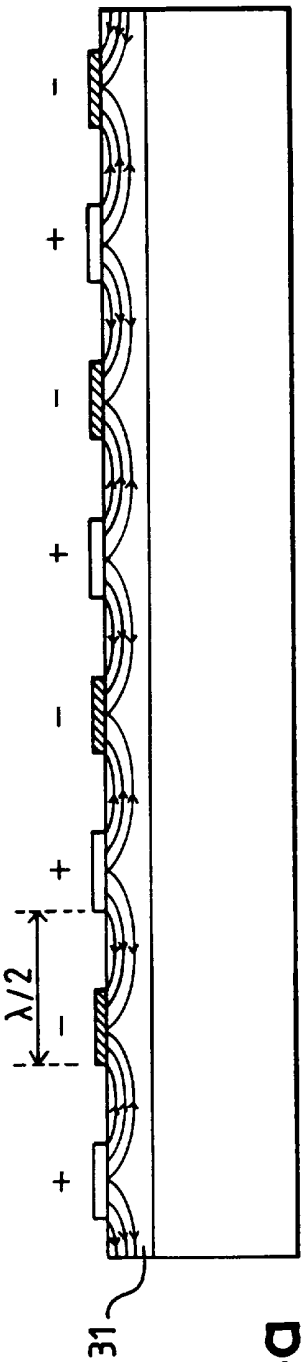


FIG.4a

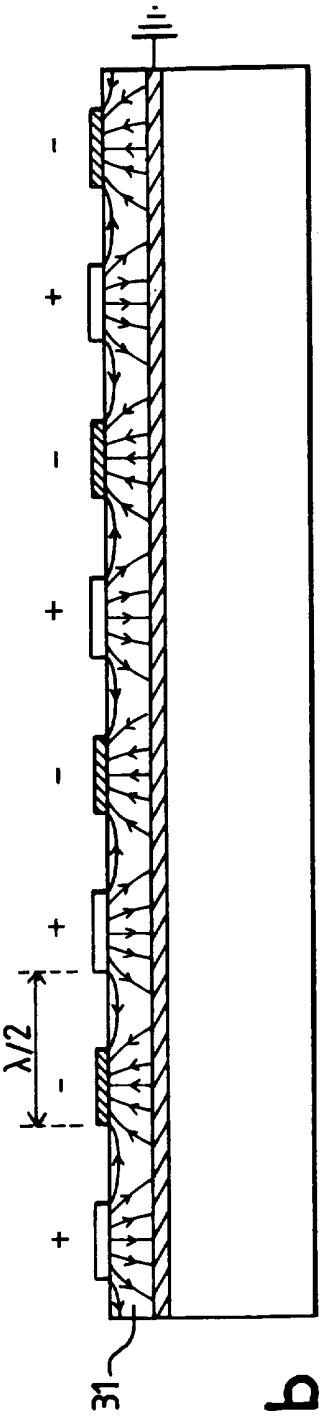


FIG.4b

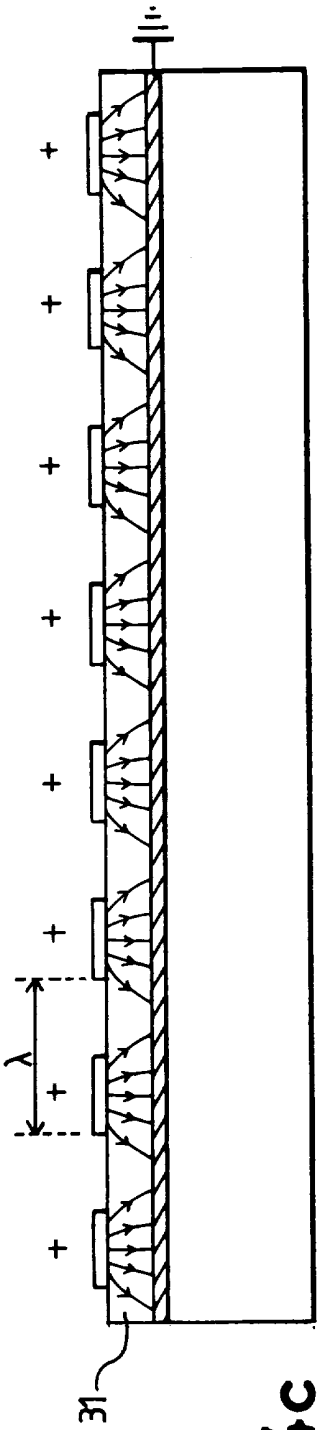


FIG.4c

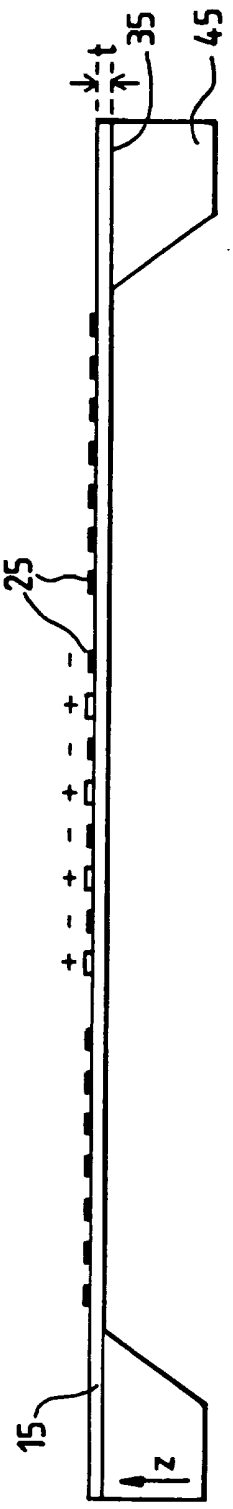


FIG.5a

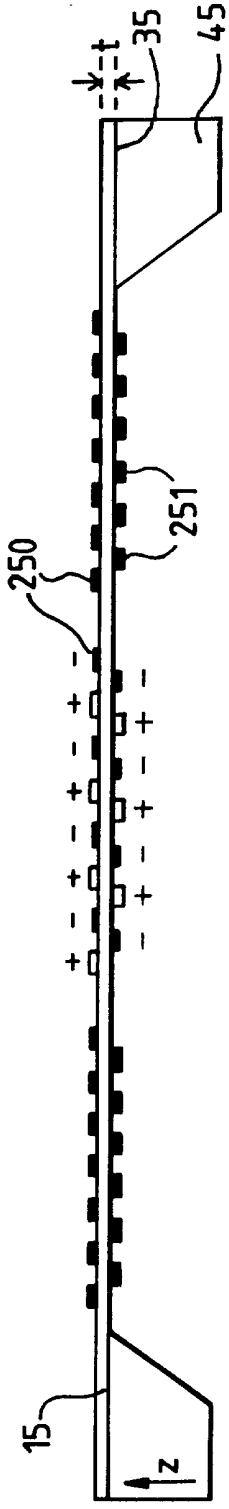


FIG.5b

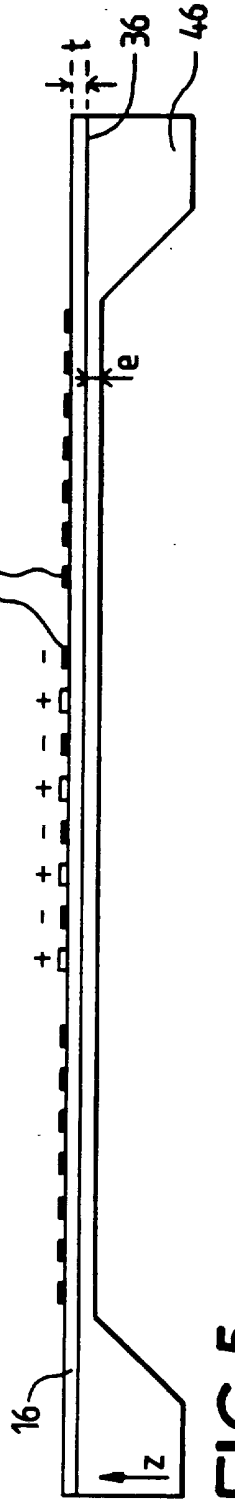


FIG.5c

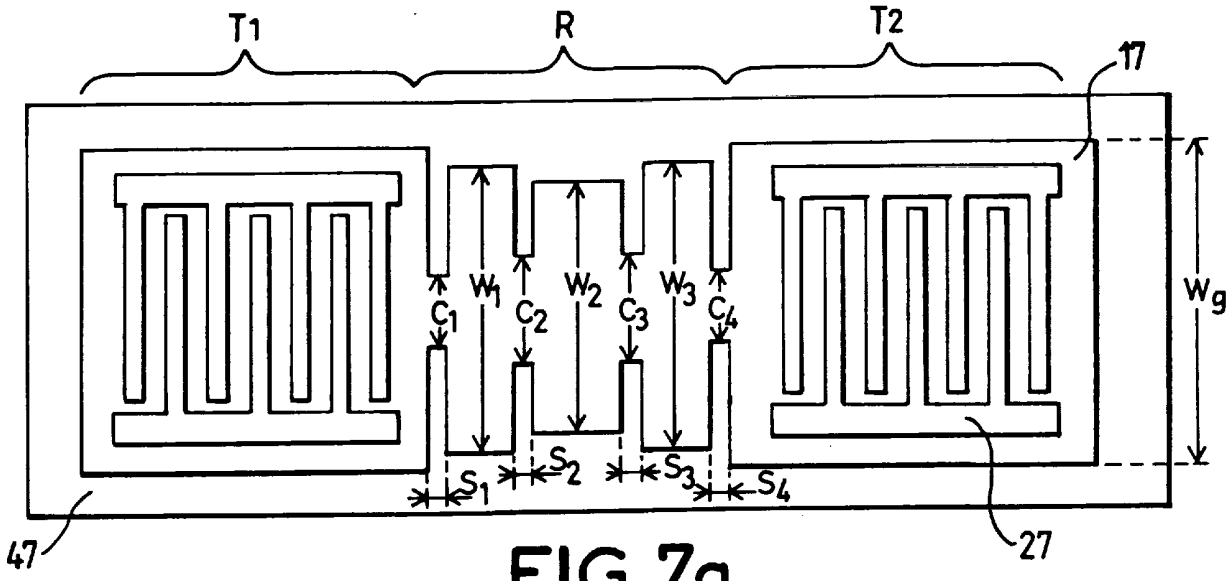


FIG. 7a

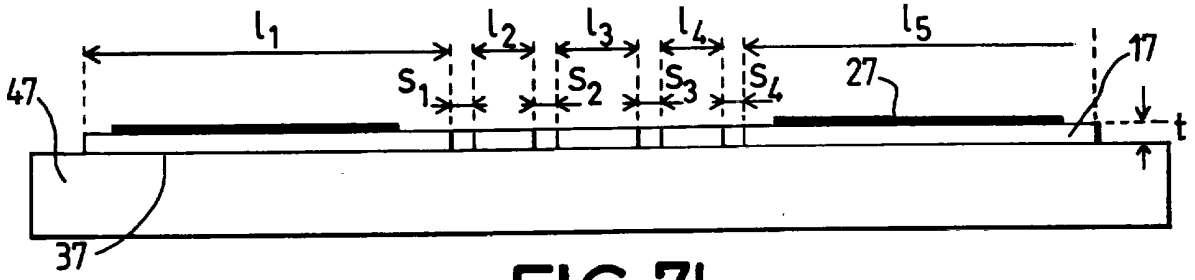


FIG. 7b

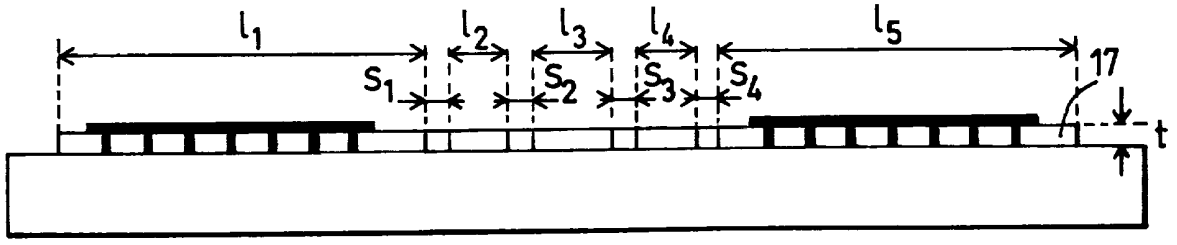


FIG. 7c

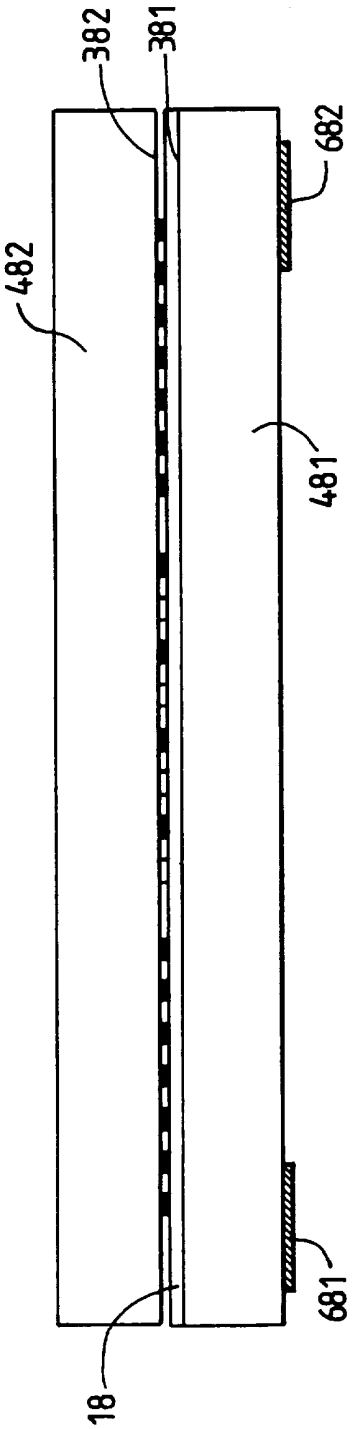


FIG.9a

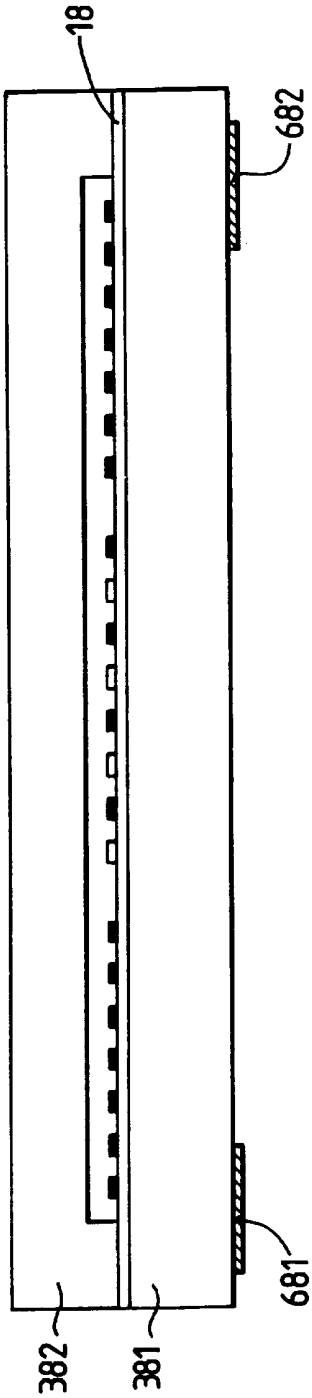


FIG.9b

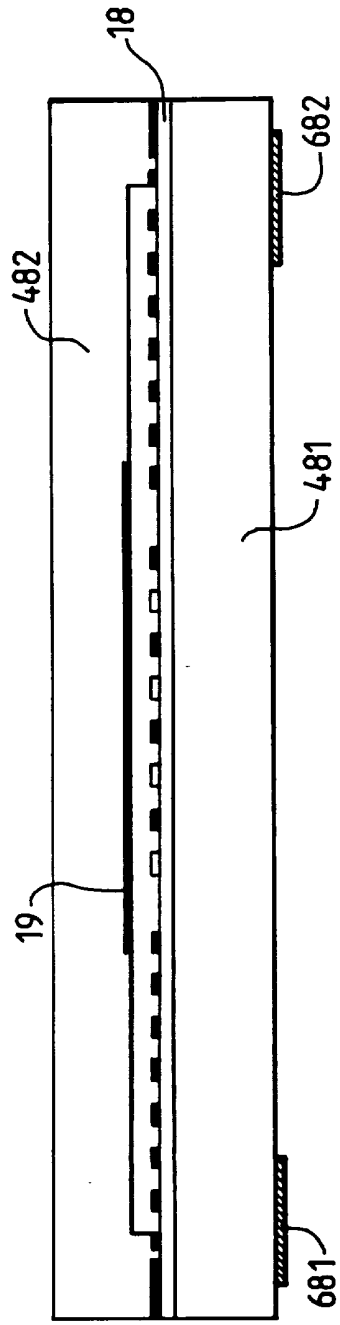


FIG.9c

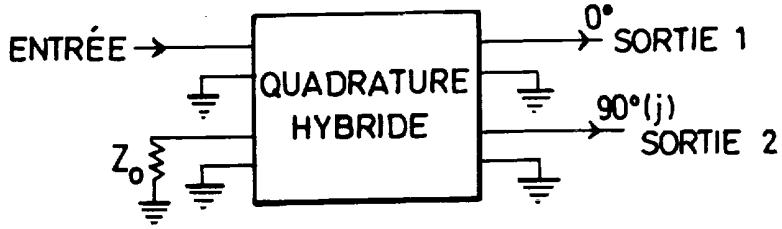


FIG.6

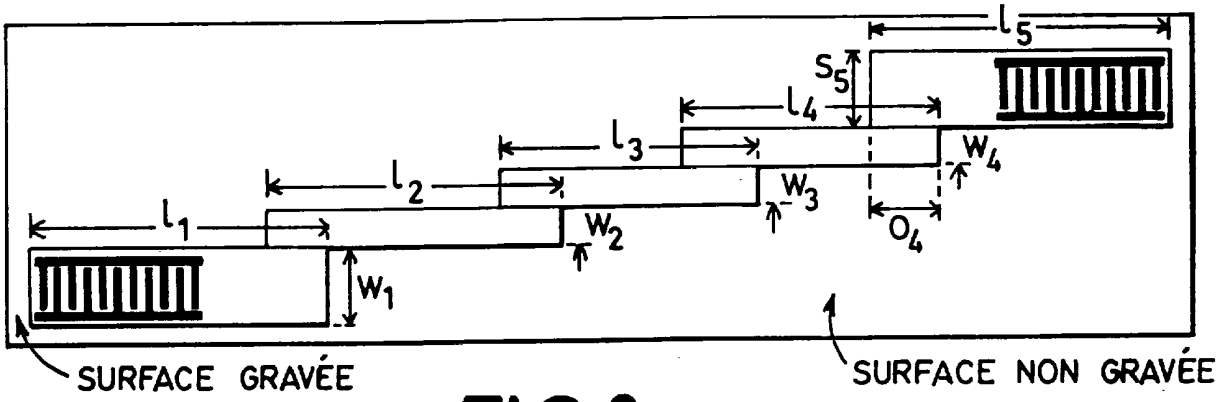


FIG.8a

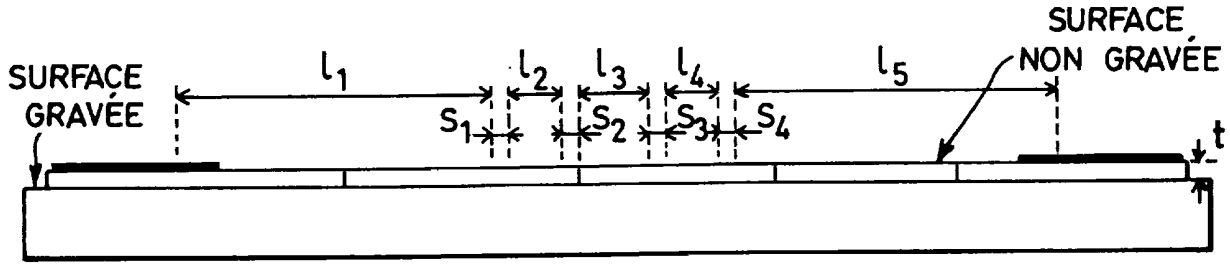


FIG.8b

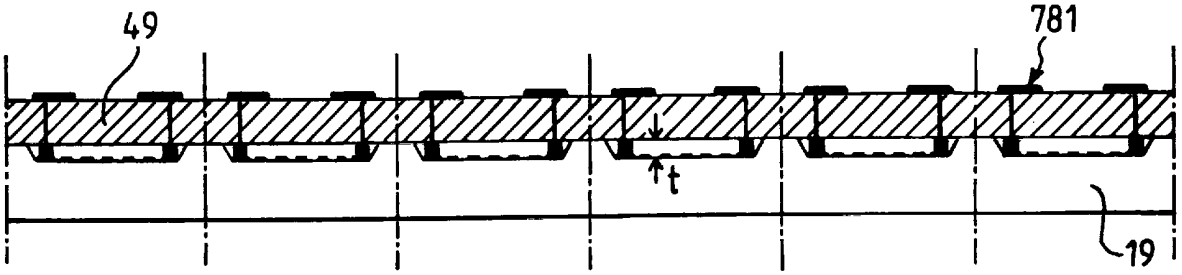


FIG.10

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

2788176

N° d'enregistrement national

FA 567063
FR 9816661

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X A	EP 0 616 426 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 21 septembre 1994 (1994-09-21) * colonne 5, ligne 7-25 * * colonne 15, ligne 40-54; figure 4 * * colonne 21, ligne 10-39 * * colonne 9, ligne 55 - colonne 11, ligne 48 *	1,3,7 6,8,15
A	EP 0 647 022 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5 avril 1995 (1995-04-05) * colonne 5, ligne 22-39 *	1,4
A	EP 0 350 993 A (STICHTING TECH WETENSCHAPP) 17 janvier 1990 (1990-01-17) * colonne 4, ligne 6-29; figure 3A *	5
A	W.R. SMITH: "COUPLING EFFICIENCY ESTIMATES FOR SWA EXCITATION WITH PIEZOELECTRIC FILM OVERLAYS" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS., vol. 42, no. 7, juin 1971 (1971-06), pages 3016-3018, XP002116118 AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK., US ISSN: 0021-8979 * le document en entier *	8
A	C.T. CHUANG ET AL: "COUPLING OF INTERDIGITAL TRANSDUCER TO PLATE MODES IN A SLOTTED ACOUSTICALLY THIN MEMBRANE" IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS., vol. 4, no. 2, février 1983 (1983-02), pages 35-38, XP002116119 IEEE INC. NEW YORK., US ISSN: 0741-3106 * le document en entier *	9

-/--

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)

H03H

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
22 septembre 1999	Coppieters, C

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

2788176

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 567063
FR 9816661

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP 0 602 666 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 22 juin 1994 (1994-06-22) * colonne 7, ligne 27 - colonne 13, ligne 33; figures 1,2 *	12-14

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
22 septembre 1999	Coppieters, C

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)