(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 828 056**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **01 09987**

(51) Int Cl[7] : **H 04 R 17/00,** H 04 R 1/46

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 26.07.01.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 31.01.03 Bulletin 03/05.

(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) :** *METAL CABLE Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** PEYSSON GILLES et YU NING.

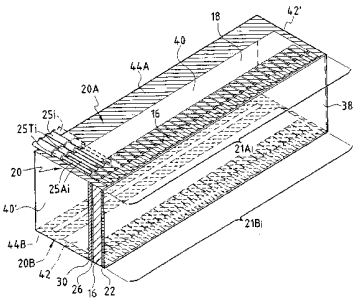
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** CABINET BEAU DE LOMENIE.

(54) TRANSDUCTEUR MULTI-ELEMENT FONCTIONNANT A DES HAUTES FREQUENCES.

(57) L'invention concerne un procédé de fabrication de transducteurs piézo-électriques multi-éléments, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- on amène un élément piézo-électrique (16) comportant au moins une face avant (22) et une face arrière (26) longitudinales métallisées et polarisées,
- on fixe ladite face arrière (26) métallisée sur une face longitudinale d'un élément acoustiquement isolant (18) pour former un ensemble solidaire,
- on dispose un premier circuit électrique superficiel (20A) au moins sur une partie d'une première face adjacente (40) de l'ensemble (16, 18), ladite première face adjacente (40) de l'ensemble (16, 18) étant longitudinale et adjacente à ladite face avant (22) de l'élément piézo-électrique (16),
- on fractionne ledit ensemble (16, 18) en sections en réalisant des rainures sensiblement transversales aux dites faces métallisées (22, 26) dudit ensemble (16, 18) tout en conservant un réseau d'interconnexion électrique (20) pour relier la face arrière (26) de chacune desdites sections à un pôle positif d'une alimentation électrique,
- on remplit chacune desdites rainures avec une entretoise diélectrique et,
- on applique un revêtement électriquement conducteur sur la face avant (22) desdites sections qui est connecté audit réseau d'interconnexion électrique (20) pour relier la face avant (22) de chacune desdites sections à une masse commune.



FR 2 828 056 - A1

La présente invention concerne un procédé de fabrication de transducteurs piézo-électriques multi-éléments, ainsi que les transducteurs piézo-électriques multi-éléments obtenus.

Les matériaux piézo-électriques acquièrent des charges électriques à leur surface lorsqu'ils sont soumis à des contraintes mécaniques (effet direct) ou bien se déforment sous l'action des forces internes lorsqu'ils sont soumis à un champ électrique (effet indirect). Recouvert d'électrodes auxquelles on applique une tension électrique alternative, un tel matériau devient un oscillateur. Selon ses dimensions et sa géométrie, le matériau possède alors diverses fréquences propres, s'étendant de 1 kHz à 130 MHz, permettant leur utilisation variée comme oscillateur.

Ainsi, de tels transducteurs piézo-électriques multi-éléments généralement réalisés à partir de matériaux ferroélectriques, en particulier les céramiques piézo-électriques, sont destinés à convertir de façon réversible de l'énergie électrique en énergie mécanique. Ils sont généralement utilisés dans l'émission et la détection ultrasonore.

Inséré dans une sonde ultrasonore, le transducteur peut être utilisé à la fois comme émetteur et récepteur, en particulier dans l'imagerie ultrasonore médicale, comme en échographie, par exemple. Dans ce cas, il est nécessaire de travailler à des hautes fréquences, typiquement de l'ordre de 10 MHz à 25 MHz.

On connaît de tels transducteurs multi-éléments en céramique, mais qui travaillent à des fréquences inférieures à 10 MHz. Les éléments piézo-électriques sont placés côte à côte, préférentiellement alignés et sont reliés aux bornes électriques d'un circuit intégré par l'intermédiaire de lames métalliques et de câblage électrique.

En fait, de la fréquence de fonctionnement du transducteur dépend la profondeur du milieu à examiner. Ainsi, plus la fréquence de fonctionnement est élevée et plus l'épaisseur de céramique dans la direction de propagation est faible.

En échographie B, on cherche à obtenir à une vue tridimensionnelle de l'organe analysé. La combinaison du balayage électronique obtenu par la vibration successive de chaque élément piézo-électrique avec le mouvement de la sonde ultrasonore permet d'obtenir l'image souhaitée. L'échographie B, particulièrement utilisée et connue en obstétrique, est de plus en plus employée en ophtalmologie, dermatologie, parodontal, etc.,

ce qui conduit au développement de sondes haute fréquence, de haute définition, qui permettent d'obtenir une profondeur de focalisation faible pour pouvoir explorer un organe ou un tissu en coupe situé juste sous la sonde ultrasonore, comme la gencive et l'os maxillaire entourant une dent par exemple. Ce mode d'utilisation conduit à une fréquence d'utilisation très élevée et donc à une épaisseur de céramique très faible. Par exemple, une céramique de type PZT (oxyde de plomb zirconium titane), qui fonctionne à 20 MHz, doit avoir une épaisseur d'environ 0,1 mm.

Il s'ensuit des difficultés techniques de mise en œuvre, en particulier pour le câblage des éléments piézo-électriques.

Un premier objet de la présente invention est de fournir un procédé de fabrication de transducteurs piézo-électriques multi-éléments fonctionnant à haute fréquence qui soit simple à réaliser.

Cet objet est atteint par le fait que le procédé comprend les étapes suivantes :

- on amène un élément piézo-électrique comportant au moins une face avant et une face arrière longitudinales métallisées et polarisées,
- on fixe ladite face arrière métallisée sur une face longitudinale d'un élément acoustiquement isolant pour former un ensemble solidaire,
- on dispose un premier circuit électrique superficiel au moins sur une partie d'une première face adjacente de l'ensemble, ladite première face adjacente de l'ensemble étant longitudinale et adjacente à ladite face avant de l'élément piézo-électrique,
- on fractionne ledit ensemble en sections en réalisant des rainures sensiblement transversales aux dites faces métallisées dudit ensemble tout en conservant un réseau d'interconnexion électrique pour relier la face arrière de chacune desdites sections à un pôle positif d'une alimentation électrique,
- on remplit chacune desdites rainures avec une entretoise diélectrique et,
- on applique un revêtement électriquement conducteur sur la face avant desdites sections qui est connecté audit réseau d'interconnexion électrique pour relier la face avant de chacune desdites sections à une masse commune.

Le circuit électrique étant disposé directement sur l'élément acoustiquement isolant, il n'est pas nécessaire de réaliser de câblage de

connexion. L'élément acoustiquement isolant a donc à la fois une fonction acoustique et une fonction électronique.

Selon l'invention, on utilise un élément métallisé et polarisé, préférentiellement une céramique, comme élément piézo-électrique. La découpe de l'élément piézo-électrique en sections est d'autant plus aisée que l'élément piézo-électrique est fixé sur l'élément acoustiquement isolant. En effet, la céramique se trouve être renforcée par son contact avec l'élément acoustiquement isolant. Ainsi, selon ce procédé, il est possible de sectionner la céramique sur toute son épaisseur en sections minces, préférentiellement d'épaisseurs comprises entre 0,2 mm et 0,07 mm. Les sections sont électriquement isolées et maintenues par la présence d'une entretoise diélectrique qui renforce l'ensemble du transducteur d'un point de vue mécanique.

Pour s'assurer de l'absence de tout contact électrique entre les éléments piézo-électriques du côté de la face arrière, qui correspond au pôle positif du transducteur, on sectionne la céramique jusque dans une portion de l'élément acoustiquement isolant. A l'inverse, pour avoir un contact entre tous les éléments piézo-électriques du côté de la face avant, correspondant à la masse, on applique un revêtement électriquement conducteur complémentaire sur les sections et les entretoises diélectriques.

Avantageusement, on réalise en outre une couche métallique arrière d'une épaisseur comprise entre 10 μm et 50 μm, entre la face arrière dudit élément piézo-électrique et ladite face longitudinale dudit élément acoustiquement isolant avant de fixer, par collage ou par moulage, ladite face arrière sur ladite face longitudinale dudit élément acoustiquement isolant. La couche métallique arrière peut être obtenue par dépôt de matériau électriquement conducteur tel qu'un métal ou bien, préférentiellement par une lame métallique pleine de géométrie ad hoc.

La couche de métallisation habituelle de la face arrière étant généralement très mince, de l'ordre de 1 μm à 5 μm d'épaisseur, il est nécessaire d'augmenter son épaisseur entre 10 μm et 50 μm pour former la couche métallique ou bien, préférentiellement, d'intercaler une lame métallique entre l'élément piézo-électrique et l'élément acoustiquement isolant d'une épaisseur correspondante. La réalisation de la couche

métallique arrière peut se faire simultanément avec la métallisation de la face arrière, lorsque les mêmes matériaux métalliques sont employés.

Ainsi, on assure un meilleur contact entre les sections de l'élément piézo-électrique et le circuit électrique, ce qui évite de procéder à des soudures complémentaires, point par point, par exemple, entre chaque section et le circuit électrique. En effet, le contact entre le circuit électrique et chaque élément piézo-électrique ne se fait que par l'épaisseur de la couche métallique arrière.

Avantageusement, on utilise une couche métallique en cuivre et les couches métalliques de chacune des faces longitudinales métallisées de l'élément piézo-électrique sont en argent, en or ou en nickel.

Ainsi, l'élément piézo-électrique est facilement polarisable et le contact électrique entre la face arrière de l'élément piézo-électrique et la couche métallique est amélioré.

Avantageusement, on peut réaliser lesdites sections soit par découpe mécanique de l'élément piézo-électrique, soit par ablation laser de l'élément piézo-électrique.

Les deux procédés permettent d'obtenir des sections minces aux dimensions souhaitées, tout en évitant d'endommager l'élément piézo-électrique. Le fait d'avoir fixé l'élément piézo-électrique sur l'élément acoustiquement isolant permet de consolider l'ensemble et de diminuer les risques de rupture de la céramique au cours de la réalisation des sections.

Avantageusement, on dispose en outre soit par collage, soit par surmoulage une lame quart d'onde ou demi-onde sur la face avant de l'ensemble sectionné de manière à adapter les diverses impédances acoustiques et ainsi améliorer le rendement de la sonde ultrasonore.

Le réseau d'interconnexion comprend avantageusement d'une part, des languettes reliées à la couche métallique par son épaisseur, donc à la face arrière de chaque élément piézo-électrique et d'autre part, un raccord périphérique commun relié à la face avant métallisée de chaque élément piézo-électrique.

On dispose en outre avantageusement un deuxième circuit électrique superficiel semblable au premier circuit électrique, au moins sur une partie de la deuxième face adjacente de l'ensemble.

Ainsi, les sections peuvent être plus minces et la géométrie du circuit électrique de chaque face peut être moins bien définie que dans le

cas d'un seul circuit sur une seule face. En effet, dans le cas de deux circuits électriques, les sections sont alternativement reliées au circuit de la première face ou au circuit de la deuxième face.

En effet, avantageusement, lorsque les sections sont respectivement reliées en alternance à une languette de la première face adjacente et à une languette de la deuxième face adjacente de manière à former une interconnexion électrique des sections entre les première et deuxième faces adjacentes, il est possible de réduire l'épaisseur des sections de manière considérable, sans pour autant avoir des languettes trop minces difficilement réalisables.

Ainsi, l'ensemble de la face arrière se trouve être raccordé au pôle positif du transducteur, puisque toutes les sections sont reliées, par l'intermédiaire d'une languette à une des faces adjacentes, elles-mêmes connectées au pôle positif. On évite avec ce procédé d'avoir à recourir à des techniques de brasage ou de soudage pour réaliser l'interconnexion électrique, ce qui évite d'endommager l'élément piézo-électrique fortement fragilisé par son sectionnement, d'autant plus qu'il est préférentiellement en céramique, c'est-à-dire en matériau fragile.

Avantageusement, on réalise l'assemblage de la face arrière de l'élément piézo-électrique comportant la couche métallique sur la face longitudinale de l'élément isolant soit par moulage, soit par collage.

Selon une première variante, on réalise avantageusement au moins le circuit électrique superficiel et/ou le revêtement électriquement conducteur de la face avant sectionnée par dépôt métallique soit en phase vapeur soit électrochimiquement.

Avantageusement, pour délimiter le réseau d'interconnexion, on enlève une partie du dépôt métallique, en particulier avantageusement par laser, de manière à réaliser une géométrie de réseau précise sans endommager l'élément piézo-électrique.

Selon une seconde variante, on réalise avantageusement un clinquant, préférentiellement en cuivre, qui en le pliant, en forme de L, va former la couche métallique et le circuit électrique superficiel d'au moins une des faces adjacentes de l'ensemble. Lorsque l'on réalise un transducteur avec deux circuits électriques, le clinquant, plié en forme de U, constitue alors la couche métallique et les deux circuits.

Avantageusement, avant de réaliser l'assemblage avec l'élément acoustiquement isolant, on plie le clinquant et on le fixe sur l'élément piézo-électrique par brasage à froid, de manière à pouvoir ensuite mouler l'élément isolant dans le clinquant.

L'assemblage est alors simplifié, puisque le clinquant sert de moule à l'élément isolant.

Un deuxième objet de la présente invention est de proposer un transducteur multi-éléments qui puisse fonctionner à haute fréquence, tout en étant de taille miniature.

Ce but est atteint grâce au fait que le transducteur comporte :

- un élément acoustiquement isolant présentant au moins une face longitudinale,

- un élément piézo-électrique comportant une face avant et une face arrière métallisées et polarisées, ladite face arrière étant fixée sur ledit élément acoustiquement isolant pour former un ensemble qui comporte une face avant longitudinale pourvue de rainures délimitant des sections sensiblement parallèles entre-elles selon une direction sensiblement transversale à la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique et,

- un réseau d'interconnexion formé sur ledit élément acoustiquement isolant pour relier la face arrière desdites sections à un pôle positif d'une alimentation électrique et la face avant desdites sections à une masse commune.

Le réseau d'interconnexion étant formé directement sur l'élément acoustiquement isolant, les sections d'élément piézo-électrique peuvent être d'autant plus minces. Ainsi, les épaisseurs d'éléments peuvent atteindre des valeurs comprises entre 0,2 mm à 0,07 mm. Avec ces épaisseurs d'éléments, on obtient des transducteurs qui fonctionnent à haute fréquence, préférentiellement entre 15 MHz et 30 MHz, selon le nombre de sections qui peut varier préférentiellement de trente-deux à mille vingt-quatre.

Avantageusement, les rainures comportent une entretoise diélectrique destinée à isoler électriquement et acoustiquement les sections et qui permet en outre un renforcement de l'ensemble des sections notamment lorsqu'elles sont très minces en jouant un rôle de soutien mécanique. En outre, ces entretoises diélectriques permettent la

mise à niveau de la face avant sectionnée de la céramique, de sorte que la face avant rétablie puisse être revêtue continûment d'une couche électrique conductrice reliant la face avant de chacune des sections à la masse.

Le transducteur comporte en outre, avantageusement une lame quart d'onde fixée sur la face avant de la lame piézo-électrique sectionnée et revêtue d'une couche conductrice reliée à la masse, de manière à adapter les différentes impédances acoustiques et d'augmenter le rendement.

Avantageusement, selon une autre variante, le transducteur comporte une couche métallique, formée par un dépôt de matériau électriquement conducteur de type métallique ou bien une lame métallique, disposée entre l'élément acoustiquement isolant et la face arrière dudit élément piézo-électrique.

Avantageusement, le transducteur comporte un clinquant en cuivre qui remplace d'une part la couche métallique et d'autre part, le réseau d'interconnexion électrique.

Dans ce cas, le contact entre la face arrière de chaque élément piézo-électrique est amélioré, puisque le circuit électrique superficiel est relié mécaniquement à la couche métallique arrière puisqu'ils ne forment qu'un seul et même composant, soit le clinquant.

L'invention sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, de modes de réalisation représentés à titre d'exemples non limitatifs.

La description se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe d'une sonde ultrasonore comportant un transducteur selon l'invention,
- la figure 2 est une vue partielle agrandie du transducteur de la figure 1 comportant un circuit électrique superficiel,
- la figure 3A est une vue partielle agrandie du transducteur comportant deux circuits électriques superficiels vu de dessus,
- la figure 3B est une vue partielle agrandie du transducteur comportant deux circuits électriques superficiels vu de dessous,
- la figure 4 est une vue en perspective montrant l'élément piézo-électrique et l'élément acoustiquement isolant,

- la figure 5 est une vue en perspective analogue à la figure 4 dans laquelle l'ensemble élément piézo-électrique - élément acoustiquement isolant comporte un réseau électrique,

- la figure 6 est une vue en perspective d'un clinquant,

- la figure 7 est une vue en perspective du clinquant fixé sur l'élément piézo-électrique et,

- la figure 8 est une vue en perspective du transducteur avec clinquant.

La figure 1 montre une sonde 10 ultrasonore dans laquelle un transducteur 12 haute fréquence multi-éléments est incorporé. Le transducteur 12 piézo-électrique est placé dans un blindage 14, pour éviter tout risque de perturbations par interférences électromagnétiques, pendant l'utilisation de la sonde 10. Une telle sonde 10 est destinée à être employée en particulier comme sonde d'exploration dans l'imagerie ultrasonore médicale, en échographie par exemple.

En échographie, la sonde 10 sert d'émetteur et de récepteur pour les ondes réfléchies par les surfaces planes perpendiculairement au trajet du faisceau. En combinant un balayage électronique obtenu par la vibration successive de chaque élément piézo-électrique et un balayage manuel de la sonde par l'opérateur, on arrive à une vue tridimensionnelle de l'organe.

Cependant, en échographie B en particulier dans le domaine parodontal, il est parfois souhaitable d'avoir une profondeur de focalisation faible, ce qui entraîne une fréquence d'utilisation élevée supérieure à 15 MHz, pouvant atteindre jusqu'à 25 MHz ; ce qui conduit nécessairement à un transducteur 12 multi-éléments comportant un élément piézo-électrique 16 de faible épaisseur dans la direction de propagation de l'onde acoustique.

La difficulté réside donc dans l'obtention d'un tel transducteur 12 multi-éléments haute fréquence.

Selon l'invention, le transducteur 12 comporte un élément acoustiquement isolant 18 placé vers l'avant de la sonde 10 sur lequel est disposé un réseau de connexion 20 qui permet de relier chacune des différentes sections 16i de l'élément piézo-électrique 16 une alimentation électrique (non représentée). Les sections 16i sont sensiblement parallèles entre-elles selon une direction sensiblement transversale à la

direction longitudinale de l'élément piézo-électrique 16, c'est-à-dire dans la direction de propagation de l'onde.

Le nombre de sections 16i peut être de trente-deux, soixante-quatre, cent vingt-huit, deux cent cinquante six, cinq cent douze, et jusqu'à mille vingt-quatre ; le multiple employé est préférentiellement trente-deux ce qui correspond à un multiple de pixels sur un écran destiné à transmettre l'image obtenue. On utilise préférentiellement un élément piézo-électrique 16 parallélépipédique en céramique 16, par exemple en céramique PZT (oxyde de plomb, zirconium et titane) d'épaisseur e_{16} (représentée sur la figure 2) comprise entre 0,07 mm et 0,15 mm. L'épaisseur e_{16} étant donnée dans la direction de propagation de l'onde.

Pour que l'élément piézo-électrique 16 convertisse de façon réversible de l'énergie électrique en énergie mécanique, il est nécessaire que ses faces longitudinales avant 22 et arrière 26 soient sensiblement transversales à la direction de propagation, soient métallisées et polarisées. Ainsi, la face arrière 26 est polarisée positivement. En conséquence, la face avant longitudinale 22, qui constitue *a fortiori* la face avant des sections 16i, est reliée à une masse 24, tandis que la face arrière longitudinale 26, qui constitue aussi la face arrière des sections 16i, est reliée au pôle positif 28 d'une alimentation électrique de tension alternative (non représentée).

Les épaisseurs e_{22} et e_{26} des couches de métallisation des faces avant 22 et arrière 26, qui peuvent être en argent, en or ou en cuivre, sont préférentiellement comprises entre 1 μm et 5 μm. Comme représenté sur la figure 2, étant donnée la faible épaisseur des couches de métallisation, en particulier la face arrière 26, une lame métallique 30, formant la couche métallique arrière 30, préférentiellement en cuivre est intercalée entre la face arrière 26 et une face longitudinale 18' de l'élément acoustiquement isolant 18, afin d'augmenter la surface de contact entre le réseau électrique d'interconnexion 20 et chacune des sections 16i au niveau de la face arrière métallisée 26. La lame métallique 30 présente des dimensions longitudinales semblables à celles de l'élément acoustiquement isolant 18, avec une épaisseur minimum e_{30} d'environ 20 μm.

Une entretoise 32i placée entre chaque section 16i d'éléments piézo-électriques dans chacune des rainures 34i qui séparent chaque section 16i permet de séparer mécaniquement et acoustiquement chaque

section 16i. Ainsi, la structure générale du transducteur est renforcée, ce qui permet d'avoir des épaisseurs de sections 16i plus minces.

Les entretoises 32i sont préférentiellement composées de résine diélectrique de manière à isoler électriquement et acoustiquement chaque section 16i, notamment au niveau de leur face arrière 26 reliée au pôle positif 28.

Par contre sur la face avant 22, où les sections 16i sont toutes mises à la masse 24, il est préférable qu'elles soient en contact. Pour ce faire, un revêtement électriquement conducteur 36 d'épaisseur e_{36} comprise entre 1 μm et 5 μm, couvre la face avant 22 de chaque section 16i et de chaque entretoise 32i.

Une lame quart d'onde 38 fixée sur la face avant 22 des sections 16i permet d'adapter les différentes impédances acoustiques et d'augmenter le rendement de la sonde 10.

Dans ces conditions, on obtient un transducteur 12 qui comporte, par exemple, soixante-quatre sections piézo-électriques 16i de largeur l_{16i} fonctionnant à 20 MHz.

Selon l'invention, le réseau d'interconnexion 20 est formé d'un seul circuit électrique superficiel 20A, relié au pôle positif 28, disposé sur au moins une partie d'une première face adjacente 40 de l'ensemble élément acoustiquement isolant 18 et élément piézo-électrique 16 et d'un seul périphérique 44 relié à la masse 24. La face adjacente 40 étant sensiblement transversale à la face avant 22.

En fait, les sections 16i sont toutes reliées au pôle positif 28 de l'alimentation et à la masse 24 par des câbles coaxiaux 25i soudés sur le circuit électrique superficiel 20A et le périphérique 44A.

Ainsi, chaque section 16i est reliée par l'intermédiaire d'une languette $21A_i$ indépendante formée sur le circuit électrique superficiel 20A à l'âme $25A_i$ d'un câble coaxial 25i reliée au pôle positif 28, tandis qu'elle est reliée par l'intermédiaire du périphérique 44 à la tresse $25T_i$ dudit câble coaxial 25i reliée à la masse 24. Préférentiellement, chaque section 16i extrême est entièrement reliée à la masse 24 sur ces deux faces avant 22 et arrière 26.

Les figures 3A et 3B illustrent une variante du transducteur 12 qui consiste à avoir un deuxième circuit électrique superficiel 20B semblable au premier circuit électrique superficiel 20A, disposé sur au moins une

partie de la deuxième face adjacente 42 opposée à la première face adjacente 40 et un deuxième périphérique 44B. La présence de ce deuxième circuit électrique superficiel 20B permet d'avoir des épaisseurs de sections 16i très minces sans pour autant augmenter les difficultés de réalisation du réseau d'interconnexion 20.

En effet, chaque circuit électrique superficiel 20A et 20B comporte des languettes $21A_i$ respectivement, $21B_{i+1}$, qui viennent alternativement en regard d'une section 16i de chaque côté des faces 40 et 42, en contact avec leur face arrière 26 ou plus précisément avec la lame métallique 30.

Ainsi, par exemple, la section 16_1 est reliée à la languette $21A_1$ sur la face 40 (figure 3A), tandis que la section suivante 16_2 est reliée à la languette $21B_2$ sur la face 42 (figure 3B). On continue avec la face 40 et ainsi de suite jusqu' à la dernière section. Préférentiellement, comme dans le cas d'un seul circuit électrique superficiel 20A (figure 2), chaque section extrême 16_1 et 16n est reliée intégralement à la masse 24 par leur face avant 22 et leur face arrière 26. En conséquence, les périphériques 44A et 44B forment une sorte de U dont les barres se prolongent jusqu'à la face avant 22 tandis que le fond du U se situe en retrait par rapport aux languettes $21A_i$ et $21B_{i+1}$ sur l'élément acoustiquement isolant 18. Selon le cas, une seule languette extrême sur chaque face est reliée à la masse, auquel cas chacun des périphériques 44A et 44B forment alors une sorte de L.

L'écartement e_{II} entre deux sections 16i successives reliées à leur câble coaxial respectif 25i sur la même face est, dans le cas d'un réseau d'interconnexion 20 comportant deux circuits électriques superficiels 20A et 20B, plus de deux fois plus important que dans le cas d'un seul circuit électrique superficiel 20A, comme illustré sur la figure 2, puisque seule une section sur deux est reliée à une face 40 ou 42. En effet, dans le cas du seul circuit électrique superficiel 20A, l'écartement e_I correspond à la largeur l_{34i} d'une rainure 34i, tandis que l'écartement e_{II} représente, par exemple, la largeur de deux rainures 34i et une épaisseur de section. Ainsi, la forme des languettes $21A_i$ respectivement, $21B_{i+1}$ peut être adaptée à l'espace disponible. En particulier, les languettes $21A_i$ respectivement, $21B_{i+1}$, présentent une forme en T dont la barre supérieure présente une surface plus large que la surface de la barre verticale égale à la seule largeur de section l_{16i}, facilitant la fixation de

l'âme 25Ai, notamment lorsque celle-ci s'effectue par soudage sur la languette.

Comme illustré sur la figure 4, selon l'invention pour réaliser un tel transducteur multi-éléments, on amène un élément piézo-électrique 16 de faible épaisseur, préférentiellement en céramique, par exemple PZT, de forme longitudinale, qui comporte une face avant 22 et une face arrière 26 longitudinales métallisées et polarisées. L'épaisseur e_{16} de l'élément piézo-électrique 16 est voisine de 0,1 mm.

Pour toute la suite, on s'attachera à décrire un procédé permettant de réaliser un transducteur multi-éléments 12 à soixante-quatre éléments piézo-électriques 16i, de format rectangulaire, qui fonctionne à 20 MHz.

La couche de métallisation des deux faces 22 et 26 est en un des trois métaux, argent, nickel ou or et d'une épaisseur e_{22} et e_{26} comprise entre 1 μm et 10 μm, préférentiellement de 5 μm. La face arrière 26 est polarisée positivement de manière à pouvoir être reliée au pôle positif d'un générateur de tension alternative (non représenté).

La couche métallique 30 est, dans la variante de réalisation actuellement décrite, réalisée non pas par une métallisation supplémentaire, mais par l'apport d'un élément additionnel, à savoir une lame métallique 30. Cette lame métallique 30, préférentiellement en cuivre, d'épaisseur e_{30} de 20 μm, de même géométrie que la face arrière 26 est fixée sur la face arrière 26 par brasage à froid pour augmenter les contacts électriques entre la face arrière 26 et le futur réseau d'interconnexion 20 (représenté sur la figure 5).

L'assemblage de la face arrière 26 de l'élément piézo-électrique 16, *a fortiori* de la face arrière de la lame métallique 30 sur l'élément acoustiquement isolant 18, permettant de faciliter les opérations ultérieures, se fait préférentiellement par collage.

L'élément acoustiquement isolant 18 peut aussi être directement moulé sur la face arrière de la lame métallique 30. L'élément acoustiquement isolant 18 est préférentiellement composé d'un polymère d'époxy chargé de particules de carbure de tungstène. La face arrière 18A de l'élément acoustiquement isolant 18 n'est pas plane, de manière à éviter le renvoi de l'onde émise sur la face d'émission ; la face est préférentiellement ondulée ou, si la place le permet dans la sonde 10, en forme de pyramide.

Dans le but de préparer l'interconnexion électrique des couches de métallisation avec le réseau d'interconnexion, une rectification mécanique de l'ensemble ainsi obtenu céramique piézo-électrique 16 - lame métallique 30 - élément acoustiquement isolant 18, permet de bien mettre à niveau les différentes surfaces avant de générer le réseau d'interconnexion 20. Cette étape permet d'éviter toute opération d'interconnexion par soudage ou brasage, qui serait délicate, étant donné la faible épaisseur e_{16} de la céramique piézo-électrique 16.

On se réfère à présent à la figure 5 sur laquelle l'élément acoustiquement isolant 18 est montré en transparence pour faire apparaître les deux circuits 20A et 20B. On réalise le réseau d'interconnexion 20 qui comporte un premier circuit électrique 20A sur la première face adjacente 40 de l'élément acoustiquement isolant 18 et un deuxième circuit électrique 20B sur la deuxième face adjacente 42.

Selon une première variante de l'invention, les circuits électriques superficiels 20A et 20B sont obtenus par dépôt métallique, en phase vapeur PVD, CVD, par pulvérisation, par dépôt chimique, ou électrochimique, etc.

Quel que soit le procédé de dépôt employé, les couches de métallisation varient entre 1 μm et 15 μm d'épaisseur, en étant préférentiellement de 5 μm et sont faites avec de l'argent, du cuivre ou de l'or. La métallisation se fait sur les quatre faces de l'ensemble céramique piézo-électrique 16 - lame métallique 30 - élément acoustiquement isolant 18 sans masque.

Afin de délimiter le réseau d'interconnexion 20 en languettes21Ai, respectivement 21Bi, et en périphérique 44A, respectivement 44B, sur la face 40, respectivement 42, on enlève une partie des dépôts ainsi obtenus, par laser par exemple. Ainsi, on obtient un premier circuit électrique 20A, respectivement un deuxième circuit électrique 20B, comportant trente-deux languettes 21Ai, respectivement 21Bi, et un périphérique 44A, respectivement 44B, sur la première face adjacente 40, respectivement deuxième face adjacente 42.

Chacune des languettes 21Ai et 21Bi est reliée à la face arrière 26 de la céramique piézo-électrique 16, hormis les deux languettes extrêmes de chaque face $21A_1$, $21B_1$, $21A_n$, $21B_n$, qui permettent de relier chacun des périphériques 44A et 44B à la face avant 22. Le contact entre les

périphériques 44A et 44B et la face avant 22 se fait soit par le contact entre les languettes extrêmes $21A_1$, $21B_1$, $21A_n$, $21B_n$ lorsqu'elles sont suffisamment longues et l'épaisseur la face avant 22, soit par le contact entre les languettes extrêmes $21A_1$, $21B_1$, $21A_n$, $21B_n$ et les faces 40' et 42' transversales aux faces 40 et 42.

Lors de la réalisation des languettes 21Ai et 21Bi, préférentiellement par laser, on veillera à décaler les languettes 21Ai de la première face adjacente 40, des languettes 21Bi de la deuxième face adjacente 42, d'un pas compris entre 0,1 mm et 1 mm, préférentiellement de 0,15 mm, ce qui permettra de connecter les soixante-quatre éléments piézo-électriques 16i réalisés par la suite avec les circuits électriques 20A et 20B.

L'étape suivante consiste à découper la céramique piézo-électrique 16 en une multitude de sections 16i sensiblement parallèles entre-elles selon une direction sensiblement transversale à la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique, c'est-à-dire dans la direction de propagation de l'onde.

Pour ce faire, on peut par exemple procéder par ablation laser de la céramique 16 en soixante-quatre sections 16i. Les sections 16i sont ainsi sensiblement parallèles entre-elles.

Comme représenté sur la figure 3A, on forme ainsi soixante-cinq rainures 34i entre les sections 16i, d'une de longueur L_{34i} variant de 0,08 mm à 0,30 mm selon l'épaisseur e_{16} de la céramique 16. Pour une épaisseur de céramique de 0,1 mm, on réalise des rainures 34i de longueur L_{34i} 0,15 mm pour être certain de bien avoir sectionné la céramique sur toute son épaisseur et garantir ainsi l'absence de contact entre les sections 16i. La largeur l_{34i} de ces rainures 34i est de l'ordre de 0,05 mm.

Pour consolider mécaniquement la céramique 16 ainsi sectionnée et isoler les sections 16i électriquement et acoustiquement les unes des autres, on comble les rainures 34i avec une résine 32i de type époxy. La résine forme des entretoises 32i qui permettent en outre de remettre à niveau la face avant 22 de la céramique 16 sectionnée.

On procède ensuite à une métallisation supplémentaire de la face avant 22 de manière à mettre en contact toutes les sections 16i entre-elles, qui sont en fait reliées à la masse 24 de la sonde 10 (représenté sur

la figure 1). Cette métallisation peut se faire de la même manière que les circuits électriques superficiels 20A et 20B à savoir par dépôt de métal en veillant à bien masquer les circuits électriques superficiels 20A et 20B reliés à la face arrière 26, de manière à ne pas les recouvrir, ce qui conduirait à les relier à la face avant 22. Les périphériques 44A et 44B peuvent être réalisés indifféremment lors de la métallisation permettant d'obtenir les languettes 21Ai et 21Bi précédemment décrite ou lors de la métallisation finale de la face avant 22, puisqu'ils sont tous deux destinés à être reliés à la face avant 22 mise à la masse 24.

Les soixante-quatre sections 16i sont ainsi reliées par leur face arrière 26 au pôle positif 28 de la sonde 10, par l'intermédiaire des âmes 25Ai de câbles coaxiaux 25i fixés préférentiellement par soudage sur les languettes 21Ai et 21Bi en alternance d'une face adjacente 40, 42 sur l'autre de manière à former une interconnexion électrique des sections 16i, tandis qu'elles sont reliées communément sur leur face avant 22 à la masse 24.

Pour finir le transducteur 12, on dispose préférentiellement une lame quart d'onde 38 sur la face avant 22 par collage ou bien par surmoulage, de manière à adapter les différentes impédances acoustiques et augmenter le rendement de la sonde 10. La lame quart d'onde 38 est préférentiellement en époxy, d'une épaisseur e_{38} de 0,0113 mm.

Selon une autre variante de réalisation, on peut remplacer la lame métallique 30 et les circuits électriques superficiels 20A et 20B précités par un clinquant 46, préférentiellement en cuivre, les autres éléments étant identiques à ceux précédemment cités.

Un tel clinquant 46, représenté sur la figure 6, comporte d'une part, une zone pleine 30' correspondant à la couche métallique 30 et d'autre part, les circuits électriques 20A et 20B constitués des languettes 21Ai et 21Bi et des périphériques 44A et 44B. Le clinquant 46 se présente sous la forme d'une feuille de cuivre d'une épaisseur comprise entre 5 μm et 50 μm.

Le clinquant 46 est plié en forme de U, de manière à faire apparaître les circuits électriques 20A et 20B sensiblement transversalement à la zone pleine 30'.

Comme illustré sur la figure 7, le clinquant 46 est ensuite assemblé avec la céramique 16 par brasage à une température modérée, comprise entre 70°C et 90°C.

L'élément acoustiquement isolant 18 de forme parallélépipédique, représenté sur la figure 8 est ensuite directement moulé dans la forme U du clinquant 46 qui fait office de moule. La face 18' de l'élément acoustiquement isolant 18 étant alors celle qui est en contact avec le fond du U.

Les opérations suivantes qui consistent à sectionner la céramique 16 en multi-éléments 16i, à métalliser la face avant 22 à l'aide d'un masque (non représenté) couvrant les circuits électriques et à mettre en place la lame quart d'onde 38 sont exactement les mêmes que celles précédemment énoncées. Une étape supplémentaire est toutefois nécessaire ; il s'agit de séparer les deux périphériques 44A et 44B de la zone pleine 30' au niveau du pli pour qu'ils ne soient pas reliés au pôle positif 28 de l'alimentation électrique, mais bien à la masse 24. Pour réaliser le contact entre les deux périphériques 44A et 44B et la face avant 22, on procède soit par métallisation des faces transversales 40' et 42', comme précédemment décrit au cours de la métallisation finale de la face avant 22, soit on prévoit une forme de cliquant 46 ayant des portions adjacentes qui leur permettent de venir en contact avec la face avant 22.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de transducteurs piézo-électriques multi-éléments (12), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on amène un élément piézo-électrique (16) comportant au moins une face avant (22) et une face arrière (26) longitudinales métallisées et polarisées,

- on fixe ladite face arrière (26) métallisée sur une face longitudinale d'un élément acoustiquement isolant (18) pour former un ensemble solidaire,

- on dispose un premier circuit électrique superficiel (20A) au moins sur une partie d'une première face adjacente (40) de l'ensemble (16, 18), ladite première face adjacente (40) de l'ensemble (16, 18) étant longitudinale et adjacente à ladite face avant (22) de l'élément piézo-électrique (16),

- on fractionne ledit ensemble (16, 18) en sections (16i) en réalisant des rainures (34i) sensiblement transversales aux dites faces métallisées (22, 26) dudit ensemble (16, 18) tout en conservant un réseau d'interconnexion électrique (20) pour relier la face arrière (26) de chacune desdites sections (16i) à un pôle positif (28) d'une alimentation électrique,

- on remplit chacune desdites rainures (34i) avec une entretoise diélectrique (32i) et,

- on applique un revêtement électriquement conducteur sur la face avant (22) desdites sections (16i) qui est connecté audit réseau d'interconnexion électrique (20) pour relier la face avant (22) de chacune desdites sections (16i) à une masse (24) commune.

2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on réalise en outre une couche métallique arrière (30, 30') entre la face arrière (26) dudit élément piézo-électrique (16) et ladite face longitudinale (18') dudit élément acoustiquement isolant (18) avant de fixer ladite face arrière (26) sur ladite face longitudinale (18') dudit élément acoustiquement isolant (18).

3. Procédé de fabrication selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on utilise une couche métallique (30) en cuivre et en ce que lesdites métallisations de chacune desdites faces longitudinales métallisées

(22, 26) dudit élément piézo-électrique (16) sont en argent, en or ou en nickel.

4. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on fixe en outre une lame quart d'onde (38) sur la face avant (22) de l'élément piézo-électrique sectionné (16).

5. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on découpe ledit élément piézo-électrique (16) pour obtenir lesdites sections (16i).

6. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on réalise lesdites sections (16i) par ablation laser de l'élément piézo-électrique (16).

7. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on colle ladite lame quart d'onde (38) sur la face avant (22) de l'ensemble sectionné (16i).

8. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on surmoule ladite lame quart d'onde (38) sur la face avant (22) de l'ensemble sectionné (16i).

9. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que ledit réseau d'interconnexion (20) comprend des languettes (21Ai, 21Bi) reliées à ladite couche métallique (30, 30') et un raccord périphérique (44A, 44B) relié à ladite face avant (22) de l'élément piézo-électrique (16).

10. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on dispose en outre un deuxième circuit électrique superficiel (20B) semblable au premier circuit électrique (20A), au moins sur une partie de la deuxième face adjacente (42) de l'ensemble (16, 18).

11. Procédé de fabrication selon les revendications 9 et 10, caractérisé en ce que les sections (16i) sont respectivement reliées en alternance à une languette (21Ai) de la première face adjacente (40) et à une languette (21Bi) de la deuxième face adjacente (42) de manière à former une interconnexion électrique (20) des sections (16i) entre lesdites première (40) et deuxième (42) faces adjacentes.

12. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on réalise

l'assemblage de ladite face arrière (26) de l'élément piézo-électrique (16) sur ladite face longitudinale (18') de l'élément acoustiquement isolant (18) par moulage.

13. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on réalise l'assemblage de ladite face arrière (16) de l'élément piézo-électrique (16) sur ladite face longitudinale (18') de l'élément acoustiquement isolant (18) par collage.

14. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on réalise au moins ledit circuit électrique superficiel (20A, 20B) et/ou ledit revêtement électriquement conducteur par dépôt métallique.

15. Procédé de fabrication selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'on réalise ledit dépôt en phase vapeur.

16. Procédé de fabrication selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'on réalise ledit dépôt par dépôt électrochimique.

17. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que l'on enlève une partie dudit dépôt métallique pour délimiter ledit réseau d'interconnexion (20).

18. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, caractérisé en ce que l'on réalise ledit réseau d'interconnexion (20) par laser.

19. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on réalise l'assemblage de l'élément piézo-électrique (16) avec l'élément acoustiquement isolant (18) avant de réaliser ledit circuit électrique superficiel (20A, 20B).

20. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on ajuste les dimensions desdites faces longitudinales adjacentes (40, 42) de l'ensemble (16, 18, 30) pour faire affleurer lesdites métallisations des faces avant (22) et arrière (26) de l'élément piézo-électrique (16) avant de réaliser ledit circuit électrique superficiel (20A, 20B).

21. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que l'on réalise un clinquant (46) pour former ladite couche métallique (30) et ledit circuit électrique

superficiel (20A, 20B) d'au moins une desdites faces adjacentes (40, 42) dudit ensemble (16, 18).

22. Procédé de fabrication selon la revendication 21, caractérisé en ce que l'on réalise ledit clinquant (46) en cuivre.

23. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 21 à 22, caractérisé en ce que l'on recouvre la face arrière (26) dudit élément piézo-électrique (16) et au moins une face adjacente (40, 42) dudit élément acoustiquement isolant (18) avec ledit clinquant (46) en le pliant.

24. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 21 à 22, caractérisé en ce que, avant de réaliser l'assemblage avec l'élément acoustiquement isolant (18), on plie ledit clinquant (46) et on fixe ledit clinquant (46) sur ledit élément piézo-électrique (16) par brasage.

25. Procédé de fabrication selon les revendications 21 à 24, caractérisé en ce que l'on moule ledit élément acoustiquement isolant (18) dans ledit clinquant (46).

26. Transducteur piézo-électrique multi-éléments (12), caractérisé en ce qu'il comporte :

- un élément acoustiquement isolant (18) présentant au moins une face longitudinale (18'),

- un élément piézo-électrique (16) comportant une face avant (22) et une face arrière (26) métallisées et polarisées, ladite face arrière (26) étant fixée sur ledit élément acoustiquement isolant (18) pour former un ensemble (16, 18) qui comporte une face avant (22) longitudinale pourvue de rainures (34i) délimitant des sections (16i) sensiblement parallèles entre-elles selon une direction sensiblement transversale à la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique (16) et,

- un réseau d'interconnexion (20) formé sur ledit élément acoustiquement isolant (18) pour relier la face arrière (26) desdites sections (16i) à un pôle positif (28) d'une alimentation électrique et la face avant (22) desdites sections (16i) à une masse (24) commune.

27. Transducteur piézo-électrique (12) selon la revendication 26, caractérisé en ce que lesdites rainures (34i) comportent une entretoise (32i) diélectrique destinée à isoler électriquement lesdites sections (16i).

28. Transducteur piézo-électrique selon la revendication 27, caractérisé en ce que ladite entretoise (32i) diélectrique comporte une résine.

29. Transducteur piézo-électrique selon l'une quelconque des revendications 26 à 28, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une lame quart d'onde (38) fixée sur la face avant (22) l'élément piézo-électrique sectionnée (16).

30. Transducteur piézo-électrique selon l'une quelconque des revendications 26 à 29, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une couche métallique (30) entre ledit élément acoustiquement isolant (18) et ladite face arrière (26) dudit élément piézo-électrique (16).

31. Transducteur piézo-électrique selon l'une quelconque des revendications 26 à 30, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un clinquant (46).

32. Transducteur piézo-électrique selon la revendication 31, caractérisé en ce que ledit clinquant (46) est en cuivre.

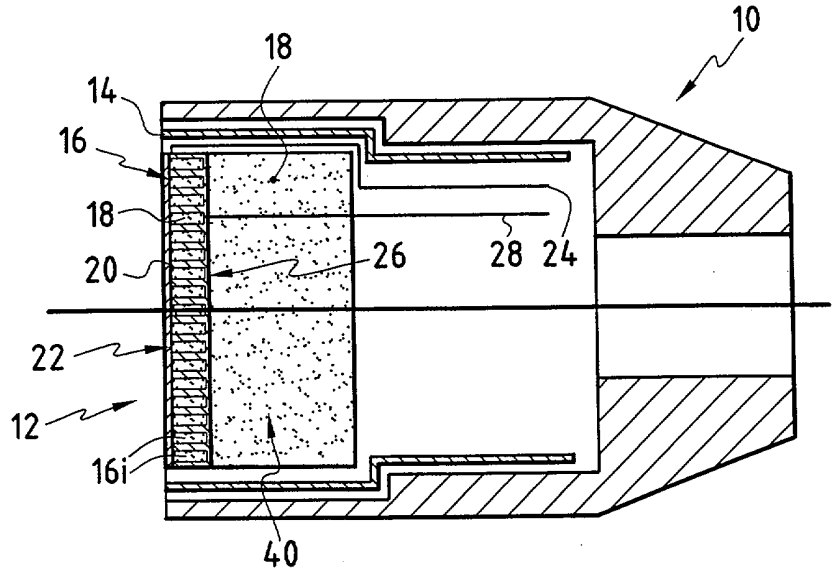

10
18
14
16
18
20
26
28
24
22
12
16i
40

FIG.1

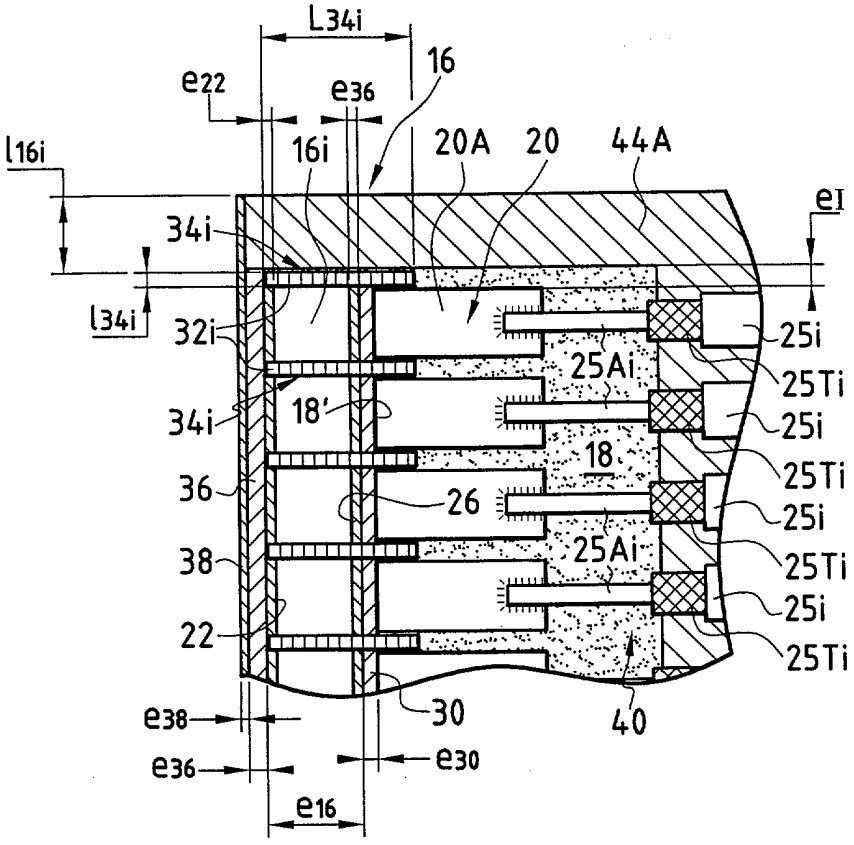

L34i
16
e22
e36
l16i
16i
20A
20
44A
eI
34i
l34i
32i
25i
25Ai
25Ti
18'
34i
18
36
26
38
22
30
40
e38
e36
e30
e16

FIG.2

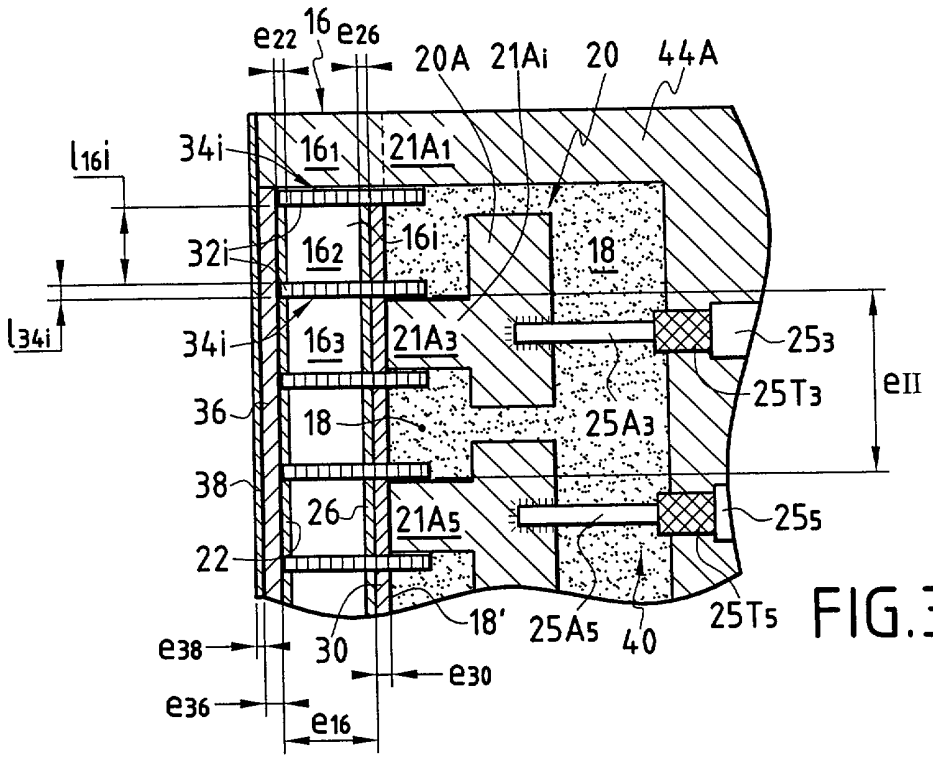

e22
16
e26
20A
21Ai
20
44A
l16i
34i
161
21A1
32i
162
16i
18
l34i
34i
163
21A3
253
25T3
eII
36
18
25A3
38
26
21A5
255
22
18'
25A5
40
25T5
e38
30
e30
e36
e16

FIG.3A

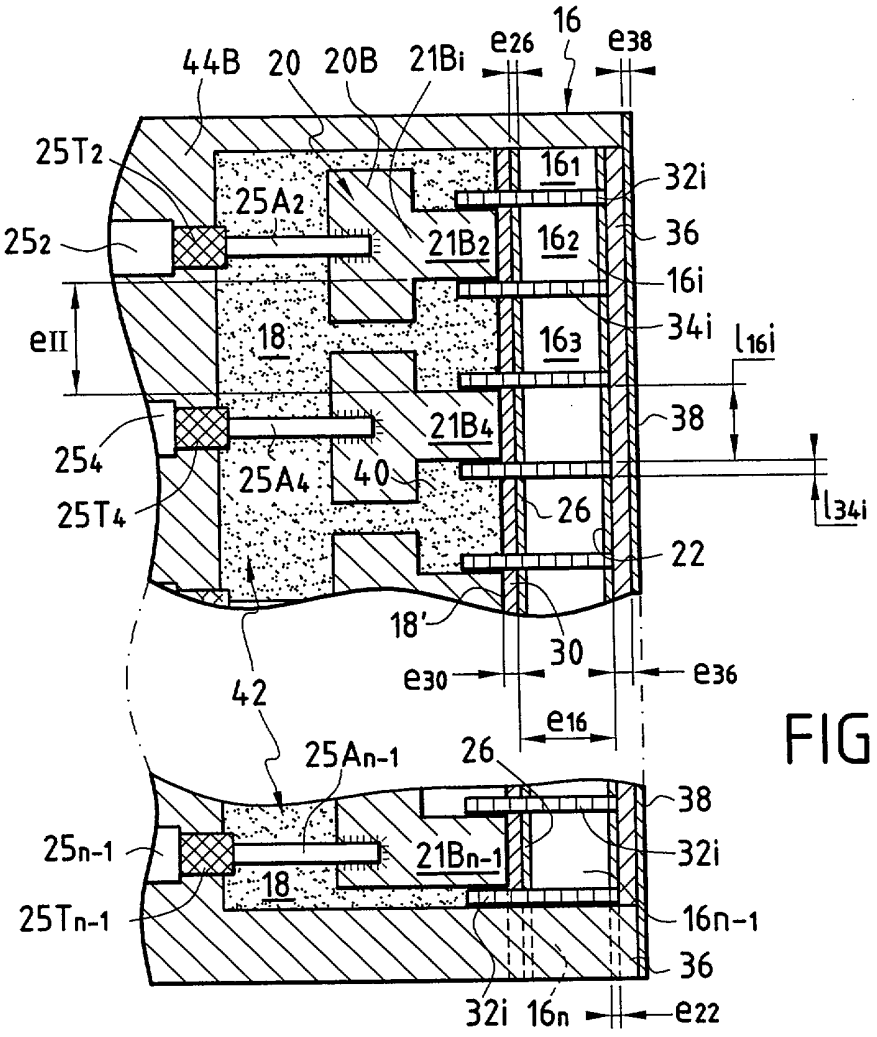

44B
20
20B
21Bi
e26
16
e38
25T2
161
32i
25A2
252
21B2
162
36
16i
eII
18
163
34i
l16i
38
21B4
254
25A4
40
25T4
26
l34i
22
18'
30
42
e30
e36
e16
25An-1
26
38
25n-1
21Bn-1
32i
18
25Tn-1
16n-1
36
32i
16n
e22

FIG.3B

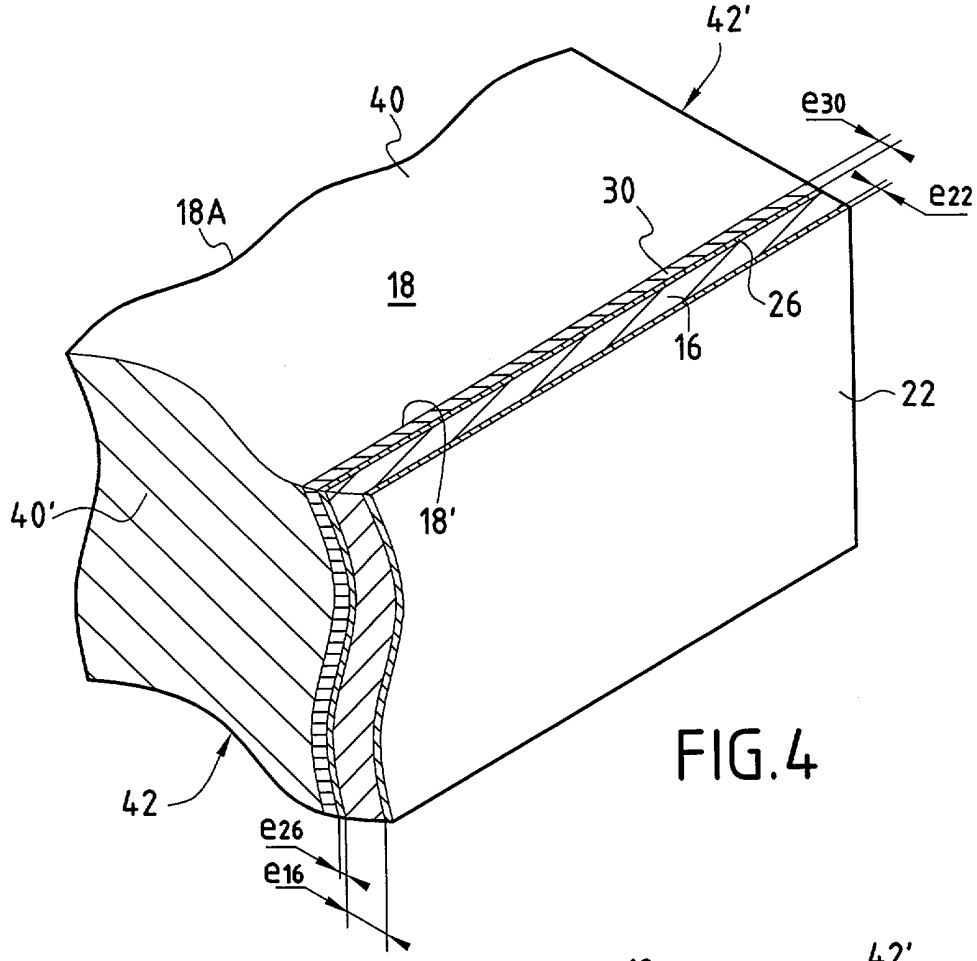

42'
40
e30
e22
18A
30
18
26
16
22
40'
18'
42
e26
e16

FIG.4

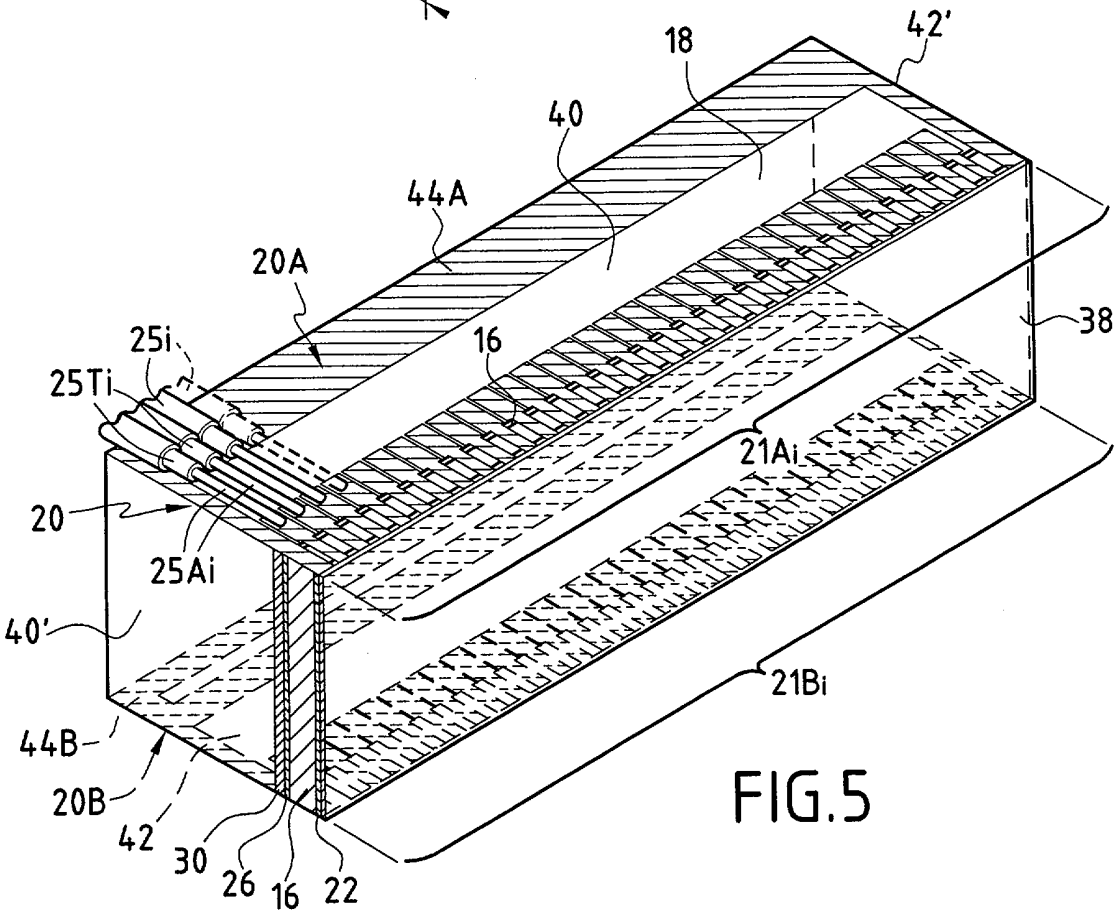

18
42'
40
44A
20A
38
25i
16
25Ti
21Ai
20
25Ai
40'
21Bi
44B
20B
42
30
26
16
22

FIG.5

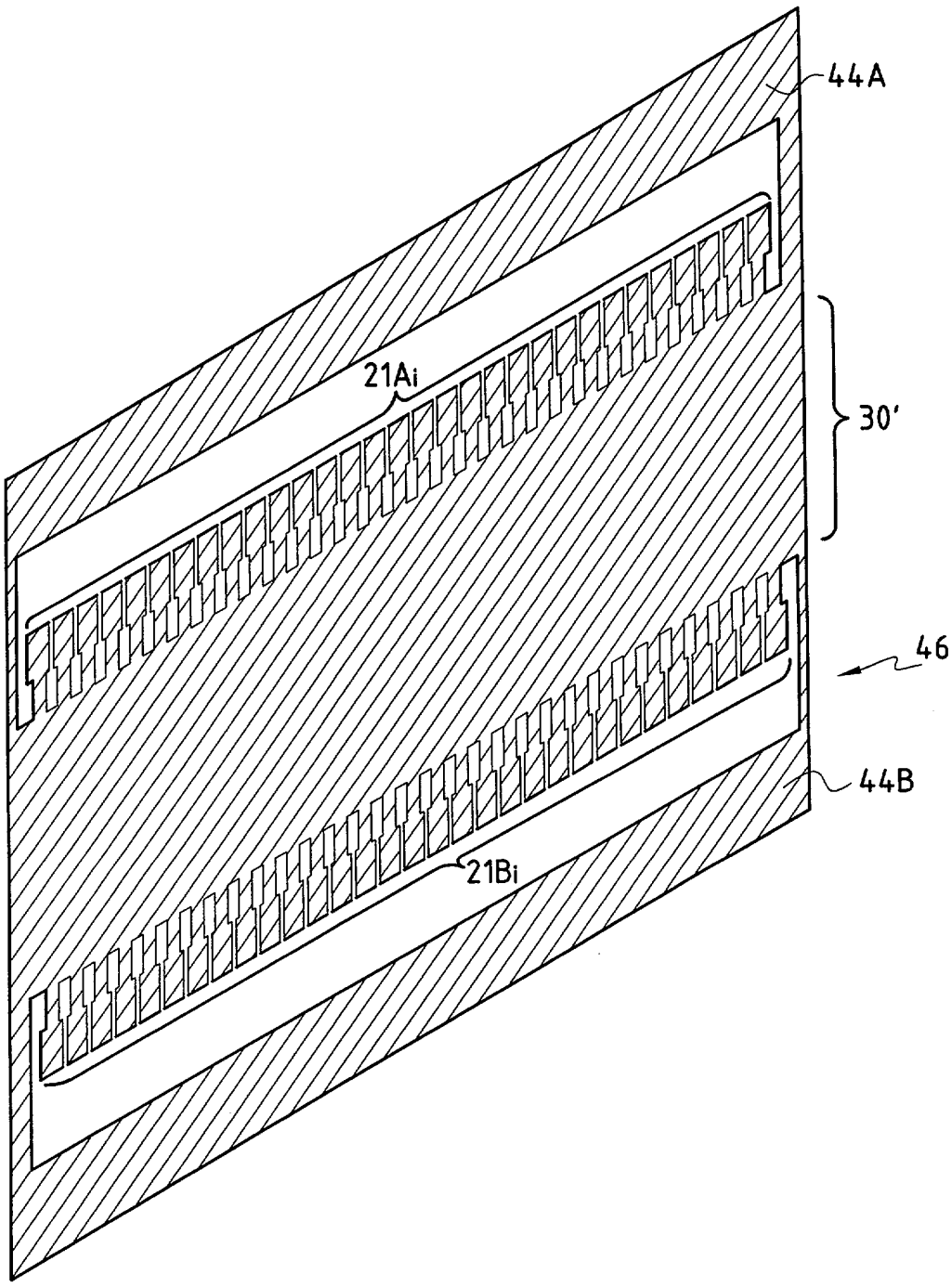


FIG.6

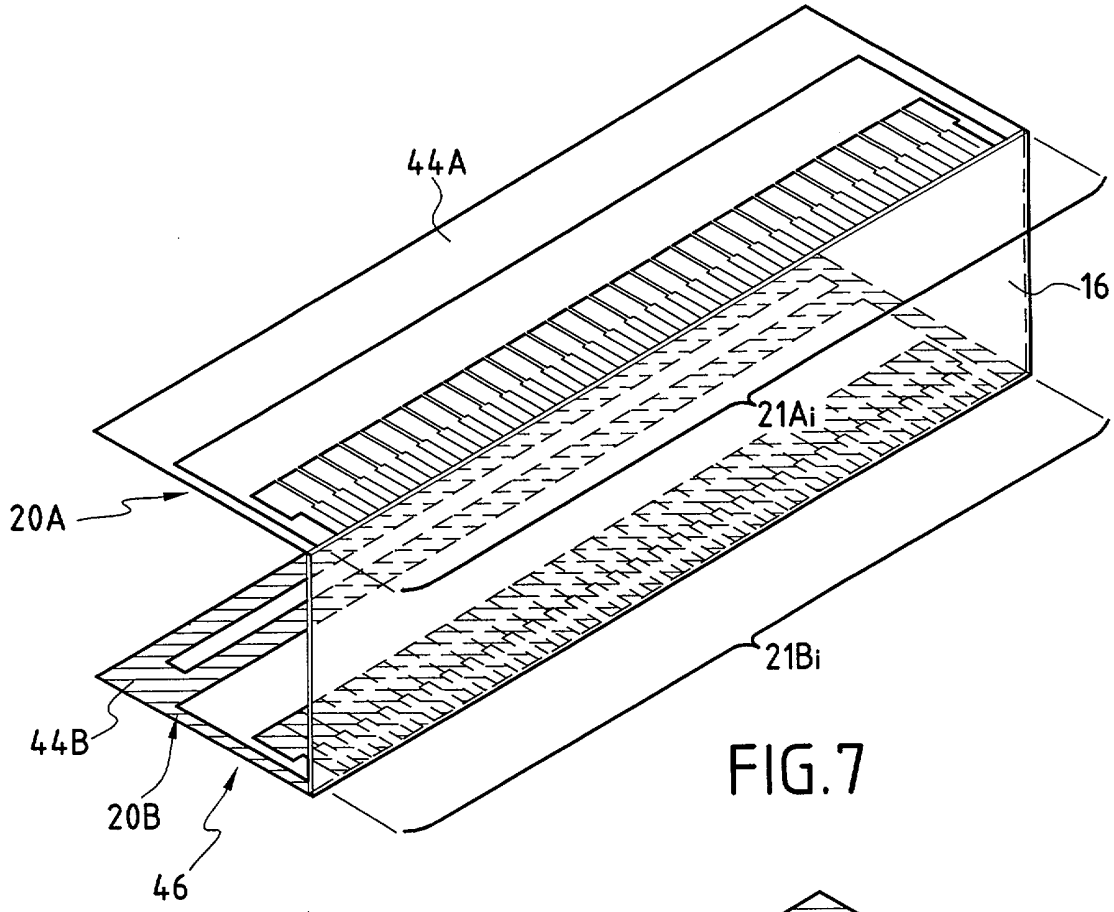

44A
16
21Ai
20A
21Bi
44B
20B
46

FIG.7

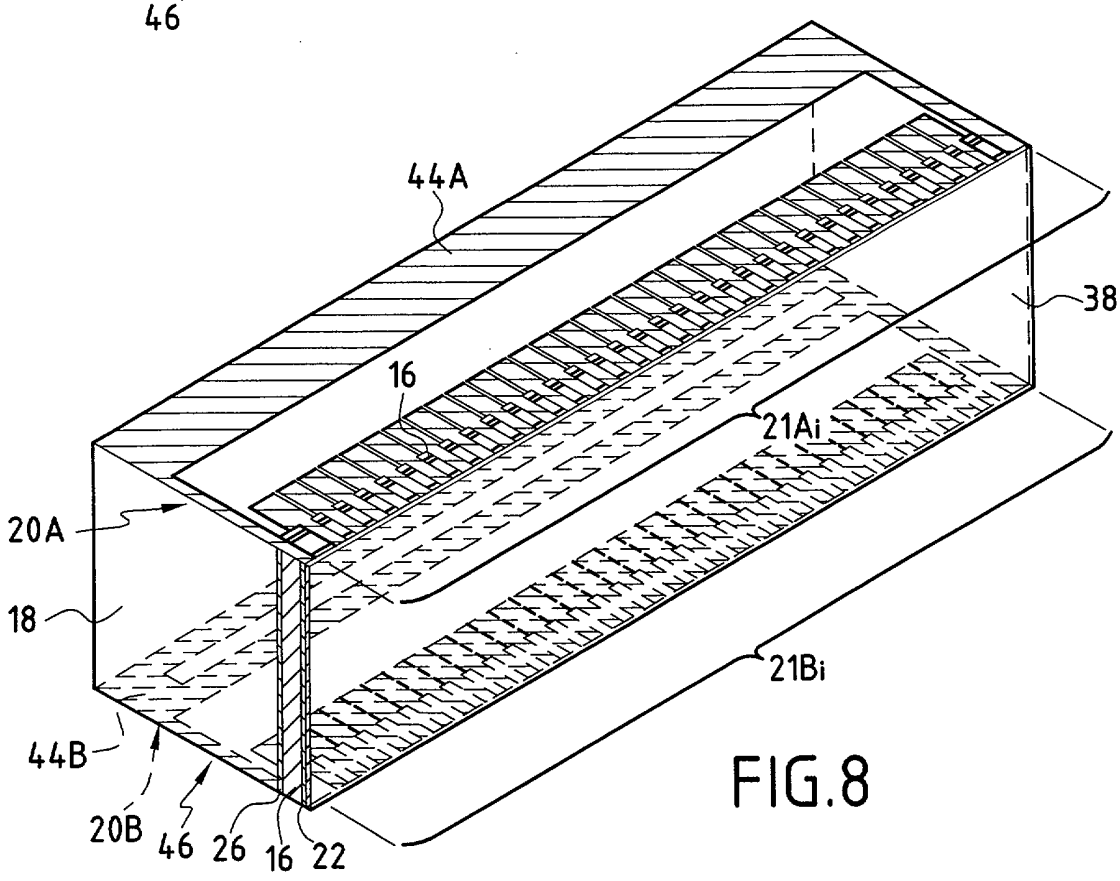

44A
38
16
21Ai
20A
18
21Bi
44B
20B
46
26
16
22

FIG.8

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INPI
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

2828056

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 608869
FR 0109987

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 616 152 A (SAITO KOETSU ET AL) 7 octobre 1986 (1986-10-07) * colonne 2, ligne 15 - colonne 4, ligne 2 * ---	1,2,4-9, 13,20, 26-30	H04R17/00 H04R1/46
X	US 5 792 058 A (SLIWA JR JOHN WILLIAM ET AL) 11 août 1998 (1998-08-11) * colonne 4, ligne 29 - ligne 30 * * colonne 5, ligne 26 - colonne 7, ligne 29 * * colonne 9, ligne 49 - colonne 10, ligne 9 * ---	1-3,5,9, 10,13, 21-24, 26-28, 30-32	
A	US 5 774 960 A (DE FRAGUIER SIXTE ET AL) 7 juillet 1998 (1998-07-07) * colonne 2, ligne 33 - colonne 3, ligne 35 * ---	10,11, 14-18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	EP 0 294 826 A (FUJITSU LTD) 14 décembre 1988 (1988-12-14) * colonne 9, ligne 53 - colonne 10, ligne 10 * ---	12,25	B06B
A	US 5 810 009 A (MINE YOSHITAKA ET AL) 22 septembre 1998 (1998-09-22) * colonne 15, ligne 38 - colonne 16, ligne 52 * -----	19	

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
12 avril 2002	Häusser, T

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 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 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0109987 FA 608869

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12-04-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 4616152	A	07-10-1986	JP	1613836 C	15-08-1991
			JP	2039251 B	04-09-1990
			JP	60100950 A	04-06-1985
			EP	0142318 A2	22-05-1985
US 5792058	A	11-08-1998	US	5438998 A	08-08-1995
			AT	189415 T	15-02-2000
			AU	688334 B2	12-03-1998
			AU	7020994 A	23-03-1995
			CA	2129946 A1	08-03-1995
			DE	69422867 D1	09-03-2000
			DE	69422867 T2	07-12-2000
			EP	0641606 A2	08-03-1995
			JP	7107595 A	21-04-1995
US 5774960	A	07-07-1998	FR	2702309 A1	09-09-1994
EP 0294826	A	14-12-1988	JP	2545861 B2	23-10-1996
			JP	63310299 A	19-12-1988
			DE	3870986 D1	17-06-1992
			EP	0294826 A1	14-12-1988
			US	4825115 A	25-04-1989
US 5810009	A	22-09-1998	JP	8089505 A	09-04-1996
			JP	8307996 A	22-11-1996

EPO FORM P0465