



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



(11) Numéro de publication: 0 332 637 B1

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication de fascicule du brevet: 20.01.93 (51) Int. Cl.<sup>5</sup>: G10K 11/32

(21) Numéro de dépôt: 87907784.0

(22) Date de dépôt: 24.11.87

(86) Numéro de dépôt internationale :  
PCT/FR87/00466

(87) Numéro de publication internationale :  
WO 88/04089 (02.06.88 88/12)

### (54) SONDE POUR APPAREIL A ULTRASONS MUNIE D'UN ARRANGEMENT CONCAVE D'ELEMENTS PIEZO-ELECTRIQUES.

(30) Priorité: 28.11.86 FR 8616664

(E-81) (848), 12 November 1981, & JP-A-56102191

(43) Date de publication de la demande:  
20.09.89 Bulletin 89/38

Patent Abstracts of Japan, Vol. 10, No. 27  
(E-378) (2084), 4 February 1986, & JP-A-60185500

(45) Mention de la délivrance du brevet:  
20.01.93 Bulletin 93/03

(73) Titulaire: GENERAL ELECTRIC CGR S.A.  
100, rue Camille-Desmoulins  
F-92130 Issy les Moulineaux(FR)

(84) Etats contractants désignés:  
AT DE GB IT NL

(72) Inventeur: DUBUT, Patrick  
155, route de la Madeleine  
F-06140 Tourrettes-sur-Loup(FR)

(56) Documents cités:  
DE-A- 3 437 862

(74) Mandataire: Ballot, Paul Denis Jacques et al  
Cabinet Ballot-Schmit, 7, rue le Sueur  
F-75116 Paris(FR)

Patent Abstracts of Japan, vol. 10, No 113  
(E-3999) (2170 26 April 1986), & JP-A-60249500

Patent Abstracts of Japan, vol. 7, No. 27  
(E-156)(1172), 3 February 1983, & JP-A-57181299

Patent Abstracts of Japan, Vol. 5, No. 176

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention a pour objet une sonde pour appareil à ultrasons munie d'un arrangement concave d'éléments piézo-électriques. Une telle sonde est utilisable en particulier dans le domaine médical en association avec un appareil de type échographe. Elle peut néanmoins trouver son application dans d'autres domaines où on emploie des ultrasons et où, pour des besoins de focalisation, on a de préférence recours à des sondes munies d'éléments piézo-électriques répartis sur une surface concave.

Une sonde d'appareil à ultrasons comporte en principe une pluralité d'éléments transducteurs piézo-électriques pour transformer des signaux électriques appliqués aux éléments en excitations mécaniques et réciproquement. Ces éléments piézo-électriques sont rangés dans la tête de la sonde selon une répartition de type matriciel, le plus souvent à deux dimensions, quelques fois à une dimension par exemple en une barrette. La réalisation d'une telle sonde confrontée à la nécessité d'alimenter électriquement, indépendamment, chacun des éléments n'est pas un problème simple. Une solution de principe consiste à fixer sur un support souple métallisé une plaque d'un cristal piézo-électrique, et à effectuer des découpes dans cette plaque sans entamer trop le support. De cette manière on obtient la distribution recherchée des éléments. En ayant effectué des découpes suffisamment larges et en courbant le support élastique, on peut lui imposer une forme concave voulue. Ce faisant l'alimentation électrique des deux faces des éléments piézo-électriques n'est pas facilement résolue. En effet l'émission acoustique utile se propageant du côté de la concavité, il est malvenu de réaliser sur cette surface des circuits de connexion indépendants. Ceci est d'autant plus gênant que pour des raisons de propagation acoustique il est nécessaire de placer au dessus de chacun des éléments une lame de transition acoustique dont l'épaisseur est sensiblement égale au quart de la longueur d'onde de l'onde, qui la traverse, à la fréquence de travail de la sonde. Ce problème de connexion est un frein important au développement des sondes, en particulier celles dont l'arrangement piézo-électrique est bidimensionnel.

Les caractéristiques du préambule de la revendication 1 sont connues de l'abrévégé japonais 57181299. Le support 1 connu de ce document est thermo-déformable et la lame de transition acoustique est morcelée par des traits de scie. Il est connu de l'abrévégé japonais 60249500 de joindre des éléments 3 à un plateau 4. Ce plateau n'est pas décrit comme étant une lame de transition acoustique.

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients en remarquant que pour les applications recherchées, avec une focalisation imposée par la courbure de l'arrangement des éléments, il n'est pas gênant que les sommets des éléments recouverts de leur lame de transition se touchent les uns les autres dans la concavité de la sonde. Dans l'invention on a alors eu l'idée d'inverser le problème et d'utiliser une lame de transition commune, métallisée continuellement sur toute sa surface, et contre laquelle sont fixés tous les éléments piézo-électriques. Il en résulte que la connexion électrique de différenciation de tous les éléments peut se faire par l'arrière de la sonde, là où auparavant il y avait le support. Ces circuits électriques de connexion perturbent l'onde arrière de la sonde, ce qui est sans importance : ils ne gênent pas le fonctionnement utile de la sonde. On obtient les arrangements concaves d'éléments piézo-électriques en utilisant des lames souples, éventuellement thermo-déformables.

Les métallisations des faces avant et arrière permettent d'appliquer un champ électrique parallèle à la direction de propagation des ondes acoustiques. Cette disposition est avantageuse car elle améliore le coefficient de couplage entre le champ électrique et le champ acoustique.

Les éléments piézo-électriques comportent par exemple des éléments en plastique comme par exemple le PVF<sub>2</sub> ou le PVT<sub>2</sub>F copolymère ; une céramique comme par exemple le PZT, le PZT composite polymère ou le PBTiO<sub>3</sub> ou un cristal.

L'invention a donc pour objet une sonde pour appareil à ultrasons munie d'un arrangement concave d'éléments piézo-électriques, ces éléments étant recouverts chacun, sur leur face émissive en regard de la concavité, d'une lame de transition acoustique, caractérisé en ce que ces lames sont adjacentes et constituent une même lame monobloc continue recouvrant une pluralité d'éléments.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Elles ne sont données qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

- figure 1 : une sonde conforme à l'invention;
- figure 2 : un détail de réalisation de la sonde de la figure 1 au cours de son procédé de réalisation;
- figure 3 : un détail de réalisation du circuit de connexion des éléments piézo-électriques.

La figure 1 représente une sonde conforme à l'invention. Celle-ci comporte un arrangement concave 1 d'éléments piézo-électriques tels que 2. La concavité est une concavité dans deux dimensions orthogonales : la surface est gauche. Elle peut bien entendre être concave dans une dimen-

sion et dans ce cas la surface est cylindrique. Les éléments sont recouverts chacun, sur leur face 3 en regard de la concavité, d'une lame de transition acoustique. Par exemple pour l'élément 2 sa lame 4 de transition est limitée en partie par des tirets sur le dessin. La caractéristique de la sonde de l'invention réside dans le fait que des lames adjacentes constituent une même lame monobloc 5, continue, recouvrant une pluralité d'éléments, en général la totalité des éléments. Pour assurer la liaison électrique aux électrodes 6 (obtenues par métallisation) des éléments piézo-électriques, la lame 5 est munie sur sa face en regard de ces éléments d'une métallisation 7 qui vient au contact des métallisations de ces éléments. Les autres métallisations 8 des éléments piézo-électriques peuvent être raccordés d'une manière classique. Ces liaisons peuvent être incorporées à une base 9 qui peut servir par ailleurs à maintenir et manipuler la sonde. La présence des raccordements électriques différenciés à l'endroit des métallisations 8 ne peut pas provoquer de perturbation dans les signaux acoustiques émis ou reçus car ils sont situés à l'arrière de la sonde par rapport à la direction utile P de propagation.

La figure 2 montre un détail de réalisation de la sonde en un endroit repéré en 10 sur la figure 1. Lors de la fabrication d'une sonde selon l'invention à arrangement concave d'éléments, on colle sur une lame 5 préalablement métallisée avec une couche 7 une plaque d'un cristal piézo-électrique métallisée sur ses deux faces. La métallisation 7 de la lame est de préférence épaisse : dans un exemple elle vaut entre 15 et 20 micromètres. La métallisation du cristal est normale, elle peut être d'une épaisseur bien inférieure. La colle utilisée pour fixer le cristal sur la lame est telle qu'elle permet une continuité électrique en tous endroits entre les deux métallisations. A ce stade de la fabrication, on exécute sur la face arrière du cristal des découpes 11 ayant pour objet de séparer dans la plaque les éléments des uns des autres. La découpe 11 a la particularité d'être effectuée avec précaution. D'une manière préférée sa profondeur étend jusqu'à mi-épaisseur de la métallisation 7 de la lame 5. On sait, avec des tolérances de planéité de l'ordre d'un micromètre, réaliser la rectification des surfaces de la lame et du cristal piézo-électrique. Avec une scie correctement guidée par rapport au plan de l'arrangement, on peut alors faire en sorte que la découpe ne rompe pas la liaison électrique constituée par la métallisation 7.

La figure 3 montre comment on peut réaliser simplement la connexion électrique sur chaque métallisation 8 effectuée sur l'autre face d'un élément. D'une manière préférée on utilise une technologie de thermo-compression. Avec cette technologie on presse l'extrémité 12 de fils de liaison 13

contre les métallisations 8. En échauffant cette extrémité au moment de cette compression, on obtient une connexion électrique suffisante. On agit de même avec un fil 14 qui aboutit sur une partie périphérique 15 de la métallisation 7 de la lame 5.

A ce stade de la réalisation on procède à la courbure de l'arrangement. Cet arrangement peut être concave à une seule dimension ou concave, comme représenté sur la figure 1, à deux dimensions. Dans ce but le matériau qui constitue la lame continue est un matériau déformable. Dans une réalisation préférée le matériau de la lame 5 est même un matériau thermo-déformable. Dans un exemple cette lame est en un polyuréthane polymérisable à froid. Dans ces conditions il suffit de faire subir à l'ensemble lame-cristal ainsi constitué puis découpé, un cycle d'échauffement-refroidissement. Au cours de ce cycle, à chaud, on soumet l'arrangement à des efforts tendant à le déformer de la manière voulue. On peut utiliser dans ce but une forme appropriée pour appuyer contre l'ensemble. Lors du refroidissement, l'ensemble se durcit avec la forme qu'on lui a imposée. Après cette opération on réalise une base 9 pour l'arrangement en coulant, contre les faces arrières des éléments, une matière synthétique polymérisable. Les fils 13 ou 14 émergent de cette base. On les relie ultérieurement aux circuits de commande de l'appareil à ultrasons utilisé.

Les matériaux qui constituent la base sont choisis de préférence parmi ceux susceptibles de présenter une impédance acoustique nulle. D'une manière préférée le contact entre les éléments et la base n'est pas très intime. La présence d'une mince couche d'air interposée est même favorable à l'abaissement de la valeur de l'impédance acoustique arrière. Ce contact lache est rendu possible par le choix d'une liaison thermo-compression comme indiqué : on n'est pas obligé de coller contre les faces arrière des éléments un dispositif de connexion à base de circuit imprimé rigide.

## Revendications

1. Sonde pour appareil à ultrasons munie d'un arrangement concave (Fig. 1) d'éléments (2) piézo-électriques, ces éléments étant recouverts (3) chacun, sur leur face émissive en regard de la concavité, d'une lame (4) de transition acoustique, caractérisé en ce que ces lames sont adjacentes et constituent une même lame (5) monobloc continue recouvrant une pluralité d'éléments.
2. Sonde selon la revendication 1, caractérisée en ce que la lame est métallisée (7) continument et est reliée électriquement à des métallisations (6) réalisées sur des faces des élé-

ments en regard de cette lame.

3. Sonde selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que la lame est en matériau déformable.

4. Sonde selon la revendication 3, caractérisée en ce que la lame est en un matériau thermo-déformable.

5. Sonde selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'arrangement est bi-dimensionnel.

6. Sonde selon l'une quelconques des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'arrangement est une barrette.

7. Sonde selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la concavité est une concavité à deux dimensions (Fig.1).

8. Sonde selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la concavité est une concavité à une dimension.

9. Sonde selon la revendication 2, caractérisée en ce que la métallisation réalisée sur la lame est suffisamment épaisse pour que l'arrangement des éléments soit matérialisé par des séparations (11) qui se prolongent sensiblement jusqu'à mi-hauteur dans la métallisation de la lame.

10. Sonde selon l'une quelconques des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les éléments sont électriquement reliés par des fils (13) thermo-compressés (12) sur leur face (8) opposée à leur face (6) en regard de la lame (7).

## Claims

1. Probe for ultrasound apparatus, provided with a concave arrangement (Fig.1) of piezo-electric elements (2), these elements each being covered (3), on their emission face opposite to the concavity, with an acoustic transition plate (4), characterized by the fact that these plates are adjacent and constitute one single continuous monoblock plate (5) covering a plurality of elements.

2. Probe in accordance with Claim 1, characterized by the fact that the plate is metallized (7) continuously and is electrically connected to metallizations (6) provided on faces of the ele-

ments opposite to this plate.

3. Probe in accordance with either of Claims 1 or 2, characterized by the fact that the plate is made of a deformable material.

4. Probe in accordance with Claim 3, characterized by the fact that the plate is of a thermo-deformable material.

5. Probe in accordance with any one of Claims 1 to 4, characterized by the fact that the arrangement is bidimensional.

6. Probe in accordance with any one of Claims 1 to 4, characterized by the fact that the arrangement consists of a bar.

7. Probe in accordance with any one of Claims 1 to 6, characterized by the fact that the concavity is a bidimensional concavity (Fig.1).

8. Probe in accordance with any one of Claims 1 to 6, characterized by the fact that the concavity is a single-dimension concavity.

9. Probe in accordance with Claim 2, characterized by the fact that the metallization produced on the plate is sufficiently thick to ensure that the arrangement of the elements is obtained by means of separations (11) which extend approximately half-way up the metallization of the plate.

10. Probe in accordance with any one of Claims 1 to 9, characterized by the fact that the elements are electrically connected by wires (13) which are heat-compressed (12) on their face (8) opposite to their face (6) which is opposite to the plate (7).

## Patentansprüche

1. Sonde für ein Ultraschallgerät mit einer konkaven Anordnung (Fig. 1) piezoelektrischer Elemente (2), wobei jedes dieser Elemente an seiner der Hohlfläche zugewandten Sendeoberfläche mit einer akustischen Übergangsschicht (4) abgedeckt (3) ist, dadurch gekennzeichnet, daß diese Schichten aneinander angrenzen und eine einzige durchgehende einstückige Schicht (5) bilden, die mehrere Elemente abdeckt.

2. Sonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht durchgehend metallisiert (7) ist und elektrisch mit Metallisierungen (6) verbunden ist, die an dieser Schicht zuge-

wandten Seiten der Elemente ausgebildet sind.

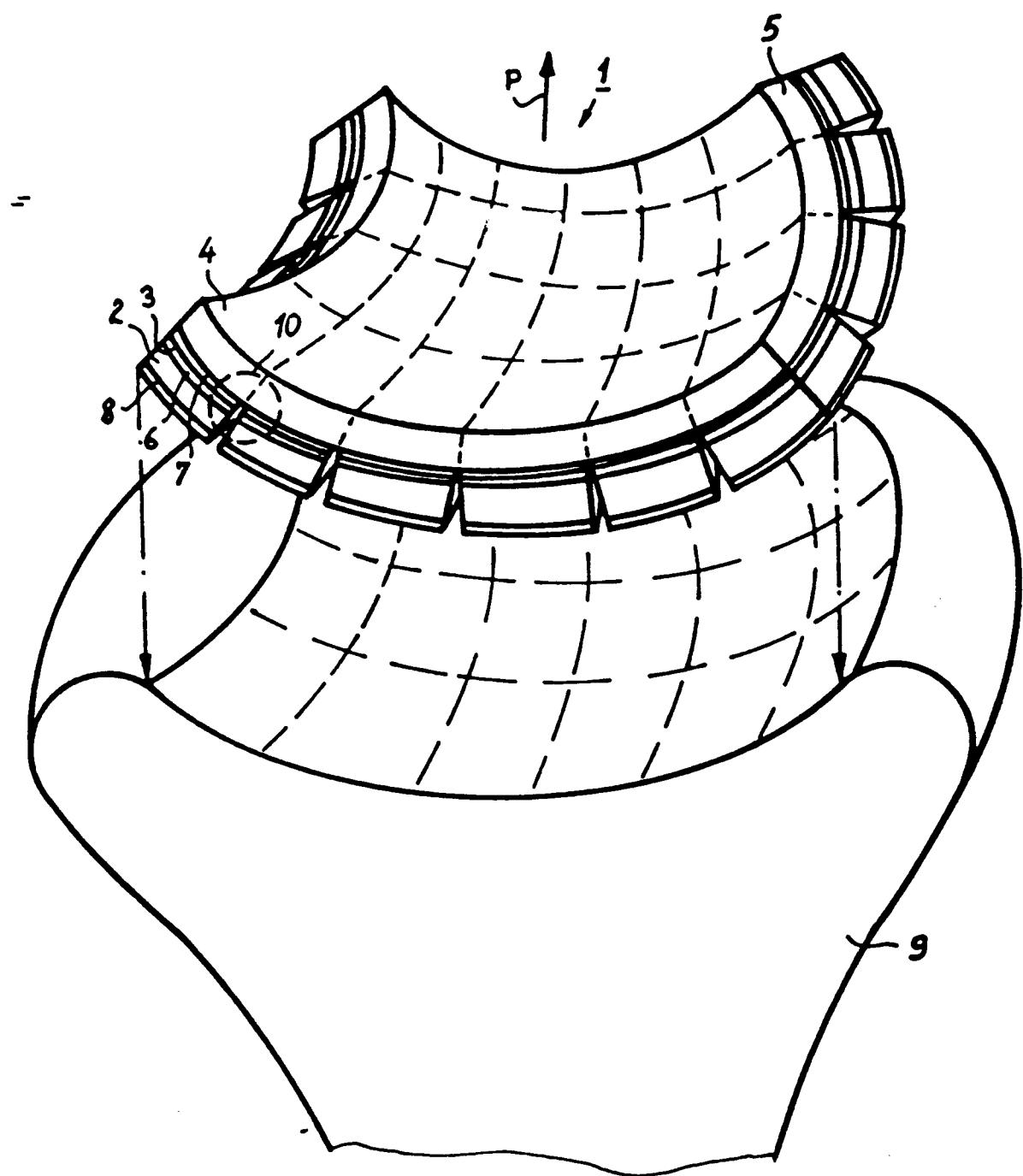
3. Sonde nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht aus einem defomierbaren Material besteht. 5
4. Sonde nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht aus einem thermodeformierbaren Material besteht. 10
5. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung zweidimensional ist.
6. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung barettförmig ist. 15
7. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Konkavität eine zweidimensionale Konkavität (Fig. 1) ist. 20
8. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Konkavität eine eindimensionale Konkavität ist. 25
9. Sonde nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die auf der Schicht ausgebildete Metallisierung ausreichend dick ist, damit die Anordnung der Elemente durch Unterteilungen (11) erfolgen kann, die sich im wesentlichen bis zur Mitte der Höhe in der Metallisierung der Schicht fortsetzen. 30
10. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente elektrisch über Drähte (13) verbunden sind, die auf ihre Fläche (8), die der der Schicht (7) zugewandten Fläche (6) entgegengesetzt ist, thermogebondet (12) sind. 35

40

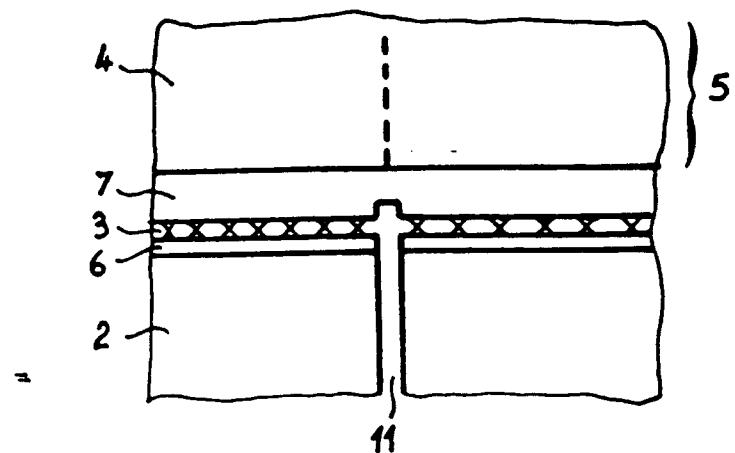
45

50

FIG.1



**FIG\_2**



**FIG\_3**

