

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 80401785.3

51 Int. Cl.³: **H 04 R 17/00**
H 04 R 7/26

22 Date de dépôt: 12.12.80

30 Priorité: 08.01.80 FR 8000311

43 Date de publication de la demande:
15.07.81 Bulletin 81/28

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

71 Demandeur: THOMSON-CSF
173, Boulevard Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: Facoetti, Hugues
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: Menoret, Philippe
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: Micheron, Francois
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: Petit, Patrick
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: Ravinet, Pierre
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

74 Mandataire: Wang, Pierre et al,
"THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld. Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

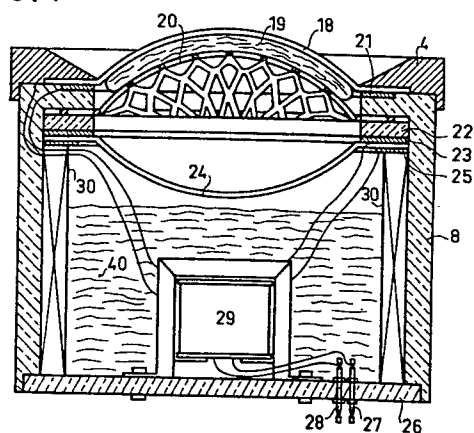
54 Transducteur électroacoustique à dôme actif.

57 L'invention se rapporte aux transducteurs électroacoustiques utilisant une membrane rayonnante active autoportante en matériau polymère.

L'invention a pour objet un transducteur dans lequel un support élastique (19, 20) fixé au boîtier (8) coiffé par la membrane rayonnante (18) épouse la forme des parties concaves de la membrane (18), afin de s'opposer à l'enfoncement définitif de la membrane par une poussée accidentelle agissant sur un renflement de sa face extérieure.

L'invention s'applique notamment à la réalisation de haut parleurs, d'écouteurs et de microphones.

FIG. 4



TRANSDUCTEUR ELECTROACOUSTIQUE A DOME ACTIF

La présente invention se rapporte aux émetteurs et récepteurs d'ondes acoustiques dans lesquels un élément transducteur de forme non développable sert à convertir une tension électrique alternative en vibrations ou vice-versa. Elle concerne plus particulièrement les hauts parleurs et microphones dans lesquels la membrane en forme de dôme est constituée par une structure auto-portante en matériau polymère. Les faces concave et convexe de cette structure sont revêtues d'électrodes formant condensateur. L'effet transducteur mis en oeuvre dans ces structures se manifeste dans toute l'étendue des zones électrosensibles situées entre les électrodes, ce qui permet de réaliser des dômes entièrement actifs. Les matériaux polymères utilisés pour fabriquer les dômes actifs se présentent sous la forme de films homogènes ou bimorphes dont les épaisseurs sont généralement comprises entre quelques dizaines et quelques centaines de microns. Dans ce cas, la forme définitive peut être obtenue par thermoformage ou par électroformage. On peut également obtenir des structures autoportantes à parois très minces par moulage ou par enduction.

Quelle que soit la technique de fabrication utilisée, le dôme obtenu possède une bonne tenue mécanique du fait des propriétés autoportantes qui le distinguent d'un film plan d'épaisseur comparable. Néanmoins, en exerçant une poussée au centre de la face convexe d'un dôme, on peut créer un défoncement mécaniquement stable qui dénature complètement les propriétés électroacoustiques. Ce phénomène de flambage est réversible, mais pour retrouver la forme initiale il est nécessaire d'exercer une poussée en sens contraire de celle qui a occasionné le défoncement. En pratique, l'utilisateur n'a pas accès à la face convexe d'une membrane en forme de dôme, ce qui implique un démontage délicat du transducteur

lorsque sa membrane a été accidentellement défoncée. Pour pallier cet inconvénient, on peut protéger la face rayonnante convexe d'un dôme actif par une grille, mais ce moyen est inopérant lorsque le défoncement résulte
5 d'une surpression. D'ailleurs, certains défoncements peuvent provoquer des brisures telles que le dôme ne puisse plus reprendre complètement sa forme initiale. En plus des défoncements accidentels qui peuvent se produire en cours d'usage d'un transducteur électroacoustique
10 à dôme actif, il y a lieu de signaler que des modes vibratoires parasites peuvent se manifester et donner lieu à des déformations irrégulières par ondes stationnaires. D'autre part, la vibration d'un dôme actif tend à s'amplifier par résonance dans une plage étroite du spectre acoustique,
15 que, ce qui est préjudiciable à une bonne reproduction sonore. Le contrôle de la caractéristique de réponse en fréquence d'un dôme actif en polymère est basé sur un amortissement de sa résonance propre et sur celles que l'on peut faire agir par couplage acoustique. Cependant,
20 le rendement modeste des transducteurs à polymères piézoélectriques ne permet pas d'envisager un amortissement purement électrique des résonances qui soit à la fois simple à mettre en oeuvre et suffisamment efficace.

En vue de pallier les inconvénients énumérés ci-dessus,
25 la présente invention propose d'associer à une structure active autoportante en matériau polymère un appui élastique perméable acoustiquement et épousant la forme de sa face concave. La pression exercée par cet appui assure la résistance aux défoncements du dôme et participe
30 à son amortissement mécanoacoustique.

L'invention a pour objet un transducteur électroacoustique comprenant un boîtier rigide coiffé par une membrane rayonnante active autoportante en matériau polymère présentant au moins un renflement, caractérisé en ce que le boîtier
35 renferme un support élastique perméable acoustiquement et épousant la forme des parties concaves de la face interne de la

membrane rayonnante ; la forme prise par la face d'appui du support étant déterminée par la forme propre de la membrane rayonnante.

L'invention sera mieux comprise au moyen de la description ci-après et des figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue en coupe d'un transducteur électroacoustique comportant une membrane en polymère piézoélectrique ;
- 10 - la figure 2 est une vue en coupe d'une membrane bimorphe ;
- la figure 3 illustre le défoncement d'une membrane en forme de dôme et ses modes vibratoires parasites ;
- la figure 4 est une vue en coupe d'un transducteur
- 15 électroacoustique selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue en plan d'une grille thermoformée ;
- la figure 6 indique les réponses en fréquence avec ou sans support de membrane ;
- 20 - les figures 7 et 8 représentent des structures compressibles perméables acoustiquement.

Sur la figure 1, on peut voir un transducteur électroacoustique susceptible de fonctionner en haut parleur, en écouteur ou en microphone. Il comprend une

25 membrane active autoportante obtenue par thermoformage, électroformage, moulage ou enduction d'un film 3 de matériau polymère piézoélectrique. Le film 3 est revêtu sur ses deux faces de dépôts conducteurs 1 et 2 formant des électrodes de condensateur. La membrane 1, 2, 3

30 se présente sous la forme d'un dôme, par exemple une calotte sphérique de centre O et de rayon de courbure R. L'ensemble membrane est électriquement équivalent à un condensateur et lorsqu'on applique entre les électrodes une tension électrique alternative, cette structure

35 active vibre selon un mode d'épaisseur accompagné d'un mode d'allongement alterné tangentiel. La membrane 1, 2, 3

coiffe un boîtier rigide 8 et elle est fixée par son pourtour sur le rebord du boîtier 8 au moyen d'une collerette métallique 4. Un anneau métallique 7 placé dans un logement annulaire du rebord du boîtier 8 sert à
5 établir un contact électrique avec l'électrode 2 qui forme la face concave de la membrane. L'anneau 7 est relié électriquement à une borne 6. La collerette 4 qui pince le pourtour de la membrane sert également de connexion élastique pour l'électrode 1 qui forme la face convexe
10 de la membrane. Une borne 5 est fixée à la collerette 4. L'intérieur du boîtier 8 communique avec l'extérieur par un orifice 9 qui sert à équilibrer les pressions statiques agissant de part et d'autre de la membrane 1, 2, 3. Le volume intérieur du boîtier est partiellement
15 rempli de matériau absorbant 10 pour empêcher l'établissement d'ondes stationnaires. Le volume 11 immédiatement voisin de l'électrode 2 est un coussin d'air à la pression statique du milieu aérien 12 dans lequel se propagent les ondes acoustiques émises ou reçues. La caractéristique
20 de réponse en fréquence du transducteur électroacoustique dépend du diamètre D du piston vibrant constitué par la membrane rayonnante 1, 2, 3 de la compliance et de l'inertance de celle-ci, ainsi que de l'impédance acoustique constituée par le boîtier 8. L'impédance acoustique du boîtier
25 8 se ramène à une capacité acoustique résultant du volume d'air enfermé et de la surface active du piston vibrant ; le matériau absorbant 10 accroît cette capacité et introduit un amortissement ; le trou d'équilibrage 9 branche en parallèle une inertance acoustique
30 mise en série avec une résistance acoustique.

La membrane représentée sur la figure 1 est constituée par un film homogène de matériau polymère piézoélectrique. L'effet piézoélectrique est d'origine dipolaire. Les matériaux utilisables pour confectionner
35 la membrane sont des polymères tels que la polyfluorure de vinylidène PVF_2 , le polyfluorure de vinyle une fois

substitué PVF et le polychlorure de vinyle. On peut également mettre en oeuvre des copolymères tel que le copolymère de polyfluorure de vinylidène et de polytetrafluorure d'éthylène. La manifestation des propriétés piézoélectriques est liée à un traitement préalable qui comporte une phase de polarisation électrique intense précédée ou non d'une phase d'étirage mécanique.

Sans s'écarter du domaine de l'invention, on peut substituer à la membrane représentée sur la figure 1, celle dont la vue en coupe est donnée sur la figure 2.

La membrane de la figure 2 est du type bimorphe. Elle comporte deux couches de matériaux polymères 13 et 14 qui adhèrent parfaitement l'une à l'autre. Les couches 13 et 14 peuvent être faites de matériaux diélectriques dépourvus de propriétés piézoélectriques. L'une au moins de ces couches a subi un traitement d'implantation de charges électriques produisant un excès de charge permanent. Lorsqu'on applique aux électrodes 1 et 2 une tension d'excitation alternative, l'action des forces électrostatique produit des allongements que l'on peut rendre différents par un choix approprié des matériaux et des excès de charge. En présence d'un allongement différentiel proportionnel aux champs électriques excitateurs, on obtient des couples de flexion M qui provoquent une incurvation alternée de la membrane. A titre d'exemple non limitatif, une membrane bimorphe peut être réalisée en utilisant un film de polytétrafluorure d'éthylène chargé électriquement qui adhère parfaitement à un film de polychlorure de vinyle. Bien entendu, les structures bimorphes peuvent être constituées en tout ou en partie de matériaux polymères piézoélectriques.

La figure 3 schématise l'essentiel des structures qui viennent d'être décrites. Le boîtier 8 qui renferme un volume d'air est coiffé par une membrane active autoportante dont la forme au repos est représentée par la ligne pointillée 15. Cette membrane vibre dans

son ensemble lorsqu'elle est soumise à une excitation électrique ou acoustique. Cependant, du fait de la fixation périphérique, des phénomènes d'ondes stationnaires peuvent donner naissance, à certaines fréquences, à des vibrations parasites 17 (courbe en trait mixte). En outre, la membrane peut subir un enfoncement permanent 16 sous l'effet d'une poussée accidentelle agissant sur la face convexe. Comme la membrane est fixée sur le boîtier 8, il n'est pas possible d'effacer cet enfoncement 10 puisque, sans démontage délicat, on n'a pas accès à la face concave. Un tel enfoncement peut résulter d'une manipulation maladroite de l'utilisateur, mais il peut également résulter d'une surpression sur la face convexe de la membrane. Quoiqu'il en soit, il faut 15 considérer que la caractéristique autoportante des surfaces non développables telles que calottes sphériques, tronc conique à profil droit ou exponentiel, à ondulations concentriques va de pair avec une réduction sensible de l'épaisseur des membranes (quelques dizaines à 20 quelques centaines de microns). Il en résulte que ces membranes sont vulnérables à l'enfoncement de leurs parties convexes.

Sur la figure 4, on peut voir une vue en coupe d'un transducteur électroacoustique conforme à l'invention. 25 Il comprend un boîtier 8 en matière isolante muni d'un fond 26 équipé de bornes de connexion 27 et 28. Une membrane 18 semblable à celles des figures 1 ou 2 recouvre une ouverture circulaire située au sommet du boîtier 8. La membrane 18 repose sur le rebord de l'ouverture 30 circulaire du boîtier 8 par l'intermédiaire d'un anneau métallique encastré 21. Elle est pincée par son pourtour annulaire plan au moyen d'une collerette métallique 4. Ainsi, les électrodes qui recouvrent les faces de la membrane 18 sont électriquement reliées à la collerette 35 4 et à l'anneau 21 et ces pièces métalliques sont à leur tour reliées aux bornes de sortie d'un transformateur 29 élévateur de tension. Les bornes d'entrée

du transformateur 29 sont reliées aux bornes 27 et 28 qui traversent le fond de boîtier 26.

Conformément à l'invention, le boîtier 8 renferme immédiatement sous la membrane 18 un support élastique perméable acoustiquement. Ce support élastique comprend au moins deux éléments qui sont le coussin 19 et la grille 20, mais ces éléments qui sont légèrement pressés contre la face interne de la membrane 18 ne sont pas des éléments sustentateurs. En effet, la membrane 18 est autoportante et elle impose sa forme au coussin 19 grâce à la forme bombée de la grille 20. Une vue en plan de la grille 20 est donnée sur la figure 5. La texture des matériaux employés pour réaliser le coussin 19 est illustrée par les figures 7 et 8. Comme le montre la figure 7, on peut utiliser un matelas de feutre à faible densité dont le tassement a été stabilisé à l'aide de liant, mais qui a conservé une forte porosité et une bonne perméabilité acoustique.

A titre d'exemple, on peut citer les laines de verre utilisées dans le domaine de l'isolation thermique ou acoustique. La figure 8 montre un matelas de matière alvéolaire à cellules communicantes ; du fait de la faible densité le cloisonnement ouvert se réduit à sa plus simple expression, c'est à dire un réseau tridimensionnel de mailles. On peut citer diverses mousses de polymères tels que le polyuréthane et le polyester. Le coussin 20 étant légèrement comprimé entre la membrane 18 et la grille 20, c'est la forme bombée donnée à celle-ci qui détermine avec la forme concave de la membrane 18 l'épaisseur du coussin 20. Cette épaisseur peut varier du centre à la périphérie de la membrane, ou au contraire être uniforme si le centre de courbure de la membrane 18 coïncide avec celui de la grille 20. La grille 20 est fixée par l'intérieur du boîtier contre le rebord qui délimite l'ouverture circulaire coiffée par la membrane. Une rondelle 22 maintenue en place par l'entretoise 30 qui prend appui sur le fond de boîtier 26

assure le pincage du pourtour de la grille 20. Du fait de la perméabilité acoustique du support de membrane 18, on peut envisager de monter à l'intérieur du boîtier une autre membrane active autoportante telle que 24.

- 5 Cette membrane interne 24 est pincée entre deux couronnes de prise de contact 23 et 25 qui sont intercalées entre la rondelle 22 et l'entretoise 30. Les couronnes 23 et 25 sont également raccordées au transformateur 29, afin que les deux membranes puissent coopérer au
10 rayonnement sonore. L'intérieur du boîtier 8 peut être garni de matière absorbante 40 pour accroître sa capacité acoustique et lutter contre les ondes stationnaires. La compliance mécanique de la grille 20 et sa
15 masse peuvent être choisies pour former un résonateur mécanique couplé à la membrane 18 par le coussin 19.

A titre d'exemple non limitatif la grille 20 peut être réalisée à partir d'un treillis de polychlorure de vinyle ayant une épaisseur de 2 mm et des mailles en losange dont les diagonales mesurent 6 mm et 4,5 mm.

- 20 Le coussin 19 est alors constitué par deux disques superposés découpés dans un matelas de laine polyester ayant une épaisseur sans charge de 3 mm. Pour une membrane 18 ayant un diamètre de piston D de 7 cm, l'un des disques a un diamètre de 7 cm et l'autre un diamètre
25 de 4 cm. La distance entre la membrane 18 et la grille 20 est de l'ordre de 3 mm ce qui assure la compression des disques superposés.

- Sur la figure 6, on peut voir deux relevés de courbe de réponse en fréquence correspondant au transducteur de la figure 4 avec les dimensions qui viennent
30 d'être indiquées. Le niveau de pression acoustique SPL a été mesuré avec un microphone placé dans l'axe du transducteur à une distance de 30 cm, de la membrane 18. La puissance électrique d'excitation ou bruit blanc
35 est ajustée à un watt efficace. La courbe 31 donne la réponse du transducteur de la figure 4 sans le support

19, 20 et sans la membrane 24, La courbe 32 donne la réponse du même transducteur équipé cette fois du support 19, 20. On voit que la résonance propre de la membrane 18 qui s'étend entre 10 et 18 kHz est plus
5 plate en présence du coussin 20 ce qui améliore la réponse dans cette région du spectre acoustique. La réponse est également améliorée entre 0,63 et 5 kHz, car on utilise la résonance du support de membrane pour accentuer son amplitude vibratoire. Le creux qui se
10 produit sur la courbe 32 entre 2kHz et 5kHz peut être comblé en introduisant le rayonnement propre de la membrane 24 qui peut être conçue pour rayonner dans cette région du spectre.

Grâce à la présence du support de membrane conforme
15 à l'invention, on a pu vérifier expérimentalement que le transducteur possédait une grande résistance aux chocs, puisque la membrane 18 recouvre sa forme après une chute sur sa face convexe. La membrane 18 résiste également bien à une pression du doigt. En ce qui
20 concerne l'amortissement des vibrations parasites de la membrane 18, le coussin 19 introduit un couplage mécanique qui coopère avec les propriétés dissipatives de la matière constituant ce coussin.

Le coussin joue aussi le rôle d'élément de
25 couplage entre la membrane 18 et la structure résonante que constitue la grille 20. Il est donc possible d'accroître mécaniquement l'aptitude à rayonner de la membrane dans une autre région du spectre acoustique que celle où se situe sa propre résonance. La perméabilité acoustique de l'ensemble coussin 19, grille 20 apporte aussi
30 un couplage acoustique avec les autres impédances passives ou actives qui sont contenues dans le boîtier 8.

Bien que l'on ait décrit dans ce qui précède et représenté sur les dessins, les caractéristiques essentielles de la présente invention appliquées à des modes
35 de réalisation préférés de celle-ci, il est évident que l'homme de l'art peut y apporter toute modification

de forme ou de détail qu'il juge utiles, sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

En particulier, la transparence acoustique peut aller de pair avec une perméabilité à l'air du coussin
5 et de la grille supportant ce coussin, mais elle peut aussi être supprimée lorsqu'on substitue à la grille une coque autoportante de bonne compliance mécanique et de faible masse et lorsqu'on utilise comme coussin une mousse alvéolaire à cellules fermées.

10 Les deux éléments du support élastique de membrane peuvent être fondus en un seul, par exemple en traitant par un liant approprié l'une des faces d'un coussin en fibres pour qu'elle remplisse la fonction d'une grille ou d'une paroi mince porteuse.

15 Le dispositif proposé s'étend bien naturellement aux structures qui procurent une pression statique de valeur non-uniforme le long de la membrane. Cet effet peut résulter du choix d'une épaisseur inhomogène sans charge du coussin amortisseur et/ou d'une forme
20 de la grille telle que l'intervalle séparant celle-ci de la membrane varie d'épaisseur.

Il est également possible de prendre en sandwich la membrane 18 entre deux supports 19, 20 l'un de ces supports s'étendant à l'extérieur du boîtier 8 du
25 transducteur électroacoustique.

REVENDICATIONS

1. Transducteur électroacoustique comprenant un boîtier rigide (8) coiffé par une membrane (1, 2, 3) rayonnante active autoportante en matériau polymère présentant au moins un renflement, caractérisé en ce
5 que le boîtier (8) renferme un support élastique (19, 20) perméable acoustiquement et épousant la forme des parties concaves de la face interne de la membrane rayonnante (1, 2, 3) ; la forme prise par la face d'appui du support (19, 20) étant déterminé par la forme propre de la mem-
10 brane rayonnante (1, 2, 3).

2. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le support élastique (19, 20) comporte une grille (20) reliée mécaniquement au boîtier (8) et un coussin compressible (19) pincé entre la face interne
15 de la membrane et cette grille.

3. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le support élastique comporte un coussin compressible (19) ayant l'une de ses faces rigidifiée par un liant ; la face rigidifiée étant fixée au boîtier
20 (8).

4. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le coussin (19) est réalisé dans un matériau composé de fibres enchevêtrées minérales ou synthétiques.

25 5. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le coussin (19) est réalisé dans un matériau organique de type cellulaire.

6. Transducteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les cellules composant le matériau organique sont communicantes.
30

7. Transducteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les cellules composant le matériau organique sont fermées.

8. Transducteur selon l'une quelconque des
35 revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le boîtier (8)

renferme au moins un élément rayonnant actif (24) couplé acoustiquement à la membrane (18) coiffant le boîtier (8),

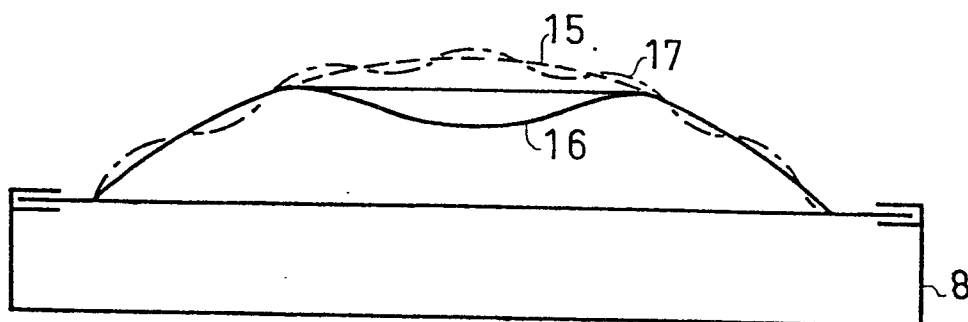
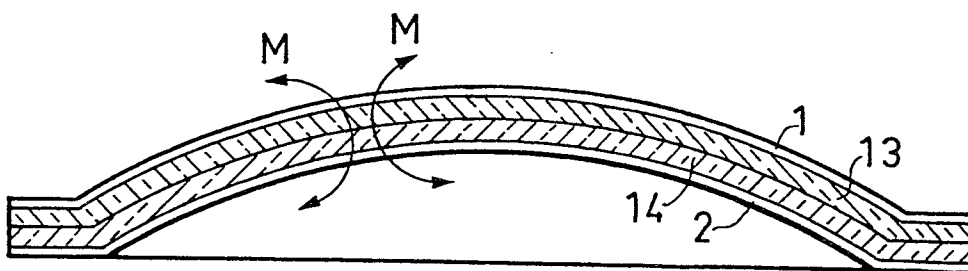
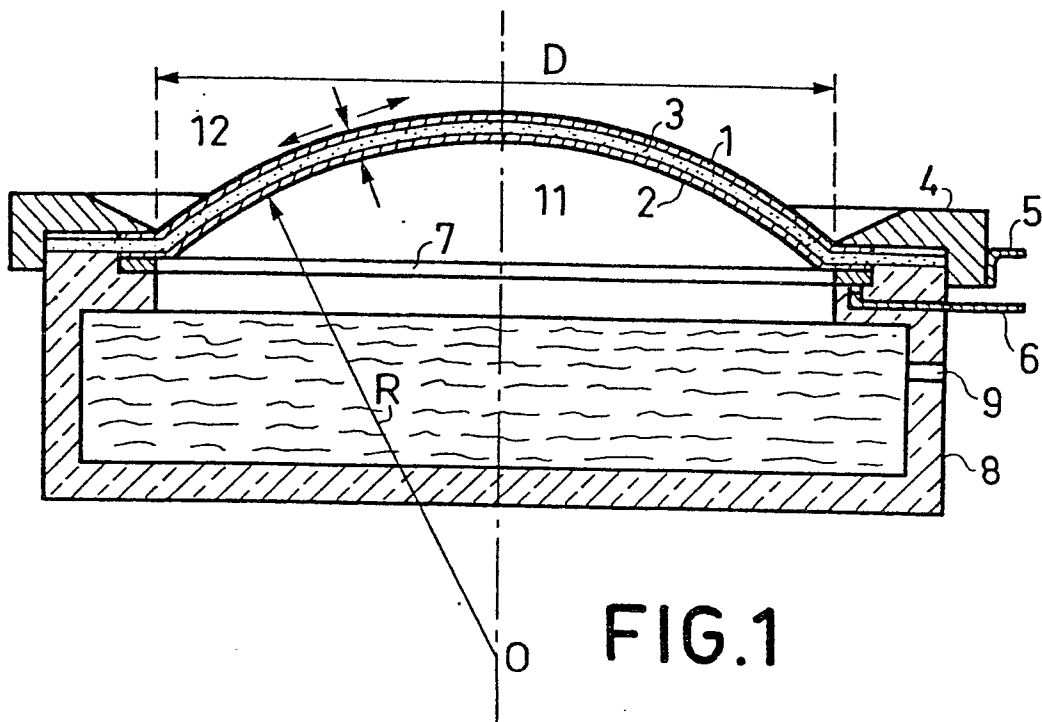
5 9. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la membrane rayonnante (18) épouse la forme d'un dôme ayant sa convexité tournée vers l'extérieur du boîtier (8).

10 10. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte extérieurement au boîtier un second support élastique perméable acoustiquement et coopérant avec le premier support élastique de façon à coincer la membrane rayonnante (18).

15 11. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une membrane rayonnante (1, 2, 3) en matériau polymère piézoélectrique.

20 12. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une membrane rayonnante (1, 2, 13, 14) du type bimorphe.

1/3



2/3

FIG. 4

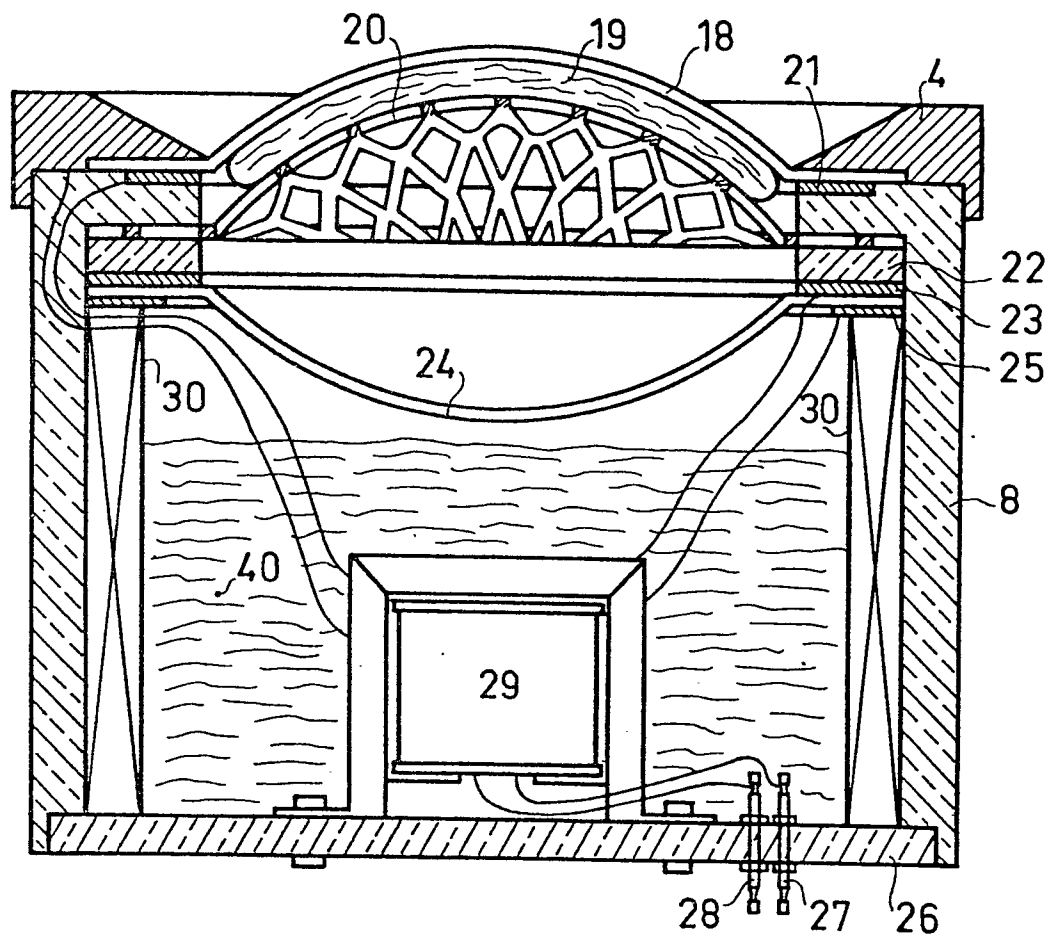
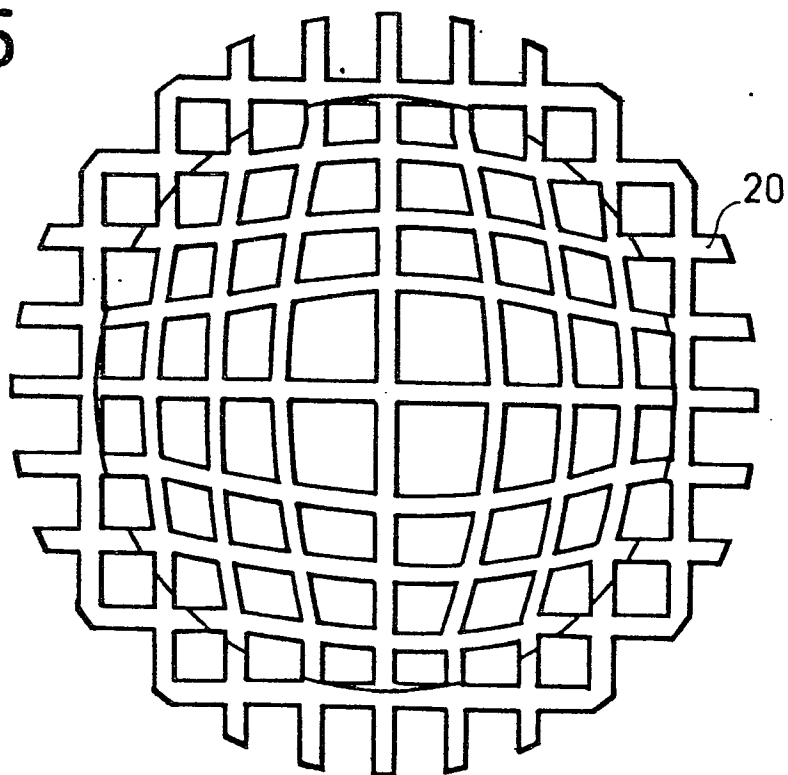


FIG. 5



3/3

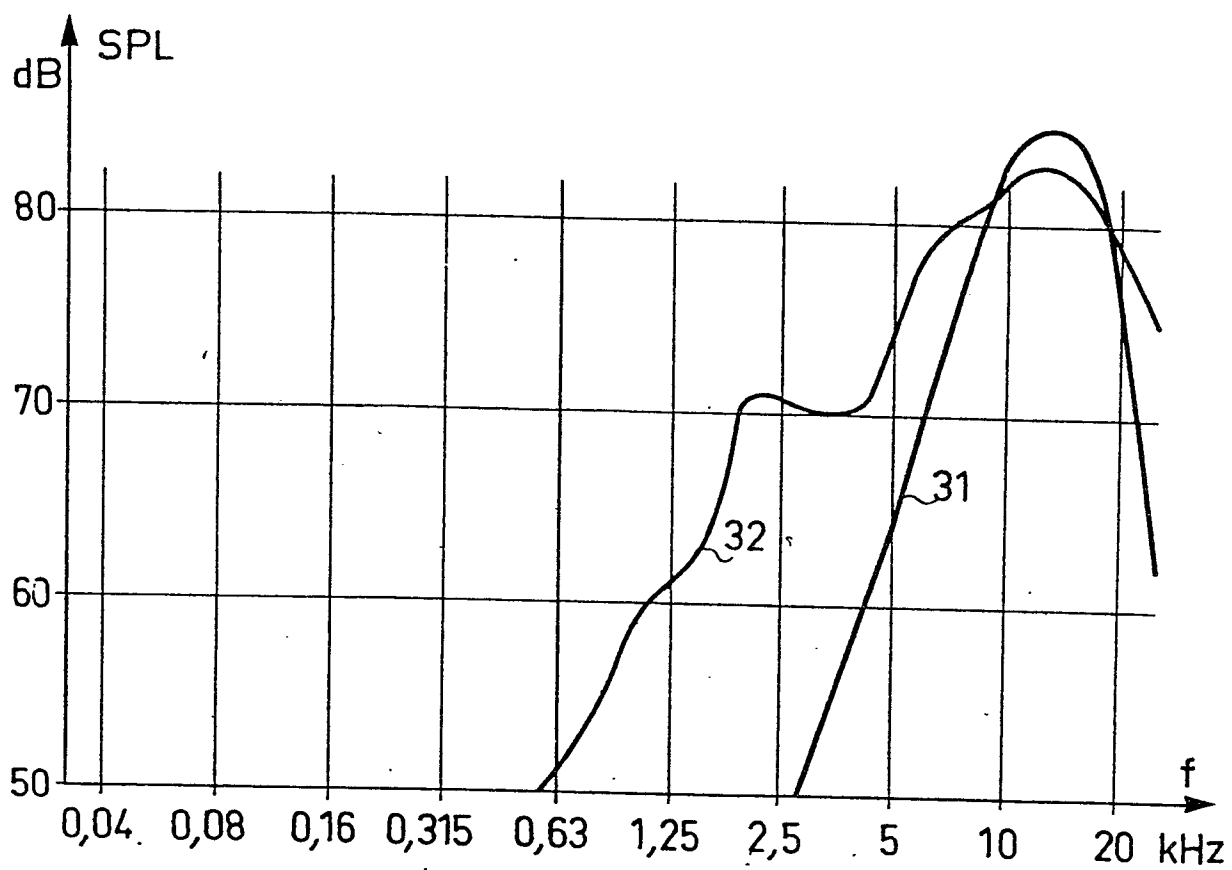


FIG. 6

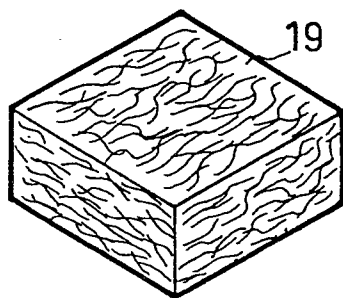


FIG. 7

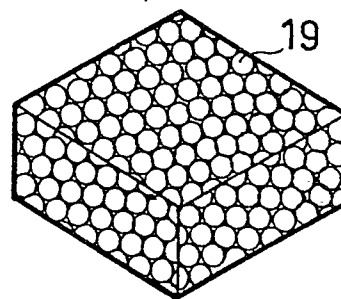


FIG. 8