



**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**  
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

**FASCICULE DU BREVET A5**

11

**642 504**

21 Numéro de la demande: 3558/81

73 Titulaire(s):  
Asulab S.A., Biel/Bienne

22 Date de dépôt: 01.06.1981

72 Inventeur(s):  
Ali Schneiter, Neuchâtel  
Jean-Frédéric Fluckiger, Colombier NE  
Anne Curchod, Colombier NE

24 Brevet délivré le: 13.04.1984

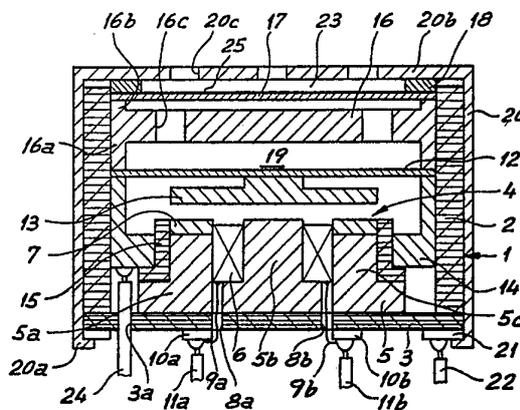
45 Fascicule du brevet  
publié le: 13.04.1984

74 Mandataire:  
Société Générale de l'Horlogerie Suisse SA.  
ASUAG, Biel/Bienne

**54 Transducteur électro-acoustique mixte.**

57 Le transducteur qui peut fonctionner comme émetteur et comme capteur d'ondes acoustiques dans un milieu ambiant comporte essentiellement un réceptacle (1) présentant une ouverture de communication avec le milieu ambiant, une première et une seconde membrane (respectivement 12 et 17) montées à distance l'une de l'autre à l'intérieur du réceptacle, la seconde membrane apte à vibrer sous l'effet d'ondes acoustiques étant disposée entre la première membrane et l'ouverture, des moyens, par exemple un électro-aimant (4), pour faire vibrer la première membrane en réponse à un signal électrique d'excitation qui leur est appliqué lorsque le transducteur fonctionne comme émetteur, des moyens de couplage tels qu'un coussin d'air contenu dans une chambre fermée (19), pour communiquer les vibrations de la première membrane à la seconde et des moyens pour produire un signal de sortie en réponse à des vibrations de la seconde membrane produites par des ondes acoustiques se propageant dans le milieu ambiant lorsque le transducteur fonctionne comme capteur. La seconde membrane (17) peut consister en une feuille d'électret et les moyens pour produire le signal de sortie, comporter alors une électrode avant comprenant une couche de matériau conducteur (25) portée par la face avant de la feuille d'électret et une électrode arrière constituée par une plaque (16) rigide, conductrice et perforée, placée à l'arrière et à proximité de la seconde membrane. Utilisation comme trans-

ducteur de faible volume capable de fonctionner sélectivement en mode microphone ou en mode haut-parleur.



## REVENDEICATIONS

1. Transducteur électro-acoustique pouvant fonctionner comme émetteur et comme capteur d'ondes acoustiques dans un milieu ambiant, caractérisé par le fait qu'il comporte:

- un réceptacle (1) présentant une ouverture de communication avec ledit milieu ambiant;
- une première et une seconde membrane (respectivement 12; 26 et 17) montées à distance l'une de l'autre à l'intérieur dudit réceptacle, ladite seconde membrane étant apte à vibrer sous l'effet d'ondes acoustiques et disposées entre ladite première membrane et ladite ouverture;
- des moyens (4) pour faire vibrer ladite première membrane en réponse à un signal électrique d'excitation qui leur est appliqué lorsque le transducteur fonctionne en émetteur;
- des moyens de couplage (19, 28) pour communiquer les vibrations de ladite première membrane à ladite seconde membrane; et

- des moyens (16, 25; 26, 25) pour produire un signal de sortie en réponse à des vibrations de ladite seconde membrane produites par des ondes acoustiques se propageant dans ledit milieu ambiant, lorsque le transducteur fonctionne comme capteur.

2. Transducteur électro-acoustique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits moyens de couplage comprennent un coussin d'air contenu dans une chambre fermée (19) séparant lesdites première et seconde membranes (respectivement 12 et 17), ladite chambre fermée constituant par ailleurs une cavité acoustique arrière pour ladite seconde membrane lorsque le transducteur fonctionne comme émetteur.

3. Transducteur électro-acoustique selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ladite seconde membrane est constituée par une feuille d'électret (17) ayant une face avant en regard de l'ouverture du réceptacle (1) et que les moyens pour produire ledit signal de sortie comportent une électrode avant (25) et une électrode arrière (16) disposées de part d'autre de la feuille d'électret, l'une desdites électrodes étant solidaire de cette dernière et formant avec l'autre électrode un condensateur variable chargé sous l'effet du champ électrique crée par ladite feuille d'électret et délivrant un signal en tension représentatif des mouvements de vibration de la seconde membrane.

4. Transducteur électro-acoustique selon la revendication 3, caractérisé par le fait que ladite électrode avant comprend une couche de matériau électriquement conducteur (25) portée par la face avant de ladite feuille d'électret.

5. Transducteur électro-acoustique selon la revendication 3 ou 4, caractérisé par le fait que ladite électrode arrière comprend une plaque (16) rigide, électriquement conductrice placée à l'intérieur de la chambre fermée (19), à proximité de ladite feuille d'électret (17), ladite plaque séparant en deux ladite chambre fermée et étant percée d'au moins un trou (16c).

6. Transducteur électro-acoustique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits moyens de couplage comprennent une liaison mécanique rigide (28) entre lesdites première et seconde membranes (respectivement 26 et 17).

7. Transducteur électro-acoustique selon la revendication 6, caractérisé par le fait que ladite liaison mécanique est constituée par une entretoise (28) fixée auxdites première et seconde membranes, sensiblement aux centres de celles-ci.

8. Transducteur électro-acoustique selon la revendication 6 ou 7, caractérisé par le fait que ladite seconde membrane est constituée par une feuille d'électret (17) ayant une face avant en regard de l'ouverture du réceptacle (1) et une face arrière et que les moyens pour produire ledit signal de sortie comportent une électrode avant comprenant une couche de matériau électriquement conducteur (25) portée par la face avant de ladite feuille d'électret et une électrode arrière (26) disposée en regard et à proximité de la face arrière de la feuille d'électret,

lesdites électrodes avant et arrière formant un condensateur variable chargé sous l'effet du champ électrique créé par ladite feuille d'électret et délivrant un signal en tension représentatif des mouvements de vibration de la seconde membrane.

9. Transducteur électro-acoustique selon la revendication 8, caractérisé par le fait que la première membrane (26) est métallique et constitue ladite électrode arrière et que ladite première membrane séparée de ladite feuille d'électret (17) par un espace intermédiaire, est percée d'orifices (26a) mettant en communication ledit espace intermédiaire avec une chambre fermée située à l'arrière de ladite première membrane afin de constituer une cavité acoustique arrière (27) de volume suffisant pour ladite seconde membrane (17).

10. Transducteur électro-acoustique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les moyens pour faire vibrer la première membrane (12; 26) comprennent un électro-aimant (4) formé d'une partie fixe placée entre ladite première membrane et un fond (3) que présente ledit réceptacle (1) et comportant un noyau (5b) en matériau magnétique doux entouré par une bobine (6) à laquelle est appliqué ledit signal électrique d'excitation et d'une armature mobile (13), également en matériau magnétique doux fixée sur ladite première membrane, en face de ladite partie fixe.

11. Transducteur électro-acoustique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte en outre un capot (20) recouvrant l'ouverture du réceptacle (1) et percé d'au moins un orifice (20c) pour le passage des ondes acoustiques.

La présente invention a pour objet un transducteur électro-acoustique mixte, c'est-à-dire pouvant fonctionner comme émetteur et comme capteur d'ondes acoustiques dans un milieu ambiant.

Les phénomènes physiques (électromagnétisme, électrostatique, piézo-électricité) appliqués pour la réalisation de transducteurs, électro-acoustiques étant réversibles, il est en principe possible d'utiliser un même dispositif pour émettre des ondes sonores en réponse à un signal électrique et inversement pour transformer des vibrations acoustiques en variations de courant ou de tension électrique. Il est clair qu'en pratique, un transducteur fonctionnant selon un principe déterminé n'est pas réalisé de la même façon selon qu'il est destiné à être utilisé comme microphone ou comme haut-parleur. Les dimensions, la forme et l'agencement des éléments qui le constituent diffèrent dans les deux cas. Par exemple, pour être suffisamment sensible aux ondes sonores, la membrane d'un microphone doit être beaucoup moins rigide que celle d'un haut-parleur.

Munir un appareil d'un ensemble émetteur-récepteur de sons équivaut donc à l'équiper au moins d'un haut-parleur et d'un microphone séparés, en choisissant pour chacun de ces transducteurs le type le mieux adapté compte tenu de ses qualités propres, pour l'application envisagée.

Ceci pose un problème lorsqu'il s'agit d'équiper des appareils portatifs dont le volume doit être aussi faible que possible. C'est le cas notamment des montres conçues pour indiquer l'heure ou fournir d'autres informations soit sous forme de simples sons monotoniques, soit sous une forme « parlée » à l'aide de mots ou de groupes de mots mémorisés et dont certaines fonctions, telles que des corrections d'indication du temps, peuvent être commandées directement par la voix. Le fait de devoir prévoir, pour de telles montres, en plus des organes habituels nécessaires à l'élaboration du temps et à son affichage deux transducteurs indépendants, va à l'encontre de l'effort fait actuellement pour réduire leurs dimensions.

L'invention a pour but d'éviter cet inconvénient en four-

nissant un transducteur électro-acoustique de faible volume, capable de fonctionner sélectivement en mode microphone et en mode haut-parleur.

Un autre but de la présente invention est de fournir un transducteur mixte présentant en même temps les qualités qui peuvent être exigées d'un microphone (bonne sensibilité, courbe de réponse suffisamment uniforme, large bande passante, etc.), et d'un haut-parleur (niveau sonore élevé, taux de distorsion faible, bande de fréquence assez large si nécessaire, etc.) de petite dimension.

Ces buts sont atteints grâce au fait que le transducteur électro-acoustique selon l'invention comporte:

- un réceptacle présentant une ouverture de communication avec le milieu ambiant;
- une première et une seconde membrane montées à distance l'une de l'autre à l'intérieur du réceptacle, la seconde membrane étant apte à vibrer sous l'effet d'ondes acoustiques et disposée entre la première membrane et l'ouverture;
- des moyens pour faire vibrer la première membrane en réponse à un signal électrique d'excitation qui leur est appliqué lorsque le transducteur fonctionne en émetteur;
- des moyens de couplage pour communiquer les vibrations de la première membrane à la seconde membrane; et
- des moyens pour élaborer un signal de sortie en réponse à des vibrations de la seconde membrane produites par des ondes acoustiques se propageant dans le milieu ambiant lorsque le transducteur fonctionne comme capteur.

Les moyens de couplage peuvent comprendre un coussin d'air contenu dans une chambre fermée séparant les deux membranes, cette chambre constituant, par ailleurs, une cavité acoustique arrière pour la seconde membrane lorsque le transducteur fonctionne comme émetteur.

Ce couplage peut également être réalisé par une liaison mécanique rigide entre les deux membranes.

Les moyens pour faire vibrer la première membrane peuvent consister en un électro-aimant.

Par ailleurs, il est possible d'utiliser comme seconde membrane une feuille d'électret, les moyens pour produire le signal de sortie comportant alors une électrode avant et une électrode arrière disposées de part et d'autre de la feuille d'électret, l'une des électrodes étant solidaire de celle-ci, ces moyens délivrant un signal en tension représentatif des mouvements de vibration de la feuille d'électret.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description qui suit de deux modes de réalisation possibles du transducteur mixte qui en est l'objet. Cette description se réfère au dessin annexé sur lequel:

- la figure 1 représente schématiquement, en coupe, un premier mode de réalisation possible du transducteur lorsque celui-ci comprend une feuille d'électret comme seconde membrane, des électrodes avant et arrière comme moyens d'élaboration du signal de sortie, des moyens d'excitation électromagnétiques de la première membrane et dans lequel le couplage entre les deux membranes est assuré par un coussin d'air; et
- la figure 2 est une coupe schématique d'un second mode de réalisation avec toujours les mêmes éléments, certains étant réalisés, et agencés différemment, et dans lequel le couplage entre les deux membranes est assurée par une liaison mécanique rigide.

Le transducteur électro-acoustique mixte représenté schématiquement, en coupe, sur la figure 1, comporte un boîtier ouvert 1, formé d'une paroi latérale cylindrique 2 et d'un fond 3 réalisés chacun en un matériau isolant. Le fond 3 du boîtier porte la partie fixe d'un électro-aimant désigné d'une façon générale par 4. Cette partie fixe comprend une culasse 5, en matériau magnétique doux, présentant une base 5a, surmontée d'un noyau 5b qu'entoure une bobine 6. Une partie cylindrique 5c de la culasse, qui entoure la bobine 6 a sa tranche-

couverte par un aimant de polarisation annulaire 7. Deux trous 8a, 8b traversant la base 5a de la culasse 5 et le fond 3 du boîtier permettent le passage du fil de la bobine 6. Chacune des extrémités 9a, respectivement 9b, de ce fil est soudée sur une plage métallique 10a, respectivement 10b, portée par la face extérieure du fond 3 du boîtier ce fond pouvant être avantageusement constitué par une plaquette de circuit imprimé dont on a partiellement enlevé la couche métallisée. Sur les plages métalliques 10a, 10b sont également soudées les extrémités de deux fils 11a, 11b par lesquels un signal électrique d'excitation peut être amené à la bobine 6.

En avant de la partie fixe de l'électro-aimant 4 est placée une première membrane 12 métallique, par exemple en acier ou en alliage beryllium-cuivre, qui porte, sur sa face arrière, en regard du fond du boîtier, un disque 13 en matériau magnétique doux, constituant l'armature, mobile, de l'électro-aimant 4. La membrane métallique est fixée par sa périphérie, par exemple par soudage, sur un support 14 réalisé en une matière électriquement conductrice telle que l'acier ou le laiton et prenant appui sur une bague isolante 15, elle-même supportée par la base 5a, de la culasse 5, de façon que l'armature 13 se trouve à une faible distance de la face supérieure du noyau 5b de l'électro-aimant lorsque la membrane 12 est au repos. La fonction de la bague isolante 15 qui sépare le support 14 de la membrane 12 de la base 5a et de la partie cylindrique 5c de la culasse 5 sera indiquée par la suite.

Dans ce premier mode de réalisation, le transducteur comporte, en plus de l'ensemble qui vient d'être décrit, dont la structure générale est celle d'un haut-parleur de type électromagnétique, et toujours à l'intérieur du boîtier 1, les éléments d'un microphone électrostatique, à électret. Ces éléments comprennent une électrode arrière ou contre-électrode constituée par une plaque 16, rigide, en un matériau électriquement conducteur, par exemple en maillechort. Cette plaque 16 présente à sa périphérie, un rebord 16a faisant saillie du côté du fond 3 du boîtier et prenant appui sur le support 14 de façon que la plaque 16 soit écartée de la face avant de la membrane métallique 12 tout en étant reliée électriquement au support 14 et accessoirement, mais non nécessairement dans cette forme de réalisation, à cette première membrane 12.

La partie microphone comprend également, comme membrane, une feuille d'électret 17 placée en avant de la contre-électrode 16. La feuille d'électret 17 a sa face avant orientée vers l'ouverture du boîtier, entièrement recouverte par un dépôt métallique 25 formant une électrode avant et est fortement tendue et fixée sur une bague annulaire métallique 18 située du côté de la métallisation, de façon qu'il existe une liaison électrique entre la bague 18 et la couche métallique 25; cette liaison peut être réalisée en utilisant par exemple comme moyen de fixation une colle conductrice.

Comme le montre la figure 1, le bord de la face arrière de la feuille d'électret 17 est appliquée contre le pourtour d'un évidement 16b de grande surface mais de faible profondeur que présente la plaque 16. La profondeur de l'évidement 16b est prévue pour permettre à la seconde membrane du transducteur, c'est-à-dire à la feuille d'électret, de vibrer librement mais également pour que la distance entre cette dernière et l'électrode arrière 16 reste très faible. A noter que la feuille d'électret 17 isole électriquement la couche métallique 25 et la bague 18 de la contre-électrode 16.

Par ailleurs, la plaque métallique 16 est percée de plusieurs trous 16c qui peuvent être répartis sur un cercle, à une distance suffisante du centre de cette plaque pour ne pas être quasiment obturés par la seconde membrane lorsque celle-ci est soumise à des mouvements de vibration qui amènent pratiquement sa partie centrale au contact de l'électrode arrière 16. Ces trous 16c assurent la communication entre l'évidement 16b et l'espace compris entre la plaque 16 et la première

membrane 12 de façon à réaliser entre les deux membranes une chambre fermée 19 contenant un coussin d'air par l'intermédiaire duquel ces deux membranes sont couplées. Cette chambre 19 sert également de cavité acoustique arrière pour la seconde membrane 17 lorsque le transducteur fonctionne comme récepteur.

Le transducteur, représenté sur la figure 1, comprend également un capot métallique 20, réalisé par exemple en aluminium, qui recouvre le dessus du boîtier ainsi que sa paroi latérale 2 en prenant appui directement sur la bague métallique 18. Le capot 20 présente plusieurs ergots 20a repliés sur le fond 3 du boîtier, qui permettent de le maintenir en place. L'un au moins de ces ergots 20a est en contact avec une troisième piste conductrice 21 portée par le fond du boîtier et sur laquelle est soudé un fil de masse 22. Il est clair que, lorsque le transducteur est monté dans un appareil, le fil 22 et la piste conductrice 21 sont superflus quand le capot 20 est en contact avec une pièce faisant partie de la masse de cet appareil.

Par ailleurs, le fond 20b de ce capot 20 qui recouvre l'ouverture du boîtier 1 est percé de trous 20c, par exemple au nombre de cinq et répartis comme le montre la figure c'est-à-dire un au centre et quatre disposés sur un cercle autour de l'orifice central qui mettent la chambre 23 comprise entre le fond 20b du capot et la seconde membrane 17 en communication avec le milieu ambiant.

Enfin le fond 3 du boîtier est percé d'un trou 3a par lequel passe un fil 24 de sortie du signal pour le microphone dont l'extrémité est soudée sur le support 14 de la première membrane. Ce fil 24, comme les fils 11a, 11b d'alimentation de la bobine 6 et le fil de masse 22, est relié à un circuit électronique, non représenté, associé au transducteur.

Lorsque le transducteur électro-acoustique qui vient être décrit fonctionne comme capteur, seule la partie microphone travaille à la manière d'un microphone classique à électret, c'est-à-dire que, quand les ondes acoustiques à capter pénètrent dans la chambre 23 par les orifices 20c du capot, la seconde membrane 17 est soumise à des vibrations. Ceci a pour effet de faire varier la différence de potentiel existant entre l'électrode avant 25 et l'électrode arrière 16 qui forment un condensateur variable chargé en permanence sous l'effet du champ électrique créé par la feuille d'électret dans son voisinage. Le signal en tension, faible, ainsi produit est appliqué à la grille d'un transistor à effet de champ faisant partie du circuit électronique associé au transducteur, à laquelle est relié le fil 24 de sortie du microphone, afin d'être amplifié pour être ensuite utilisé à des fins déterminées. Le fait de prévoir une bague isolante 15 entre le support 14 de la première membrane, qui relie électriquement l'électrode arrière 16 au fil de sortie 24, et la culasse 5 de l'électrode-aimant, plutôt que d'appuyer directement ce support sur la culasse, permet de réduire notablement les capacités parasites auxquelles le signal de sortie du microphone est très sensible.

Lorsque le transducteur est utilisé comme émetteur, un courant d'excitation, correspondant au signal acoustique à émettre, est envoyé, par les fils 11a et 11b dans la bobine 6 de l'électro-aimant; une force attractive ou répulsive qui suit les variations du courant d'excitation agit sur l'armature 13 et met ainsi en vibration la première membrane 12. Les mouvements de la première membrane sont transmis, par le coussin d'air contenu dans la chambre fermée 19, à la seconde membrane 17 qui émet alors une onde acoustique, celle-ci s'échappant par les trous 20c du capot 20.

Il est clair que des moyens seront prévus dans le circuit électronique pour éviter, dans ce mode de fonctionnement, la présence d'un signal de sortie sur le fil 24 ou pour bloquer un tel signal. Comme la seconde membrane doit être nécessairement souple et fine, donc de masse équivalente faible, pour être le plus possible sensible aux ondes acoustiques extérieures

lorsque le transducteur est utilisé comme microphone, la courbe de réponse de l'ensemble formé par les deux membranes couplées par le coussin d'air, est très proche de celle qui serait obtenue si la première membrane émettait elle-même une onde acoustique en réponse au signal d'excitation, aussi bien en ce qui concerne la largeur de bande que la valeur de la pression sonore obtenue.

Le transducteur mixte équivaut donc pratiquement à des microphone et haut-parleur séparés tout en présentant les avantages d'un encombrement moindre et d'un prix de revient plus bas, compte tenu du fait qu'un seul boîtier et un seul capot sont nécessaires.

Naturellement la nature et les dimensions des membranes 12 et 17, le volume de la chambre 19, qui influence directement la sensibilité et la fréquence de résonance du transducteur, le nombre, la dimension et la répartition des trous 16c de la plaque 16 et éventuellement d'autres paramètres, tels que le volume de la chambre 23, le nombre, la grandeur et la disposition des orifices 20c du capot, qui peuvent, intervenir en ce qui concerne les caractéristiques du transducteur, doivent être choisis en fonction des signaux acoustiques que ce transducteur devra capter ou émettre et des qualités qui seront exigées de lui, compte tenu de l'utilisation qui en sera faite.

La figure 2 montre schématiquement en coupe une autre forme de réalisation possible d'un transducteur mixte utilisant toujours les éléments essentiels d'un haut-parleur de type électro-magnétique et d'un microphone à électret. Certaines parties constitutives du transducteur de la figure 1 qui se retrouvent à l'identique ou avec des modifications mineures d'adaptation, dans ce second mode de réalisation sont désignées par les mêmes repères. La contre-électrode du microphone est ici constituée par la première membrane 26, métallique qui, dans ce cas, doit nécessairement être reliée électriquement à son support 14. Cette première membrane qui porte toujours sur sa face inférieure l'armature 13 de l'électro-aimant 4, présente des trous 26a mettant en communication l'espace intermédiaire entre les deux membranes 17 et 26, très réduit dans ce mode de réalisation, avec l'espace clos défini par la face supérieure de la partie fixe de l'électro-aimant 4, le support 14 de la première membrane 26 et cette première membrane elle-même, de façon à constituer une cavité acoustique arrière 27 de volume suffisant pour la seconde membrane 17.

Par ailleurs, des moyens de couplage sont prévus pour assurer une liaison mécanique rigide entre les deux membranes. Ils consistent en une entretoise 28, métallique, fixée d'un côté sur la face avant de la première membrane 26, au centre de celle-ci, et de l'autre côté, sur la face arrière de la feuille d'électret 17, cette fixation pouvant se faire par exemple par collage ou par soudage; dans le dernier cas il faut naturellement prévoir une métallisation au centre de la face arrière de la seconde membrane 17. Les deux membranes ne forment plus alors qu'un seul organe vibrant à la fréquence du signal d'excitation lorsque le transducteur fonctionne en émetteur.

Cette solution présente notamment comme avantages, par rapport à celle représentée sur la figure 1, un volume plus faible du transducteur et un niveau sonore légèrement amélioré, l'amortissement des vibrations de la seconde membrane par le coussin d'air contenu dans la chambre 19 (figure 1) étant ici évité.

A noter que le fait de solidariser ainsi les deux membranes ne nuit pas au fonctionnement du transducteur en mode microphone. Au contraire, cela permet d'obtenir une meilleure réponse en fréquence pour les hautes fréquences.

Il est clair que l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits. Par exemple l'électro-aimant peut être remplacé par un cristal piézo-électrique fixé sur ou couplé à la première membrane. De même l'utilisa-

tion des éléments d'un microphone à électret bien qu'avantageuse, n'est pas impérative; ceux-ci peuvent être remplacés, par exemple, par la membrane conductrice et la contre-électrode d'un microphone à condensateur, avec toutefois l'inconvénient de la nécessité de l'application d'une tension continue entre les deux lorsque le transducteur fonctionne comme capteur.

Il est donc possible, sans sortir du cadre de l'invention de réaliser le transducteur mixte en associant les éléments de transducteurs simples de différents types. Plusieurs combinaisons sont possibles. Le choix de l'une ou l'autre d'entre elles dépend naturellement de l'utilisation à laquelle le transducteur est réservé.

Par ailleurs, il est clair que, lorsque le transducteur équipe un appareil, une paroi conductrice et perforée de celui-ci peut tenir lieu de capot. Dans une montre électronique, par exemple, le transducteur sera monté de façon que la bague métallique 18 s'appuie contre la boîte de la montre munie de trous à cet endroit.

De plus, le boîtier peut être remplacé par tout autre réceptacle adapté pour recevoir les autres éléments du transducteur. Ce réceptacle peut consister par exemple en une cavité à l'intérieur d'une pièce isolante, cette pièce étant destinée à supporter ou contenir non seulement le transducteur mais également d'autres dispositifs.

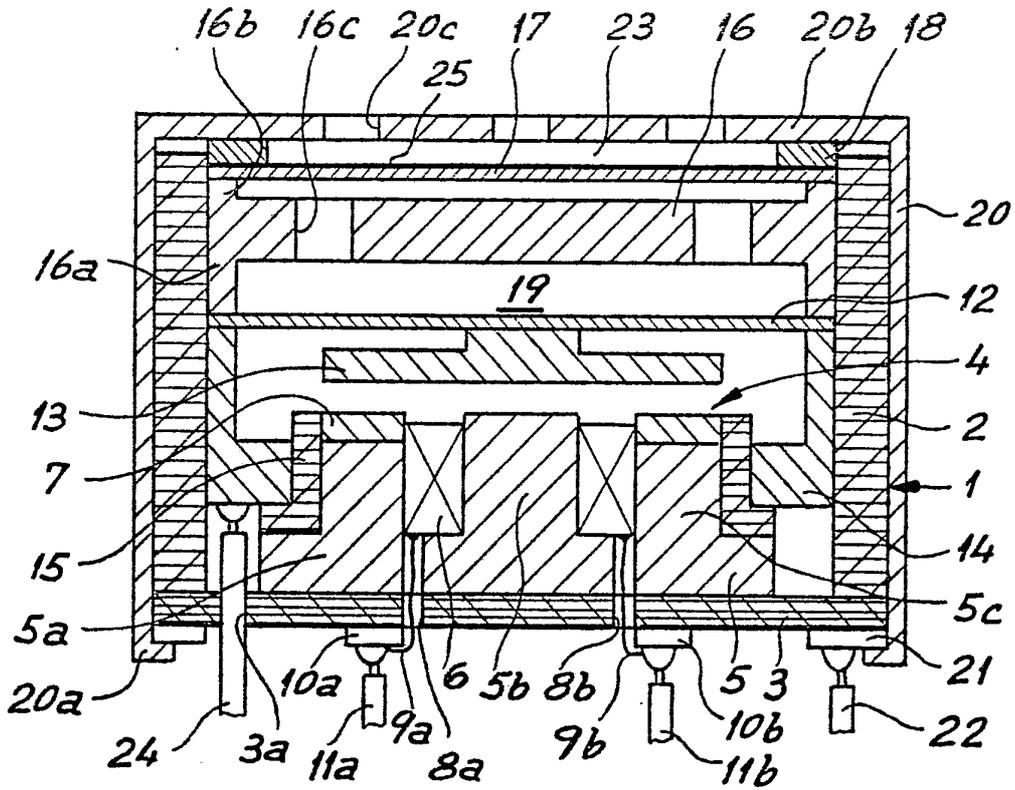


Fig. 1

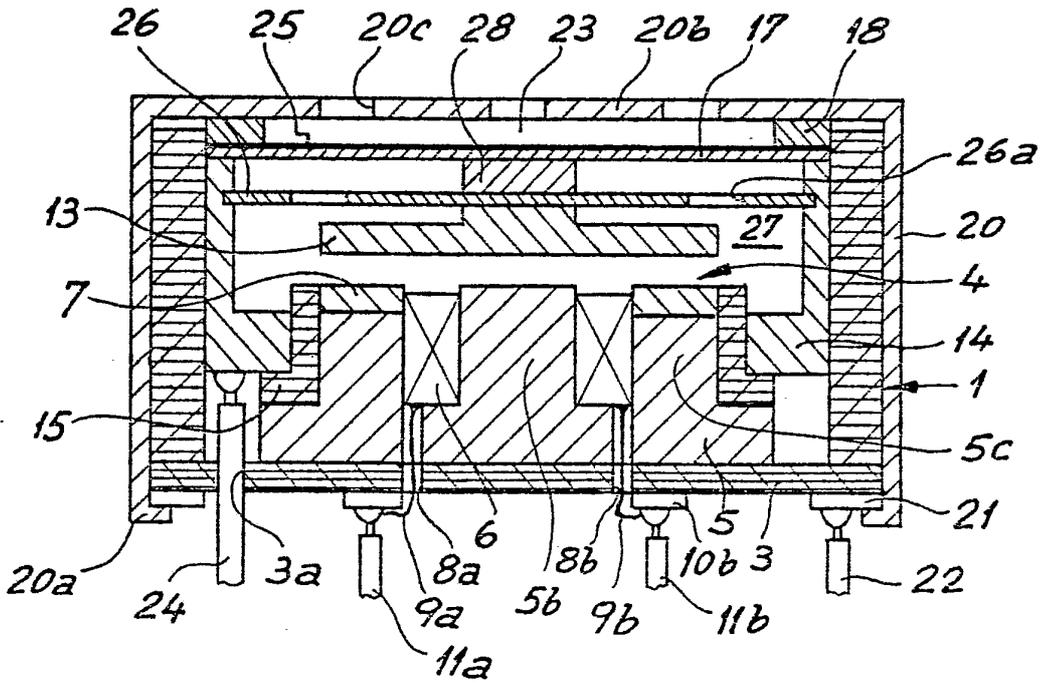


Fig. 2