(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 604 551**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 13465**

(51) Int Cl⁴ : G 10 K 11/16.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 26 septembre 1986.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 13 du 1er avril 1988.

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

(71) **Demandeur(s) :** *INSTITUT FRANCO-ALLEMAND DE RECHERCHES DE SAINT-LOUIS (Institut de recherches binational à personnalité juridique sur les territoires de la République française et de la République fédérale d'Allemagne).* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Jacques Vermorel ; Armand Dancer ; Rodolphe Franke.

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

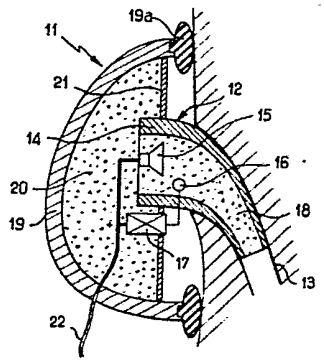
(74) **Mandataire(s) :** Cabinet André Bouju.

(54) Dispositif de protection à l'égard du bruit.

(57) Le dispositif de protection à l'égard du bruit comporte des moyens 15, 16 pour engendrer un contre-bruit destiné à se superposer au bruit dont on veut se protéger et à annuler.

Le dispositif comporte également un corps creux 12 venant s'insérer dans le conduit auditif externe 13 de l'oreille de l'utilisateur, ce corps creux 12 contenant au moins une partie desdits moyens 15, 16.

Utilisation pour lutter contre le bruit.



FR 2 604 551 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne un dispositif de protection à l'égard du bruit.

L'intérêt d'une atténuation du bruit auquel peut être soumis un individu est bien connu :

De tout temps, l'homme a été confronté au bruit mais avec le progrès technique, les nuisances sonores ont considérablement augmenté au point d'être un problème d'une importance extrême. Un très grand nombre de personnes souffrent du bruit jusqu'à présenter des troubles du comportement.

Ainsi depuis longtemps, on a cherché des solutions à ce problème mais jusqu'à maintenant rien de réellement performant n'a pu être trouvé.

Des protections du type écran de matière passive (casque, bouchons d'oreille) sont déjà couramment utilisées et se révèlent efficaces aux hautes fréquences (supérieures à 2 KHz) mais sont peu efficaces aux basses fréquences.

Pour obtenir une protection plus performante aux basses fréquences que celle apportée par l'atténuation passive ci-dessus, on s'est proposé de réaliser une atténuation active, c'est-à-dire de superposer au bruit ambiant un contre-bruit d'amplitude et de fréquence identiques et de phase opposée. Les aspects physico-mathématiques de cette question ont été étudiés par Jessel au Centre National de la Recherche Scientifique dans les années 1960-1970 et ont été publiés dans l'article "Active attenuation of a complex source" par Jessel et Angevine, Proc. InterNoise 80 689-694 (1980).

Dans la pratique personne n'a été capable jusqu'à maintenant de maîtriser la phase d'une onde acoustique dans une grande région de l'espace.

Comme il n'est pas possible actuellement de créer des contre-bruits dans un grand volume, des chercheurs ont résolu partielleent le problème dans des cas de géométrie simple et de dimensions réduites.

Il est connu d'insérer un dispositif

d'atténuation active du bruit à l'intérieur d'un casque anti-bruit usuel.

Un tel casque, du type serre-tête comme illustré sur la figure 1, comporte deux boîtiers qui viennent se positionner sur les oreilles 7 en entourant celles-ci. A l'intérieur de la cavité, formée dans chacun des boîtiers 1 par l'enveloppe 2, est positionné un dispositif d'atténuation active du bruit constitué par un microphone 4 captant le bruit, par un haut parleur 3 restituant le contre-bruit et par un dispositif électronique de traitement du signal, composé essentiellement d'un filtre 5 et d'un amplificateur 6 qui reçoit le bruit capté par le microphone 4 et génère le contre-bruit à destination du haut-parleur 3, le dispositif de traitement du signal se trouvant en général hors du boîtier.

Les cavités d'un tel casque étant petites vis à vis des longueurs d'onde, le retard de phase du contre-bruit par rapport à un contre bruit parfait peut être relativement faible. Par ailleurs, le fait d'émettre un contre-bruit non pas dans tout l'espace dans lequel se propage le bruit ambiant mais seulement là où il est utile, près des oreilles de l'utilisateur permet d'obtenir un dispositif plus simple consommant moins d'énergie.

De tels protecteurs du type serre-tête ont été étudiés par l'Université de Southampton (GB) : "An active noise reduction system for aircraft helmets" par Wheeler et Halliday in Conf. proc. n° 311, Aural Communication in Aviation - OTAN , par la firme BOSE CORPORATION (USA) : "Application of active noise reduction for hearing protection and speech intelligibility improvement" par Steeneken et Langhout in TNO Soesterberg Pays-Bas, Rept. IZF 1985-7 et dans le mémoire de DEA "Atténuation active du bruit" par Carme fait au Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique de Marseille.

Cependant, de tels casques ne sont pas encore très performants, en particulier à cause de la forme complexe de la cavité dans laquelle on crée un contre-

bruit, et aussi du fait de la réflection des différentes ondes sur la paroi interne des cavités où sont placés les dispositifs d'atténuation active. En effet, cette réflexion engendre des déphasages qui peuvent perturber totalement le fonctionnement du dispositif jusqu'à provoquer finalement une augmentation du bruit.

Il est connu d'autre part que dans le cas de conduits dont le diamètre est petit devant les longueurs d'ondes, comme schématisé sur la figure 2, les ondes acoustiques se propageant peuvent être considérées comme planes et le problème de génération du contre-bruit ne se ramène plus qu'à l'obtention d'une synchronisation adéquate entre le bruit analysé en amont par le microphone 4 et le contre-bruit réinjecté en aval par le haut-parleur 3.

Le contre-bruit synchronisé est obtenu par l'intermédiaire d'un dispositif de traitement du signal consitué essentiellement par un filtre 5 et un amplificateur 6, comme dans le cas de la figure 1.

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients des dispositifs de protection anti-bruit précités en créant un dispositif simple, peu onéreux et protégeant efficacement les tympans du bruit dans un domaine allant des basses fréquences aux hautes fréquences.

Suivant l'invention, ce dispositif de protection à l'égard du bruit est caractérisé en ce qu'il comprend un bouchon creux destiné à être introduit dans la cavité du conduit auditif externe de l'oreille et en ce qu'au moins une partie des moyens pour engendrer ledit contre-bruit sont placés à l'intérieur de ce bouchon, de façon à être disposés au voisinage immédiat de l'entrée du conduit auditif externe.

Ainsi, le dispositif de protection à l'égard du bruit conforme à l'invention fonctionne sur le principe de l'atténuation active du bruit mais dans une conception proche de certains dispositifs d'atténuation passive puisqu'il vient se placer dans le conduit auditif externe de l'oreille.

L'atténuation du bruit obtenu par ce dispositif est de manière inattendue largement supérieure à celle obtenue par les dipositifs d'atténuation active connus. Il semble que les raisons de cette forte atténuation soient dues à la particularité qu'ont le conduit auditif externe de l'oreille et surtout le tympan qui le ferme de ne réfléchir que faiblement les ondes acoustiques. Or le conduit auditif externe de l'oreille et le tympan constituent en fait des parois du dispositif, de sorte que n'apparaissent dans le dispositif que des phénomènes de réflexion d'ondes résiduels comparés à l'art antérieur, peu préjudiciables au bon fonctionnement du dispositif d'atténuation active du bruit. De plus, la forme du conduit auditif externe de l'oreille se rapproche du cas mono-dimensionnel déjà évoqué en référence à la figure 2, de sorte que les ondes auditives sont plus faciles à maîtriser.

Selon une version avantageuse de l'invention, les moyens pour engendrer ledit contre-bruit comprenant au moins un haut-parleur et au moins un microphone sont caractérisés en ce qu'au moins un tel haut-parleur et au moins un tel microphone sont placés à l'intérieur du bouchon creux de telle sorte que la zone d'atténuation maximale du bruit formée par la superposition du bruit extérieur et du contre-bruit soit située à l'intérieur du conduit auditif.

Cette réalisation permet de bénéficier pleinement des avantages du dispositif précédemment énumérés.

Selon une autre version préférée de l'invention, le corps creux, que l'on place dans le conduit auditif externe de l'oreille, comprend une paroi en matière semi-rigide, isolante phoniquement et l'intérieur de ce corps creux est rempli d'une matière absorbant les sons sous forme d'une mousse.

Cette mousse permet de caler le haut-parleur et le microphone tout en atténuant passivement le bruit. La

paroi en matière semi-rigide présente une certaine déformabilité qui lui permet d'épouser la forme du conduit auditif de l'oreille.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après. Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif de protection contre le bruit, fonctionnant selon le principe de l'atténuation active, connu de l'art antérieur,

- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif de protection contre le bruit, fonctionnant selon le principe de l'atténuation active, dans le cas d'un conduit monodimensionnel,

- la figure 3 est une vue en coupe suivant un plan vertical médian d'un dispositif de protection contre le bruit conforme à l'invention, en position d'utilisation,

- la figure 4 est une vue en coupe d'une variante du dispositif de protection contre le bruit conforme à l'invention.

Dans la réalisation de la figure 3, le dispositif de protection 11 à l'égard du bruit, conforme à l'invention vient s'appliquer contre l'oreille de l'utilisateur. Ce dispositif comprend des moyens, à savoir un microphone 16, un haut-parleur 15 et un dispositif électronique de traitement du signal 17, pour engendrer un contre-bruit.

Ces moyens relèvent d'une technologie bien connue, comme cela a été rappelé ci-dessus, en référence à la figure 1. L'homme du métier a donc toute latitude pour choisir convenablement les moyens adéquats à la réalisation de l'invention.

Le contre-bruit est destiné à se superposer au bruit dont veut se protéger l'utilisateur afin de l'annuler. Ce contre-bruit présente donc la même amplitude et la même fréquence que le bruit mais il est en opposition

de phase avec ce dernier, de sorte que leur superposition engendre le silence.

Le microphone 16 capte le signal sonore à traiter et l'envoie au dispositif électronique 17 qui traite ce signal et forme un contre-signal qui est émis sous forme de bruit par le haut-parleur 15.

Ce dispositif de protection 11 comprend également un bouchon creux 12 constitué par une enveloppe ou paroi tubulaire 14 allongée qui est introduite dans le conduit auditif externe 13 de l'oreille de l'utilisateur de façon à adhérer parfaitement à celui-ci et d'en former une espèce de prolongement : ce prolongement n'est nécessaire que si, pour des raisons d'encombrement, le haut-parleur 15 et le microphone 16 ne peuvent être logés dans le conduit auditif externe 13 proprement dit.

Le microphone 16 et le haut-parleur 15 sont positionnés à l'intérieur de ce bouchon creux 12. Le haut - parleur 15 et le microphone 16 sont disposés de telle sorte que le contre bruit émis tend à annuler le bruit à l'intérieur même du conduit auditif externe 13 de l'oreille de l'utilisateur. Pour ce faire, le haut-parleur 15 est disposé à l'extrémité du bouchon creux 12 qui émerge hors du conduit auditif externe 13 de l'oreille de l'utilisateur, le pavillon du haut-parleur 15 étant tourné vers l'intérieur du conduit auditif externe 13 de l'oreille de l'utilisateur de façon à émettre le contre-bruit dans la direction du tympan et à le superposer avec le bruit dans le conduit auditif externe 13 de l'oreille de l'utilisateur. Le microphone 16 est quant à lui disposé en aval du haut-parleur 15 à l'intérieur du conduit auditif externe 13 de l'oreille de l'utilisateur.

L'enveloppe ou paroi tubulaire 14 allongée est constituée d'une matière semi-rigide compressible qui permet d'introduire cette enveloppe 14 dans le conduit auditif externe 13 de toute oreille, d'en épouser les formes et d'y adhérer hermétiquement. Il est nécessaire également que cette matière constituant l'enveloppe 14 soit

un bon isolant phonique ou acoustique une telle matière est par exemple du silicone.

L'intérieur de la cavité délimitée par l'enveloppe 14 du corps creux où sont positionnés le microphone 16 et le haut-parleur 15 est rempli d'une matière 18 absorbant les sons de façon à ajouter à l'atténuation active réalisée par le dispositif une atténuation passive, une telle matière 18 est par exemple une mousse de silicone ou de polyuréthane élastique.

Le bouchon creux 12 est solidaire d'un couvercle 19 qui vient s'appliquer contre l'oreille par l'intermédiaire d'un joint d'adhérence 19a de façon à former un nouvel écran passif d'atténuation du bruit.

Le couvercle 19 permet également la protection du bouchon creux 12. Ce couvercle peut être soit un boîtier d'un casque du type serre-tête soit un boîtier que l'on accroche autour de l'oreille du type des appareils auditifs. La solidarisation du bouchon creux 12 au couvercle 19 s'opère grâce à une paroi rigide 21. La protection passive au bruit réalisée par le couvercle 19 est renforcée par le remplissage de la cavité interne du couvercle 19 par une matière 20 absorbant les sons. Le couvercle 19 permet également de loger le dispositif 17 de traitement du signal. Ce dispositif 17 reçoit le bruit capté par le microphone, génère le contre-bruit adéquat et le réinjecte par l'intermédiaire du haut-parleur 15.

Le dispositif 17 est relié à une voie phonie 22, de sorte que l'utilisateur du dispositif selon l'invention peut recevoir des messages auditifs venant de l'extérieur tout en étant soustrait au bruit ambiant.

Dans la réalisation de la figure 4, on a détaillé un corps creux 12a selon une variante du dispositif de protection à l'égard du bruit.

A l'intérieur ou au voisinage du corps creux 12a constitué par une enveloppe 14a et rempli d'une matière absorbant le son du type mousse 18a sont placés plusieurs microphones 26, 36, 46 plusieurs haut-parleurs 25, 35, 45

et plusieurs dispositifs électroniques de traitement du signal 27, 37, 47 de façon à appliquer en série le principe d'atténuation active du bruit. Le reste du dispositif de protection à l'égard du bruit restant semblable à celui précédemment décrit.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples que l'on vient de décrire et on peut apporter à ceux-ci de nombreuses modifications sans sortir du cadre de l'invention, en outre, on peut nettement simplifier le dispositif décrit à la figure 3, en ne laissant subsister que les parties 12, 14, 15, 16, 17, 18 et 22, et en supprimant donc la partie casque : 19a, 19, 20 et 21.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de protection à l'égard du bruit (11), applicable contre l'oreille de l'utilisateur comprenant des moyens (15, 16, 17 ; 25, 26, 27, 35, 36, 37, 45, 46, 47) pour engendrer un contre-bruit destiné à se superposer au bruit dont on veut se protéger, présentant la même amplitude et la même fréquence et ayant une phase opposée à ce dernier, caractérisé en ce qu'il comprend un bouchon creux (12 ; 12a) destiné à être introduit dans la cavité du conduit auditif externe (13) de l'oreille de l'utilisateur et en ce qu'au moins une partie desdits moyens pour engendrer ledit contre-bruit sont placés à l'intérieur dudit bouchon creux (12 ; 12a) de façon à être disposés au voisinage immédiat de l'entrée du conduit auditif externe (13) de l'oreille de l'utilisateur.

2. Dispositif conforme à la revendication 1, lesdits moyens pour engendrer ledit contre-bruit comprenant au moins un haut-parleur (15 ; 25, 35, 45) et au moins un microphone (16 ; 26, 36, 46), caractérisé en ce qu'au moins un tel haut-parleur (15 ; 25, 35, 45) et au moins un tel microphone (16 ; 26, 36) sont placés à l'intérieur dudit bouchon creux (12 ; 12a), de telle sorte que la zone d'atténuation maximale du bruit, formée par la superposition du bruit extérieur et du contre-bruit engendré par le ou lesdits haut-parleurs (15 ; 25, 35, 45) soit située à l'intérieur dudit conduit auditif externe (13) de l'oreille de l'utilisateur.

3. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce qu'au moins un haut-parleur (15 ; 35, 45) est fixé à l'intérieur dudit bouchon creux (12 ; 12a) dans une zone faisant légèrement saillie hors dudit conduit auditif externe (13) de l'oreille de l'utilisateur, ce ou ces haut-parleurs (15 ; 35) étant dirigés vers l'intérieur dudit bouchon creux (12 ; 12a) et en ce qu'au moins un microphone (16 ; 36) est disposé en aval du ou des haut-parleurs (15 ; 35).

4. Dispositif conforme à l'une des

revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit bouchon creux (12 ; 12a) comprend une paroi (14 ; 14a) en matière semi-rigide isolante phoniquement.

5. Dispositif conforme à l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la cavité laissée libre à l'intérieur dudit bouchon creux (12, 12a) est remplie d'une matière (18 ; 18a) absorbant les sons, sous forme d'une mousse.

6. Dispositif conforme à l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit bouchon creux (12) est solidaire d'un couvercle (19) destiné à être appliqué contre l'oreille.

7. Dispositif conforme à la revendication 6, caractérisé en ce que ledit bouchon creux (12) est fixé audit couvercle (19) par une paroi rigide (21).

8. Dispositif conforme à l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que ledit couvercle (19) est rempli d'une matière (20) absorbant les sons, sous forme de mousse.

9. Dispositif conforme à l'une des revendications 6 à 8, lesdits moyens pour engendrer ledit contre-bruit comprenant au moins un dispositif électronique (17) de traitement du signal assurant l'adaptation de l'amplitude de la fréquence et de la phase dudit contre-bruit, caractérisé en ce qu'au moins un dispositif électronique de traitement du signal est logé dans ledit couvercle (19).

10. Dispositif conforme à l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il est relié à une voie phonie (22) permettant d'entendre un interlocuteur extérieur.

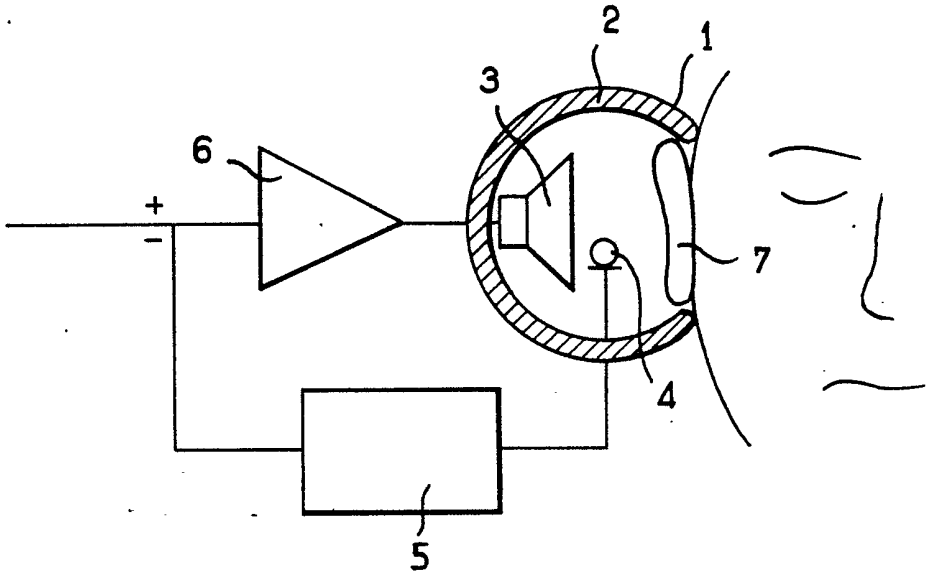


FIG_1

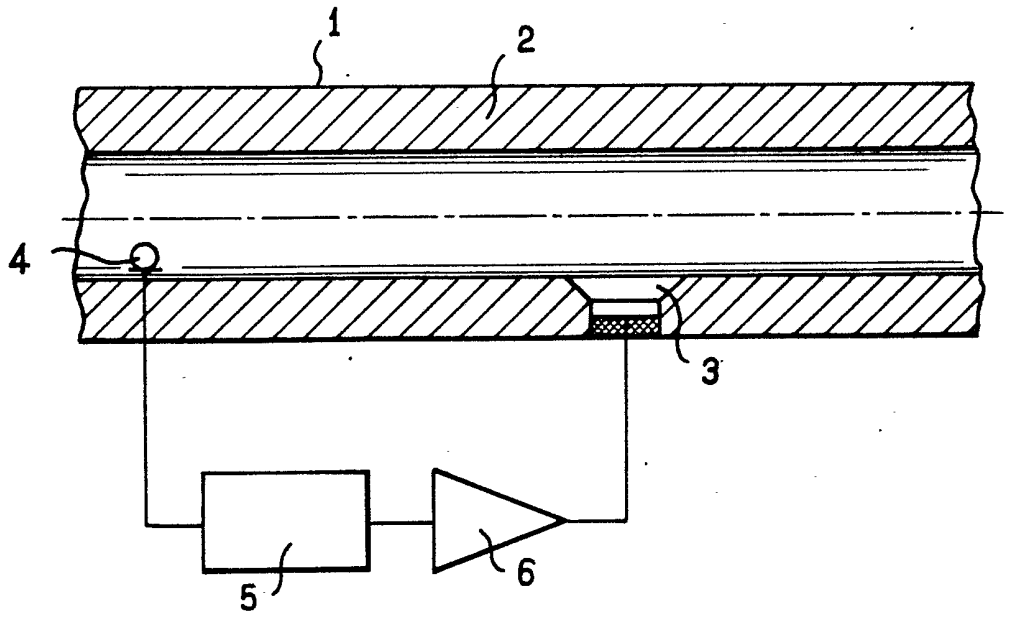


FIG_2

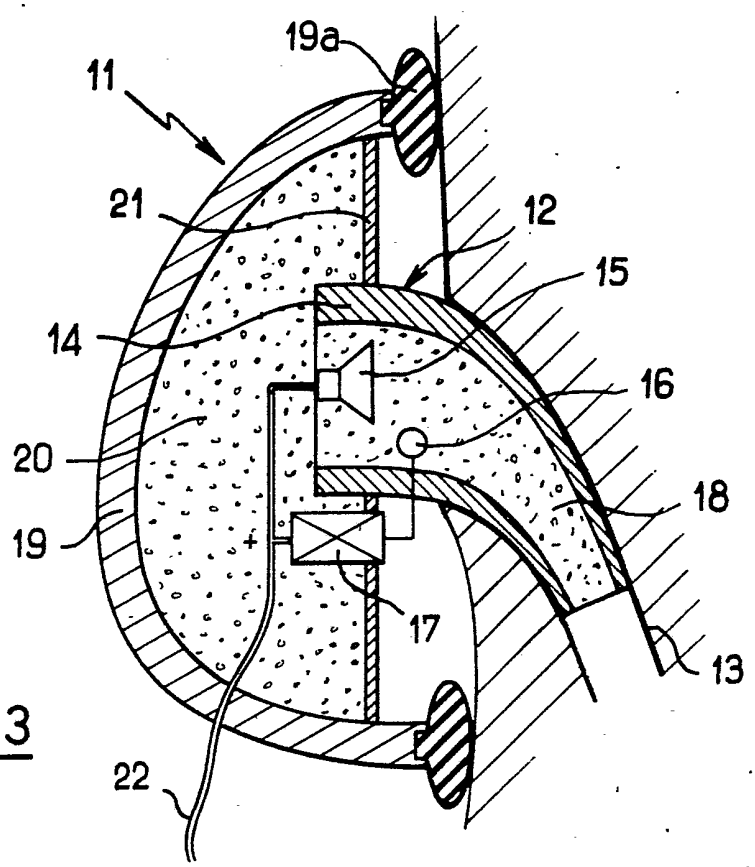

19a
11
21
12
15
14
16
20
18
19
17
13
22

FIG_3

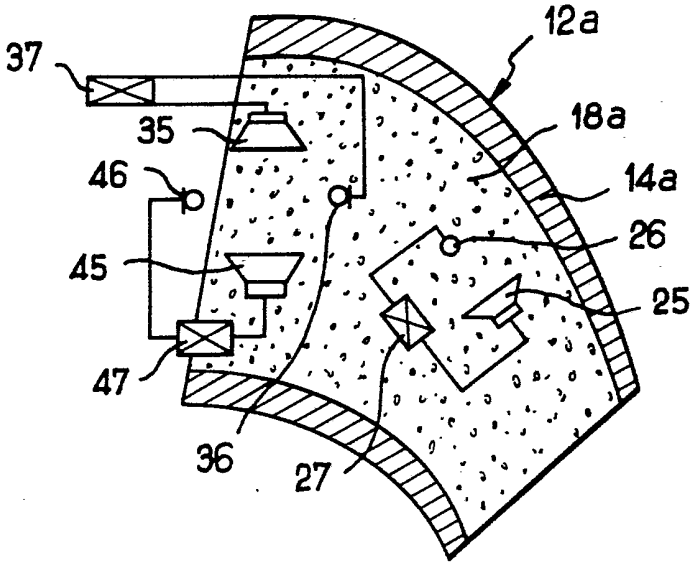

12a
37
18a
35
46
14a
26
45
25
47
36
27

FIG_4