

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **90110307.7**

Int. Cl.⁵: **H04R 25/00, A61F 11/04**

Anmeldetag: **30.05.90**

Priorität: **02.06.89 DE 3918086**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.12.90 Patentblatt 90/49

Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE DK FR LI

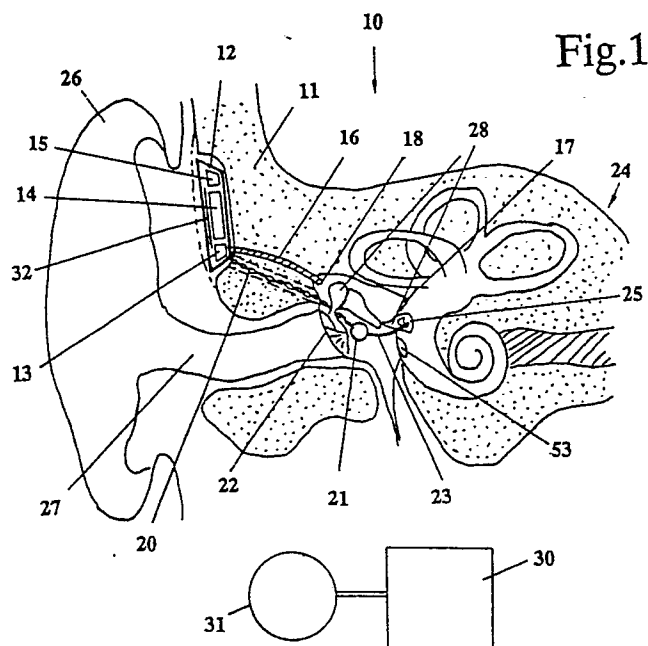
Anmelder: **Hortmann GmbH**
6, Robert-Bosch-Strasse
D-7449 Neckartenzlingen(DE)

Erfinder: **Hortmann, Günter**
Robert-Bosch-Strasse 6
D-7449 Neckartenzlingen(DE)
Erfinder: **Leysieffer, Hans, Dr.-Ing.**
Enzianring 13
D-8028 Taufkirchen(DE)

Vertreter: **Schwan, Gerhard, Dipl.-Ing.**
Elfenstrasse 32
D-8000 München 83(DE)

Implantierbares Hörgerät.

Implantierbares Hörgerät zur Anregung des Innenohres mit einem eingangsseitig an einen elektromechanischen Wandler angeschlossenen hydromechanischen Koppellement zum Übertragen der von dem Wandler erzeugten mechanischen Schwingungen zum Innenohr.



Implantierbares Hörgerät

Die Erfindung betrifft ein implantierbares Hörgerät zur Anregung des Innenohres.

Bei einem bekannten Hörgerät zur Anregung des Innenohres (DE-OS 28 25 233) werden die das Hörgerät bildenden Baugruppen einschließlich einer Tritiumbatterie hermetisch gekapselt in den äußeren Gehörgang eingesetzt oder im Mastoid implantiert, und das Hörgerät wird ausgangsseitig über eine elektrische Leitung direkt mit dem Hörnerv verbunden. Bei einer abgewandelten Ausführungsform des bekannten Gerätes werden akustische Schwingungen, die von dem im Mastoid implantierten Hörgerät erzeugt werden, über den Prozessus mastoideus-Knochen in das Mittelohr unter Ausnutzung des Umstandes übertragen, daß dieser kochen Hohlräume aufweist, die über das Vorhofenster mit dem Mittelohr in Verbindung stehen.

Bei einem anderen bekannten Hörgerät (EP 0 242 038 A2) sind in einem in den äußeren Gehörgang einzuschubenden Gehäuse ein Mikrophon, ein Verstärker, eine Batterie, ein Lautstärkeregler und eine Anregungsspule für einen Magneten untergebracht, der an einem der Hörknöchelchen befestigt wird. Es ist ferner ein Hörgerät bekannt (GB-PS 1 440 724), bei dem ein Mikrophon, ein Verstärker und eine Batterie in einem Gehäuse angeordnet sind, das steckerartig in einen Sockel eingesteckt wird, der ins Schläfenbein hinter der Ohrmuschel implantiert ist. Das Ausgangssignal des Verstärkers geht an eine im Mittelohr implantierte Erregerspule eines auf dem Steigbügel befestigten Magneten.

Desweiteren ist ein Hörgerät bekannt (US-PS 4 532 930), bei dem über eine implantierbare Elektrodenanordnung eine unmittelbare elektrische Reizung des Innenohres mit Hilfe von Signalen erfolgt, die von einer zweckentsprechenden Signalverarbeitungselektronik bereitgestellt werden. Die Signalverarbeitungselektronik ist dabei in einem relativ großvolumigen Gehäuse untergebracht, das extern in einer separaten Tasche mitgeführt wird. Die Signalverarbeitungselektronik ist über ein Verbindungskabel an eine Sendeantenne angeschlossen, die im Bereich des betreffenden Ohres angeordnet wird.

Bei den bekannten Hörgeräten läßt die erzielbare Klangqualität häufig zu wünschen übrig. Es kann zu Anpassungsproblemen kommen, und die Anregung über einen an einem Hörknöchelchen befestigten Magneten macht einen mit Risiken verbundenen Eingriff in die Kette der Gehörknöchelchen erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein implantierbares Hörgerät zur Anregung des Innenohres zu schaffen, das eine hohe Klangqualität hat

sowie einen relativ einfachen und risikolosen Einsatz erlaubt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Hörgerät ein eingangsseitig an einen elektromechanischen Wandler angeschlossenes hydromechanisches Koppellement zum Übertragen der von dem Wandler erzeugten mechanischen Schwingungen zum Innenohr aufweist.

Bei dem Hörgerät nach der Erfindung werden mechanische Schwingungen, die von dem elektromechanischen Wandler erzeugt werden, über das hydromechanische Koppellement - unter Umgehung der Schallübertragung der Gehörknöchelchen im Innenohr - in Form von Druckschwankungen auf die flüssigkeitsgefüllten Innenohrräume übertragen. Es läßt sich dadurch auf verhältnismäßig einfache Weise eine besonders wirkungsvolle Innenohranregung mit hoher Klangqualität erzielen.

Das hydromechanische Koppellement kann in weiterer Ausgestaltung der Erfindung einfach einen an den elektromechanischen Wandler angeschlossenen, flüssigkeitsgefüllten Schlauch aufweisen, dessen von dem Wandler abliegendes Ende im implantierten Zustand in die flüssigkeitsgefüllten Innenohrräume reicht.

Vorteilhaft ist der elektromechanische Wandler hermetisch gekapselt zur Implantation in der Paukenhöhle oder im Mastoid, ausgebildet. Der Schlauch ist zwecks optimaler mechanischer Impedanzenanpassung vorteilhaft mit einer lymphähnlichen Flüssigkeit gefüllt und an dem von dem Wandler abliegenden Ende mit einer dünnen Membran verschlossen. Er kann mittels einer aufgeschobenen Drahtwendel oder durch einen oder mehrere in die Schlauchwandung eingelassene Drähte entsprechend den jeweiligen anatomischen Gegebenheiten dauerhaft geformt werden. Der elektromechanische Wandler kann in ein Gehäuse einer implantierbaren Signalverarbeitungselektronik integriert sein und auf dem elektrodynamischen, elektromagnetischen oder, vorzugsweise, piezoelektrischen Prinzip beruhen. Insbesondere kann der Wandler einen piezoelektrischen Biegeschwinger aufweisen, der auf einer Trägermembran sitzt, die in dem den Wandler aufnehmenden Gehäuse eingespannt ist. Der Biegeschwinger kann aus einer einlagigen piezoelektrischen Scheibe bestehen oder eine zur Trägermembran symmetrische Bimorphstruktur aufweisen, und er hat vorteilhaft einen Durchmesser, der mindestens dem 0,8-fachen und vorzugsweise mindestens dem 0,9-fachen des Innendurchmessers des zugehörigen Gehäuses entspricht. Durch ein großes Verhältnis von Wändlerscheibendurchmesser zu Schlauchinnendurchmesser wird dabei eine Schnelletransformation er-

zielt, die schon bei kleinen elektrischen Wandlerleistungen hohe Ausgangsdrücke an dem vom Wandler abliegenden Schlauchende entstehen läßt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist ein den elektromechanischen Wandler über eine Signalverarbeitungselektronik mit Eingangssignalen versorgendes Mikrophon mit einem akustischen Koppellement zur Schallaufnahme aus der Paukenhöhle verbunden, wodurch die natürliche Richtcharakteristik des Außenohres voll ausgenutzt wird. Das akustische Koppellement kann einfach als an das Mikrophon angeschlossener Schallleitungsschlauch ausgebildet sein, dessen vom Mikrophon abgewandetes Ende im implantierten Zustand in die Paukenhöhle hineinragt und zweckmäßig mit einer Membran verschlossen ist.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein menschliches Ohr mit implantiertem Hörgerät, sowie gleichfalls schematisch einen externen Steuersignalgeber,

Fig. 2 in größerem Maßstab einen schematischen Schnitt durch einen elektromechanischen Wandler mit zugehörigem hydromechanischem Koppellement zur Übertragung von Wandler-schwingungen auf das Innenohr, und

Fig. 3 in größerem Maßstab einen Schnitt durch das Gehäuse der Signalverarbeitungselektronik in welchem zugleich der elektromechanische Wandler untergebracht ist.

Das in Fig. 1 dargestellte Hörgerät weist ein in der näheren Umgebung des betreffenden Ohres 10, insbesondere im Mastoid 11 implantierbares, hermetisch dichtes Gehäuse 12 auf, in welchem, wie schematisch angedeutet, ein Mikrophon 13, eine Signalverarbeitungselektronik 14 und eine Energieversorgung, beispielsweise eine Sekundärzellenanordnung 15 (d.h. ein oder mehrere wiederaufladbare Akkumulatoren) untergebracht sind. Das Mikrophon 13 steht über ein akustisches Koppellement in Form eines Schallleitungsschlauchs 16 mit der Paukenhöhle 17 in Verbindung. Das von dem Mikrophon 13 abgewandete Ende des Schallleitungsschlauchs 16 reicht dabei im implantierten Zustand in die Paukenhöhle 17, und es ist dort mittels einer dünnen Membran 18 verschlossen.

An den Ausgang der Signalverarbeitungselektronik 14 ist über eine Wandlerzuleitung 20 ein elektromechanischer Wandler 21 angeschlossen, der hermetisch gekapselt in der Paukenhöhle hinter dem Trommelfell 22 mechanisch fest fixiert ist. Der Wandler 21 ist seinerseits mit einem hydromechanischen Koppellement 23 verbunden. Über das Koppellement 23 werden von dem Wandler 21 mechanische Schwingungen zum Innenohr 24 übertragen. Bei dem in Fig. 1 veranschaulichten

Ausführungsbeispiel erstreckt sich dazu das Koppellement 23 durch eine Bohrung in der Steigbügelgelfußplatte 25 hindurch.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 gelangen Schallsignale über das Außenohr 26, den Gehörgang 27 und das Trommelfell 22 zur Paukenhöhle 17. Sie werden dort von dem Schallleitungsschlauch 16 hinter dem Trommelfell 22 aufgenommen und an das in dem Gehäuse 12 sitzende Mikrophon 13 weitergeleitet. Das Mikrophon 13 wandelt den Schall in elektrische Mikrophonsignale um. Diese Signale werden in der Signalverarbeitungselektronik 14 in geeignete Ausgangssignale umgesetzt und verstärkt über die Wandlerzuleitung 20 an den elektromechanischen Wandler 21 geführt. Der Wandler 21 setzt die elektrischen Ausgangssignale in mechanische Schwingungen um. Die mechanischen Schwingungen werden über das hydromechanische Koppellement 23 auf die flüssigkeitsgefüllten Innenohrräume übertragen.

Die Fig. 1 läßt erkennen, daß das Hörgerät vollständig implantiert ist. Der Träger wird durch das Gerät unter normalen Alltagsbedingungen nicht beeinträchtigt. Zum Beispiel ist Schwimmen ohne weiteres möglich. Die natürliche Richtcharakteristik des Außenohrs 26 wird voll ausgenutzt und nicht durch mechanische Elemente im äußeren Gehörgang 27 beeinträchtigt. Nach der Signalverstärkung in der Signalverarbeitungselektronik 14 erfolgt keine Wandlung im Luftschall, wodurch eine hohe Klangqualität möglich wird. Etwaige Rückkopplungsprobleme lassen sich relativ einfach beherrschen. Die natürliche Übertragung über die Gehörknöchelchenkette 28 bleibt unbeeinflusst. Damit ist das Risiko für den Patienten minimiert.

Zum wahlweisen Einstellen eines oder mehrerer Kennwerte der Signalverarbeitungselektronik 14 kann ein externer Steuersignalgeber 30 vorgesehen sein, an dessen Ausgang eine Sendespule 31 angeschlossen ist. In dem Gehäuse 12 ist in einem solchen Fall eine Empfangsspule 32 untergebracht. Auf diese Weise kann im Bedarfsfall über die Spulen 31 und 32 eine hochfrequente induktive Datenübertragung zwischen dem externen Steuersignalgeber 30 und der implantierten Signalverarbeitungselektronik 14 erfolgen. Zweckmäßig kann die für die induktive Datenübertragung vorgesehene Hochfrequenzstrecke auch genutzt werden, um Energie zum Aufladen der implantierten Sekundärzellenanordnung 15 zu übertragen. Stattdessen kann für eine transkutane Datenübertragung zwischen dem Steuersignalgeber 30 und der Signalverarbeitungselektronik 14 auch eine lichtgebundene Infrarotstrecke vorgesehen sein.

Ein Ausführungsbeispiel des elektromechanischen Wandlers 21 und des hydromechanischen Koppellements 23 ist in größerem Maßstab in Fig. 2 dargestellt. Der Wandler 21 weist ein zweiteiliges,

hermetisch dichtes Gehäuse 34 auf. In dem Gehäuse 34 ist ein vorzugsweise kreisförmiger piezoelektrischer Biegeschwinger 35 untergebracht, der auf einer Trägermembran 36 sitzt. Die vorzugsweise aus Messing oder Aluminium bestehende Trägermembran 36 ist an ihrem Rand in dem Gehäuse 34 etwa mittig eingespannt. Der veranschaulichte Biegeschwinger 35 hat eine zu der Trägermembran 36 symmetrische Bimorphstruktur, deren beide Lagen mit 37 und 38 bezeichnet sind. Die Lagen 37, 38 können elektrisch parallel oder hintereinander geschaltet sein. Dabei werden die zwei oder bei elektrischer Parallelschaltung drei Elektrodenflächen der Lagen 37,38 kontaktiert und durch Gehäusedurchführungen an die Wandlerzuleitung 20 angeschlossen.

Es versteht sich, daß gegebenenfalls auch die eine der beiden Lagen 37,38 weggelassen werden kann, so daß der Biegeschwinger 35 aus einer einlagigen piezoelektrischen Scheibe besteht. Der Biegeschwinger 35 hat zweckmäßig einen Durchmesser, der mindestens dem 0,8-fachen und vorzugsweise mindestens dem 0,9-fachen des Innendurchmessers des Gehäuses 34 entspricht. Die Trägermembran 36 unterteilt den Innenraum des Gehäuses 34 in zwei Kammern 39 und 40. Die eine Kammer 39 ist mit einer Flüssigkeit 41 gefüllt, deren Dichte und Zusammensetzung mindestens näherungsweise der Perilymphe (der Flüssigkeit im Innenohr) entsprechen. Durch eine Wandung des Gehäuses 34 ist ein Anschlußstutzen 42 geführt, über den durch die Wandler-schwingung erzeugte Druckschwankungen auf einen das hydromechanische Koppel-element 23 bildenden Schlauch 43 geleitet werden. Der Schlauch 43 ist mit der gleichen Flüssigkeit wie die Kammer 39 gefüllt, und sein von dem Wandler 21 abliegendes Ende ist mittels einer dünnen Membran 44 verschlossen. Der Schlauch 43 kann zweckmäßig aus biokompatiblen Silikon bestehen, und er hat vorteilhaft einen Außendurchmesser von 0,3 bis 1,0 mm, vorzugsweise etwa 0,6 mm, sowie eine Wandstärke von 0,05 bis 0,3 mm, vorzugsweise etwa 0,1 mm. Das Wandlergehäuse 34 ist kreisförmig oder annähernd kreisförmig ausgebildet, und es hat zweckmäßig einen Durchmesser von 5 bis 10 mm, vorzugsweise etwa 8 mm. Das Gehäuse 34 kann ebenso wie das Gehäuse 12 vorteilhaft aus einer biokompatiblen Keramik, z.B. Al_2O_3 , oder aus Titan bestehen. Die andere Kammer 40 des Gehäuses 34 ist mit einem Edelgas, vorzugsweise Argon, gefüllt. Um den Schlauch 43 ist ein dünner Draht 45 aus biokompatiblen Werkstoff, vorzugsweise Platin, gewandelt. Die Drahtwendel erlaubt es, eine beständige Formung von Biegeradien zur Anpassung an die jeweiligen anatomischen Gegebenheiten zu erreichen. An Stelle der Drahtwendel können auch ein oder mehrere Drähte, vorzugsweise Platindrähte, in die

Wandung des Schlauchs 43 eingelassen sein.

Die wesentliche Wirkung der in Fig. 2 veranschaulichten Anordnung beruht einerseits auf dem Prinzip einer Druckkammer, durch das erreicht wird, daß bei großem Verhältnis von Wandlerscheibendurchmesser zu Schlauchinnendurchmesser eine Schnelletransformation entsteht, die bei Kleinen elektrischen Wandlerleistungen hohe Ausgangsdrücke an der Schlauchmembran 44 ermöglicht. Andererseits erlaubt die Füllung des Schlauchs 43 mit einer lymphähnlichen Flüssigkeit eine optimale mechanische Impedanzanpassung an das Innenohr. Dadurch werden störende Reflexionen vermieden.

Bei der abgewandelten Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist der elektromechanische Wandler 21 mit in das Gehäuse 12 der Signalverarbeitungselektronik 14 integriert. Die von der Trägermembran 36 des Biegeschwingers 35 begrenzte, in diesem Fall gleichfalls in dem Gehäuse 12 ausgebildete, flüssigkeitsgefüllte Kammer 39 ist analog der Fig. 2 mit dem hydromechanischen Koppel-element 23 in Form des flüssigkeitsgefüllten Schlauchs 43 verbunden. Entsprechend der Ausführungsform der Fig. 1 sind in dem Gehäuse 12 ferner das Mikrophon 13 und die Energieversorgung, beispielsweise eine Sekundärzellenanordnung 15, untergebracht. Der Schall wird dem Mikrophon 13 aus der Paukenhöhle 17 über den Schalleitungsschlauch 16 zugeführt. Letzterer ist mit dem Gehäuse 12 über einen Anschlußstutzen 46 verbunden und an seinem freien Ende mittels der dünnen Membran 18 abgeschlossen. Um Rückkopplungen zu vermeiden, ist das Mikrophon 13 in dem Gehäuse 12 schwingungstechnisch isoliert aufgehängt. Wie in Fig. 3 angedeutet ist, sitzen das Mikrophon 13, die Signalverarbeitungselektronik 14 und die Energieversorgung 15 in einer von der gasgefüllten Kammer 40 mittels einer Trennwand 47 abgeteilten dritten Kammer 48. Gegebenenfalls können mindestens einzelne dieser Baugruppen aber auch in der Kammer 40 untergebracht sein.

Zur Energieversorgung kann auch eine Primärzellenanordnung vorgesehen sein, die in einem von dem Gehäuse 12 der Signalverarbeitungselektronik 14 getrennten Gehäuse untergebracht und über eine trennbare Verbindung an die Signalverarbeitungselektronik 14 angeschlossen ist. Dadurch kann im Bedarfsfall die Primärzellenanordnung (eine oder mehrere Batterien) ausgetauscht werden, ohne daß ein gleichzeitiger Austausch des Gehäuses 12 bzw. ein Eingriff in dieses Gehäuse notwendig wird.

Es ist ferner möglich, das Schall aus der Paukenhöhle 17 aufnehmende Mikrophon 13 in einem gesonderten Gehäuse unterzubringen, das bei der Implantation unmittelbar in der Paukenhöhle 17 fi-

xiert wird. Das Mikrophon 13 nimmt dabei den Schall aus der Paukenhöhle über einen durch das Gehäuse geführten Stutzen auf, der zur Abdichtung mit einer dünnen Membran abgeschlossen ist.

Ansprüche

1. Implantierbares Hörgerät zur Anregung des Innenohres, **gekennzeichnet durch** ein eingangsseitig an einen elektromechanischen Wandler (21) angeschlossenes hydromechanisches Koppellement (23) zum Übertragen der von dem Wandler erzeugten mechanischen Schwingungen zum Innenohr.

2. Hörgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das hydromechanische Koppellement (23) einen an den elektromechanischen Wandler (21) angeschlossenen, flüssigkeitsgefüllten Schlauch (43) aufweist, dessen von dem Wandler abliegendes Ende im implantierten Zustand in die flüssigkeitsgefüllten Innenohrräume reicht.

3. Hörgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromechanische Wandler (21) hermetisch gekapselt zur Implantation in der Paukenhöhle oder im Mastoid ausgebildet ist.

4. Hörgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der flüssigkeitsgefüllte Schlauch (43) an dem von dem elektromechanischen Wandler (21) abliegenden Ende verschlossen ist.

5. Hörgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Schlauchende mit einer dünnen Membran (44) abgeschlossen ist.

6. Hörgerät nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (43) mit einer lymphähnlichen Flüssigkeit gefüllt ist.

7. Hörgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der flüssigkeitsgefüllte Schlauch (43) einen Außendurchmesser von 0,3 bis 1,0 mm, vorzugsweise etwa 0,6 mm und eine Wandstärke von 0,05 bis 0,3 mm, vorzugsweise etwa 0,1 mm hat.

8. Hörgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (43) mit einem biokompatiblen Draht (45), vorzugsweise Platindraht, umwendelt ist.

9. Hörgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Drähte, vorzugsweise Platindrähte, in die Wandung des Schlauchs (43) eingelassen sind.

10. Hörgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromechanische Wandler (21) in einem kreisförmigen oder annähernd kreisförmigen Wandlergehäuse (34) untergebracht ist, das einen Durchmesser von 5 bis 10 mm, vorzugsweise etwa 8 mm, hat.

11. Hörgerät nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromechanische Wandler (21) in ein Gehäuse (12) einer implantierbaren Signalverarbeitungselektronik (14) integriert ist.

12. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler (21) auf dem elektrodynamischen, elektromagnetischen oder, vorzugsweise, piezoelektrischen Prinzip beruht.

13. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromechanische Wandler (21) einen, vorzugsweise kreisförmigen, piezoelektrischen Biegeschwinger (35) aufweist, der auf einer Trägermembran (36) sitzt, die in dem den Wandler aufnehmenden Gehäuse (12,34) eingespannt ist.

14. Hörgerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegeschwinger (35) aus einer einlagigen piezoelektrischen Scheibe besteht.

15. Hörgerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegeschwinger (35) eine zu der Trägermembran (36) symmetrische Bimorphstruktur hat, deren beide Lagen (37,38) elektrisch parallel oder hintereinander geschaltet sind.

16. Hörgerät nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegeschwinger (35,) einen Durchmesser hat, der mindestens dem 0,8-fachen und vorzugsweise mindestens dem 0,9-fachen des Innendurchmessers des zugehörigen Gehäuses (12,34) entspricht.

17. Hörgerät nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermembran (36) den Innenraum des Gehäuses (12,34) in zwei Kammern (39, 40) unterteilt.

18. Hörgerät nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die eine der beiden Kammern (39) mit dem hydromechanischen Koppellement (23) verbunden ist.

19. Hörgerät nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Kammer (39) des Gehäuses (12, 34) mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, deren Dichte und Zusammensetzung mindestens näherungsweise derjenigen der Perilymphe entspricht.

20. Hörgerät nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die andere Kammer (40) des Gehäuses (12,34) mit einem Edelgas, vorzugsweise Argon, gefüllt ist.

21. Hörgerät nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß in der anderen oder einer dritten Kammer (48) des Gehäuses eine Signalverarbeitungselektronik (14) und/oder ein Mikrophon (13) und/oder eine Energieversorgung (15,15') untergebracht sind.

22. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das hydromechanische Koppellement (23) im implantierten Zustand durch eine Bohrung in der Steigbügel-

platte oder eine Bohrung in der Nähe des runden Fensters hindurch in das Innenohr hineinreicht.

23. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein den elektromechanischen Wandler (21) über eine Signalverarbeitungselektronik (14) mit Eingangssignalen versorgendes Mikrophon (13) mit einem akustischen Koppellement (16) zur Schallaufnahme aus der Paukenhöhle verbunden ist.

5

24. Hörgerät nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß als akustisches Koppellement ein an das Mikrophon (13) angeschlossener Schalleitungsschlauch (16) vorgesehen ist, dessen vom Mikrophon abgewendetes Ende im implantierten Zustand in die Paukenhöhle hineinragt.

10

15

25. Hörgerät nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalleitungsschlauch (16) an dem vom Mikrophon (13) abgewendeten Ende mit einer Membran (18) verschlossen ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

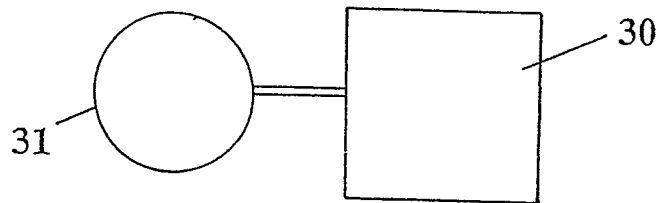
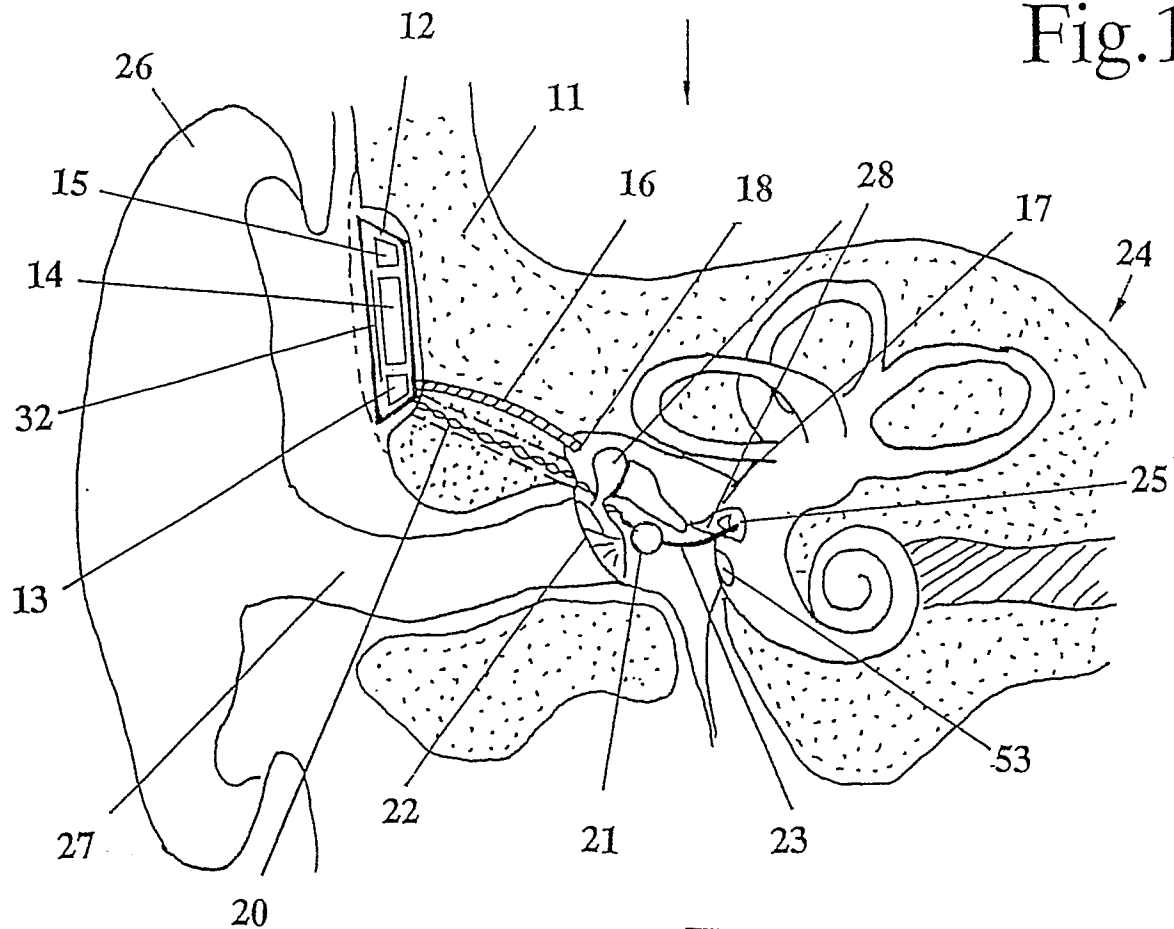


Fig.2

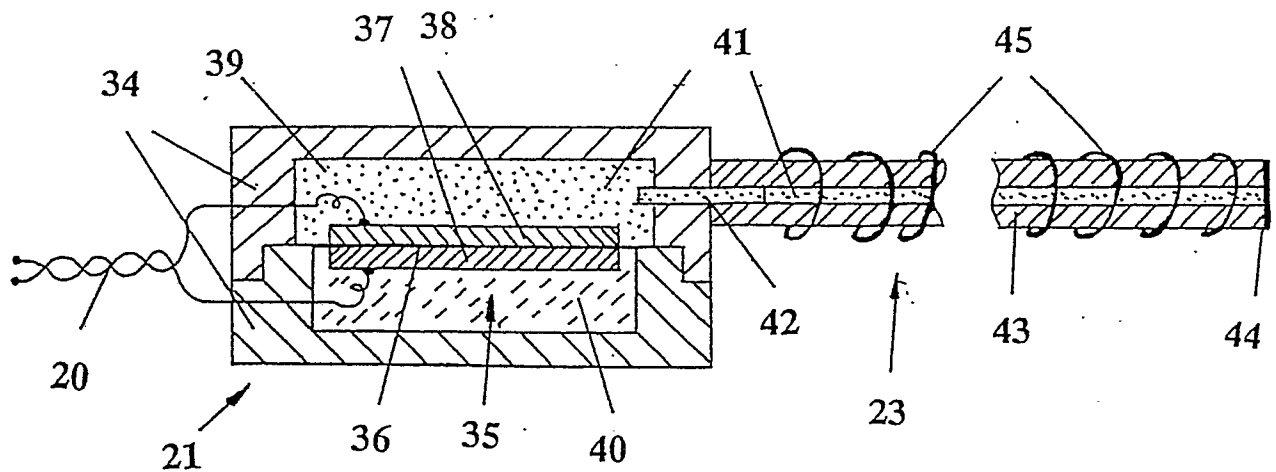


Fig.3

