



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.03.2000 Patentblatt 2000/10

(51) Int. Cl.⁷: **H04R 25/00**

(21) Anmeldenummer: **98121495.0**

(22) Anmeldetag: **12.11.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
**Leysieffer, Hans Dr.-Ing.
82024 Taufkirchen (DE)**

(30) Priorität: **03.09.1998 DE 19840212**

(74) Vertreter:
**Schwan, Gerhard, Dipl.-Ing. et al
Elfenstrasse 32
81739 München (DE)**

(71) Anmelder:
**IMPLEX GmbH Spezialhörgeräte
D-85737 Ismaning (DE)**

(54) **Wandleranordnung für teil- oder vollimplantierbare Hörgeräte**

(57) Die Erfindung betrifft eine Wandleranordnung für teil- oder vollimplantierbare Hörgeräte zur direkten mechanischen Anregung des Mittel- oder Innenohres, versehen mit einem am Implantationsort mit Bezug auf den Schädel fixierbaren Gehäuse (14) und einem mit Bezug auf das Gehäuse beweglichen, mechanisch steifen Koppelement (20), wobei in dem Gehäuse ein elektromechanischer Wandler (30, 32) untergebracht ist, mit dem sich das Koppelement in Schwingungen versetzen läßt, die nach erfolgter Implantation der Wandleranordnung auf ein Mittelohr-Ossikel oder direkt auf das Innenohr übertragen werden. Der elektromechanische Wandler ist als Elektromagnetanordnung (30, 32) ausgebildet, die ein mit Bezug auf das Gehäuse fixiertes Bauteil (32) sowie ein schwingfähiges Bauteil (30) aufweist, welches mit dem Koppelement (20) derart in Verbindung steht, daß Schwingungen des schwingfähigen Bauteils auf das Koppelement übertragen werden.

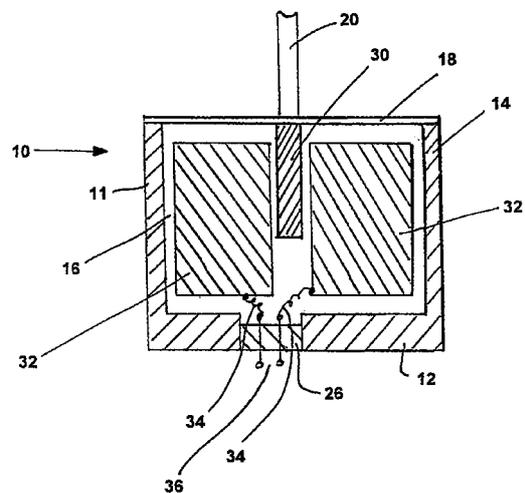


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wandleranordnung für teil- oder vollimplantierbare Hörgeräte zur direkten mechanischen Anregung des Mittel- oder Innenohres, versehen mit einem am Implantationsort mit Bezug auf den Schädel fixierbaren Gehäuse und einem mit Bezug auf das Gehäuse beweglichen, mechanisch steifen Koppellement, wobei in dem Gehäuse ein elektromechanischer Wandler untergebracht ist, mit dem sich das Koppellement in Schwingungen versetzen läßt, die nach erfolgter Implantation der Wandleranordnung auf ein Mittelohr-Ossikel oder direkt auf das Innenohr übertragen werden.

[0002] Eine derartige Wandleranordnung ist aus EP 0 499 940 bekannt. Hierbei wird vorgeschlagen, eine Wand des Gehäuses als schwingfähige Membran auszuführen, die mit einer auf der Innenseite aufgebrauchten piezoelektrischen Keramikscheibe ein elektromechanisch aktives Heteromorph-Verbundelement darstellt. Obschon eine derart aufgebaute Hörgeräte-Wandleranordnung problemlos implantiert werden kann und sich damit allgemein gute Ergebnisse erzielen lassen, hat sich jedoch gezeigt, daß das über die piezoelektrisch Keramikscheibe angetriebene Koppellement bei niedrigen auf das Mittelohr-Ossikel oder direkt auf das Innenohr zu übertragenden Frequenzen Auslenkungen bewirkt, die für einen adäquaten Lautstärkepegel bei mittleren und größeren Hörverlusten unzureichend sein können. Dies gilt insbesondere bei den für ein Implantat vorgegebenen, geringen elektrischen Spannungen.

[0003] Aus US 5 624 376 ist ein auf dem elektromagnetischen Prinzip beruhender Wandler für teil- oder vollimplantierbare Hörgeräte bekannt, bei welchem ein Dauermagnet zusammen mit zwei zugeordneten Polstücken in einem zylindrischen Gehäuse lose aufgehängt ist, während eine mit dem Dauermagneten zusammenwirkende Induktionsspule in einem von den Polstücken begrenzten zylindrischen Luftspalt sitzt und mit einer Gehäusewand fest verbunden ist. Bei Beaufschlagung der Spule mit Wechselspannung wird die aus dem Dauermagneten und den Polstücken bestehende Masse in Schwingungen versetzt. Diese Masse ist mit dem Gehäuse mechanisch gekoppelt, und das Gehäuse ist seinerseits zur Anbringung an einer schwingfähigen Struktur des Ohres ausgelegt. Wird die Masse in Schwingungen versetzt, soll dies Trägheitsschwingungen des Gehäuses bewirken, um so die schwingfähigen Struktur des Ohres zu stimulieren. Die bei dieser Anordnung vorgesehene Lagerung des Gehäuses samt Wandler an einer schwingfähigen Struktur des Ohres, insbesondere auf der Ossikelkette, bringt besondere chirurgische Probleme mit sich.

[0004] In Fredrickson et al. „Ongoing investigations into an implantable electromagnetic hearing aid for moderate to severe sensorineural hearing loss“, Otolaryngologic Clinics of North America, Vol. 28, Nr. 1, Febr.

1995, ist ein implantierbarer Mittelohrwandler erwähnt, bei dem es sich um einen elektromagnetischen Motor handelt, der in einem hermetisch dichten Gehäuse aus rostfreiem Stahl untergebracht ist und der eine biokompatible Sondenspitze antreibt. Die Sondenspitze greift in eine mittels Laserstrahl ausgebildete Öffnung des Incus. Es ist weder erkennbar, wie der elektromagnetische Motor aufgebaut ist, noch wie Schwingungen von dem elektromagnetischen Motor auf die Sondenspitze übertragen werden.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Hörgeräte-Wandleranordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, die auch relativ niederfrequente Schwingungen zur Übertragung auf ein mit der Wandleranordnung direkt mechanisch gekoppeltes Mittelohr-Ossikel oder direkt auf das Innenohr mit ausreichender Amplitude erzeugen kann, die gleichwohl mit relativ geringer Energie auskommt und die sich chirurgisch problemlos implantieren läßt.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einer Hörgeräte-Wandleranordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der elektromechanische Wandler als Elektromagnetanordnung ausgebildet ist, die ein mit Bezug auf das Gehäuse fixiertes Bauteil sowie ein schwingfähiges Bauteil aufweist, welches mit dem Koppellement derart in Verbindung steht, daß Schwingungen des schwingfähigen Bauteils auf das Koppellement übertragen werden.

[0007] Die erfindungsgemäße Lösung hat den Vorteil, daß die Wandleranordnung entsprechend einfach und problemlos wie der piezoelektrische Wandler gemäß EP 0 499 940 implantiert werden kann, weil sich das Wandlergehäuse mit Bezug auf die Knochenstruktur des Schädels fixieren läßt. Zugleich kann aber wegen der Nutzung des elektromagnetischen Wandlerprinzips ein auch für niedrige Frequenzen des Hörbereichs besonders günstiger Frequenzgang des Wandlers erreicht werden, so daß ein adäquater Höreindruck bei ausreichendem Lautstärkepegel mit den bei einem Implantat notwendigerweise geringen elektrischen Spannungen ermöglicht wird.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0009] Insbesondere kann eine Wand des Gehäuses als schwingfähige Membran ausgeführt sein, an deren Innenseite das schwingfähige Bauteil befestigt ist und mit deren Außenseite das Koppellement verbunden ist.

[0010] Das Gehäuse ist zweckmäßig als hermetisch dichtes und biokompatibles Gehäuse ausgeführt. Es ist vorteilhaft zylindrisch ausgebildet, und weist eine Umfangswand sowie zwei im wesentlichen parallel zueinander verlaufende, kreisförmige Stirnwände auf von denen die eine die schwingfähige Membran bildet, während die andere mit der Umfangswand des Gehäuses einstückig verbunden sein kann.

[0011] Vorzugsweise sind sowohl das schwingfähige Bauteil als auch das Koppellement im wesentlichen im

Zentrum der die schwingfähige Membran bildenden Gehäusestirnfläche befestigt.

[0012] Mit der Innenseite der Membran ist bevorzugt ein das schwingfähige Bauteil bildender Dauermagnet verbunden, während eine elektromagnetische Spule in dem Gehäuse fest angebracht ist, um den Dauermagneten in Schwingungen zu versetzen. Dabei ist vorteilhaft der Dauermagnet als Magnetstift ausgebildet, und die Spule ist eine Ringspule mit einer Mittelöffnung, in welche der Magnetstift eintaucht. Auf diese Weise wird eine Wandleranordnung mit besonders kleiner bewegter Masse erhalten, die Änderungen des an die Magnetspule angelegten elektrischen Signals rasch und getreu folgen kann. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, die Magnetspule an der schwingfähigen Membran zu befestigen und den Magneten mit Bezug auf das Gehäuse zu fixieren.

[0013] Gegenstand der Erfindung ist ferner ein voll- oder teilimplantierbares Hörgerät, das mit einer Wandleranordnung der vorliegend offenbarten Art versehen ist.

[0014] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Wandlers in einer ersten Ausführungsform; und

Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch ein menschliches Ohr mit einem implantierten Hörgerät, das mit einem Wandler gemäß Fig. 1 ausgestattet ist.

[0015] In Fig. 1 ist eine implantierbare Wandleranordnung 10 eines Hörgeräts zur direkten mechanischen Anregung des Mittel- oder Innenohrs dargestellt. Zur Schallaufnahme dient gemäß Fig. 2 ein als Mikrofon 58 ausgebildeter Aufnehmer, der vorzugsweise ebenfalls implantierbar ist. Die Wandleranordnung 10 ist mit einem hermetisch dichten, biokompatiblen, zylindrischen Gehäuse 14, vorzugsweise aus Metall, beispielsweise Titan, Niob, Tantal, Iridium oder deren Legierungen, versehen. Das Gehäuse 14 ist mit Inertgas 16 gefüllt. Das Gehäuse 14 weist eine Umfangswand 11 und zwei zu der Umfangswand 11 senkrecht verlaufende, kreisförmige Stirnwände 12 und 18 auf. Die eine Stirnwand des Gehäuses 14 ist als dünne, schwingfähige Membran 18 ausgebildet, an deren Außenseite, vorzugsweise im Zentrum der Außenseite, ein mechanisch steifes Koppellement 20 zur mechanischen Schwingungsankopplung an ein Mittelohr-Ossikel oder direkt an das Innenohr angebracht, zum Beispiel angeschweißt oder angeklebt, ist. Die andere Stirnseite 12 ist mit der Umfangswand 11 des Gehäuses einstückig verbunden.

[0016] An der Innenseite der Membran 18 ist mittig, zum Beispiel mittels einer Klebeverbindung, ein stiftfö-

miger Dauermagnet 30 befestigt, der in eine Mittelöffnung der Ringspule 32 eintaucht und darin verschiebbar ist. Die Spule 32 ist in nicht näher dargestellter Weise mit dem Gehäuse 14 fest verbunden, beispielsweise mit diesem verklebt. In die Stirnwand 12 ist eine elektrisch isolierende, hermetisch dichte Durchführung 26 eingesetzt. Anschlußdrähte 34 der Spule 32 sind mit nach außen aus dem Gehäuse 14 herausgeführten elektrischen Anschlüssen 36 verbunden.

[0017] Eine Erregung der Spule 32 durch Anlegen einer Wechselspannung an die Anschlüsse 36 bewirkt eine Verschiebung des Dauermagneten 30 relativ zu der gehäusefesten Spule 32 und damit eine Auslenkung der Membran 18. Diese Auslenkung wird über das Koppellement 20 auf ein Mittelohr-Ossikel bzw. direkt auf des Innenohr übertragen. Das Koppellement 20 kann insbesondere als Koppelstange ausgebildet und beispielsweise über einen dünnen Draht- oder Hohldrahtbügel oder einen Bügel aus einem kohlefaserverstärkten Verbundwerkstoff mit der Ossikelkette verbunden sein. Geeignete Anordnungen dieser Art sind in der älteren DE-Patentanmeldung 197 38 587.7 näher erläutert.

[0018] Fig. 2 zeigt ein insgesamt mit 51 bezeichnetes implantiertes Hörgerät, das mit einer Wandleranordnung 10 der vorstehend erläuterten Art ausgestattet ist.

[0019] Das Hörgerät 51 weist ferner eine Akkumulatoreinheit 53, eine Ladeempfangsspule 54 und ein Elektronikmodul 55 auf. Die Komponenten 53, 54 und 55 sind in einem hermetisch dichten Gehäuse 56 untergebracht, das im Mastoid 57 implantiert und mit Bezug auf den Schädel fixiert ist. An das Elektronikmodul 55 sind die Wandleranordnung 10 und das Mikrofon 58 über Leitungen 59 beziehungsweise 60 angeschlossen. Das Koppellement 20 ist mit der Ossikelkette 62 gekoppelt. Zu einer tragbaren Ladeeinheit 63 gehört eine Ladesendespule 64, die zum transkutanen Laden der Akkumulatoreinheit 53 mit der Ladeempfangsspule 54 induktiv gekoppelt werden kann. Eine Fernsteuereinheit ist bei 65 angedeutet. Ein solches Hörgerät ist beispielsweise aus US-PS 5,277,694 bekannt und bedarf daher keiner näheren Beschreibung.

Patentansprüche

1. Wandleranordnung für teil- oder vollimplantierbare Hörgeräte zur direkten mechanischen Anregung des Mittel- oder Innenohres, versehen mit einem am Implantationsort mit Bezug auf den Schädel fixierbaren Gehäuse (14) und einem mit Bezug auf das Gehäuse beweglichen, mechanisch steifen Koppellement (20), wobei in dem Gehäuse ein elektromechanischer Wandler (30, 32) untergebracht ist, mit dem sich das Koppellement in Schwingungen versetzen läßt, die nach erfolgter Implantation der Wandleranordnung auf ein Mittelohr-Ossikel oder direkt auf das Innenohr übertragen werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der

elektromechanische Wandler als Elektromagnetanordnung (30, 32) ausgebildet ist, die ein mit Bezug auf das Gehäuse fixiertes Bauteil (32) sowie ein schwingfähiges Bauteil (30) aufweist, welches mit dem Koppelement (20) derart in Verbindung steht, daß Schwingungen des schwingfähigen Bauteils auf das Koppelement übertragen werden.

5

2. Wandleranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wand des Gehäuses (14) als schwingfähige Membran (18) ausgeführt ist, an deren Innenseite das schwingfähige Bauteil (30) befestigt ist und mit deren Außenseite das Koppelement (20) verbunden ist.

10

3. Wandleranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (14) als hermetisch dichtes und biokompatibles Gehäuse ausgeführt ist.

15

4. Wandleranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (14) zylindrisch ausgebildet ist und eine Umfangswand (11) sowie zwei im wesentlichen parallel zueinander verlaufende, kreisförmige Stirnwände (12, 18) aufweist.

20

25

5. Wandleranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Stirnwand des Gehäuses (14) die schwingfähige Membran (18) bildet.

30

6. Wandleranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die andere Stirnwand (12) des Gehäuses (14) mit der Umfangswand (11) des Gehäuses einstückig verbunden ist.

35

7. Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das schwingfähige Bauteil (30) im wesentlichen im Zentrum der die schwingfähige Membran (18) bildenden Gehäusestirnfläche befestigt ist.

40

8. Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Koppelement (20) im wesentlichen im Zentrum der die schwingfähige Membran (18) bildenden Gehäusestirnfläche befestigt ist.

45

9. Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Innenseite der Membran (18) ein das schwingfähige Bauteil bildender Dauermagnet (30) verbunden ist, und eine elektromagnetische Spule (32) in dem Gehäuse (14) fest angebracht ist, um den Dauermagneten in Schwingungen zu versetzen.

50

55

10. Wandleranordnung nach Anspruch 9, dadurch

gekennzeichnet, daß der Dauermagnet (30) als Magnetstift ausgebildet ist und die Spule (32) eine Ringspule mit einer Mittelöffnung (33) ist, in welche der Magnetstift eintaucht.

11. Voll- oder teilimplantierbares Hörgerät mit einer Wandleranordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

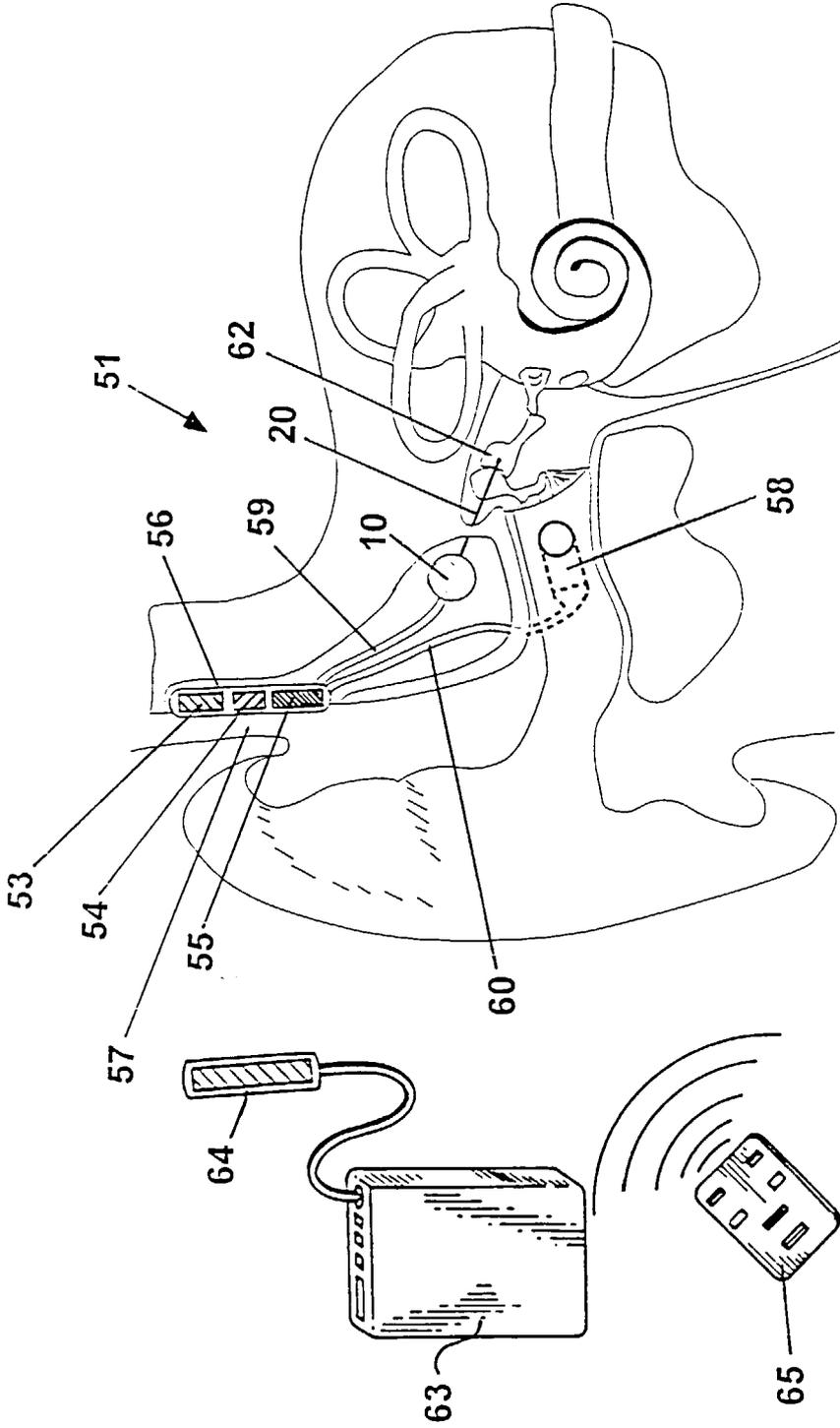


Fig. 2