



(11) **EP 0 984 663 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: **27.10.2010 Patentblatt 2010/43** (51) Int Cl.: **H04R 25/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **98121495.0**

(22) Anmeldetag: **12.11.1998**

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

Transducer arrangement for partially or completely implanted hearing aids

Dispositif transducteur pour prothèses auditives partiellement ou totalment implantées

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE DK FR GB LI

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.2000 Patentblatt 2000/10

(73) Patentinhaber: **PHONAK AG**
8712 Stäfa (CH)

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

(74) Vertreter: **Schwan, Gerhard et al**
Schwan Schwan Schorer
Patentanwälte
Bauerstrasse 22
80796 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 499 940 EP-A- 0 520 153

GB-A- 392 625 US-A- 4 628 907

US-A- 5 624 376

- **FREDRICKSON J M ET AL: "ONGOING INVESTIGATIONS INTO AN IMPLANTABLE ELECTROMAGNETIC HEARING AID FOR MODERATE TO SEVERE SENSORINEURAL HEARING LOSS" Februar 1995 (1995-02), OTOLARYNGOLOGIC CLINICS OF NORTH AMERICA, W.B. SAUNDERS, PHILADELPHIA, US, PAGE(S) 107-120 , XP009048236 ISSN: 0030-6665 * Seite 108, Zeile 20 - Zeile 29 ** Seite 109; Abbildung 1 ***

EP 0 984 663 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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 aufgebracht piezoelektrischen Keramikscheibe ein elektromechanisch aktives Heteromorph-Verbindelement 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. Eine Wand des Gehäuses ist dabei als schwingfähige Membran ausgeführt, an deren Innenseite das schwingfähige Bauteil befestigt ist und mit deren Außenseite das Koppellement verbunden ist und mit der Innenseite der Membran ein das schwingfähige Bauteil bildender Dauermagnet verbunden ist, und eine elektromagnetische Spule in dem Gehäuse fest angebracht ist, um den Dauermagneten in Schwingungen zu versetzen, wobei der Dauermagnet als Magnetstift ausgebildet ist und die Spule eine Ringspule mit einer Mittelöffnung ist, in welche der Magnetstift eintaucht.

[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. Ferner wird eine Wandleranordnung mit besonders, kleiner bewegter Masse erhalten, die Änderungen des an die Magnetspule angelegten elektrischen Signals rasch und getreu folgen kann.

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

[0009] Das Gehäuse ist zweckmäßig als hermetisch dichtes und biokompatibles Gehäuse ausgeführt. Es ist vorteilhaft zylindrisch ausgebildet, und weist eine Um-

fangswand 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.

[0010] Vorzugsweise sind sowohl das schwingfähige Bauteil als auch das Koppellement im wesentlichen im Zentrum der die schwingfähige Membran bildenden Gehäusestirnfläche befestigt.

[0011] Gegenstand der Erfindung ist ferner ein voll- oder teilimplantierbares Hörgerät, das mit einer Wandleranordnung der vorliegend offenbarten Art versehen ist.

[0012] 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.

[0013] 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

[0014] An der Innenseite der Membran 18 ist mittig, zum Beispiel mittels einer Klebeverbindung, ein stiftförmiger 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.

[0015] Eine Erregung der Spule 32 durch Anlegen einer Wechselfrequenz 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 Hohl Drahtbügel 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.

[0016] Fig. 2 zeigt ein insgesamt mit 51 bezeichnetes implantiertes Hörgerät, das mit einer Wandleranordnung 10 der vorstehend erläuterten Art ausgestattet ist.

[0017] 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.

35 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, wobei 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 Koppellement (20) derart in Verbindung steht, daß die Schwingungen des schwingfähigen Bauteils auf das Koppellement übertragen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wand des Gehäuses (14) als schwingfähige Membran (18) ausgeführt ist, an deren Innenseite das schwingfähige Bauteil (30) be-

festigt ist, wobei mit deren Außenseite das Koppel-
element (20) verbunden ist und mit der Innenseite
der Membran (18) ein das schwingfähige Bauteil bil-
dender Dauermagnet (30) verbunden ist, und eine
elektromagnetische Spule (32) in dem Gehäuse (14)
fest angebracht ist, um den Dauermagneten in
Schwingungen zu versetzen, wobei der Dauermag-
net (30) als Magnetstift ausgebildet ist und die Spu-
le (32) eine Ringspule mit einer Mittelöffnung (33)
ist, in welche der Magnetstift eintaucht.

2. Wandleranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (14) als hermetisch dichtes und biokompatibles Gehäuse ausgeführt ist.
3. 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.
4. Wandleranordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine Stirnwand des Gehäuses (14) die schwingfähige Membran (18) bildet.
5. Wandleranordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die andere Stirnwand (12) des Gehäuses (14) mit der Umfangswand (11) des Gehäuses einstückig verbunden ist.
6. Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das schwingfähige Bauteil (30) im wesentlichen im Zentrum der die schwingfähige Membran (18) bildenden Gehäusestirnfläche befestigt ist.
7. Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koppel-
element (20) im wesentlichen im Zentrum der die
schwingfähige Membran (18) bildenden Gehäuse-
stirnfläche befestigt ist.
8. Voll- oder teilimplantierbares Hörgerät mit einer
Wandleranordnung (10) nach einem der vorherge-
henden Ansprüche.

Claims

1. Transducer arrangement for partially or fully implantable hearing aids for direct mechanical stimulation of the middle or inner ear comprising a housing (14) being fixable with respect to the skull at an implantation position and a mechanically stiff coupling element (20) being movable with respect to the housing, where an electromechanical transducer (30, 32) is

located within the housing for transferring the cou-
pling element into oscillations which are transferred
onto an ossicle of the middle ear or directly to the
inner ear after the implantation of the transducer ar-
rangement, where the electromechanical transducer
is constructed as an electromagnet arrangement
(30, 32) with a component (32) being fixed relative
to the housing and an oscillatable component (30)
which is connected to the coupling element (22) such
that the oscillations of the oscillatable component
are transferred to the coupling element, **character-
ized in that** a wall of the housing (14) is constructed
as oscillatable membrane (18) where the oscillatable
component (30) is attached onto the inner side of
the membrane, where the coupling element (20) is
connected to the outer side of the membrane and
where a permanent magnet (30) composing the oscil-
latable component is connected to the inner side
of the membrane (18), and an electromagnetic coil
(32) is fixedly connected to the housing (14) in order
to oscillate the permanent magnet, where the per-
manent magnet (30) is constructed as magnetic pin-
ion and the coil (32) as a ring coil with a central open-
ing (33) into which the magnetic pin plunges.

2. Transducer arrangement according to claim 1, **characterized in that** the housing (14) is constructed as a hermetically sealed and biocompatible housing.
3. Transducer arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterized in that** the housing (14) is cylindrical and comprises a circumferential wall (11) and two circular face walls (12, 18) being substantially parallel to each other.
4. Transducer arrangement according to claim 3, **characterized in that** one face wall of the housing (14) constitutes the oscillatable membrane (18).
5. Transducer arrangement according to claim 4, **characterized in that** the other face wall (12) of the housing (14) and the circumferential wall (11) are made in one piece.
6. Transducer arrangement according to any one of claims 3 to 5, **characterized in that** the oscillatable component (30) is connected substantially to the center of the face wall of the housing constituting the oscillatable membrane (18).
7. Transducer arrangement according to any one of claims 3 to 6, **characterized in that** the coupling element (20) is connected substantially to the center of the face wall of the housing constituting the oscillatable membrane (18).
8. Fully or partially implantable hearing aid comprising a transducer arrangement (10) according to any one

of the preceding claims.

Revendications

1. Dispositif transducteur pour prothèses auditives partiellement ou totalement implantables pour l'excitation mécanique directe de l'oreille moyenne ou de l'oreille interne, doté d'un boîtier (14) pouvant être fixé sur le point d'implantation par rapport au crâne et d'un élément de couplage (20) mobile par rapport au boîtier et rigide mécaniquement, un transducteur (30, 32) électromécanique étant logé dans le boîtier, avec lequel l'élément de couplage peut être mis en vibration, qui sont transmises, après l'implantation du dispositif transducteur effectuée à un osselet de l'oreille moyenne ou directement à l'oreille interne, le transducteur électromécanique étant conçu comme dispositif à électro-aimant (30, 32), qui présente un composant (32) vissé par rapport au boîtier et un composant (30) vibrant, lequel est en liaison avec l'élément de couplage (20) de telle sorte que les vibrations du composant vibrant sont transmises à l'élément de couplage, **caractérisé en ce qu'**une paroi du boîtier (14) est conçue comme membrane (18) vibrante, sur le côté intérieur de laquelle le composant (30) vibrant est fixé, l'élément de couplage (20) étant relié au côté extérieur de la membrane et un aimant permanent (30) formant le composant vibrant étant relié au côté intérieur de la membrane (18), et une bobine (32) électromagnétique est placée fixement dans le boîtier (14) afin de mettre l'aimant permanent en vibration, l'aimant permanent (30) étant conçu comme une broche magnétique et la bobine (32) étant une bobine annulaire avec une ouverture centrale (33), dans laquelle la broche magnétique plonge.
2. Agencement transducteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le boîtier (14) est conçu comme boîtier hermétiquement étanche et biocompatible.
3. Dispositif transducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier (14) est cylindrique et présente une paroi périphérique (11) ainsi que deux parois frontales (12, 18) de forme circulaire, agencées sensiblement parallèlement.
4. Agencement transducteur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'une des parois frontales du boîtier (14) forme la membrane (18) vibrante.
5. Agencement transducteur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'autre paroi frontale (12) du boîtier (14) est reliée d'une seule pièce à la paroi périphérique (11) du boîtier.
6. Agencement transducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** le composant (30) vibrant est sensiblement au centre de la surface frontale du boîtier formant la membrane (18) vibrante.
7. Agencement transducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** l'élément de couplage (20) est fixé sensiblement au centre de la surface frontale du boîtier formant la membrane (18) vibrante.
8. Prothèse auditive entièrement ou partiellement implantable dotée d'un dispositif transducteur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

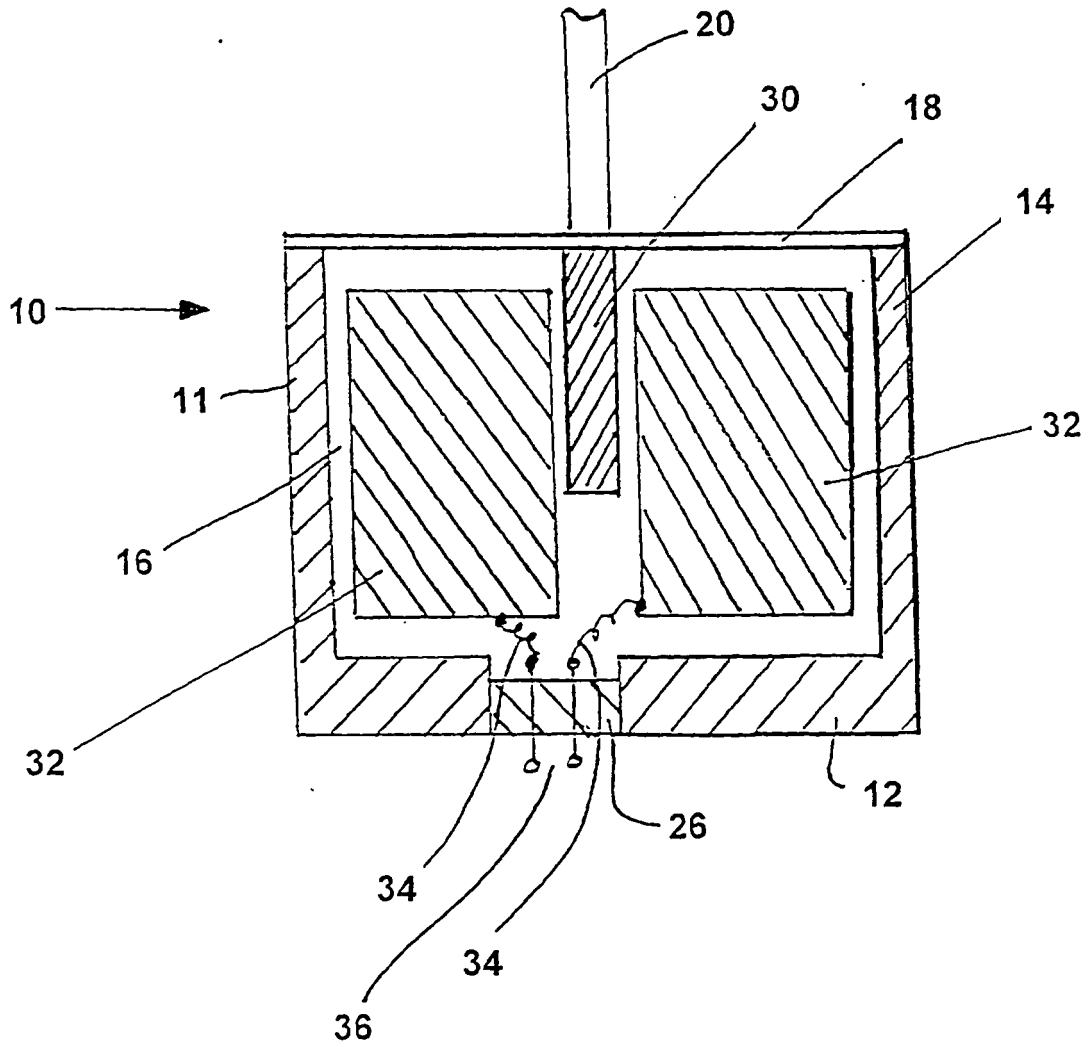


Fig. 1

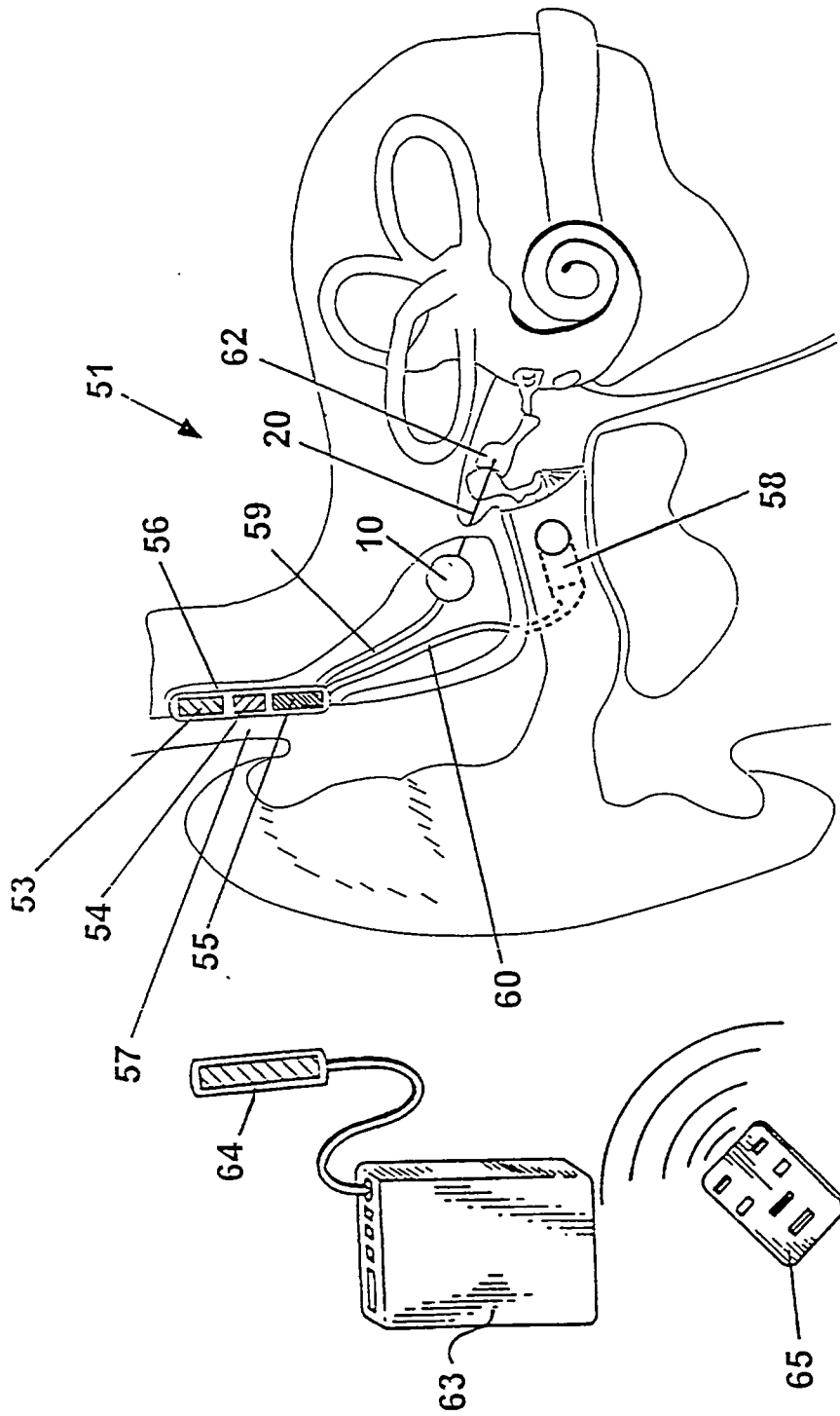


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0499940 A [0002] [0007]
- US 5624376 A [0003]
- DE 19738587 [0015]
- US PS5277694 A [0017]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **Fredrickson et al.** Ongoing investigations into an implantable electromagnetic hearing aid for moderate to severe sensorineural hearing loss. *Otolaryngologic Clinics of North America*, Februar 1995, vol. 28 (1 [0004])