



(11) **EP 2 091 269 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.08.2009 Patentblatt 2009/34

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 (2006.01) **H04R 15/00** (2006.01)
H04R 17/00 (2006.01) **H04R 17/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09150491.0**

(22) Anmeldetag: **14.01.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(72) Erfinder:
• **Reithinger, Jürgen**
91077 Neunkirchen am Brand (DE)
• **Weistenhöfer, Christian**
91088 Bubenreuth (DE)

(30) Priorität: **15.02.2008 DE 102008009284**
15.02.2008 US 28946 P

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens Aktiengesellschaft
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

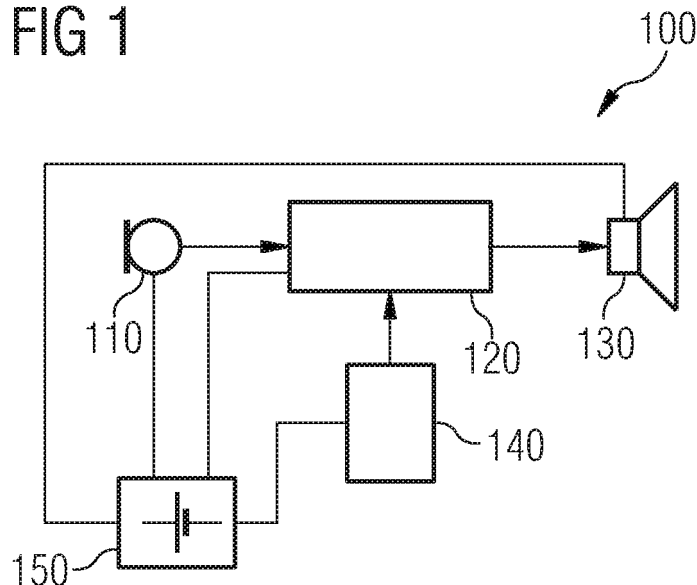
(71) Anmelder: **Siemens Medical Instruments Pte. Ltd.**
Singapore 139959 (SG)

(54) **Wasserresistentes Hörgerät**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein wasserresistentes Hörgerät, das folgendes aufweist: zumindest einen ersten elektroakustischen Wandler (110) zum Empfang von Schallwellen und Umwandlung in elektrische Signale, eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektronische Schaltung (120, 140) zur Verarbeitung der elektrischen Signale, zumindest einen zweiten elektroakustischen Wandler (130) zur Umwandlung von der Schaltung ge-

lieferter elektrischer Signale in Schallwellen und eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektrische Energiequelle (150). Dabei werden die elektroakustischen Wandler (110, 130) aus Materialien aufgebaut, welche eine Formänderung in ein elektrisches und/oder magnetisches Feld und/oder einen elektrischen Stromfluß und/oder eine elektrische Spannung umsetzen (und/oder umgekehrt) und die unempfindlich gegenüber Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, Salzwasser und leichten Säuren, sind.

FIG 1



EP 2 091 269 A2

Beschreibung

[0001] Hörgeräte dienen dazu, Verminderungen des Hörvermögens bei Patienten auszugleichen. Hörgeräte bestehen aus einem oder mehreren Mikrofonen, einer elektronischen Schaltung, die zumindest einen analogen oder digitalen Verstärker aufweist, und einem oder mehreren Lautsprecher sowie einer Energiequelle zur Versorgung dieser Komponenten.

[0002] Hörgeräte sind im praktischen Einsatz ständig den Einflüssen von Flüssigkeiten und Verschmutzungen ausgesetzt. Diese Einflüsse können verschiedene Ursachen haben: einerseits Schwitzen des Patienten und Ohrenschmalzbildung, andererseits Umgebungseinflüsse wie Staub oder die Einwirkung von Wasser etwa beim Schwimmen oder anderen Wassersportarten, oder wenn dem Patienten das Hörgerät aus Unachtsamkeit in ein mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten gefülltes Gefäß fällt.

[0003] Um Beschädigungen oder Zerstörung des Hörgeräts durch Wassereintritt und damit häufig verbundene elektrische Kurzschlüsse zu vermeiden, werden Hörgeräte bislang wasserdicht gestaltet, so daß ein Wassereintritt nicht stattfinden kann. Nachteilig daran ist beispielsweise, daß im Bereich des Mikrofons und des Lautsprechers aufwendige Membranenanordnungen erforderlich sind, um diese Bereiche abzudichten und dabei die Schallwellenübertragung von/nach außerhalb des Hörgeräts zu ermöglichen.

[0004] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Hörgerät anzugeben, bei welchem auf eine wasserdichte Konstruktion verzichtet werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Hörgerät, welches folgendes aufweist: zumindest einen ersten elektroakustischen Wandler zum Empfang von Schallwellen und Umwandlung in elektrische Signale, eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektronische Schaltung zur Verarbeitung der elektrischen Signale, zumindest einen zweiten elektroakustischen Wandler zur Umwandlung von der Schaltung gelieferter elektrischer Signale in Schallwellen und eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektrische Energiequelle.

[0006] Dabei werden die elektroakustischen Wandler aus Materialien aufgebaut, welche eine Formänderung in ein elektrisches und/oder magnetisches Feld und/oder einen elektrischen Stromfluß und/oder eine elektrische Spannung umsetzen (und/oder umgekehrt) und die unempfindlich gegenüber Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, Salzwasser und leichten Säuren, sind.

[0007] Auf diese Weise sind alle Komponenten des Hörgeräts, d.h. die zumindest zwei Wandler (z.B. Mikrofon und Lautsprecher), die elektronische Schaltung, welche der Signalverarbeitung und Signalverstärkung dient und die Energiequelle (z.B. Batterie oder Akkumulator) jeweils für sich gegen Wassereinfluß unempfindlich, und auf das Gehäuse kommt es insoweit nicht an. Insbeson-

dere muß das Gehäuse nicht wasserdicht ausgeführt werden, entsprechende aufwendige Maßnahmen können vorteilhaft entfallen.

[0008] In einem Ausführungsbeispiel wird vorgesehen, das Gehäuse so zu gestalten, daß in das Innere des Gehäuses gelangte Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, abfließen können. Damit ist einerseits sichergestellt, daß unbeabsichtigt ins Gehäuseinnere gelangte Flüssigkeiten abfließen können, und andererseits wird ermöglicht, das Hörgerät mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten zu spülen und auf diese Weise zu reinigen.

[0009] Besonders geeignet für den Aufbau der elektroakustischen Wandler sind: ein- oder mehrlagige Piezoelektretfolien und/oder piezoelektrische Wandler, beispielsweise Biegeschwinger oder Dickenschwinger.

[0010] Der oder die als Mikrofon fungierende(n) elektroakustische(n) Wandler kann/können alternativ als Hitzdrahtmikrofon(e) ausgebildet sein. Hitzdrahtmikrofone versagen zwar möglicherweise, solange sie in Flüssigkeiten eingetaucht sind, nehmen aber dadurch keinen Schaden und sind wieder funktionsbereit, sobald die Flüssigkeit abgelaufen ist.

[0011] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand von 3 Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch das Blockschaltbild eines Hörgeräts;

Fig. 2 schematisch eine Ausführungsform eines elektroakustischen Wandlers zum Einsatz in Zusammenhang mit einem Hörgerät; und

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines elektroakustischen Wandlers zum Einsatz in Zusammenhang mit einem Hörgerät.

[0012] Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung das Blockschaltbild eines Hörgeräts 100 mit einem ersten elektroakustischen Wandler bzw. Mikrofon 110 zum Empfangen eines akustischen Eingangssignals (Schallwellen) und Umwandlung in ein elektrisches Signal, einer Signalverarbeitungseinheit 120 und einem zweiten elektroakustischen Wandler bzw. Hörer 130 zur Umwandlung eines von der Signalverarbeitungseinheit 120 ausgegebenen elektrischen Signals in ein akustisches Ausgangssignal.

[0013] Eine programmierbare Steuereinheit 140 kann optional vorgesehen sein, welche die Signalverarbeitungseinheit 120 steuert und Ablaufprogramme sowie Einstellparameter für die Signalverarbeitungseinheit 120 enthält. Diese Programme und Parameter dienen dazu, das Verhalten der Signalverarbeitungseinheit 120 (und somit das Verhalten des Hörgeräts 100) an unterschiedliche Hörschäden sowie an verschiedene Hörsituationen anzupassen. Natürlich können Signalverarbeitungseinheit 120 und Steuereinheit 140 in einer gemeinsamen Elektronik zusammengefaßt werden - nicht dargestellt.

[0014] Eine elektrische Energiequelle 150 dient der Versorgung mit elektrischer Energie.

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die elektronische(n) Schaltung(en) 120, 140 und die Energiequelle 150 durch Beschichten und/oder Vergießen gegen die Einwirkung von Flüssigkeiten geschützt. Somit können in das Hörgerät 100 eingedrungene Flüssigkeiten wie etwa Wasser diese Komponenten 120, 140, 150 nicht schädigen, da die Flüssigkeiten von der Beschichtung und/oder der Vergußmasse zurückgehalten werden und die Komponenten 120, 140, 150 nicht benetzen können. Offenliegende Leiterbahnen, welche die elektronische(n) Schaltung(en) 120, 140 und die Energiequelle 150 miteinander verbinden, werden vorzugsweise ebenfalls durch Beschichten und/oder Vergießen gegen die Einwirkung von Flüssigkeiten geschützt.

[0016] Im Zusammenhang mit einem solchem Aufbau ist der Einsatz eines Akkumulators als Energiequelle 150 besonders vorteilhaft, wenn dieser mit in der Technik wohlbekannten Drahtlosladevorrichtungen (nicht dargestellt) kombiniert wird. Alternativ können auch hochergiebige Batterien eingesetzt werden, deren Lebensdauer dann in etwa der Gesamtlebensdauer des Hörgeräts 100 entsprechen sollte.

[0017] Für die elektroakustischen Wandler 110, 130 wird eine wasserresistente Ausführung bevorzugt, d.h. ein Aufbau, der aufgrund seiner Bauweise und/oder der verwendeten Materialien durch Kontakt mit Flüssigkeiten nicht beschädigt werden kann, so daß eine Abdichtung entfallen kann. Dazu können bevorzugt Materialien verwendet werden, welche eine Formänderung in ein elektrisches und/oder magnetisches Feld und/oder einen elektrischen Stromfluß und/oder eine elektrische Spannung umsetzen (und/oder umgekehrt) und die unempfindlich gegenüber Flüssigkeiten sind.

[0018] Fig. 2 zeigt schematisch eine erste Ausgestaltung für einen elektroakustischen Wandler. Eine Piezoelektretfolie 220 ist auf einem Gehäuseabschnitt 210 aufgebracht. Piezoelektretfolien sind elektrisch polarisierte Kunststofffolien (Elektrete), die in ihrem Inneren viele flache Blasen 230 enthalten. An den Grenzflächen dieser Blasen befinden sich polarisierte Ladungen, so daß viele kleine Kondensatoren entstehen. Die Nachgiebigkeit der Luft (oder eines anderen Gases) in den Blasen ist wesentlich geringer als die Nachgiebigkeit der Folie, so daß die Folie hinsichtlich ihrer Dicke dehn- und stauchbar ist. Als Sensor bzw. Mikrofon eingesetzt kann dann ansprechend auf ein akustisches Signal 250 an den Flächen der Folie mittels Elektroden 240 eine Spannung abgegriffen werden. Umgekehrt führt eine an den Elektroden 240 angelegte Spannung dazu, daß sich die Dicke der Folie verändert, so daß bei entsprechender Ansteuerung ein akustisches Signal erzeugt werden kann. Bei einem elektroakustischen Wandler gemäß Fig. 2 kann vorteilhaft auf eine komplizierte Mechanik und bei geeigneter Ausgestaltung auch auf ein Rückvolumen verzichtet werden.

[0019] Prinzipiell eignet sich also ein aus Piezoelektretfolie aufgebauter elektroakustischer Wandler sowohl als Mikrofon 110 als auch als Hörer 130. Mit Ausnahme

der Elektroden 240 bietet ein solcher Folienwandler keine von (nicht oder schwach ätzenden) Flüssigkeiten angreifbaren Bestandteile, so daß nach geeigneter Beschichtung der Elektroden ein wasserresistenter elektroakustischer Wandler 110, 130 vorliegt, der durch Kontakt mit Flüssigkeiten nicht beeinträchtigt wird und auch nicht beschädigt werden kann und daher nicht abgedichtet werden muß. Vielmehr ist es möglich, den Wandler mit Wasser o.ä. zu spülen, und der Wandler funktioniert nach dem Trocknen wieder normal. Auch im nassen Zustand funktioniert ein solcher Wandler, allerdings kann es zu Frequenzverzerrungen und Wirkungsgradverlusten kommen. Auch gegen mechanische Beanspruchungen ist ein solcher Wandler weitgehend unempfindlich.

[0020] Alternativ können als elektroakustische Wandler 110, 130 auch klassische piezoelektrische Wandler eingesetzt werden, die zwar ebenfalls wasserresistent sind, allerdings den Nachteil haben, daß sie weniger effizient arbeiten und gleichzeitig eine höhere Empfindlichkeit gegenüber mechanischer Beanspruchung und Körperschall aufweisen. Beispiele für solche piezoelektrischen Wandler sind Biegeschwinger und Dickschwinger.

[0021] Ein gemäß Fig. 2 unter Verwendung von Piezoelektretfolie aufgebautes Mikrofon 110 hat neben der bereits ausführlich erläuterten Wasserunempfindlichkeit auch den Vorteil, daß es unempfindlich gegen Körperschall ist. Gegenüber herkömmlichen Mikrofonen muß ggf. eine größere Fläche bereitgestellt werden, um eine ausreichende akustische Empfindlichkeit zu erreichen.

[0022] Werden gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel piezoelektrische Biegeschwinger als Mikrofon 110 eingesetzt, kann es in vorteilhaft sein, zwei beabstandete Mikrofone dieser Art vorzusehen, um die Einwirkung von Körperschall auf die Mikrofone kompensieren zu können und den Luftschall als das interessierende Signal zu isolieren.

[0023] In einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel wird ein Hitzdrahtmikrofon als Mikrofon 110 verwendet. Hitzdrahtmikrofone detektieren nicht die Luftschwingungen, sondern den Luftfluß über einen oder mehrere erhitzte Drähte, indem die Widerstandsänderung des Drahtes oder der Drähte gemessen wird, die aus der Kühlwirkung des mehr oder weniger starken Luftstromes resultiert, wobei die Stärke des Luftstroms wiederum von den eintreffenden Schallwellen abhängt. Auch ein solches Mikrofon in prinzipiell gut für den Einsatz im Zusammenhang mit einem Hörgerät geeignet. Der gegenüber anderen Mikrofonarten höhere Energieverbrauch (insbesondere für das Erhitzen des Drahtes bzw. der Drähte) spielt keine Rolle, sofern das Hörgerät durch einen drahtlos wiederaufladbaren Akku versorgt wird, weil dieser dann bequem beispielsweise nachts aufgeladen werden kann.

[0024] Hitzdrahtmikrofone erleiden ebenfalls keine Beschädigung durch Wasserkontakt, fallen allerdings aus, solange der Kontakt mit Wasser anhält. Sobald das Wasser abgelaufen ist, funktioniert das Hitzdrahtmikro-

fon wieder normal. Daher können Hitzdrahtmikrofone auch gut gereinigt werden.

[0025] Das Gehäuse (nicht dargestellt) eines Mikrofons 110 weist vorzugsweise zwei Öffnungen auf, um zu erreichen, daß das Mikrofon 110 problemlos durchspülbar ist und insbesondere nach - erwünschtem oder unerwünschtem - Flüssigkeitskontakt leicht wieder trocknet. Ein Mikrofon mit einem solchen Gehäuse weist eine Richtcharakteristik auf, die durch entsprechende Gestaltung des Gehäuses vorteilhaft für die vorzugsweise Erfassung von akustischen Signalen aus einer Vorzugsrichtung ausgenutzt werden kann.

[0026] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung eines elektroakustischen Wändlers auf Basis einer Piezoelektretfolie zur Verwendung als Hörer 130 eines Hörgeräts. Der Wandler weist eine Piezoelektretfolie auf, die im wesentlichen die Form eines Hohlzylindersegments besitzt und die entweder durch ein Gehäuse (nicht dargestellt) oder durch die eigenen mechanischen Eigenschaften in dieser Form gehalten wird. Anschlüsse 320 dienen zur Einspeisung elektrischer Signale, die dann durch den Folienhörer in akustische Signale gewandelt werden. Ein solcher Hörer eignet sich in erster Linie zum Einsatz im Ohrkanal des Hörgeräträgers.

[0027] Mit den vorgenannten Maßnahmen und Komponenten ist es ohne weiteres möglich, ein Hörgerät zu konstruieren, dessen Gehäuse (nicht dargestellt) nicht wasserdicht ausgeführt sein muß. Vielmehr kann ein offenes Gehäuse gestaltet werden, womit das Hörgerät als ganzes leichter, kostengünstiger und insbesondere auch leicht zu reinigen ist. Zudem ist bei offener Gestaltung ein Druckausgleich unproblematisch, der bei geschlossenen und abgedichteten Systemen ein erhebliches Problem darstellt.

Patentansprüche

1. Hörgerät (100) umfassend zumindest einen ersten elektroakustischen Wandler (110) zum Empfang von Schallwellen und Umwandlung in elektrische Signale, eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektronische Schaltung (120, 140) zur Verarbeitung der elektrischen Signale, zumindest einen zweiten elektroakustischen Wandler (130) zur Umwandlung von der Schaltung gelieferter elektrischer Signale in Schallwellen und eine durch Beschichten und/oder Vergießen gegen Flüssigkeiten abgedichtete elektrische Energiequelle (150), wobei

- der erste elektroakustische Wandler (110) aus einem Material aufgebaut ist, welches eine Formänderung in ein elektrisches und/oder magnetisches Feld und/oder einen elektrischen Stromfluß und/oder eine elektrische Spannung umsetzt und unempfindlich gegenüber Flüssigkei-

ten, insbesondere Wasser, Salzwasser und leichten Säuren, ist; und

- der zweite elektroakustische Wandler (130) aus einem Material aufgebaut ist, welches ein elektrisches und/oder magnetisches Feld und/oder einen elektrischen Stromfluß und/oder eine elektrische Spannung in eine Formänderung umsetzt und unempfindlich gegenüber Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, Salzwasser und leichten Säuren, ist.

2. Hörgerät nach Anspruch 1, bei dem zumindest ein elektroakustischer Wandler (110, 130) eine oder mehrere Lagen Piezoelektretfolie aufweist.

3. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zumindest ein elektroakustischer Wandler (110, 130) ein piezoelektrischer Wandler, insbesondere ein Biegeschwinger oder ein Dickenchwinger, ist.

4. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste elektroakustische Wandler (110) ein Hitzdrahtmikrofon aufweist anstelle des Materials, welches eine Formänderung in ein elektrisches und/oder magnetisches Feld und/oder einen elektrischen Stromfluß und/oder eine elektrische Spannung umsetzt.

5. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches zusätzlich ein Gehäuse aufweist, welches zumindest eine, vorzugsweise zwei, Öffnungen aufweist, die so dimensioniert sind, daß Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, die ins Innere des Gehäuses gelangt sind, abfließen können.

6. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dessen zweiter elektroakustischer Wandler (130) ein annähernd zu einem Hohlzylinder oder Hohlzylindersegment geformtes Wandlermaterial aufweist.

FIG 1

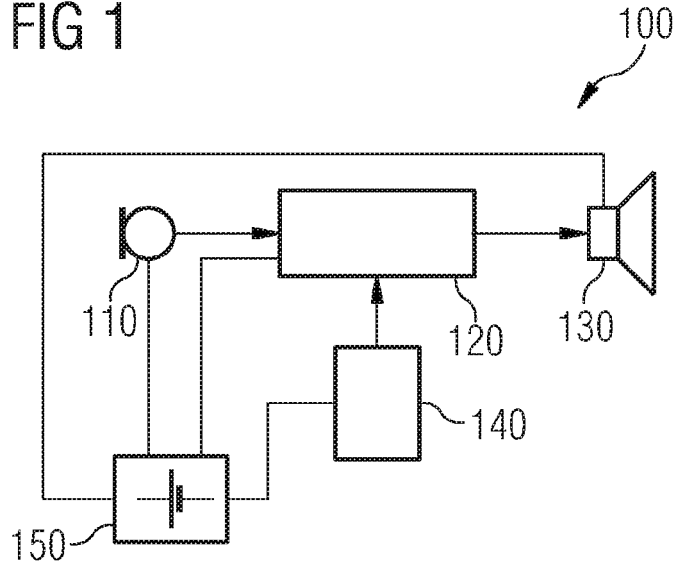


FIG 2

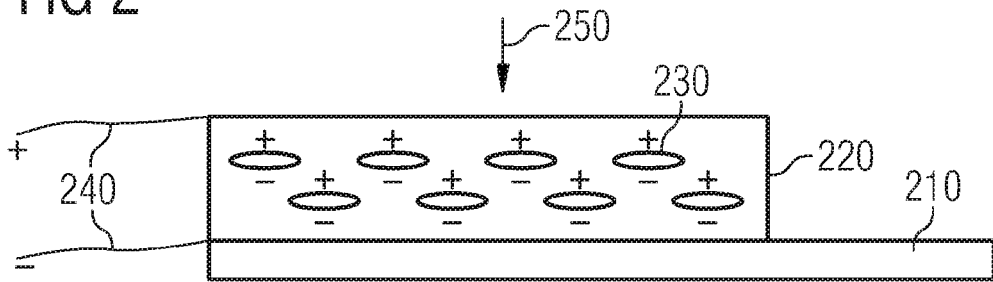


FIG 3

