(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 451 700 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.03.2019 Patentblatt 2019/10

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 *(2006.01)* *H04R 1/10* *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **17188123.8**

(22) Anmeldetag: **28.08.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **"BOCORE" GmbH**
1190 Wien (AT)

(72) Erfinder: **KAUSEL, Wilfried**
1190 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Sonn & Partner Patentanwälte**
Riemergasse 14
1010 Wien (AT)

(54) **VORRICHTUNG ZUR WIEDERGABE EINES AUDIOSIGNALS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Wiedergabe eines Audiosignals (A(t, f)), mit zumindest einem Gehäuse (2) zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang (G) eines Ohres (O) eines Benutzers (B) und mit zumindest einer Durchgangsöffnung (3), mit zumindest einem Schallwandler (4), zumindest einem Anschluss (6) zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle (5), zumindest einem Verstärker (7) und einer Regelungseinrichtung (8). Zur Anpassung der Wiedergabe des Audiosignals (A(t, f)) an sich ändernde Umgebungsbedingungen und Hörsituationen und zur Aufrechterhaltung der bestmöglichen Klangtreue ist in jeder Durchgangsöffnung (3) ein einstellbares Verschlusselement (9) zum Verschließen der Durchgangsöffnung (3) angeordnet und mit der Regelungseinrichtung (8) verbunden, und eine Detektionseinrichtung (10) zur berührungslosen Detektion der Schwingung des Trommelfells (T) des Ohres (O) vorgesehen, welche mit der Regelungseinrichtung (8) verbunden ist, sodass die Verstärkung (v(t, f)) des Audiosignals (A(t, f)) sowie des Querschnitts der zumindest einen Durchgangsöffnung (3) in Abhängigkeit der detektierten Schwingung des Trommelfells (T) regelbar ist.

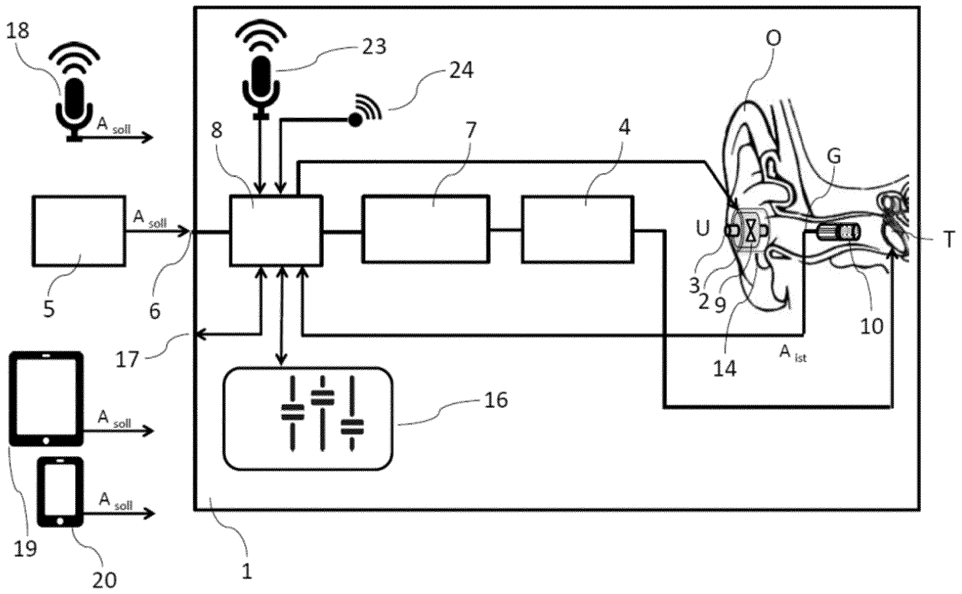


Fig. 1

EP 3 451 700 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Wiedergabe eines Audiosignals, mit zumindest einem Gehäuse zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang eines Ohres eines Benutzers und mit zumindest einer Durchgangsöffnung zur Verbindung des innerhalb des Gehäuses angeordneten Teils des Gehörganges mit dem außenseitig des Gehäuses angeordneten Teil des Gehörganges bzw. der Umgebung, mit zumindest einem Schallwandler zur Ausgabe des Audiosignals, mit zumindest einem Anschluss zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle, zumindest einem mit dem zumindest einen Schallwandler verbundenen Verstärker, und mit einer mit jedem Verstärker verbundenen Regelungseinrichtung zur Regelung der Verstärkung des Audiosignals.

[0002] Unter den Begriff Vorrichtung zur Wiedergabe eines Audiosignals fallen insbesondere Kopfhörer und Hörgeräte, wie sie beispielsweise bei der Wiedergabe von Musik und Sprachsignalen zur Anwendung kommen.

[0003] Es existiert eine Vielzahl an Vorrichtungen zur Wiedergabe eines Audiosignals in Form von Kopfhörern oder Hörgeräten, welche im Gehörgang als sogenannte In-Ohr-Kopfhörer angeordnet oder auf die Ohrmuschel aufgesetzt werden können. Derartige Wiedergabevorrichtungen weisen häufig eine nur unzureichende Klangtreue auf und berücksichtigen meist nicht die tatsächlichen Wiedergabeverhältnisse. Dies kann zu Hörschäden führen, da die Intensität des abgegebenen Audiosignals zu unkontrolliert hohem Schalldruck führen kann, was insbesondere bei durch die Wiedergabevorrichtung hermetisch abgeschlossenen Gehörgängen kritisch gesehen werden muss.

[0004] Ohrenärzte berichten immer öfter von jungen Menschen mit schweren Hörschäden, die offenbar durch die Gewohnheit, sich täglich viele Stunden der Musik aus Kopfhörern auszusetzen, ihr Gehör dauerhaft schädigen. Viele Kopfhörer schließen den Gehörgang mehr oder weniger luftdicht ab, um mit relativ kleinen elektrischen Leistungen große Lautstärken vor allem im Bassbereich zu erzeugen. Das gelingt deswegen, weil ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum, wie der äußere Gehörgang, eine sehr hohe akustische Impedanz aufweist, was dazu führt, dass schon eine sehr kleine Auslenkungsamplitude der Lautsprechermembran einen sehr hohen Schalldruck zu erzeugen vermag. Verrutscht der Kopfhörer im Ohr aber nur ganz wenig und gibt eine wenn auch äußerst kleine Verbindung nach außen frei - der Hohlraum ist dann nicht mehr hermetisch abgeschlossen und akustisch nicht mehr völlig dicht - , dann sinkt die akustische Impedanz im Gehörgang vor allem im Bereich der Bassfrequenzen relativ stark. Dadurch ändert sich der Klang wesentlich und vor allem tiefere Frequenzen werden leiser wiedergegeben. Als typische Reaktion wird die Lautstärke erhöht, bis der Tieftonbereich wieder halbwegs befriedigend klingt. Die hohen Frequenzen sind dann aber viel zu laut, denn in diesem Frequenzbereich wirken sich Undichtheiten viel geringer aus. Die schädigende Lautstärke vor allem im höchsten Frequenzbereich wird nicht erkannt bzw. der Hörer gewöhnt sich mit der Zeit daran.

[0005] Die starken Schwankungen der akustischen Impedanz in einem beinahe dicht verschlossenen äußeren Gehörgang führen bei Hörgeräten auch dazu, dass das Problem der akustischen Rückkopplung, welches sich durch Pfeiftöne bemerkbar macht, auch mit hohem technischen Aufwand nicht bewältigbar ist. Sobald sich der Sitz des Hörgeräts oder Kopfhörers auch nur leicht verändert, stimmt die gesamte Abstimmung nicht mehr und der Benutzer wird durch die kaum zu verhindernden maximal lauten Pfeiftöne noch weiter in seinem Resthörvermögen geschädigt.

[0006] Andererseits führen hermetisch abgeschlossene Kopfhörer zu einer unangenehmen Druckwahrnehmung und zum sogenannten Okklusionseffekt, einer verstärkten Wahrnehmung der eigenen Stimme sowie von Körpergeräuschen, die auch beim Schlucken und beim Gehen über den Kieferknochen ins Ohr geleitet werden. Daher werden hermetisch abgeschlossene Kopfhörer nur eine begrenzte Zeit getragen, was bei der Anwendung von Hörgeräten besonders problematisch ist.

[0007] Zur Verbesserung der Klangwiedergabe aber auch Vermeidung unzulässig hoher Schalldrucke im Gehörgang des Benutzers ist beispielsweise aus der EP 2 129 169 A2 eine Vorrichtung zur Wiedergabe von Audiosignalen der gegenständlichen Art bekannt geworden, bei der die Schwingung des Trommelfells detektiert wird und zur Regelung der Leistung der Wiedergabevorrichtung herangezogen wird.

[0008] Andere bekannte Dokumente, wie zB die EP 2 434 780 B1, wenden zur Verbesserung der Wiedergabe des Audiosignals und Anpassung an die Bedürfnisse des Benützers spezielle statisch vorgegebene Frequenzanpassungen an.

[0009] Trotz der Vielzahl an Lösungen auf diesem Gebiet der Technik ist die Klangtreue von Hörgeräten oder Kopfhörern sowie der Schutz der Benutzer vor unzulässig hohen Schalldrucken nach wie vor unbefriedigend.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher in der Schaffung einer oben genannten Wiedergabevorrichtung, welche die oben genannten Nachteile vermeidet oder zumindest reduziert und eine signifikante Verbesserung der Klangtreue bewirkt und gleichzeitig den Benutzer der Wiedergabevorrichtung vor Schädigungen durch unzulässig hohen Schalldruck schützt. Die Vorrichtung soll auch eine Anpassung an sich ändernde Gegebenheiten und Hörsituationen, wie der Sitz der Vorrichtung im oder am Ohr oder wechselnde Umgebungsgeräusche, ermöglichen. Die Vorrichtung soll möglichst einfach und kostengünstig herstellbar sein und sollte zumindest teilweise miniaturisierbar sein, sodass eine vollständige oder zumindest teilweise Anordnung im Gehörgang eines Ohres eines Benutzers möglich ist.

[0011] Gelöst wird die Aufgabe dadurch, dass in jeder Durchgangsöffnung ein einstellbares Verschlusselement zum Verschließen der Durchgangsöffnung ange-

ordnet ist, welches einstellbare Verschlusselement mit der Regelungseinrichtung verbunden ist, und dass eine Detektionseinrichtung zur berührungslosen Detektion der Schwingung des Trommelfells des Ohres vorgesehen ist, welche Detektionseinrichtung mit der Regelungseinrichtung verbunden ist, sodass die Verstärkung des Audiosignals sowie der Querschnitt der zumindest einen Durchgangsöffnung in Abhängigkeit der detektierten Schwingung des Trommelfells regelbar ist. Kern der Erfindung ist also einerseits eine regelbare Durchgangsöffnung im Gehäuse zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang des Ohres des Benutzers sowie die berührungslose Messung der Schwingung des Trommelfells des Ohres oder ersatzweise des Schalldruckes in seiner unmittelbaren Nähe und Einbeziehung dieser detektierten zeit- und frequenzabhängigen Größen in die Regelung des Verstärkers der Wiedergabevorrichtung und in die kontinuierliche Steuerung des Verschlusselementes in der Durchgangsöffnung, damit die bestmögliche Klangtreue, nicht schädigende Lautstärkepegel und optimales Systemverhalten jederzeit sichergestellt werden können und nicht von unkontrollierbaren Einflüssen, wie dem momentanen Sitz des Gehäuses im Gehörgang, einer durch Körperbewegungen veränderten akustischen Impedanz des innersten Gehörgangabschnittes und wechselnden Umgebungsgeräuschen abhängig sind. Durch die Merkmale der Erfindung kann einerseits eine situationsabhängige Umschaltung der Vorrichtung zur Wiedergabe eines Audiosignals von hermetisch dicht bis völlig offen ohne Einbußen der Klangtreue bei gleichzeitiger Regelung der Verstärkung durchgeführt werden. Wesentlich dabei ist, dass der Zeitverlauf der Schwingung des Trommelfells direkt oder indirekt erfasst und in die Regelung einbezogen wird, wodurch sichergestellt werden kann, dass die im Ohr des Benutzers herrschende Lautstärke immer unterhalb der vorgegebenen Grenzwerte liegt, bei denen es noch zu keinen Hörschädigungen kommen kann. Durch die Detektion der realen Auslenkung des Trommelfells in Echtzeit ist es auch möglich in gewissen pathologischen Fällen den Höreindruck eines Gesunden zu vermitteln, da das Trommelfell genauso in Schwingung versetzt wird, wie es bei einem Normalhörenden schwingen würde, auch wenn bei beispielsweise verkalkten Gehörknöchelchen (Otosklerose) dafür ein entsprechend höherer Schalldruck nötig ist. Unter der Voraussetzung der Auswahl entsprechend kleiner Komponenten kann die Wiedergabevorrichtung auch in miniaturisierter Bauweise hergestellt werden und vollständig oder zumindest teilweise im Gehörgang des Ohres eines Benutzers angeordnet werden.

[0012] Das einstellbare Verschlusselement kann beispielsweise durch einen hydraulisch oder pneumatisch betätigten Ballon, ein elektromechanisches Stellglied oder dgl. gebildet sein. Wichtig ist, dass das einstellbare Verschlusselement auf veränderte Anforderungen des Reglers in der Wiedergabevorrichtung schnell genug reagieren und entsprechend miniaturisiert werden kann.

[0013] Die Detektionseinrichtung zur Detektion der Trommelfellschwingung kann durch ein Laser-Doppler-Interferometer, ein Mikrophon im Nahfeld des Trommelfells oder einen Hall-Sensor oder dgl. gebildet sein. Die berührungslose Detektion der Schwingung des Trommelfells kann entweder durch direkte Verfahren erfolgen oder auch indirekt, indem der Schalldruck in der unmittelbaren Nähe des Trommelfells mittels Mikrophon gemessen und über eine einmal ermittelte oder näherungsweise bekannte Übertragungsfunktion, die sogenannte mechanische Admittanz (Mobility) des Trommelfells, in den Zeit- oder Frequenzverlauf der Trommelfellschwingung übergeführt wird. Die verschiedenen Detektionseinrichtungen zur Detektion der Trommelfellschwingung erfassen entweder den Schalldruck (im Falle des Mikrophons) oder je nach Bauform der Detektionseinrichtung die Auslenkung, Geschwindigkeit oder Beschleunigung des Trommelfells. Alle genannten Größen lassen sich sowohl im Zeitbereich als auch im Frequenzbereich mit Hilfe einfacher Transformationen und Filter sowie im Einzelfall ermittelter oder aus Normen näherungsweise bekannter Schwingungseigenschaften des Trommelfells ineinander überführen. Im Falle der berührungslosen Messung der Trommelfellschwingung ist dafür Sorge zu tragen, dass die Detektionseinrichtung wirklich auf das Trommelfell ausgerichtet ist und tatsächlich dessen Schwingung detektiert. Da die anatomische Formung der Gehörgänge sehr stark schwankt, müssen dafür entsprechende Vorkehrungen getroffen werden. Beispielsweise können die Detektionseinrichtungen durch automatisch ablaufende Kalibrierungsvorgänge entsprechend ausgerichtet werden. Im Falle einer optischen Messung mittels Self-Mixing Interferometer könnte beispielsweise ein Array von Laserdioden (VCSELs) Anwendung finden, welche vor dem Einsatz der Wiedergabevorrichtung abwechselnd aktiviert werden wobei schließlich jene Laserdiode eingesetzt wird, welche das stärkste Signal in den Detektoren hervorruft. Zur Fokussierung von Laserstrahlen werden in CD-Spielern schon seit langem adaptive Miniaturoptiken verwendet. Neuerdings zählen auch elektrostatisch einstellbare Flüssiglinsen zum bekannten Stand der Technik.

[0014] Vorteilhafterweise ist jedes Gehäuse zumindest teilweise elastisch ausgebildet oder mit einer elastischen Umhüllung oder einem Dichtungselement umgeben. Dadurch wird in ähnlicher Weise wie bei In-Ohr-Kopfhörern eine Abdichtung des Gehörgangs gegenüber der Umgebung erzielt. Als elastische Umhüllung oder elastisches Dichtungselement kommen entsprechend geformte Körper aus Silikon oder ähnlichen elastischen und hautverträglichen Materialien mit einer geeigneten Formgebung in Frage.

[0015] Wenn die Regelungseinrichtung mit einer Bedienungseinrichtung verbunden ist, kann eine Beeinflussung der Regelungseinrichtung durch entsprechende Betätigung erzielt werden. Beispielsweise kann durch entsprechende Betätigungselemente auf einer Bedienungseinrichtung die maximale Lautstärke verändert werden oder eine Klangregelung vorgenommen werden.

Anstelle mechanischer Betätigungselemente kann eine Bedienung und Beeinflussung der Regelungseinrichtung auch drahtlos mit Hilfe anderer Vorrichtungen, wie zum Beispiel von Smartphones, welche über eine entsprechende Software bzw. App verfügen, erfolgen.

[0016] Weiters kann die Regelungseinrichtung mit einer Schnittstelle verbunden sein. Dadurch können einerseits Daten aus der Vorrichtung zur Wiedergabe des Audiosignals ausgelesen oder Parameter bzw. Software oder Programmteile in die Vorrichtung eingespielt werden. Als Schnittstellen kommen beispielsweise drahtlose Schnittstellen wie zB Bluetooth®-Schnittstellen oder leitungsgebundene Schnittstellen wie zB USB (Universal Serial Bus)-Schnittstellen besonders in Frage.

[0017] Die Audiosignalquelle kann durch zumindest ein Mikrophon oder durch ein Gerät zur Wiedergabe des Audiosignals, beispielsweise ein Smartphone, gebildet sein. Im Falle der Anwendung der gegenständlichen Vorrichtung als Hörgerät wird ein Mikrophon, welches die Schallwellen der Umgebung aufnimmt und entsprechend verstärkt und verändert an den Benutzer abgibt, als Audiosignalquelle Anwendung finden. Bei der Verwendung der Vorrichtung als Kopfhörer für die Wiedergabe von Musik oder Sprache kann die Audiosignalquelle auch durch ein Gerät zur Wiedergabe des Audiosignals, beispielsweise einen CD-Player, ein Radio oder auch ein Smartphone gebildet sein. Bei einer Verwendung der Vorrichtung als Kommunikationsgerät kann die Audiosignalquelle durch drahtlose Übertragung der Sprache einer zweiten Person, die mittels Sprechmikrophon oder Körperschallaufnehmer im Kopfbereich aufgenommen wird, gebildet werden. Die Kommunikationsfunktion kann auch reziprok stattfinden und bidirektionale drahtlose Kommunikation mit bestmöglicher Qualität zwischen zwei oder mehr Benutzern der erfindungsgemäßen Vorrichtungen ermöglichen.

[0018] Der zumindest eine Schallwandler ist vorzugsweise durch zumindest einen Lautsprecher gebildet. Je nach Ausführungsform der Wiedergabevorrichtung ist der Lautsprecher im oder am Gehäuse angeordnet oder in diesem integriert. Je nach Ausführung der Wiedergabevorrichtung kann der Schallwandler natürlich auch durch eine Kombination verschiedener Lautsprecher mit unterschiedlichen Frequenzgängen gebildet sein, wodurch eine optimale Klangwiedergabe ermöglicht wird.

[0019] Alternativ dazu oder zusätzlich kann der zumindest eine Schallwandler auch durch zumindest einen anderen elektromechanischen Wandler gebildet sein. Auf diese Weise kann beispielsweise auch eine Anregung der Knochen oder Knorpel im Bereich des Ohres stattfinden, welche eine mechanische Schwingung des Trommelfells nach sich zieht und so zu einer Schallwahrnehmung führt.

[0020] Wenn zumindest ein Mikrophon zur Aufnahme von Umgebungsgeräuschen vorgesehen ist, welches zumindest eine Mikrophon mit der Regelungseinrichtung verbunden ist, kann eine Berücksichtigung der Umgebungsgeräusche und Einbeziehung in die Regelung erfolgen. Im Gegensatz zum Mikrophon, das in Hörgeräten als Audiosignalquelle Verwendung findet, und das vorteilhafterweise am nach außen gerichteten Ende des Gehäuses zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang des Ohres des Benutzers angeordnet sein wird, ist das Mikrophon zur Aufnahme von Umgebungsgeräuschen vorzugsweise außerhalb beider Gehörgänge angeordnet. Es könnte zum Beispiel die Stimme des Benutzers der Regelung zugänglich machen, damit diese, die ohnehin durch Knochenleitung schon sehr stark ins eigene Ohr übertragen wird, vom Hörgerät nicht noch weiter verstärkt wird.

[0021] Eine andere Ausführungsform eines solchen Detektors für die eigene Stimme ist ein Beschleunigungssensor zur Messung der hauptsächlich durch die eigene Stimme des Benutzers erzeugten Körperschallanteile, welcher Beschleunigungssensor beispielsweise zur Anlage an einer Innenwand des Gehörgangs ausgebildet und mit der Regelungseinrichtung verbunden ist. Der Beschleunigungssensor wird beispielsweise im oder außerhalb des Gehörgangs an den Schädelknochen oder Knorpel gedrückt und fungiert als Körperschallmikrophon. Ein solcher Beschleunigungssensor wäre auch die ideale Signalquelle für den Einsatz der Vorrichtung als Kommunikationsgerät, da er hauptsächlich die eigene Sprache und nur einen sehr geringen Anteil des Umgebungslärms überträgt.

[0022] Der zumindest eine Anschluss zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle, jeder Verstärker und die Regelungseinrichtung zur Regelung der Verstärkung des Audiosignals können in dem zumindest einen Gehäuse zur Anordnung innerhalb des Gehörganges des Ohres des Benutzers angeordnet sein. Auf diese Weise kann ein teilweise oder vollständig im Gehörgang angeordnetes Hörgerät bzw. ein In-Ohr-Kopfhörer gebildet werden. Die natürlich notwendige Spannungsversorgung kann ebenfalls im Gehäuse platziert sein oder auch extern angeordnet werden und mit den jeweiligen Komponenten über entsprechende Leitungen verbunden sein. Als Spannungsversorgung kommen insbesondere entsprechend kleine Batterien oder Akkumulatoren zur Anwendung. Auch andere Energiequellen, wie zum Beispiel Solarzellen oder dgl., sind natürlich denkbar.

[0023] Wenn zwei Gehäuse zur abdichtenden Anordnung in jedem Gehörgang der Ohren eines Benutzers vorgesehen sind, welche Gehäuse über einen Bügel miteinander verbunden sind, kann die Vorrichtung zur Wiedergabe eines Audiosignales in Form eines Kopfhörers gebildet werden. Auf diese Weise wird ein Kopfhörer in herkömmlicher Art gebildet, wobei in jedem Gehörgang jedes Ohres des Benutzers ein Gehäuse abdichtend angeordnet ist und das Audiosignal entsprechend an die innere Seite des Gehörgangs abgibt.

[0024] In diesem Anwendungsfall eines Kopfhörers sind der zumindest eine Anschluss zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle, jeder Verstärker und die Regelungseinrichtung zur Regelung der Verstärkung des Audiosignals vorzugsweise im oder am Bügel angeordnet.

Auf diese Weise können die größeren Komponenten außerhalb des Gehäuses zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang des Benutzers platziert werden, wodurch die Herstellung der im Gehörgang anzuordnenden Gehäuse erleichtert und die Handhabung vereinfacht wird. Insbesondere wird auch die Spannungsversorgung, welche vorzugsweise durch Batterien oder Akkumulatoren gebildet sein wird, außen am Bügel oder im Bügel angeordnet sein. Natürlich können die Komponenten oder auch nur Teile davon über entsprechende Leitungen mit dem Bügel und den Gehäusen zur Anordnung in den Gehörgängen verbunden sein.

[0025] Der zumindest eine Anschluss zur Verbindung mit der Audiosignalquelle kann zur drahtlosen Verbindung mit der Audiosignalquelle ausgebildet sein. Auf diese Weise kann das Audiosignal drahtlos an die Vorrichtung zur Wiedergabe des Audiosignals weitergeleitet werden. Dabei kommen insbesondere standardisierte Drahtlosverbindungen, wie zB Bluetooth®-Schnittstellen, zur Anwendung.

[0026] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer möglichen Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Wiedergabe eines Audiosignals;

Fig. 2a eine Ausführungsvariante eines Gehäuses zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang eines Ohres eines Benutzers;

Fig. 2b eine weitere Ausführungsvariante eines Gehäuses zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang eines Ohres eines Benutzers;

Fig. 3a eine Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Wiedergabe eines Audiosignals mit einer ersten Variante einer Detektionseinrichtung zur Detektion der Schwingung des Trommelfells und einer ersten Variante für den Schallwandler;

Fig. 3b eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Wiedergabe eines Audiosignals mit einer zweiten Variante einer Detektionseinrichtung zur Detektion der Schwingung des Trommelfells und einer zweiten Variante für den Schallwandler;

Fig. 3c eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Wiedergabe eines Audiosignals mit einer dritten Variante einer Detektionseinrichtung zur Detektion der Schwingung des Trommelfells und einer dritten Variante für den Schallwandler; und

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform der Wiedergabevorrichtung in Form eines Kopfhörers mit einem Bügel und zwei daran angeordneten Gehäusen zur abdichtenden Anordnung in jedem Ohr des Benutzers und Detektionseinrichtungen zur Detektion der Schwingung des Trommelfells im Gehörgang.

[0027] Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer möglichen Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Wiedergabe eines Audiosignals A (t, f). Durch die Angabe des Zeitparameters t und des Frequenzparameters f soll die Zeit- und Frequenzabhängigkeit des Audiosignals zum Ausdruck gebracht werden. Mit A_{soll} wird das gewünschte wiederzugebende Audiosignal bezeichnet. Die Vorrichtung 1 beinhaltet zumindest ein Gehäuse 2 zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang G eines Ohres O eines Benutzers B mit zumindest einer Durchgangsöffnung 3 zur Verbindung des innerhalb des Gehäuses 2 angeordneten Teils des Gehörgangs G mit dem außenseitig des Gehäuses 2 angeordneten Teil des Gehörgangs G bzw. der Umgebung U. Weiters ist zumindest ein Schallwandler 4 zur Ausgabe des Audiosignals A (t, f) vorgesehen und ein Anschluss 6 zur Verbindung mit einer entsprechenden Audiosignalquelle 5. Schließlich existiert zumindest ein mit dem zumindest einen Schallwandler 4 verbundener Verstärker 7 und eine Regelungseinrichtung 8 zur Regelung der Verstärkung v (t, f) des Audiosignals A (t, f). Durch die Angabe des Zeitparameters t und des Frequenzparameters f soll die die Möglichkeit einer Regelung der Verstärkung v im Zeitbereich und/oder im Frequenzbereich aufgezeigt werden.

[0028] Der Schallwandler 4 kann durch einen Lautsprecher 21 (siehe Fig. 3a und 3c) gebildet sein. Auch ist eine Realisierung durch einen elektromechanischen Wandler 22 (siehe Fig. 3b) denkbar, der den Knorpel im Bereich der Ohrmuschel (Concha auricularis) zum Schwingen bringt. Durch Knorpelleitung übertragen sich diese Vibrationen dann auf die Wand des Gehörgangs G, was ebenfalls das Schallfeld anregt, das zu den Auslenkungen des Trommelfells T führt. Der elektromechanische Wandler 22 kann auch allenfalls samt Steuerelektronik und Stromversorgung in den Knorpel implantiert werden. Auch diese Art der Anregung funktioniert im offenen wie auch im geschlossenen Zustand des Gehörgangs G unter Einsatz der erfindungsgemäßen Regelung, damit der meist unbekannte Frequenzgang dieser Anregung sowie die großen Sprünge in der akustischen Impedanz keine unerwünschten Klangverzerrungen verursachen. Auch die Anregung über Knochenleitung durch einen im Felsenbein implantierten elektromechanischen Wandler 22 lässt sich mit der hier beschriebenen Klangregelung kombinieren.

[0029] Als Audiosignalquelle 5 kommt beispielsweise ein Mikrophon 18, ein Gerät 19 zur Wiedergabe eines Audiosignals A (t, f), wie zB ein CD-Player, Radiogerät oder dgl. oder auch ein Smartphone 20 in Frage. Der Anschluss 6 zur Verbindung mit der Audiosignalquelle 5 kann durch einen Stecker gebildet sein oder auch zur drahtlosen Verbindung mit der Audiosignalquelle 5 ausgebildet sein.

[0030] Erfindungsgemäß ist in jeder Durchgangsöffnung 3 des Gehäuses 2 ein einstellbares Verschlusselement 9 zum Verschließen der Durchgangsöffnung 3 angeordnet, welches einstellbare Verschlusselement 9

mit der Regelungseinrichtung 8 verbunden ist. Auf diese Weise kann die Durchgangsöffnung 3 hermetisch verriegelt, vollständig geöffnet oder zu einem gewissen Grad verschlossen werden, je nach Erfordernis bzw. je nach Vorgabe der Regelungseinrichtung 8. Durch entsprechende Auswahl der Verschlusselemente 9 muss eine miniaturisierte Bauweise und ein ausreichend rascher Verschluss und eine ausreichend rasche Öffnung sichergestellt werden.

[0031] Weiters ist eine Detektionseinrichtung 10 zur berührungslosen Detektion der Schwingung des Trommelfells T des Ohres O vorgesehen. Die Detektionseinrichtung 10 erfasst also das tatsächliche Audiosignal, welches mit A_{ist} bezeichnet ist, und führt dieses der Regelungseinrichtung 8 zu, sodass die Verstärkung v (t, f) des Audiosignal A (t, f) im Verstärker 7 in Abhängigkeit der detektierten Schwingung des Trommelfells T bzw. des tatsächlichen Audiosignals A_{ist} regelbar ist. Auf diese Weise kann eine Regelung der Verstärkung v (t, f) in Abhängigkeit des realen Schwingungszustandes des Trommelfells T vorgenommen werden. Die Detektionseinrichtung 10 kann gesondert vom Gehäuse 2 im Inneren des Gehörgangs G platziert werden oder auch mit dem Gehäuse 2 verbunden sein oder in diesem integriert sein, sofern das Gehäuse so ausgebildet ist, dass eine berührungslose Detektion der Schwingung des Trommelfells T ermöglicht wird. Als Detektionseinrichtung 10 können beispielsweise optische Vorrichtungen, wie zB "Scanning Laser Doppler Vibrometer" oder "Self-mixing Laser Doppler Vibrometer" zur Anwendung kommen. Dabei werden sehr kleine Halbleiter-Laserdioden mit passender Linse und Auswerteelektronik eingesetzt. Neuere sogenannte VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser)-Technologien integrieren Arrays geeigneter Mikro-Laserdioden in entsprechenden Chips mit einer Fläche von nur wenigen mm^2 und weisen hohe Betriebssicherheit und einfache Justierbarkeit auf. Neu ist der Einsatz einer solchen Detektionseinrichtung 10 zur Erfassung der durch einen Schallwandler 4 angeregten Schwingung des Trommelfells T während des Hörens in Verbindung mit einer Regelungseinrichtung 8, wodurch die akustische Anregung des Gehörgangs G in Amplitude und Phase ständig so angepasst wird, dass der Zeitverlauf der Auslenkung des Trommelfells T immer der digitalen Vorgabe entspricht, obwohl die akustischen Umgebungsbedingungen sich bisweilen massiv und abrupt ändern können. Nur eine solche Regelung erlaubt eine automatische Umschaltung der Vorrichtung 1 zur Wiedergabe von Audiosignalen A (t, f) von einer Betriebsart "geschlossen" (bei der die Durchgangsöffnung 3 durch das Verschlusselement 9 vollständig geschlossen ist) in die Betriebsart "offen" (bei der die Durchgangsöffnung 3 vollständig geöffnet ist) oder einer Zwischenstellung (bei der die Durchgangsöffnung 3 durch das Verschlusselement 9 teilweise verschlossen ist), wenn der Benutzer B das aus Gründen des Tragekomforts oder dgl. wünscht oder die akustischen Umgebungsbedingungen es nahelegen. Auch die weitgehend vollständige Unterdrückung von Störschall, der entweder von außen eindringt oder vom Benutzer B selbst erzeugt wird, wie zB durch Kauen, Kopfbewegungen, Gehen usw ist auf diese Weise möglich.

[0032] Die Regelungseinrichtung 8 kann mit einer Bedienungseinrichtung 16 verbunden sein, über welche bestimmte Parameter in der Regelungseinrichtung 8 verändert oder vorgegeben werden können.

[0033] Weiters kann die Regelungseinrichtung 8 mit einer Schnittstelle 17 verbunden sein um Daten der Vorrichtung 1 zur Wiedergabe von Audiosignalen A (t, f) exportieren zu können oder Parameter bzw. Programme oder Programmteile in die Regeleinrichtung 8 einspielen zu können. Schnittstellen 17 können beispielsweise Blue-tooth®-Schnittstellen oder USB-Schnittstellen aber auch andere drahtlose oder leitungsgebundene Schnittstellen sein.

[0034] Die Regelungseinrichtung 8 kann weiters mit zumindest einem Mikrophon 23 zur Erfassung von Umgebungsgeräuschen verbunden sein um Umgebungsgeräusche in die Regelung der Verstärkung v (t, f) miteinbeziehen zu können. Schließlich kann auch ein Beschleunigungssensor 24 vorgesehen und mit der Regelungseinrichtung 8 verbunden sein. Dieser Beschleunigungssensor 24 kann zur Messung des Körperschalls entsprechend angeordnet werden und zur Verhinderung von sogenannten Okklusionseffekten eingesetzt werden (siehe weiter unten).

[0035] In Fig. 2a ist eine Ausführungsvariante eines Gehäuses 2 zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang G eines Ohres O eines Benutzers B dargestellt. Das Gehäuse 2 ist beispielsweise mit einer elastischen Umhüllung 14 versehen, um eine abdichtende Anordnung im Gehörgang G des Ohres O des Benutzers B zu ermöglichen. In der Durchgangsöffnung 3 ist das Verschlusselement 9 in Form eines hydraulisch oder pneumatisch betätigten Ballons 12 enthalten. Entsprechend der Vorgaben der Regelungseinrichtung 8 wird der Ballon 12 gefüllt oder geleert, sodass die Durchgangsöffnung 3 bei Bedarf verschlossen, vollständig geöffnet oder teilweise verschlossen werden kann. Weiters kann am Gehäuse 2 ein Mikrophon 18 als mögliche Realisierung der Audiosignalquelle 5 angeordnet sein. Schließlich kann am Gehäuse auch ein oben genannter Beschleunigungssensor 24 zur Messung des Körperschalls im Gehörgang G vorgesehen werden.

[0036] Fig. 2b zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines Gehäuses 2 zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang G eines Ohres O eines Benutzers B. Dabei ist das Verschlusselement 9 durch ein elektromechanisches Stellglied gebildet. Anstelle einer elastischen Umhüllung 14 (siehe Fig. 2a) kann am Gehäuse 2 zumindest ein elastisches Dichtungselement 15 angeordnet sein um die abdichtende Anordnung im Gehörgang G des Ohres O des Benutzers B zu ermöglichen. Anstelle zumindest eines Ballons 12 kann ein elektromechanisches Stellglied 13 als Verschlusselement 9 in der Durchgangsöffnung 3 eingebaut sein. Auch Elemente aus bestimm-

tem Material, welche thermisch verformt werden, sind als Verschlusselement 9 denkbar (nicht dargestellt). Auch bei dieser Ausführungsvariante gemäß Fig. 2b ist am Gehäuse 2 ein Mikrophon 18 als mögliche Realisierung der Audiosignalquelle 5 angeordnet.

[0037] Durch das Verschlusselement 9 in der Durchgangsöffnung 3 kann zwischen einer "offenen" und "geschlossenen" Betriebsart umgeschaltet werden, wodurch nicht nur der Tragekomfort sondern auch die Sicherheit beispielsweise im Verkehr erhöht und auch die Kommunikationsfähigkeit während des Musikhörens verbessert werden kann. Auch Zwischenzustände der "offenen" und "geschlossenen" Betriebsart können erwünscht sein, je nach Geräuschen in der Umgebung U, Betriebsmodus oder Präferenz des Benutzers B. Die Umschaltung kann auch manuell, beispielsweise über eine entsprechende Bedienungseinrichtung 16 (siehe Fig. 1) oder über eine entsprechende App auf einem Smartphone 20 (siehe Fig. 1), erfolgen. Auch eine durch eine Erfassung der Geräusche in der Umgebung U automatische Steuerung der Verschlusselemente 9 in den Durchgangsöffnungen 3 ist möglich.

[0038] Fig. 3a zeigt eine Ausführungsform der Vorrichtung 1 zur Wiedergabe eines Audiosignals A(t, f) mit einer ersten Variante einer Detektionseinrichtung 10 zur Detektion der Schwingung des Trommelfells T in Form eines Laser-Doppler-Interferometers 25, welches in berührungsloser Weise die Schwingung des Trommelfells T durch Aussendung eines Laserstrahls und Detektion des reflektierten Teils des Laserstrahles erfasst. Die Wiedergabevorrichtung 1 besitzt die Form eines In-Ohr-Kopfhörers bzw. Hörgeräts. Das Gehäuse 2 ist vorzugsweise so ausgebildet, dass es vollständig oder zumindest teilweise in den Gehörgang G des Ohres O des Benutzers B eingebracht werden kann. Der Anschluss 6 zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle 5, der Verstärker 7, die Regelungseinrichtung 8 und der Schallwandler 4 sind im Gehäuse 2 angeordnet oder darin integriert. Die Detektionseinrichtung 10 zur Detektion der Schwingung des Trommelfells T ist vom Gehäuse 2 getrennt angeordnet, aber mit der darin befindlichen Regelungseinrichtung 8 verbunden (nicht dargestellt). Der für die Wiedergabe des Audiosignals vorgesehene zumindest eine Lautsprecher 4 ist durch einen Lautsprecher 21 im Gehäuse 2 am Eingang des Gehörgangs G gebildet.

[0039] Die Ausführungsform der Vorrichtung 1 zur Wiedergabe eines Audiosignals A (t, f) gemäß Fig. 3B weist eine zweite Variante einer Detektionseinrichtung 10 zur Detektion der Schwingung des Trommelfells T auf, welche durch ein Mikrophon 26 gebildet ist, über das indirekt die Schwingung des Trommelfells T bzw. direkt der Schalldruck ermittelt werden kann. Im Unterschied zur Ausführungsvariante gemäß Fig. 3A ist der Schallwandler 4 hier durch einen elektromechanischen Schallwandler 22 gebildet. Auch hier ist die Detektionseinrichtung 10 zur Detektion der Schwingung des Trommelfells T vom Gehäuse 2 getrennt angeordnet, aber natürlich mit der darin befindlichen Regelungseinrichtung 8 verbunden (nicht dargestellt).

[0040] Schließlich zeigt Fig. 3c eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Wiedergabe eines Audiosignals mit einer dritten Variante einer Detektionseinrichtung 10 zur Detektion der Schwingung des Trommelfells T. Dabei kommt ein Hall-Sensor 27 zur Anwendung, wobei am Trommelfell T des Benutzers B magnetisierte Partikel aufgebracht werden, deren Magnetfeld vom Hall-Sensor gemessen wird, wobei Bewegungen des Trommelfells T als kleine Änderungen dieses Magnetfelds erfassbar sind. Die Detektionseinrichtung 10 zur Detektion der Schwingung des Trommelfells T ist am oder im Gehäuse 2 angeordnet und mit der darin befindlichen Regelungseinrichtung 8 verbunden. Ebenfalls in Fig. 3c ist eine Variante für den Schallwandler 4 dargestellt, in der dieser als Miniaturlautsprecher gemeinsam mit den weiteren wesentlichen Elementen im hier deutlich kleineren Gehäuse 2 vollständig im Gehörgang G untergebracht wird. Die Abdichtung durch elastische Dichtelemente 15, wie Dichtlippen, findet, in diesem Fall eines unsichtbaren Hörgeräts, tief im Gehörgang G statt. Das Gehäuse 2 trägt auf seiner äußeren Seite hier das Mikrophon 18 und enthält die Durchgangsöffnung 3 mit dem Verschlusselement 9.

[0041] In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform der Wiedergabevorrichtung 1 in Form eines Kopfhörers mit einem Bügel 28 und zwei daran angeordneten Gehäusen 2 zur abdichtenden Anordnung in jedem Ohr O des Benutzers B gezeigt. Am oder im Bügel 28 ist der Anschluss 6 zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle 5 sowie die notwendigen Spannungsversorgungen (nicht dargestellt) angeordnet. Die zumindest zwei Verstärker 7 und Regelungseinrichtungen 8 befinden sich entweder im Bügel 28 oder in den Gehäusen 2. Darüber hinaus kann am Bügel 28 auch ein Mikrophon 23 zur Aufnahme von Umgebungsgeräuschen angeordnet werden. An den Gehäusen 2 zur abdichtenden Anordnung in jedem Ohr O des Benutzers B sind gehörgangsseitig die Detektionseinrichtungen 10 zur Detektion der Trommelfellschwingungen und umgebungsseitig je ein Mikrophon als Audiosignalquellen 5 angeordnet. Die Schallwandler 4 sind auf bereits beschriebene Art und Weise entweder in den Gehäusen 2 angeordnet oder mit den Detektionseinrichtungen 10 verbunden. Auf diese Weise wird ein Kopfhörer geschaffen der in Abhängigkeit der gemessenen Trommelfellschwingung die Verstärkung der Verstärker 7 regelt und die einstellbaren Verschlusselemente 9 in den Durchgangsöffnungen 3 der beiden Gehäuse 2 entsprechend der aktuellen Hörsituation einstellt.

[0042] Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zur Wiedergabe von Audiosignalen A (t, f) zeichnet sich durch optimale Klang- und Phasentreue aus und ermöglicht so die bestmögliche Wiedergabe des natürlichen Raumklangs. Damit werden Hörgeräte möglich, in denen die Beeinträchtigung der Fähigkeit des räumlichen Hörens weitgehend vermieden werden kann.

[0043] Eine wesentliche Eigenschaft der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 vor allem in Kombination mit

Schallwandlern, die auch bei sehr tiefen Frequenzen (<10Hz) noch wirksam sind, ist die Beseitigung oder zumindest Minimierung von massiv störenden oben erwähnten Okklusionseffekten. Diese kommen zustande, weil durch Kieferbewegungen oder durch Bewegungen des abdichtend im Gehörgang G angeordneten Gehäuses 2 der Vorrichtung 1 das Volumen des dicht verschlossenen innenseitig des Gehäuses 2 angeordneten Teils des Gehörgangs G verändert wird, was zu niederfrequenten Druckschwankungen führt, die das Trommelfell T registriert. Wenn die Detektionseinrichtung 10 solche niederfrequenten Auslenkungen des Trommelfells T erfasst, und auch der Schallwandler 4 in der Lage ist, einen quasistatischen Gegendruck entsprechender Größe aufrechtzuerhalten, dann wird die Klangregelung auch im Bereich der tiefsten Frequenzen wirksam und es können selbst quasistatische Störddrücke kompensiert werden.

[0044] Ein weiterer Okklusionseffekt ist die unnatürlich verstärkt wahrgenommene eigene Stimme sowie andere Körpergeräusche die zB beim Gehen per Knochenleitung über den Kiefer zum Ohr O übertragen werden und auf Grund der hohen akustischen Impedanz des verschlossenen Gehörgangs G ungewohnt laut wahrgenommen und vielleicht sogar durch die Wiedergabevorrichtung 1 noch zusätzlich verstärkt werden. Um das zu verhindern bzw. der Anregung des Trommelfells T durch Knochen- oder Knorpelschall entgegenzuwirken, ist die Messung des Körperschalls durch einen oben genannten Beschleunigungssensor 24 z.B. am Gehäuse 2 zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang G vorteilhaft. Dieses Signal kann dann vom Sollwert des Audiosignals A (t, f) abgezogen werden, um die betroffenen Geräusche für die Wahrnehmung zu dämpfen.

[0045] Wenn die Regelung direkt an der Bewegung des Trommelfells T ansetzt, können gleichzeitig auch bestimmte Arten des Tinnitus aktiv unterdrückt werden, nämlich solche, die über eine Fehlfunktion der äußeren Haarzellen tatsächlich vorhandene Schwingungen im Innenohr anregen, die als otoakustische Emissionen das Trommelfell T in Bewegung setzen möchten.

[0046] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Wiedergabe von Audiosignalen erlaubt nicht nur die Optimierung des wahrgenommenen Klanges unabhängig von der jeweiligen Hörsituation, sondern ermöglicht zudem auch das rechnerische Akkumulieren aller potentiell schädigenden Schallexpositionen, um die Lärmdosis bestimmen zu können, der ein Benutzer ausgesetzt ist. Die so gewonnenen Daten liefern ein viel genaueres Bild von gehörschädigenden Gewohnheiten, denn es ist die Kombination aus Einwirkungsdauer, Lautstärke und Erholungszeiten, die zu bleibenden Schädigungen führt. Beim Erreichen einer schädigenden Dosis könnte der Benutzer gewarnt oder die einstellbare Lautstärke selbstständig auf zulässige Pegel begrenzt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Wiedergabe eines Audiosignals (A(t, f)), mit zumindest einem Gehäuse (2) zur abdichtenden Anordnung im Gehörgang (G) eines Ohres (O) eines Benutzers (B) und mit zumindest einer Durchgangsöffnung (3) zur Verbindung des innerhalb des Gehäuses (2) angeordneten Teils des Gehörganges (G) mit dem außenseitig des Gehäuses (2) angeordneten Teil des Gehörganges (G) bzw. der Umgebung (U), mit zumindest einem Schallwandler (4) zur Ausgabe des Audiosignals (A(t, f)), mit zumindest einem Anschluss (6) zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle (5), zumindest einem mit dem zumindest einen Schallwandler (4) verbundenen Verstärker (7), und mit einer mit jedem Verstärker (7) verbundenen Regelungseinrichtung (8) zur Regelung der Verstärkung (v(t, f)) des Audiosignals (A(t, f)), **dadurch gekennzeichnet, dass** in jeder Durchgangsöffnung (3) ein einstellbares Verschlusselement (9) zum Verschließen der Durchgangsöffnung (3) angeordnet ist, welches einstellbare Verschlusselement (9) mit der Regelungseinrichtung (8) verbunden ist, und dass eine Detektionseinrichtung (10) zur berührungslosen Detektion der Schwingung des Trommelfells (T) des Ohres (O) vorgesehen ist, welche Detektionseinrichtung (10) mit der Regelungseinrichtung (8) verbunden ist, sodass die Verstärkung (v(t, f)) des Audiosignals (A(t, f)) sowie der Querschnitt der zumindest einen Durchgangsöffnung (3) in Abhängigkeit der detektierten Schwingung des Trommelfells (T) regelbar ist.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das einstellbare Verschlusselement (9) durch einen hydraulisch oder pneumatisch betätigten Ballon (12), ein elektromechanisches Stellglied (13) oder dgl. gebildet ist.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektionseinrichtung (10) durch ein Laser-Doppler-Interferometer (25), ein Mikrophon (26) oder einen Hall-Sensor (27) oder dgl. gebildet ist.

4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Gehäuse (2) zumindest teilweise elastisch ausgebildet ist oder mit einer elastischen Umhüllung (14) oder einem Dichtungselement (15) umgeben ist.

5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelungseinrichtung (8) mit einer Bedienungseinrichtung (16) verbunden ist.

6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelungsein-

richtung (8) mit einer Schnittstelle (17) verbunden ist.

7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Audiosignalquelle (5) durch zumindest ein Mikrophon (18) oder durch ein Gerät (19) zur Wiedergabe des Audiosignals (A(t, f)), beispielsweise ein Smartphone (20) gebildet ist.

8. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Schallwandler (4) durch zumindest einen Lautsprecher (21) gebildet ist.

9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Schallwandler (4) durch zumindest einen elektromechanischen Wandler (22) gebildet ist.

10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Mikrophon (23) zur Aufnahme von Umgebungsgeräuschen vorgesehen ist, welches zumindest eine Mikrophon (23) mit der Regelungseinrichtung (8) verbunden ist.

11. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Beschleunigungssensor (24) zur Messung der hauptsächlich durch die eigene Stimme des Benutzers erzeugten Körperschallanteile vorgesehen ist, welcher Beschleunigungssensor (24) beispielsweise zur Anlage an einer Innenwand des Gehörgangs (G) ausgebildet und mit der Regelungseinrichtung (8) verbunden ist.

12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Anschluss (6) zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle (5), jeder Verstärker (7), die Regelungseinrichtung (8) zur Regelung der Verstärkung (v(t, f)) des Audiosignals (A(t, f)) in dem zumindest einen Gehäuse (2) zur Anordnung innerhalb des Gehörganges (G) des Ohres (O) des Benutzers (B) angeordnet sind.

13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Gehäuse (2) zur abdichtenden Anordnung in jedem Gehörgang (G) der Ohren (O) eines Benutzers (B) vorgesehen sind, welche Gehäuse (2) über einen Bügel (28) miteinander verbunden sind.

14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Anschluss (6) zur Verbindung mit einer Audiosignalquelle (5), jeder Verstärker (7), die Regelungseinrichtung (8) zur Regelung der Verstärkung (v(t, f)) des Audiosignals (A(t, f)) im oder am Bügel (28) angeordnet sind.

15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Anschluss (6) zur Verbindung mit der Audiosignalquelle (5) zur drahtlosen Verbindung mit der Audiosignalquelle (5) ausgebildet ist.

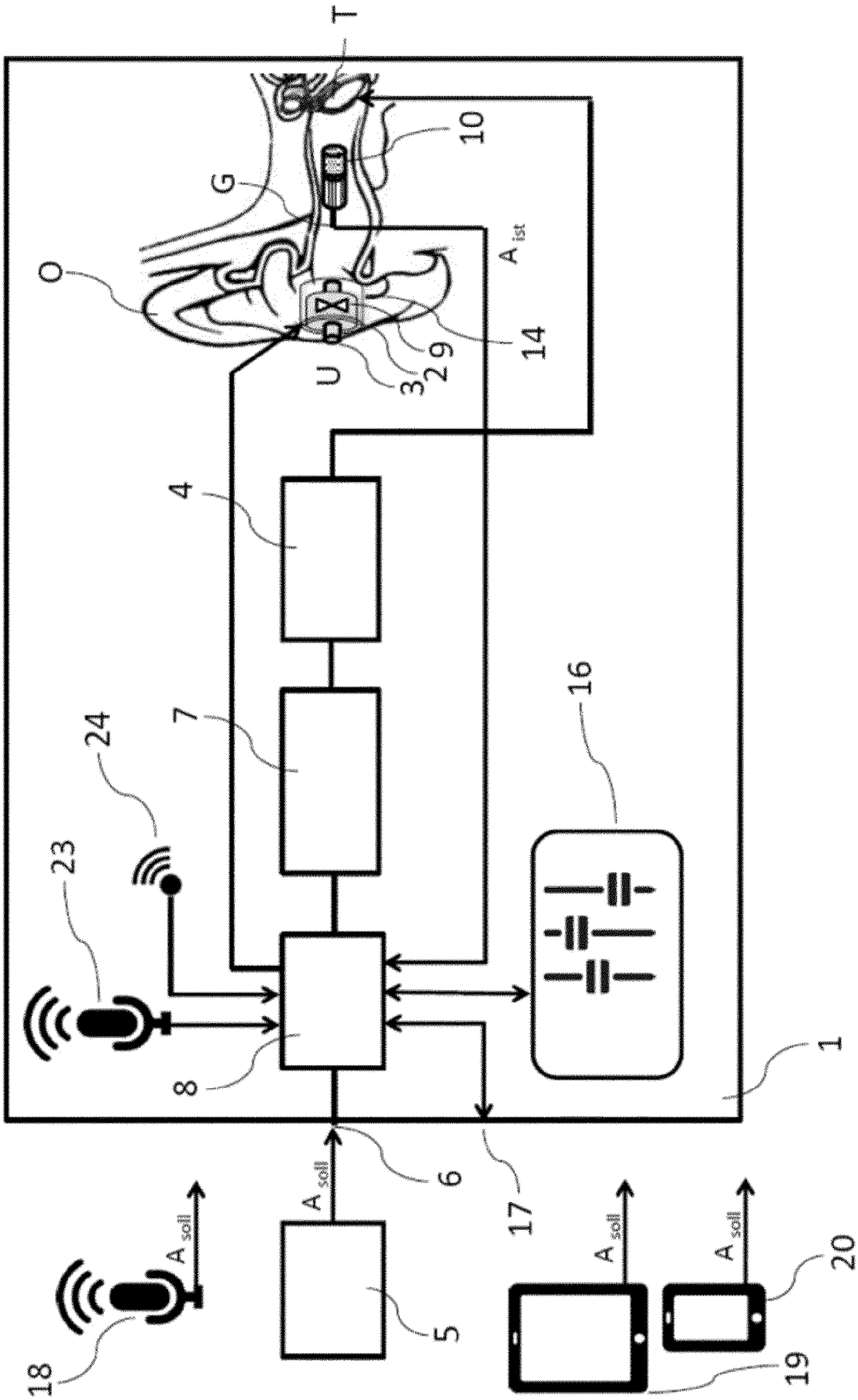

T
10
G
A ist
O
U
3
2 9
14
4
7
16
24
23
8
1
6
17
A soll
A soll
A soll
18
5
20
19

Fig. 1

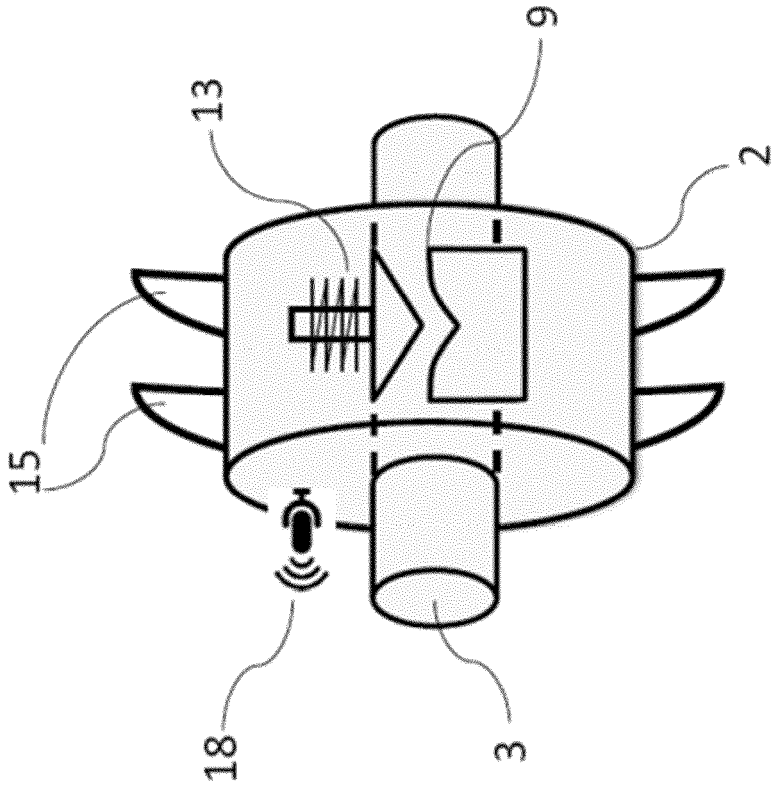


Fig. 2b

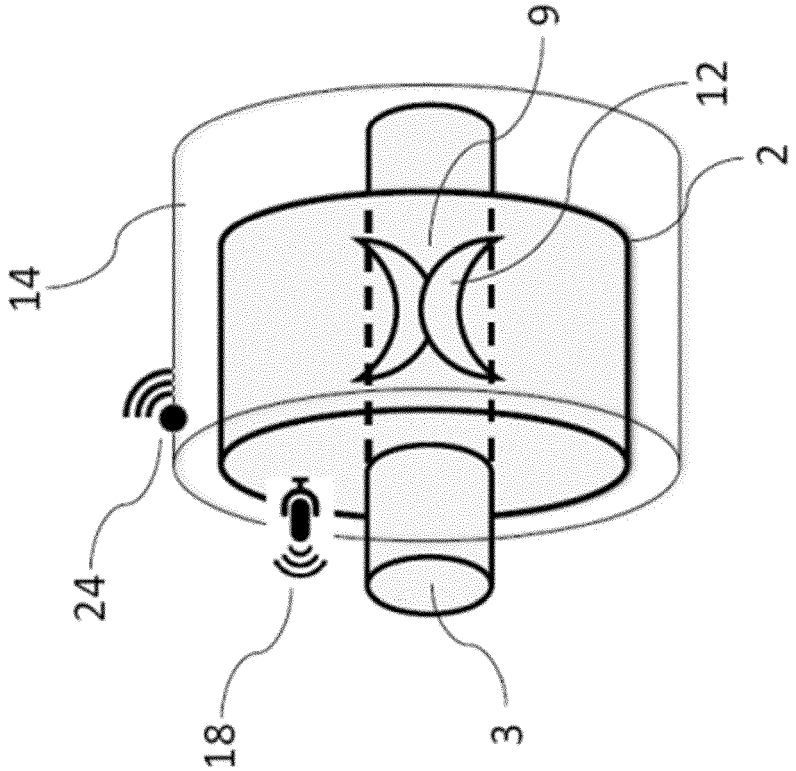


Fig. 2a

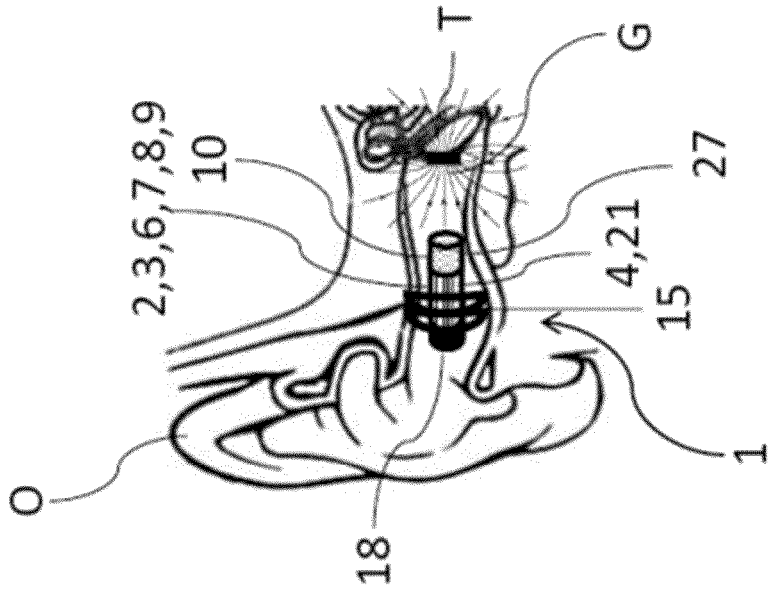


Fig. 3c

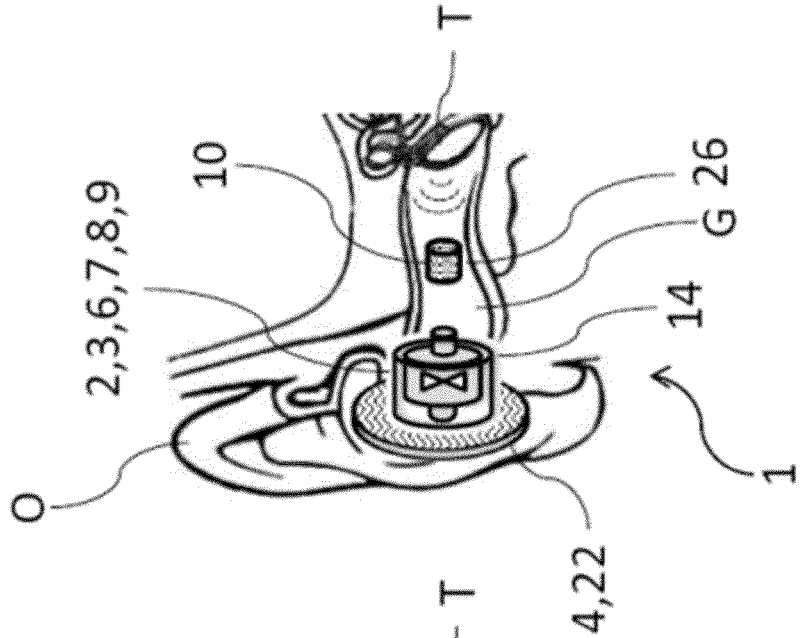


Fig. 3b

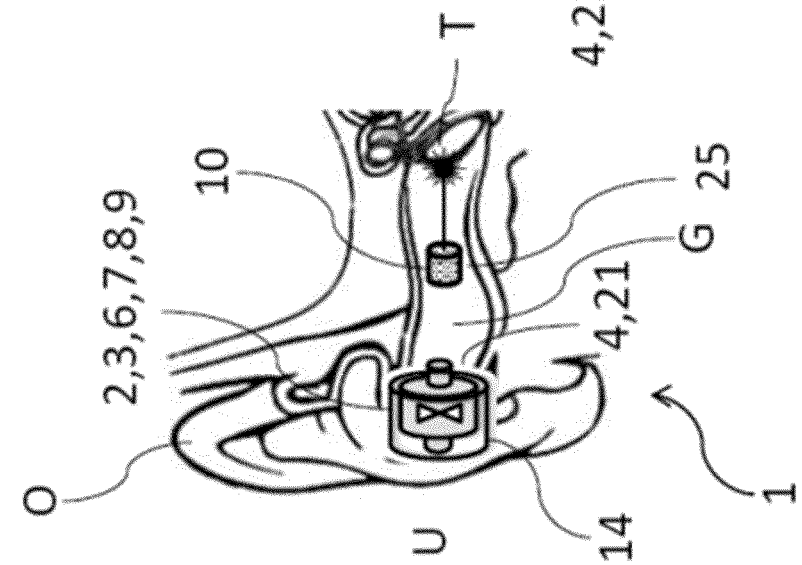


Fig. 3a

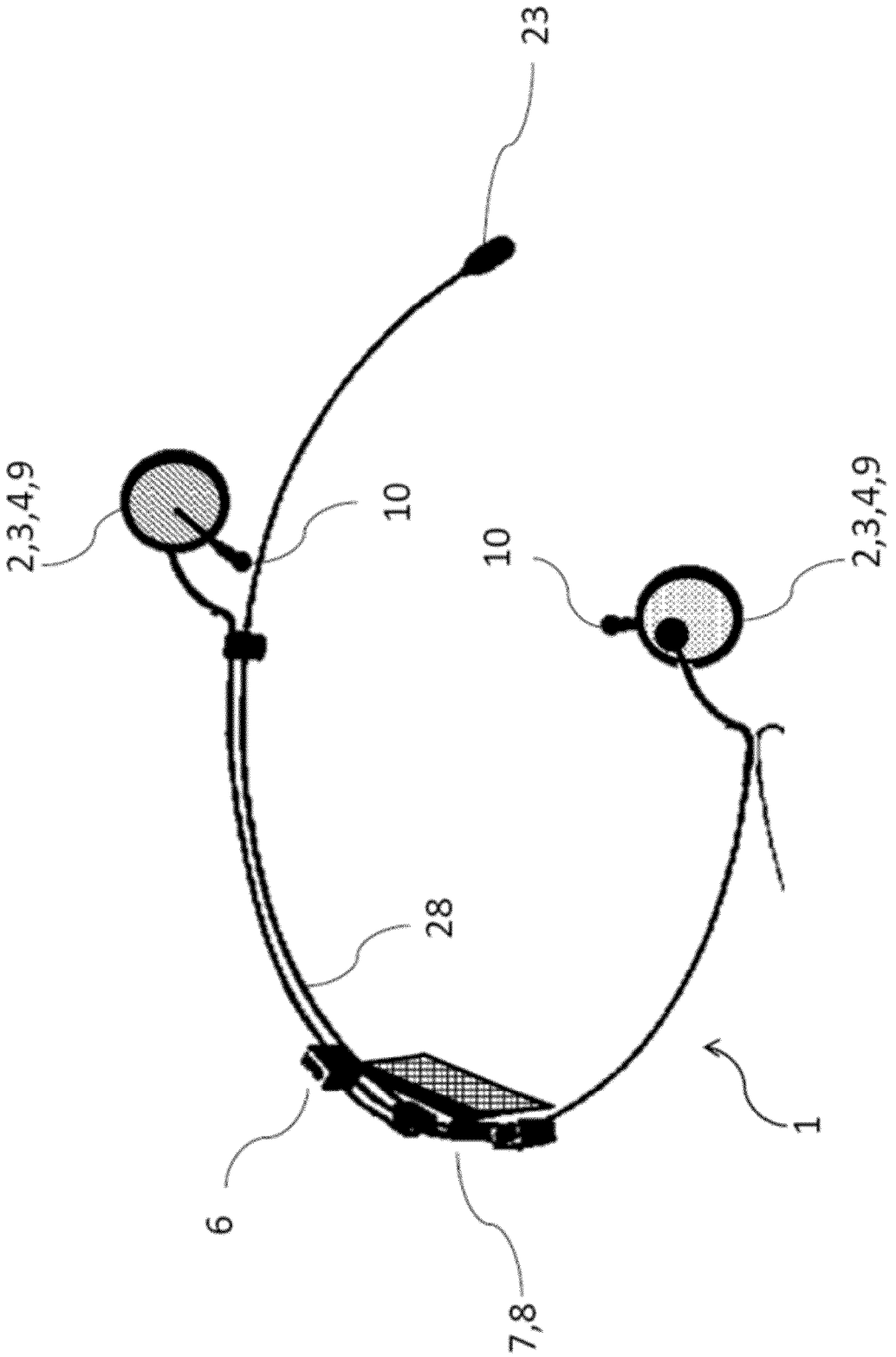


Fig. 4

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 18 8123

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 100 13 695 A1 (LEHNERTZ HEINZ [DE]) 21. Februar 2002 (2002-02-21) * Absatz [0001] - Absatz [0012]; Ansprüche 1,5-7,13-14 * -----	1,2, 7-10,12	INV. H04R25/00 ADD. H04R1/10
X	US 2017/208382 A1 (GRINKER SCOTT C [US]) 20. Juli 2017 (2017-07-20) * Absatz [0043] - Absatz [0063]; Abbildung 20 * * Absatz [0138] - Absatz [0152] * -----	1,2, 7-10,12	
A,D	EP 2 129 169 A2 (STARKEY LAB INC [US]) 2. Dezember 2009 (2009-12-02) * Absatz [0029] - Absatz [0032] * -----	1,2	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

H04R

~~Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentans~~prüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	8. Dezember 2017	Will, Robert

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Nummer der Anmeldung

EP 17 18 8123

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☐ Alle weiteren Recherchengebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchengebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchengebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☒ Keine der weiteren Recherchengebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

1, 2, 7-10, 12

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG ERGÄNZUNGSBLATT B

Nummer der Anmeldung
EP 17 18 8123

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1, 2, 7-10, 12

   Art der Verschlusselemente in einer Durchgangsöffnung
   ---

2. Anspruch: 3

   Art der Detektion von Trommelfellschwingungen
   ---

3. Anspruch: 11

   Detektion der eigenen Stimme
   ---

4. Ansprüche: 4-6, 13-15

   Fortbildungen des Gehäuses sowie der Schnittstellen der Regelungseinrichtung
   ---

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 17 18 8123

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-12-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10013695 A1	21-02-2002	KEINE	
US 2017208382 A1	20-07-2017	CN 106982400 A	25-07-2017
		US 2017208382 A1	20-07-2017
EP 2129169 A2	02-12-2009	EP 2129169 A2	02-12-2009
		US 2009299215 A1	03-12-2009
		US 2011098551 A1	28-04-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 2129169 A2 **[0007]**
- EP 2434780 B1 **[0008]**