



(10) **DE 10 2015 204 997 B4** 2016.10.06

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 204 997.3**  
(22) Anmeldetag: **19.03.2015**  
(43) Offenlegungstag: **22.09.2016**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.10.2016**

(51) Int Cl.: **H04R 25/00 (2006.01)**  
**G10K 11/18 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Sivantos Pte. Ltd., Singapur, SG**

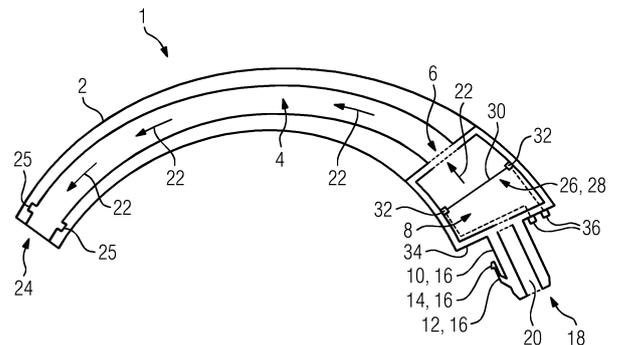
(74) Vertreter:  
**FDST Patentanwälte Freier Dörr Stammler  
Tschirwitz Partnerschaft mbB, 90411 Nürnberg,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Bas, Eduardo Jr, Singapur, SG; Chan, Hoong  
Yih, Singapur, SG; Lee, Chuan Foong, Johor  
Bahur, MY**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**US 2010 / 0 195 858 A1**

(54) Bezeichnung: **Schalleiter für ein Hörgerät**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung nennt einen Schalleiter (1) für ein Hörgerät (90), insbesondere für ein Hörhilfegerät (91), umfassend ein Gehäuse (2), wenigstens einen Schallerzeuger (26, 44, 46), eine Anzahl an mit dem wenigstens einen Schallerzeuger (26, 44, 46) verbundenen Signalanschlüssen (36) sowie Befestigungsmittel (16) zur reversiblen Befestigung an einer Haupteinheit (70) des Hörgeräts (90) unter Herstellung einer elektrischen Verbindung des oder jedes Signalanschlusses (36) mit einer Signalausgabe (86) der Haupteinheit (70), wobei im Gehäuse (2) ein Schallkanal (4) ausgebildet ist, welcher eine gegenüber seiner Länge aufweist, und dazu eingerichtet ist, vom wenigstens einen Schallerzeuger (26, 44, 46) erzeugten Schall entlang einer Ausbreitungsrichtung (22) zu einem Schallausgang (24) des Gehäuses (2) zu leiten, und wobei der wenigstens einen Schallerzeuger (26, 44, 46) durch einen thermoakustischen Wandler (28, 48, 50) gebildet ist. Die Erfindung nennt weiter eine entsprechende Haupteinheit (70) mit Befestigungsmitteln (76) zur reversiblen Befestigung eines Schalleiters (1) sowie ein Hörgerät (90) mit einer Haupteinheit (70) und einem Schalleiter (1), welche über die jeweiligen Befestigungsmittel (16, 76) miteinander befestigt sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Schallleiter für ein Hörgerät, insbesondere für ein Hörhilfegerät, umfassend ein Gehäuse und Befestigungsmittel zur reversiblen Befestigung an einer Haupteinheit des Hörgeräts, wobei im Gehäuse ein Schallkanal ausgebildet ist, welcher eine gegenüber seiner Länge wesentlich kleinere Breite aufweist, und dazu eingerichtet ist, Schall entlang einer Ausbreitungsrichtung zu einem Schallausgang des Gehäuses zu leiten.

**[0002]** In einem Hörhilfegerät, welches ein Mikrofon und einen elektroakustischen Wandler aufweist, können durch den elektroakustischen Wandler hervorgerufene mechanische Vibrationen zu einer Instabilität des Signalweges führen. Beispielsweise können die Vibrationen durch eine akustische Rückkopplung vom Mikrofon aufgezeichnet und in ein elektrisches Signal umgewandelt werden, welches nach Verstärkung dem elektroakustischen Wandler zugeführt und von diesem in Schall umgewandelt wird. Hierdurch wird eine geschlossene Schleife gebildet, in welcher Vibrationen immer weiter verstärkt werden können.

**[0003]** Eine derartige rein akustische Rückkopplung wird üblicherweise durch eine geeignete Signalverarbeitung, zum Beispiel mittels eines adaptiven Filters, sowie durch hinreichende akustische Abschirmung möglichst unterdrückt. Bei vielen Hörhilfegeräten kann jedoch zusätzlich eine durch den elektroakustischen Wandler hervorgerufene Vibration elektromagnetisch rückkoppeln. Der elektroakustische Wandler weist meist eine Membran auf. Aus einem elektrischen Eingangssignal wird ein zeitveränderliches Magnetfeld erzeugt, durch welches – ggf. mittelbar über eine magnetisierbare Pleuelstange – die Membran zu Schwingungen angeregt wird, die das gewünschte Schallsignal erzeugen. Mechanische Vibrationen des elektroakustischen Wandlers, welche beispielsweise durch eine resonante Anregung des ihn umgebenden Gehäuses im Hörhilfegerät entstehen können, führen in den Spulen, welche das zeitveränderliche Magnetfeld aus dem Eingangssignal erzeugen, zu Störungen in Form von hochfrequenten Signalanteilen.

**[0004]** Des Weiteren weisen viele Hörhilfegeräte eine zusätzliche Empfangsspule, eine sog. „Telecoil“ auf, über welche elektromagnetische Signale eines externen Senders direkt eingekoppelt werden können. Derartige externe Sender werden dabei beispielsweise in Museen oder Kirchen eingesetzt; auch eine Vielzahl von TV-Heimgeräten sind mit entsprechenden Sendern für Telecoil-Empfang ausgerüstet. Das zeitveränderliche Magnetfeld, welches die Membran in Schwingungen versetzt, wird nun von der Telecoil empfangen, wodurch von dieser ein Signal erzeugt und an eine Signalverarbeitungseinheit des Hörhilfegeräts weitergegeben wird. Insbesondere

re können hierbei hochfrequente Signalanteile eingekoppelt werden, die durch eine zusätzliche mechanische Vibration des elektroakustischen Wandlers in dessen Spulen hervorgerufen werden.

**[0005]** Um nun den Einfluss mechanischer Schwingungen des elektroakustischen Wandlers auf die Stabilität des Signalweges zu verringern, können sowohl das Auftreten als auch die Übertragung der Vibrationen durch Dämpfungen an der Aufhängung des elektroakustischen Wandlers – z. B. aus Gummi – unterdrückt werden. Ebenso kann eine gesonderte Abschirmung, beispielsweise mittels eines Schirms aus hoch permeablem Metall, ein Einkoppeln der elektromagnetischen Signalanteile verringern. Diese Abschirmung ist insbesondere bei den aufgrund der Vibration des elektroakustischen Wandlers entstehenden hochfrequenten Signalanteilen wirksam.

**[0006]** Es handelt sich jedoch bei dem genannten Vorgehen jeweils um konstruktive Maßnahmen, welche das Anordnen zusätzlicher Bauteile – eines mechanischen Dämpfers oder einer elektromagnetischen Abschirmung – im Hörhilfegerät erfordern. Dies ist aus Platzgründen jedoch oft nur sehr eingeschränkt möglich. Auch erhöht sich hierdurch das Gewicht des Hörhilfegeräts, wodurch der Tragekomfort für einen Benutzer eingeschränkt wird.

**[0007]** In der US 2010/0195858 A1 wird für ein Hörgerät vorgeschlagen, wenigstens einen Schallerzeuger als einen thermoakustischen Wandler auszubilden. Der thermoakustische Wandler ist im Gehäuse oder in einem Ohrstück des Hörgeräts angeordnet und ersetzt dort entweder einen herkömmlichen elektroakustischen Wandler oder ist als ein Hilfswandler in einem Belüftungskanal angeordnet.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in einem Hörgerät Vibrationen bei der Schallerzeugung möglichst zu verringern, und eine elektromagnetische Rückkopplung möglichst zu unterbinden.

**[0009]** Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Schallleiter für ein Hörgerät, insbesondere für ein Hörhilfegerät, umfassend ein Gehäuse, wenigstens einen Schallerzeuger, eine Anzahl an mit dem wenigstens einen Schallerzeuger verbundenen Signalanschlüssen sowie Befestigungsmittel zur reversiblen Befestigung an einer Haupteinheit des Hörgeräts unter Herstellung einer elektrischen Verbindung des oder jedes Signalanschlusses mit einer Signalausgabe der Haupteinheit, wobei im Gehäuse ein Schallkanal ausgebildet ist, welcher eine gegenüber seiner Länge wesentlich kleinere Breite aufweist, und dazu eingerichtet ist, vom wenigstens einen Schallerzeuger erzeugten Schall entlang einer Ausbreitungsrichtung zu einem Schallausgang des Gehäuses zu leiten, und wobei der wenigstens eine Schallerzeuger durch einen thermoakustischen

Wandler gebildet ist. Vorteilhaft und teils für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche und der nachfolgenden Beschreibung.

**[0010]** Der Schallausgang kann dabei derart ausgestaltet sein, ein Schallsignal direkt zum Ohr eines Benutzers zu führen, oder über eine entsprechende Haltevorrichtung dazu eingerichtet sein, dass ein Ohrpassstück auf den Schallausgang aufsetzbar ist, über welchen ein Schallsignal aus dem Schallkanal zum Ohr des Benutzers geführt wird. Unter den Befestigungsmitteln können beispielsweise eine mechanische Schraubverbindung oder eine einrastende Steckverbindung umfasst sein, wobei die Haupteinheit jeweils mit entsprechenden Gegenstücken auszurüsten ist. Die Länge des Schallkanals ist vorliegend insbesondere unter der Zuhilfenahme der Ausbreitungsrichtung von Schall zu definieren, welcher im Schallkanal propagiert. Die Breite ist dabei entsprechend als lokal zur Ausbreitungsrichtung orthogonale Dimension aufzufassen. Unter einer im Vergleich zur Länge wesentlich kleineren Breite ist hierbei insbesondere eine Breite zu verstehen, welche im Mittel wenigstens um einen Faktor 5, bevorzugt im Mittel wenigstens um einen Faktor 10 kleiner als die Länge ist.

**[0011]** Der Einsatz eines thermoakustischen Wandlers als Schallerzeuger hat hierbei zunächst den Vorteil, dass dieser bei der Schallerzeugung keine Vibrationsenergie generiert. Bei einem thermoakustischen Wandler wird aus einem elektrischen Signal ein Schallsignal dadurch erzeugt, dass an einer Fläche oder einer Oberfläche des thermoakustischen Wandlers durch das elektrische Signal Temperaturschwankungen erzeugt werden. Diese schnell oszillierenden Temperaturschwankungen an der Fläche oder Oberfläche des thermoakustischen Wandlers führen zu einem zeitveränderlichen Temperaturgradienten der angrenzenden Luftschichten. Durch diesen zeitveränderlichen Temperaturgradienten können die angrenzenden Luftschichten in Schwingungen versetzt werden, welche sich als ein Schallsignal ausbreiten.

**[0012]** Für eine derartige Schallerzeugung ist eine wie auch immer geartete Eigenbewegung des thermoakustischen Wandlers nicht erforderlich, und auch nicht vorgesehen. Bei der Schallerzeugung durch den thermoakustischen Wandler entstehen somit keine Vibrationen, welche an die Umgebung oder an eine Aufhängung abgegeben werden können. Dies ist im Fall des Schallleiters für ein Hörgerät insbesondere vor dem Hintergrund relevant, dass die üblicherweise verwendeten Dimensionen insbesondere für den Schallkanal zu einem Resonanzspektrum führen, welches durch eine mechanische Vibration in Frequenzbereichen oberhalb von 1 kHz leicht zu einer Instabilität des Systems führen kann. Ein ther-

moakustischer Wandler, insbesondere ein solcher, welcher von seiner Dimensionierung her für eine Anordnung in einem Schallleiter geeignet ist, weist für Frequenzen oberhalb von 1 kHz besonders dynamisches Wiedergabeverhalten auf.

**[0013]** Die Erfindung nutzt dabei die überraschende Erkenntnis aus, dass ein im Schallleiter angeordneter thermoakustischer Wandler das Resonanzspektrum des Schallleiters und insbesondere des Schallkanals beeinflussen kann. Üblicherweise wird mittels dämpfender Elemente versucht, das Resonanzspektrum des Schallleiters auf ein besonders dynamisches Wiedergabeverhalten hin in relevanten Frequenzbereichen zu optimieren, während gleichzeitig das Entstehen von mechanischen Vibrationen durch ein propagierendes Schallsignal möglichst unterbunden werden soll.

**[0014]** Als relevante Frequenzbereiche sind hierbei üblicherweise insbesondere Frequenzen zwischen 2 kHz und 4 kHz anzusehen. Eine gute Wiedergabedynamik, also insbesondere ein möglichst hoher Ausgangspegel in diesem Frequenzband, ist gerade für die Sprachverständlichkeit von Bedeutung, da in diesem Frequenzband besonders wichtige Formanten zur Erkennung von Konsonanten auftreten. Das Resonanzspektrum des Schallleiters soll also in diesem Frequenzband eine möglichst laute störungsfreie Übertragung ermöglichen, um bei der Wiedergabe von Sprache ein möglichst reiches Klangbild erzeugen zu können. Andererseits sollen Resonanzen, welche zu mechanischen Vibrationen führen können, möglichst unterbunden werden. Durch eine geeignete Dimensionierung und Positionierung des thermoakustischen Wandlers im Schallleiter kann dabei Einfluss auf das Resonanzspektrum genommen werden, so dass einerseits im gewünschten Frequenzband von 2 kHz bis 4 kHz eine besonders dynamische Wiedergabe möglich ist, und andererseits durch die Dämpfungswirkung des thermoakustischen Wandlers im Schallleiter unerwünschte Resonanzmaxima abgedämpft werden können.

**[0015]** Während somit die Verwendung eines thermoakustischen Wandlers als Schallerzeuger zunächst eine im Wesentlichen vibrationsfreie Schallerzeugung ermöglicht, so dass keine primären Vibrationen in den Schallleiter eingekoppelt werden, wird über die Dämpfungswirkung des thermoakustischen Wandlers im Schallkanal erreicht, dass auch durch ein Propagieren des Schallsignals, welches vom thermoakustischen Wandlers selbst zunächst vibrationsfrei generiert wurde, eine resonante Anregung des Schallleiters zu Vibration weitgehend unterbunden werden kann.

**[0016]** Bevorzugt ist im Gehäuse eine Schallkammer mit einem Schalldurchgang ausgebildet, wobei der Schallkanal vom Schalldurchgang zum Schall-

ausgang des Gehäuses führt, und wobei der wenigstens eine Schallerzeuger in der Schallkammer angeordnet ist.

**[0017]** Die Abmessungen des Schallkanals eines Schalleiters für ein Hörgerät erlauben oftmals nur wenig Spielraum für konstruktive Änderungen, da von den Abmessungen, insbesondere von der Breite, die Propagation des Schalls durch den Schallkanal und letztlich das Resonanzspektrum des Schalleiters abhängt. Dieses wiederum beeinflusst, welcher maximale Schalldruckpegel jeweils bei einer Frequenz übertragbar ist, ohne dass eine unerwünschte Vibration des Schalleiters entsteht, welche auf die Haupteinheit übertragen werden könnte, sowie bei welchen Frequenzen der maximale Gain für ein Schallsignal möglich ist. Da die Abmessungen des Schallkanals meist nur geringfügig angepasst werden können, jedoch die Schalldruck-Leistung eines thermoakustischen Wandlers auch von seiner Größe abhängen kann, ist es ggf. vorteilhaft, einen thermoakustischen Wandler, welcher nicht im Schallkanal Platz findet, in einer bevorzugt in den Schallkanal übergehenden Schallkammer anzuordnen.

**[0018]** Zweckmäßigerweise umfasst der thermoakustische Wandler wenigstens einen aus Carbon-Nanoröhren gebildeten Film, welcher mit wenigstens einem Signalanschluss verbunden ist, wobei durch ein Anlegen einer Signalspannung an den oder jeden Signalanschluss ein zeitveränderliches Erhitzen in dem oder jedem Film hervorgerufen wird, durch welches mittels des thermoakustischen Effekts ein Schall erzeugt wird. In einem derartigen Film können die Carbon-Nanoröhren weitgehend parallel zueinander ausgerichtet sein, auch mehrere Lagen von Bündeln zueinander paralleler Carbon-Nanoröhren, wobei die Ausrichtungen der Carbon-Nanoröhren zweier aufeinander folgender Lagen zueinander orthogonal sind, ist hierbei möglich.

**[0019]** Die beschriebene Mikrostruktur des Films erlaubt eine weitgehend ungehinderte Propagation eines Schalls durch den Film hindurch, wobei dennoch eine minimale Dämpfungswirkung bestehen bleibt, über welche die Resonanzen im Schallkanal beeinflusst werden können. Dies ermöglicht einerseits die Anordnung mehrerer derartiger thermoakustischer Wandler parallel zueinander, ohne dass ein in einem Film eines thermoakustischen Wandlers erzeugtes Schallsignal von einem benachbarten Film eines anderen thermoakustischen Wandlers beeinträchtigt oder gar absorbiert würde. Andererseits erlaubt dies auch die Verwendung eines Schallerzeugers in der Haupteinheit derart, dass bei der Befestigung des Schalleiters an der Haupteinheit ein in dieser vom dortigen Schallerzeuger erzeugtes Schallsignal über einen Schalleingang des Schalleiters in den Schallraum geleitet und von dort zum Schallkanal weitergeführt werden kann, ohne dabei die Funk-

tion des thermoakustischen Wandlers zu beeinträchtigen, welcher im Schallraum oder im Schallkanal angeordnet ist.

**[0020]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist hierbei der Film des wenigstens einen Schallerzeugers im Wesentlichen senkrecht zu der wenigstens teilweise durch den Schallkanal vorgegebenen Ausbreitungsrichtung eines Schalls ausgerichtet. Ist hierbei der Schallerzeuger nicht im Schallkanal selbst, sondern beispielsweise in einer in dieser übergehenden Schallkammer angeordnet, so ist für die Bestimmung der lokalen Ausbreitungsrichtung des Schalls in der Schallkammer insbesondere eine Extrapolation der Ausbreitungsrichtung im Schallkanal in die Schallkammer hinein heranzuziehen. Eine Anordnung des Films senkrecht zur Ausbreitungsrichtung kann eine besonders gute Dämpfungswirkung hinsichtlich des Resonanzspektrums des Schalleiters entfalten, so dass hierdurch Resonanzmaxima bei unerwünschten Frequenzen weitgehend unterdrückt werden können.

**[0021]** In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist der Film des wenigstens einen Schallerzeugers im Wesentlichen längs zu der wenigstens teilweise durch den Schallkanal vorgegebenen Ausbreitungsrichtung eines Schalls ausgerichtet. Die konkrete Anordnung des Films bezüglich der Ausbreitungsrichtung ist hierbei insbesondere in Abhängigkeit von den Auswirkungen der Positionierung und der Ausrichtung des Films auf die Resonanzen des Schalleiters zu bestimmen.

**[0022]** Als weiter vorteilhaft erweist sich, wenn das Gehäuse einen Schalleingang aufweist, welcher über den Schallkanal akustisch mit dem Schallausgang verbunden ist. Unter einer akustischen Verbindung ist hierbei eine solche Verbindung zu verstehen, welche eine kontrollierte, insbesondere eine ungehinderte Propagation eines Schallsignals ermöglicht. Insbesondere ist hiervon eine strömungstechnische Verbindung umfasst. Der Schalleingang ist hierbei bevorzugt dazu eingerichtet, während einer Befestigung an der Haupteinheit des Hörgeräts einen in der Haupteinheit erzeugten Schall über den Schallkanal zum Schallausgang zu leiten. Insbesondere, wenn aufgrund der Dimensionen des Schalleiters der darin angeordnete thermoakustische Wandler nur für höhere Frequenzen eine ausreichende Dynamik in der Wiedergabe erreicht, kann durch den Schalleingang ein in der Haupteinheit erzeugtes Schallsignal, welches auch bei niedrigeren Frequenzen einen höheren Schalldruck aufweist, als dieser mittels des thermoakustischen Wandlers im Schalleiter erreichbar wäre, dem Benutzer zugeführt werden. Durch die so erreichbare Dynamik über eine große Bandbreite kann die Klangqualität für den Benutzer verbessert werden.

**[0023]** Günstigerweise umfasst der Schalleiter einen weiteren durch einen thermoakustischen Wandler gebildeten Schallerzeuger, welcher mit dem oder jedem Signalanschluss verbunden ist. Mit einer Mehrzahl an insbesondere weitgehend baugleichen Schallerzeugern lässt sich generell ein höherer Schalldruck erzeugen als durch einen einzelnen Schallerzeuger. Die Verwendung von zwei oder mehr thermoakustischen Wandlern zur Schallerzeugung im Schalleiter ist insbesondere vorteilhaft, wenn der maximal mögliche Dynamikumfang, also für unterschiedliche Frequenzen der jeweils maximale Schalldruck, bei welchem noch keine Vibrationen des Schalleiters angeregt werden, durch einen einzelnen thermoakustischen Wandler noch nicht ausgeschöpft wird.

**[0024]** Zudem können mit mehreren thermoakustischen Wandlern, welche jeweils einen Film aus Carbon-Nanoröhren aufweisen, durch deren Dämpfungswirkung die Resonanzen im Schallkanal des Schalleiters detaillierter abgestimmt werden, wodurch insbesondere unerwünschte Resonanzen bei ungünstigen Frequenzen, bei welchen beispielsweise eine Übertragung von entstehenden Vibrationen auf die Haupteinheit möglich ist, besonders wirksam unterdrückt werden können.

**[0025]** Die Erfindung nennt weiter eine Haupteinheit eines Hörgeräts, insbesondere eines Hörhilfegeräts, umfassend eine Signalverarbeitungseinheit, eine mit der Signalverarbeitungseinheit verbundene Signalausgabe sowie Befestigungsmittel zur reversiblen Befestigung eines vorbeschriebenen Schalleiters unter Herstellung einer elektrischen Verbindung des oder jedes Signalanschlusses des Schalleiters mit der Signalausgabe.

**[0026]** Bevorzugt weist dabei die Haupteinheit wenigstens einen mit der Signalverarbeitungseinheit verbundenen elektroakustischen Wandler und/oder wenigstens ein mit der Signalverarbeitungseinheit verbundenes Mikrofon auf. Insbesondere in Kombination mit einem elektroakustischen Wandler in einer Haupteinheit, welcher vornehmlich für die Wiedergabe niederer Frequenzen ausgelegt sein kann, ist der thermoakustische Wandler des Schalleiters, der eine besonders dynamische Wiedergabe oberhalb von 1 kHz erlaubt, vorteilhaft.

**[0027]** Zudem nennt die Erfindung ein Hörgerät, insbesondere Hörhilfegerät, umfassend eine vorbeschriebene Haupteinheit und einen vorbeschriebenen Schalleiter, wobei die Haupteinheit und der Schalleiter über die jeweiligen Befestigungsmittel miteinander befestigt sind. Die für den Schalleiter und seine Weiterbildungen angegebenen Vorteile können dabei sinngemäß auf die Haupteinheit und das Hörgerät übertragen werden.

**[0028]** Insbesondere umfasst das Hörgerät auch ein auf den Schallausgang des Schalleiters aufgesetztes Ohrpassstück, welches dazu eingerichtet und vorgesehen ist, ein in der Haupteinheit oder im Schalleiter erzeugtes und durch den Schalleiter zu dessen Schallausgang geführtes Schallsignal zum Gehör eines Benutzers des Hörgerätes zu leiten.

**[0029]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen jeweils schematisch:

**[0030]** Fig. 1 in einer Schnittdarstellung einen Schalleiter für ein Hörgerät mit einem thermoakustischen Wandler im Schallraum,

**[0031]** Fig. 2 in einer Ausschnittdarstellung eine alternative Anordnung des thermoakustischen Wandlers im Schallraum des Schalleiters nach Fig. 1,

**[0032]** Fig. 3 in einer Ausschnittdarstellung einen Schallraum eines Schalleiters nach Fig. 1 mit einer Mehrzahl an thermoakustischen Wandlern,

**[0033]** Fig. 4 in einer Schnittdarstellung eine Haupteinheit eines Hörgeräts, und

**[0034]** Fig. 5 in einer Seitenansicht ein Hörgerät mit einem Schalleiter nach Fig. 1 und einer Haupteinheit nach Fig. 4.

**[0035]** Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0036]** In Fig. 1 ist schematisch in einer Schnittdarstellung ein Schalleiter **1** für ein nicht näher dargestelltes Hörgerät gezeigt. Der Schalleiter **1** umfasst ein Gehäuse **2**, in welchem ein Schallkanal **4** und eine mit dem Schallkanal **4** über einen Schalldurchgang **6** verbundene Schallkammer **8** ausgebildet sind. Das Gehäuse **2** weist an einem Ende einen hervorstehenden Stutzen **10** auf, an dessen Außenseite in Längsrichtung eine Federlasche **12** mit einem Schnapphaken **14** an deren Ende angeordnet ist. Der Stutzen **10**, die Federlasche **12** und der Schnapphaken **14** bilden hierbei Befestigungsmittel **16** zur reversiblen Befestigung an einer in der Zeichnung nicht gezeigten Haupteinheit des Hörgeräts.

**[0037]** Am freien Ende **18** des Stutzens **10** weist dieser einen Schalleingang **20** auf, welcher in die Schallkammer **8** führt. Ein in der Haupteinheit des Hörgerätes erzeugtes Schallsignal kann somit während einer Befestigung des Schalleiters **1** an der Haupteinheit über die Befestigungsmittel **16** durch den Schalleingang **20** über die Schallkammer **8** und den Schallkanal **4** entlang der Ausbreitungsrichtung **22** zu einem Schallausgang **24** geführt werden. Am Schallausgang **24** ist im Schallkanal **4** eine umlaufende Nut

**25** eingebracht, mittels derer ein auf den Schallausgang aufgestecktes Ohrpassstück befestigt werden kann.

**[0038]** In der Schallkammer **8** ist ein Schallerzeuger **26** angeordnet, welcher durch einen thermoakustischen Wandler **28** gebildet ist. Der thermoakustische Wandler **28** weist hierbei einen Film **30** aus Carbon-Nanoröhren auf, welcher an zwei gegenüberliegenden Rändern jeweils mit Kontaktstellen **32** zur Kontaktierung versehen ist. Der Film **32** ist hierbei im Wesentlichen senkrecht zur lokalen Ausbreitungsrichtung **22** des Schalls angeordnet, entlang welcher ein Schallsignal in der Schallkammer **8** vom Schalleingang **20** über den Schallkanal **4** in Richtung des Schallausgangs **24** propagiert.

**[0039]** Im Bereich der Schallkammer **8** weist das Gehäuse **2** eine Abschlussfläche **34** auf, auf welcher der Stutzen **10** aufsitzt, und welche bei einer Befestigung mit der Haupteinheit des Hörgeräts an dieser anliegt. Auf der Abschlussfläche **34** sind neben dem Stutzen **10** zwei Signalanschlüsse **36** angeordnet, welche jeweils mit einer Kontaktstelle **32** verbunden sind. Während einer Befestigung des Schallleiters **1** mit der Haupteinheit kann ein elektrisches Signal, welches über eine entsprechende Signalausgabe der Haupteinheit ausgegeben wird, über den Signalanschluss **36** dem thermoakustischen Wandler **28** zugeführt werden. Durch die Signalanschlüsse **36** und die mit diesen jeweils verbundenen Kontaktstellen **32** kann somit der thermoakustische Wandler **28** während einer Befestigung des Schallleiters **1** an der Haupteinheit von dieser ein elektrisches Signal zur Umwandlung in Schall empfangen.

**[0040]** In **Fig. 2** ist in einer Ausschnittdarstellung eine alternative Anordnung des thermoakustischen Wandlers **28** im Schallraum **8** gezeigt. Während die Ausbreitungsrichtung **22** im Schallkanal **4** durch dessen Bewandung **40** vorgegeben ist, so lässt sich in der Schallkammer **8** eine lokale Ausbreitungsrichtung **22** durch eine Extrapolation **42** der Ausbreitungsrichtung **22** in Schallkanal **4** über den Schalldurchgang **6** hinaus in Richtung des Schalleingangs **20** ermitteln. In der vorliegenden Darstellung ist der Film **30** des thermoakustischen Wandlers **28** im Wesentlichen längs zur lokalen Ausbreitungsrichtung **22** des Schalls in der Schallkammer **8** ausgerichtet.

**[0041]** In **Fig. 3** ist in einer Ausschnittdarstellung der Schallraum **8** des in **Fig. 1** gezeigten Schallleiters **1** dargestellt, in welchem drei Schallerzeuger **26**, **44**, **46** angeordnet sind, welche jeweils durch einen thermoakustischen Wandler **28**, **48**, **50** gebildet werden. Die Carbon-Nanoröhren-Filme **30**, **52**, **54** der thermoakustischen Wandler **28**, **48**, **50** sind dabei im Wesentlichen parallel zueinander und im Wesentlichen jeweils senkrecht zur lokalen Ausbreitungsrichtung **22** ausgerichtet. Jeder der Filme **30**, **52**, **54** weist je-

weils an zwei gegenüberliegenden Rändern Kontaktstellen **32**, **56**, **58** auf, welche jeweils mit einem der beiden Signalanschlüsse **36** verbunden sind, so dass jeder Film **30**, **52**, **54** jeweils mit beiden Signalanschlüssen **36** verbunden ist. Im befestigten Zustand des Schallleiters **1** an der Haupteinheit können mittels eines elektrischen Signals, welches über eine entsprechende Signalausgabe der Haupteinheit in die Signalanschlüsse **36** eingespeist wird, die drei thermoakustischen Wandler **28**, **48**, **50** gleichzeitig angesteuert werden, so dass diese das elektrische Signal in Schall umwandeln.

**[0042]** Allgemein ist die konkrete Auswahl der Anzahl an thermoakustischen Wandlern sowie die Bestimmung ihrer Positionierung bzgl. des Schallkanals und, falls im Schallleiter vorgesehen, bzgl. des Schallraums auf das Resonanzverhalten des Schallleiters abzustimmen. Gleiches gilt im Fall von Carbon-Nanoröhren-basierten thermoakustischen Wandlern für die Ausrichtung des jeweiligen Films bzgl. der lokalen Ausbreitungsrichtung des Schalls. Hierbei ist für das Resonanzspektrum jeweils eine Dämpfungswirkung zu berücksichtigen, welche ein Carbon-Nanoröhren-Film als ein begrenzendes Element einer Luftsäule im Schallkanal oder im Schallraum entfaltet.

**[0043]** In **Fig. 4** ist in einer Schnittdarstellung eine Haupteinheit **70** eines Hörgeräts dargestellt. Die Haupteinheit **70** weist hierbei eine Aufnahme **72** für den Stutzen eines Schallleiters nach **Fig. 1** auf, wobei eine Halteasche **74** zum Einrasten des Schnapphakens vorgesehen ist. Die Aufnahme **72** und die Halteasche **74** bilden hierbei Befestigungsmittel **76** zur reversiblen Befestigung des Schallleiters. Die Aufnahme **72** führt zu einem Schallraum **78** in der Haupteinheit, in welchen ein elektroakustischer Wandler **80** ragt. Der elektroakustische Wandler **80** ist mit einer Signalverarbeitungseinheit **82** verbunden, und ist dazu eingerichtet, ein von dieser ausgegebenes elektrisches Signal in Schall umzuwandeln, der vorrangig in den Schallraum **78** und damit in Richtung der Aufnahme **72** propagiert. Der elektroakustische Wandler **80** kann hierbei beispielsweise als ein Lautsprecher ausgebildet sein.

**[0044]** Die Signalverarbeitungseinheit **82** ist mit einem Mikrofon **84** verbunden, welches dazu eingerichtet ist, Schallsignale aus der Umgebung aufzuzeichnen und in elektrische Signale umzuwandeln, welche an die Signalverarbeitungseinheit **82** weitergegeben werden. Die Signalverarbeitungseinheit **82** ist zudem mit einer Signalausgabe **86** verbunden, welche dazu eingerichtet ist, bei einer Befestigung des Schallleiters über die Befestigungsmittel **76** ein elektrisches Signal an die Signalanschlüsse des Schallleiters auszugeben. Im Schallleiter werden die von diesem an seinen Signalanschlüssen empfangenen elektrischen Signale von dem bzw. den im Schalllei-

ter angeordneten thermoakustischen Wandler in entsprechende Schallsignale umgewandelt. Insbesondere kann hierbei die Signalverarbeitungseinheit **82** eine Signalweiche umfassen, so dass an die Signalausgabe **86** vorrangig hochfrequente Signalanteile eines zur Umwandlung in ein Schallsignal vorgesehenen elektrischen Signals ausgegeben werden, während an den elektroakustischen Wandler **80** vorrangig niederfrequente Signalanteile zur Umwandlung in ein Schallsignal ausgegeben werden.

**[0045]** In Fig. 5 ist in einer Seitenansicht ein Hörgerät **90** mit einer Haupteinheit **70** und einem Schallleiter **1** gezeigt. Das Hörgerät **90** ist hierbei als ein Hörhilfegerät **91** ausgestaltet. Der Schallleiter **1** und die Haupteinheit **70** sind hierbei jeweils durch Befestigungsmittel aneinander befestigt, wie sie in Fig. 1 bzw. Fig. 4 dargestellt sind. Am dem Schallausgang entsprechenden Ende des Schallleiters **1** ist ein Ohrpassstück **92** angebracht. Ein Schallsignal, welches in der Haupteinheit **70** und/oder im Schallleiter **1** erzeugt und durch den Schallleiter geführt wird, gelangt über das Ohrpassstück zum Gehör eines Benutzers des Hörhilfegerätes **91**.

**[0046]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht durch dieses Ausführungsbeispiel eingeschränkt. Andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Schallleiter
<b>2</b>	Gehäuse
<b>4</b>	Schallkanal
<b>6</b>	Schalldurchgang
<b>8</b>	Schallkammer
<b>10</b>	Stützen
<b>12</b>	Federlasche
<b>14</b>	Schnapphaken
<b>16</b>	Befestigungsmittel
<b>18</b>	freies Ende
<b>20</b>	Schalleingang
<b>22</b>	(lokale) Ausbreitungsrichtung
<b>24</b>	Schallausgang
<b>26</b>	Schallerzeuger
<b>28</b>	thermoakustischer Wandler
<b>30</b>	(Carbon-Nanoröhren-)Film
<b>32</b>	Kontaktstelle
<b>34</b>	Abschlussfläche
<b>36</b>	Signalanschluss
<b>40</b>	Bewandung
<b>44</b>	Schallerzeuger
<b>46</b>	Schallerzeuger
<b>48</b>	thermoakustischer Wandler
<b>50</b>	thermoakustischer Wandler
<b>52</b>	(Carbon-Nanoröhren-)Film

<b>54</b>	(Carbon-Nanoröhren-)Film
<b>56</b>	Kontaktstelle
<b>58</b>	Kontaktstelle
<b>70</b>	Haupteinheit
<b>72</b>	Aufnahme
<b>74</b>	Halteflasche
<b>76</b>	Befestigungsmittel
<b>78</b>	Schallraum
<b>80</b>	elektroakustischer Wandler
<b>82</b>	Signalverarbeitungseinheit
<b>84</b>	Mikrofon
<b>86</b>	Signalausgabe
<b>90</b>	Hörgerät
<b>91</b>	Hörhilfegerät
<b>92</b>	Ohrpassstück

#### Patentansprüche

1. Schallleiter (**1**) für ein Hörgerät (**90**), insbesondere für ein Hörhilfegerät (**91**), umfassend ein Gehäuse (**2**), wenigstens einen Schallerzeuger (**26, 44, 46**), eine Anzahl an mit dem wenigstens einen Schallerzeuger (**26, 44, 46**) verbundenen Signalanschlüssen (**36**) sowie Befestigungsmittel (**16**) zur reversiblen Befestigung an einer Haupteinheit (**70**) des Hörgeräts (**90**) unter Herstellung einer elektrischen Verbindung des oder jedes Signalanschlusses (**36**) mit einer Signalausgabe (**86**) der Haupteinheit (**70**), wobei im Gehäuse (**2**) ein Schallkanal (**4**) ausgebildet ist, welcher eine gegenüber seiner Länge wesentlich kleinere Breite aufweist, und dazu eingerichtet ist, vom wenigstens einen Schallerzeuger (**26, 44, 46**) erzeugten Schall entlang einer Ausbreitungsrichtung (**22**) zu einem Schallausgang (**24**) des Gehäuses (**2**) zu leiten, und wobei der wenigstens eine Schallerzeuger (**26, 44, 46**) durch einen thermoakustischen Wandler (**28, 48, 50**) gebildet ist.

2. Schallleiter (**1**) nach Anspruch 1, wobei im Gehäuse (**2**) eine Schallkammer (**8**) mit einem Schalldurchgang (**6**) ausgebildet ist, wobei der Schallkanal (**4**) vom Schalldurchgang (**6**) zum Schallausgang (**24**) des Gehäuses (**2**) führt, und wobei der wenigstens eine Schallerzeuger (**26, 44, 46**) in der Schallkammer (**8**) angeordnet ist.

3. Schallleiter (**1**) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei der thermoakustische Wandler (**28, 48, 50**) wenigstens einen aus Carbon-Nanoröhren gebildeten Film (**30, 52, 54**) umfasst, welcher mit wenigstens einem Signalanschluss (**36**) verbunden ist, und wobei durch ein Anlegen einer Signalspannung an den oder jeden Signalanschluss (**36**) ein zeitveränderliches Erhitzen in dem oder jedem Film (**30, 52, 54**) hervorgerufen wird, durch welches mittels des thermoakustischen Effekts ein Schall erzeugt wird.

4. Schallleiter (**1**) nach Anspruch 3, wobei der Film (**30, 52, 54**) des wenigstens einen Schallerzeugers

(**26, 44, 46**) im Wesentlichen senkrecht zu der wenigstens teilweise durch den Schallkanal (**4**) vorgegebenen Ausbreitungsrichtung (**22**) eines Schalls ausgerichtet ist.

5. Schalleiter (**1**) nach Anspruch 3, wobei Film (**30**) des wenigstens einen Schallerzeugers (**26**) im Wesentlichen längs zu der wenigstens teilweise durch den Schallkanal (**4**) vorgegebenen Ausbreitungsrichtung (**22**) eines Schalls ausgerichtet ist.

6. Schalleiter (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (**2**) einen Schalleingang (**20**) aufweist, welcher über den Schallkanal (**4**) akustisch mit dem Schallausgang (**24**) verbunden ist.

7. Schalleiter (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen weiteren durch einen thermoakustischen Wandler (**48, 50**) gebildeten Schallerzeuger (**44, 46**), welcher mit dem oder jedem Signalanschluss (**36**) verbunden ist.

8. Haupteinheit (**70**) eines Hörgeräts (**90**), insbesondere eines Hörhilfegeräts (**91**), umfassend eine Signalverarbeitungseinheit (**82**), eine mit der Signalverarbeitungseinheit (**82**) verbundene Signalausgabe (**86**) sowie Befestigungsmittel (**76**) zur reversiblen Befestigung eines Schalleiters (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche unter Herstellung einer elektrischen Verbindung des oder jedes Signalanschlusses (**36**) des Schalleiters (**1**) mit der Signalausgabe (**86**).

9. Haupteinheit (**70**) eines Hörgeräts (**90**) nach Anspruch 8, umfassend wenigstens einen mit der Signalverarbeitungseinheit (**82**) verbundenen elektroakustischen Wandler (**80**) und/oder wenigstens ein mit der Signalverarbeitungseinheit (**82**) verbundenes Mikrofon (**84**).

10. Hörgerät (**90**), insbesondere Hörhilfegerät (**91**), umfassend eine Haupteinheit (**70**) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, und einen Schalleiter (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Haupteinheit (**70**) und der Schalleiter (**1**) über die jeweiligen Befestigungsmittel (**16, 76**) miteinander befestigt sind.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

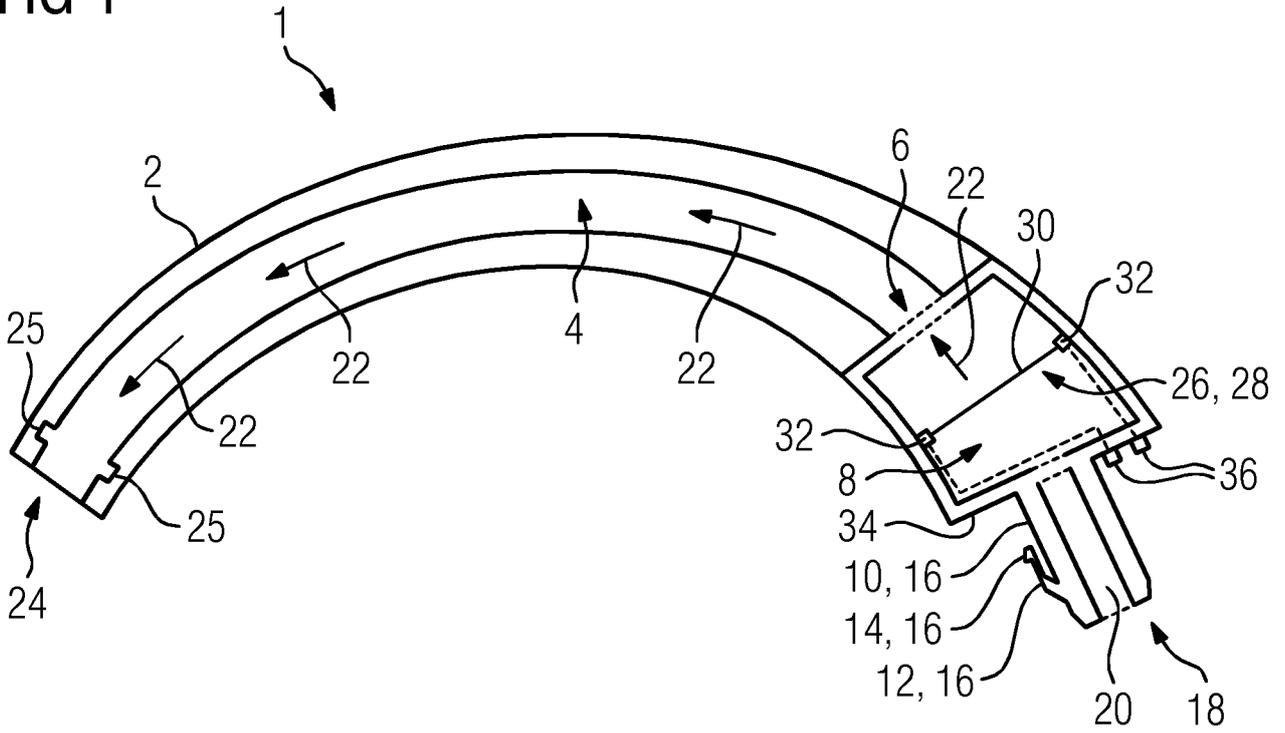


FIG 2

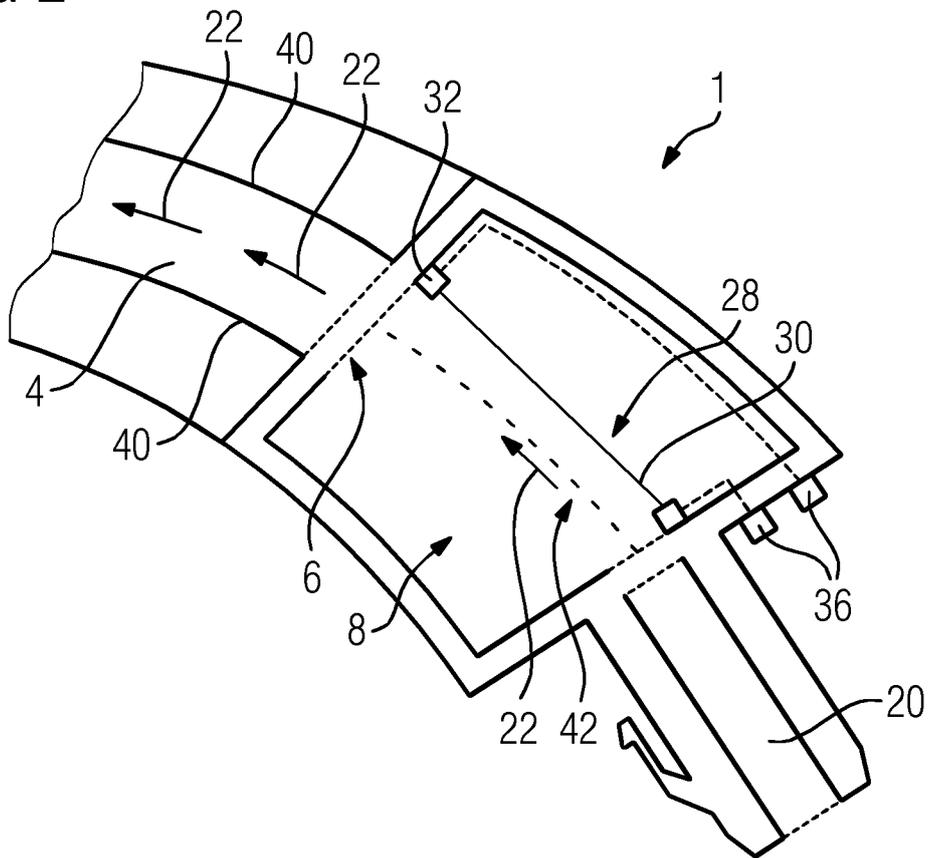


FIG 3

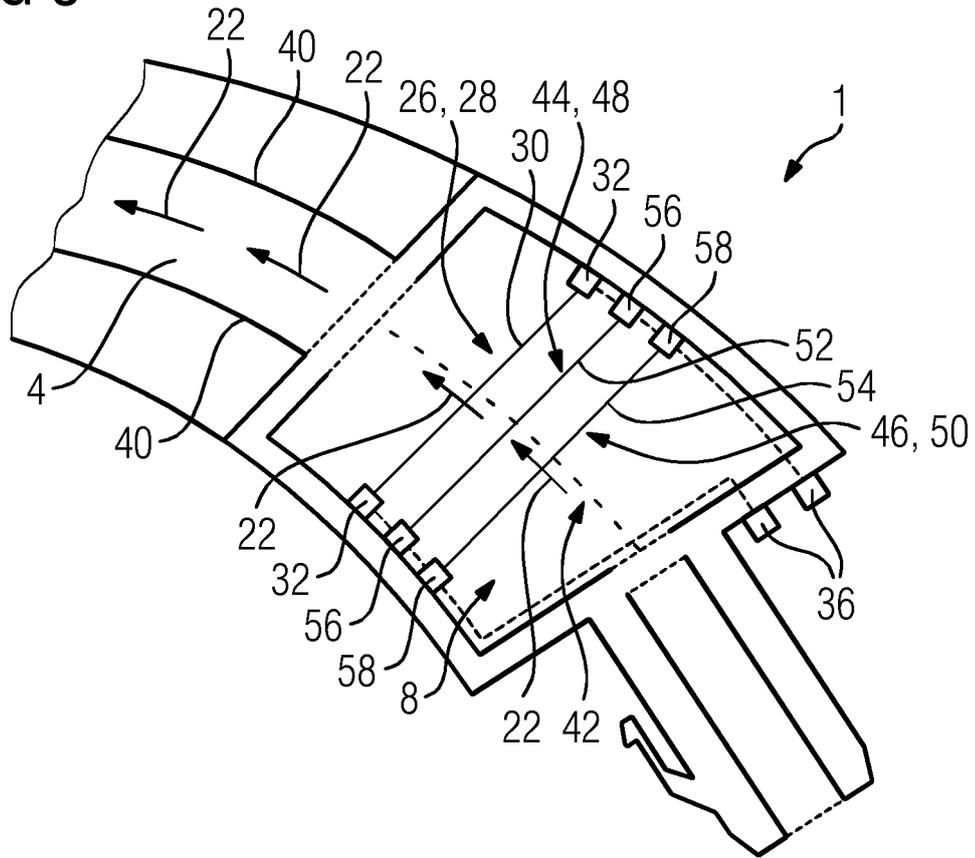


FIG 4

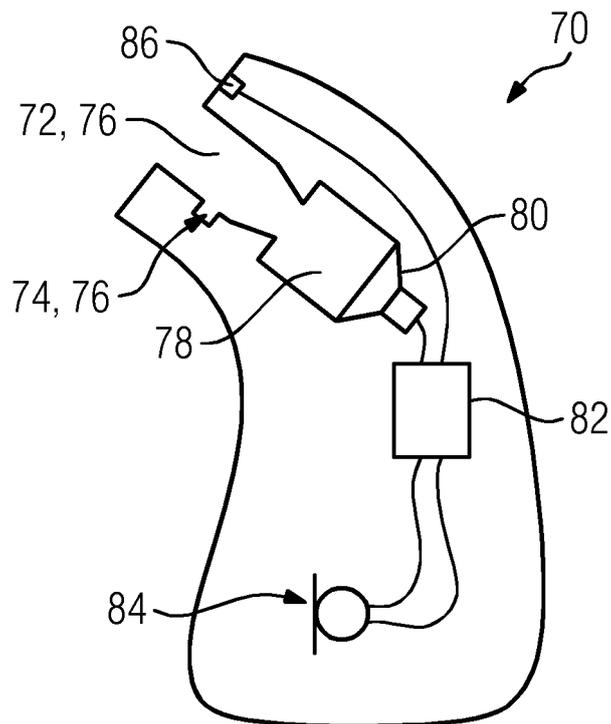


FIG 5

