



(11) **EP 4 274 260 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.11.2023 Patentblatt 2023/45**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**H04R 25/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **23170133.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**H04R 25/505; H04R 25/453; H04R 25/305;  
H04R 25/356; H04R 2225/61; H04R 2460/11**

(22) Anmeldetag: **26.04.2023**

(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 ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **HARLANDER, Niklas  
91058 Erlangen (DE)**  
• **LÜKEN, Christoph  
91058 Erlangen (DE)**  
• **MÜLLER-WEHLAU, Matthias  
91058 Erlangen (DE)**

(30) Priorität: **03.05.2022 DE 102022204349**

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte  
Nordostpark 16  
90411 Nürnberg (DE)**

(71) Anmelder: **Sivantos Pte. Ltd.  
Singapore 539775 (SG)**

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES HÖRGERÄTES UND HÖRGERÄT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes (2), insbesondere einer klassischen Hörhilfe (2), wobei das Hörgerät (2) einen Eingangswandler (6), eine Signalverarbeitungseinrichtung (8) und einen Ausgangswandler (10) aufweist, wobei mittels der

Signalverarbeitungseinrichtung (8) ein Auftreten eines Kammfilter-Effekts ermittelt wird und wobei mittels der Signalverarbeitungseinrichtung (8) in Abhängigkeit des ermittelten Auftretens des Kammfilter-Effekts eine Gegenmaßnahme gesteuert wird.

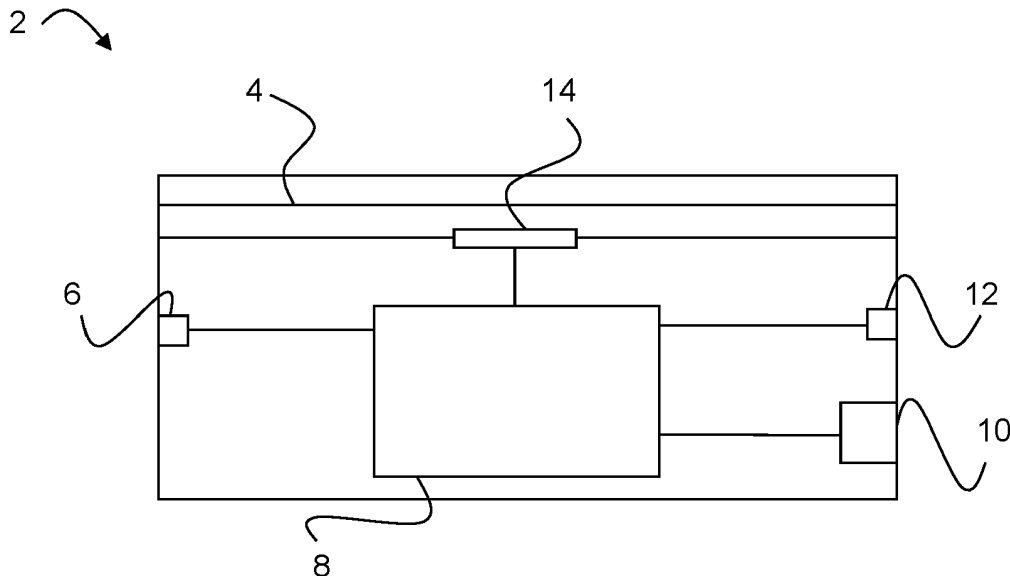


Fig. 1

EP 4 274 260 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes, insbesondere einer klassischen Hörhilfe. Außerdem betrifft die Erfindung ein Hörgerät.

**[0002]** Als Hörgeräte bezeichnet man typischerweise klassische Hörhilfen, die zur Versorgung von Schwerhöreren dienen. Im weiteren Sinne bezeichnet dieser Begriff jedoch auch Geräte, die zur Unterstützung von normal hörenden Menschen ausgebildet sind. Hörgeräte zur Unterstützung von normal hörenden Menschen werden auch als "Personal Sound Amplification Products" oder "Personal Sound Amplification Devices" (kurz: "PSAD") bezeichnet. Derartige Hörgeräte sind im Gegensatz zu klassischen Hörhilfen nicht zur Kompensation von Hörverlusten vorgesehen, sondern werden gezielt zur Unterstützung und Verbesserung des normalen menschlichen Hörvermögens in spezifischen Hörsituationen eingesetzt.

**[0003]** Unabhängig vom vorgesehenen Einsatzzweck weisen Hörgeräte üblicherweise zumindest einen Eingangswandler, eine Signalverarbeitungseinrichtung und einen Ausgangswandler als wesentliche Komponenten auf. Der zumindest eine Eingangswandler ist dabei in der Regel durch einen akusto-elektrischen Wandler ausgebildet, also beispielsweise durch ein Mikrofon, oder durch einen elektromagnetischen Empfänger, beispielsweise eine Induktionsspule. In vielen Fällen sind weiterhin mehrere Eingangswandler verbaut, also zum Beispiel ein oder mehrere akusto-elektrische Wandler und ein elektromagnetischer Empfänger. Als Ausgangswandler wird meist ein elektro-akustischer Wandler eingesetzt, beispielsweise ein Miniaturlautsprecher (der auch als "Hörer" bezeichnet wird), oder ein elektromechanischer Wandler, zum Beispiel ein Knochenleitungshörer. Die Signalverarbeitungseinrichtung ist in der Regel durch eine auf einer Leiterplatte realisierte elektronische Schaltung ausgebildet und weist unabhängig davon üblicherweise einen Verstärker auf.

**[0004]** Weiter wird bei Hörgeräten typischerweise zwischen zwei Grundtypen von Bauarten oder Bauformen unterschieden. Hörgeräte des einen Grundtyps werden als Hinter-dem Ohr-Hörgeräte, kurz HdO-Hörgeräte (engl.: BTE), bezeichnet und Hörgeräte des anderen Grundtyps als In-dem Ohr-Hörgeräte, kurz IdO-Hörgeräte (engl.: ITE). HdO-Hörgeräte weisen hierbei neben einem Hauptmodul, welches hinter dem Ohr getragen wird, ein mit dem Hauptmodul verbundenes Ohrstück auf, welches für eine Platzierung in einem Gehörgang vorgesehen ist. Bei IdO-Hörgeräten wird dagegen das Hörgerät als Ganzes für eine Nutzung in einen Gehörgang eingesetzt.

**[0005]** Damit auch bei eingesetztem Ohrstück bzw. Hörgerät noch ein Luftaustausch zwischen dem Gehörgang und der Umgebung erfolgen kann, weisen entsprechende Ohrstücke bzw. Hörgeräte in einigen Fällen ein sogenanntes Vent auf. Dabei handelt es sich um eine Bohrung oder einen Kanal, die bzw. der das Ohrstück

oder das IdO-Hörgerät durchsetzt und durch die bzw. durch den ein Luftaustausch und somit insbesondere auch ein Druckausgleich erfolgen kann.

**[0006]** Ein entsprechendes Vent bringt dabei sowohl Vorteile als auch Nachteile mit sich. So lässt sich auf der einen Seite durch ein entsprechendes Vent zum Beispiel das Risiko von Entzündungen im Gehörgang reduzieren. Außerdem lassen sich sogenannte Okklusionseffekte reduzieren oder vermeiden, die typischerweise als unangenehm empfunden werden. Auf der anderen Seite können durch ein entsprechendes Vent auch Schallwellen, die vom Hörgerät erzeugt und in den Gehörgang abgegeben werden, entweichen. Daher müssen üblicherweise insbesondere tiefere Frequenzen zusätzlich verstärkt in den Gehörgang abzugeben werden. Zudem werden durch ein entsprechendes Vent unerwünschte Rückkopplungen ermöglicht oder verstärkt.

**[0007]** Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein vorteilhaftes Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes anzugeben sowie ein vorteilhaft ausgebildetes Hörgerät.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Hörgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 12. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den rückbezogenen Ansprüchen enthalten. Die im Hinblick auf das Verfahren angeführten Vorteile und bevorzugten Ausgestaltungen sind sinngemäß auch auf das Hörgerät übertragbar und umgekehrt.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren dient dabei zum Betrieb eines Hörgerätes und ist dementsprechend hierfür ausgelegt. Umgekehrt ist ein erfindungsgemäßes Hörgerät derart eingerichtet, dass damit das erfindungsgemäße Verfahren ausführbar ist und in zumindest einem Betriebsmodus auch ausgeführt wird. Hierbei ist das Hörgerät typischerweise als eines der eingangs beschriebenen Hörgeräte ausgebildet und bevorzugt als klassische Hörhilfe.

**[0010]** Je nach Anwendungsfall ist das Hörgerät weiter als ein Hinter-dem Ohr-Hörgerät ausgebildet oder als ein IdO-Hörgerät. Ist es als HdO-Hörgerät ausgebildet weist es neben einem Hauptmodul ein mit dem Hauptmodul verbundenes Ohrstück auf, welches für eine Platzierung in einem Gehörgang vorgesehen ist. Davon unabhängig weist das Hörgerät bevorzugt ein eingangs beschriebenes Vent auf, welches, je nach Bauform des Hörgerätes, im Ohrstück oder im IdO-Hörgerät selbst ausgebildet ist.

**[0011]** In jedem Fall aber weist das Hörgerät einen ersten Eingangswandler, eine Signalverarbeitungseinrichtung sowie einen Ausgangswandler auf. Der erste Eingangswandler dient dabei zur Generierung erster elektrischer Eingangssignale basierend auf ersten akustischen Eingangssignalen, die eingangsseitig auf das Hörgerät auftreffen. Hierzu weist der erste Eingangswandler zweckdienlicherweise einen akusto-elektrischen Wandler, also insbesondere zumindest ein Mikrofon auf. Die im Betrieb des Hörgerätes generierten ersten elektrischen Eingangssignale werden dann in der Signalverar-

beitungseinrichtung verarbeitet, wobei basierend auf den ersten elektrischen Eingangssignalen elektrische Ausgangssignale generiert werden. Durch den Ausgangswandler werden schließlich basierend auf den elektrischen Ausgangssignalen akustische Ausgangssignale generiert und ausgangsseitig vom Hörgerät abgegeben und zwar insbesondere in einen Gehörgang eines Hörgeräträgers. Hierbei weist der Ausgangswandler typischerweise einen elektro-akustischen-Wandler auf, beispielsweise einen Lautsprecher.

**[0012]** Bevorzugt ist das Hörgerät weiter als ein digitales Hörgerät ausgebildet. Dabei dient dann der erste Eingangswandler zur Generierung erster digitaler Eingangssignale basierend auf den ersten akustischen Eingangssignalen und weist hierzu zusätzlich einen Analog-Digital-Wandler auf. Die entsprechenden ersten digitalen Eingangssignale werden dann im Betrieb des Hörgerätes in der Signalverarbeitungseinrichtung verarbeitet, wobei basierend auf den ersten digitalen Eingangssignalen digitale Ausgangssignale generiert werden. Der Ausgangswandler wiederum weist dann zusätzlich einen Digital-Analog-Wandler auf und generiert basierend auf den digitalen Ausgangssignalen die akustische Ausgangssignale.

**[0013]** Ist das Hörgerät weiter als ein digitales Hörgerät ausgebildet, so ist die Signalverarbeitungseinrichtung weiter bevorzugt eingerichtet zur Ausbildung von Signalverarbeitungs-Bausteinen oder Datenverarbeitungs-Bausteinen, also zum Beispiel durch Softwareprogramm-Bausteine.

**[0014]** Unabhängig davon ist das erfindungsgemäße Hörgerät derart eingerichtet, dass in zumindest einem Betriebsmodus mittels der Signalverarbeitungseinrichtung ein Auftreten eines Kammfilter-Effekts ermittelt wird und in Abhängigkeit davon eine Gegenmaßnahme gesteuert wird.

**[0015]** Die Umsetzung der Verfahrensschritte Ermitteln und/oder Steuern erfolgt hierbei beispielsweise mittels eines oder mehrerer der zuvor genannten Signalverarbeitungs-Bausteine oder Datenverarbeitungs-Bausteine. Alternativ oder ergänzend weist die Signalverarbeitungseinrichtung für die Verfahrensschritte Ermitteln und/oder Steuern eine Anzahl zusätzlicher elektronischer Bausteine auf.

**[0016]** Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt dabei die Erkenntnis zu Grunde, dass bei einem Hörgerät durch einen Kammfilter-Effekt eine unerwünschte Veränderung des wahrgenommenen Klangbildes hervorgerufen werden kann. Ein Kammfilter-Effekt tritt dabei grundsätzlich immer dann auf, wenn ein Schallsignal aus der Umgebung zusammentrifft mit einem vom Hörgerät generierten Schallsignal. Denn zum einen entspricht das vom Hörgerät generierte Schallsignal von der Verstärkung abgesehen im Wesentlichen einer Kopie des Schallsignals aus der Umgebung und zum anderen liegt aufgrund der Signalverarbeitung im Hörgerät typischerweise eine Zeitverzögerung vor zwischen dem Schallsignal aus der Umgebung und dem vom Hörgerät generierten Schallsi-

gnal. Störend ist ein solcher Kammfilter-Effekt immer dann, wenn die entsprechenden Schallsignale im Gehörgang eines Nutzers zusammentreffen und hierbei vergleichbare Amplituden aufweisen, da dann eine wahrnehmbare Interferenz auftritt, die das Klangbild in unerwünschter Weise beeinflusst. Vergleichbare Amplituden können dabei unter anderen dann auftreten, wenn das Hörgerät, so wie bevorzugt, ein Vent aufweist.

**[0017]** Um nun diesem Problem zu begegnen ist das Hörgerät derart eingerichtet, dass in zumindest einem Betriebsmodus mittels der Signalverarbeitungseinrichtung ein Auftreten eines Kammfilter-Effekts ermittelt wird. Das Auftreten wird hierbei zweckdienlicherweise immer dann ermittelt, wenn der Kammfilter-Effekt eine unerwünschte Veränderung des wahrgenommenen Klangbildes hervorruft, wenn also der Kammfilter-Effekt beispielsweise eine vorgegebene Intensität erreicht oder überschreitet.

**[0018]** In Abhängigkeit des ermittelten Auftretens wird dann durch die Signalverarbeitungseinrichtung eine Gegenmaßnahme gesteuert. D. h., dass beispielsweise die Signalverarbeitung in der Signalverarbeitungseinrichtung, bei der basierend auf den elektrischen Eingangssignalen elektrische Ausgangssignale generiert werden, angepasst wird, um den Kammfilter-Effekt zu reduzieren oder zumindest dessen Einfluss auf das wahrnehmbare Klangbild.

**[0019]** In vorteilhafter Weiterbildung wird zudem mittels der Signalverarbeitungseinrichtung eine Bewertungsgröße ermittelt, welche eine Intensität des auftretenden Kammfilter-Effekts repräsentiert. D.h., dass nicht nur ermittelt wird, wann der Kammfilter-Effekt auftritt oder eine vorgegebene Intensitätsschwelle überschreitet, sondern wie stark der Kammfilter-Effekt aktuell ausgeprägt ist. Hierzu wird die Bewertungsgröße ermittelt oder ein aktueller Wert für die Bewertungsgröße. In Abhängigkeit dieser Bewertungsgröße bzw. des aktuellen Wertes wird dann die Gegenmaßnahme gesteuert.

**[0020]** Je nach Anwendungsfall wird die Bewertungsgröße dabei in Abhängigkeit einer Hilfsgröße ermittelt, die beispielsweise einem Quotienten entspricht. Bevorzugt entspricht die Hilfsgröße jedoch einer Differenz und insbesondere einem sogenannten Spitze-Tal-Wert.

**[0021]** Weiter bevorzugt wird die Hilfsgröße ermittelt, indem zwei Werte, nämlich ein erster Wert und ein zweiter Wert, einer Basisgröße einander gegenübergestellt werden. Die entsprechende Basisgröße entspricht hierbei zweckdienlicherweise einer Schallgröße oder steht zumindest in einem funktionalen Zusammenhang mit einer Schallgröße. Dabei ist dann vorzugsweise der erste Wert einer konstruktiven Interferenz-Frequenz des Kammfilter-Effekts zugeordnet und der zweite Wert einer destruktiven Interferenz-Frequenz des Kammfilter-Effekts.

**[0022]** Als konstruktive Interferenz-Frequenzen des Kammfilter-Effekts werden hierbei diejenigen Frequenzen bezeichnet, bei denen aufgrund konstruktiver Interferenz von Schallsignalen im Gehörgang Amplituden-

Maxima auftreten. Entsprechend werden als destruktive Interferenz-Frequenzen des Kammfilter-Effekts diejenigen Frequenzen bezeichnet, bei denen aufgrund destruktiver Interferenz von Schallsignalen im Gehörgang Amplituden-Minima auftreten.

**[0023]** Zweckmäßig ist es außerdem, wenn die Signalverarbeitungseinrichtung für mehrere Betriebsmodi eingerichtet ist. Für jeden dieser Betriebsmodi ist dabei in einigen Ausführungsvarianten ein Satz zu überwachender Frequenzen hinterlegt, wobei sich die Sätze zumindest zweier Betriebsmodi typischerweise unterscheiden. Ein solcher Satz enthält dann üblicherweise zumindest eine konstruktive Interferenz-Frequenz sowie zumindest eine destruktive Interferenz-Frequenz, wobei die Interferenz-Frequenzen zweckdienlicherweise von einem festgelegten oder vorgegebenen Verzögerungszeitwert abgeleitet sind. Der entsprechende Verzögerungszeitwert wiederum gibt hierbei zumindest in guter Näherung an, wie lange die Signalverarbeitung im Hörgerät dauert, wenn das Hörgerät im entsprechenden Betriebsmodus betrieben wird.

**[0024]** Je nach Anwendungsfall ist es außerdem vorteilhaft, wenn mittels der Signalverarbeitungseinrichtung ein aktueller Verzögerungszeitwert ermittelt. In diesem Fall wird dann weiter bevorzugt in Abhängigkeit des ermittelten aktuellen Verzögerungszeitwerts ein Satz aktueller zu überwachender Frequenzen ermittelt, bei denen durch den Kammfilter-Effekt konstruktive oder destruktive Interferenzen zu erwarten sind. Das Ermitteln des aktuellen Verzögerungszeitwertes erfolgt dabei beispielsweise mit Hilfe eines Messpulses. Dieser wird zum Beispiel in das erste elektrische Eingangssignal oder das erste digitale Eingangssignal eingefügt und aus dem elektrischen Ausgangssignal oder dem digitalen Ausgangssignal (gegebenenfalls in veränderter Form) herausgelesen, wobei die Zeitdifferenz zwischen Einfügen und Auslesen als Verzögerungszeitwert ermittelt wird.

**[0025]** Davon unabhängig werden die zu überwachender Frequenzen bevorzugt überwacht, indem Schallgrößenwerte, also insbesondere diesen Frequenzen zugeordnete Schallgrößenwerte, ermittelt werden, beispielsweise für die zuvor genannte Hilfsgröße.

**[0026]** Von Vorteil ist es außerdem, wenn das Hörgerät einen zusätzlichen Eingangswandler, nämlich einen zweiten Eingangswandler, aufweist, der im Betrieb des Hörgerätes ein zusätzliches zweites Eingangssignal generiert, also insbesondere ein zweites elektrisches und/oder ein zweites digitales Eingangssignal. Der zweite Eingangswandler ist hierbei dann zweckdienlicherweise für eine Positionierung in einem Gehörgang vorgesehen und somit für eine Erfassung von Schall in einem Raumbereich zwischen Trommelfell und Ohrstück bzw. IdO-Hörgerät.

**[0027]** Bevorzugt wird dann weiter durch eine Auswertung des zusätzlichen zweiten Eingangssignals das Auftreten des Kammfilter-Effekts ermittelt und/oder ein aktueller Verzögerungszeitwert. Alternativ wird das Auftreten des Kammfilter-Effekts und/oder ein aktueller Verzö-

gerungszeitwert ermittelt durch eine gemeinsame Auswertung des ersten elektrischen oder digitalen Eingangssignals und des zusätzlichen zweiten elektrischen oder digitalen Eingangssignals.

**[0028]** Unabhängig davon erfolgt die Auswertung des ersten elektrischen oder digitalen Eingangssignals und/oder des zusätzlichen zweiten elektrischen oder digitalen Eingangssignals zur Ermittlung des Auftretens des Kammfilter-Effekts bevorzugt parallel zur und unabhängig von der Signalverarbeitung zur Realisierung der Hauptfunktion des Hörgerätes, also die Verstärkung von akustischen Signalen. Es wird somit also für die Auswertung zur Ermittlung des Auftretens des Kammfilter-Effekts bevorzugt ein eigener und somit zusätzlicher Signalverarbeitungspfad realisiert, beispielsweise mittels eigener Signalverarbeitungs-Bausteine oder Datenverarbeitungs-Bausteine und/oder mittels einer Anzahl zusätzlicher elektronischer Bausteine, zum Beispiel mittels eines eigenen zusätzlichen Prozessors oder Prozessorkerns. In diesem eigenen Signalverarbeitungspfad wird weiter bevorzugt eine angepasste Spektralanalyse durchgeführt und es wird insbesondere auf die Nutzung einer Filterbank verzichtet. Zumindest aber wird bevorzugt nicht die Filterbank genutzt, die für die Realisierung der Hauptfunktion genutzt wird.

**[0029]** Zweckdienlich ist es zudem, wenn über einen vorgegebenen Zeitraum hinweg gemittelt wird. Das heißt insbesondere, dass es sich bei den zuvor genannten Größen, also bei der Bewertungsgröße, bei der Hilfsgröße, bei der Basisgröße und/oder bei den einander gegenübergestellten Werten der Basisgröße bevorzugt um über einen vorgegebenen Zeitraum gemittelte Größen handelt. Für den entsprechenden Zeitraum ist dabei je nach Anwendungsfall typischerweise ein Wert größer gleich 200 ms vorgegeben. Bevorzugt ist ein Wert größer gleich 500 ms und insbesondere größer gleich 1 s vorgegeben.

**[0030]** Für die zuvor genannte Gegenmaßnahme sind weiterhin vorzugsweise zumindest drei Intensitäten, Schweregrade oder Stufen realisiert. Die Gegenmaßnahme wird dann gesteuert, indem durch die Signalverarbeitungseinrichtung zwischen den Intensitäten, Schweregraden bzw. Stufen gewechselt wird. Es erfolgt in diesem Fall somit nicht nur ein Aktivieren oder Deaktivieren der Gegenmaßnahme

**[0031]** Als Gegenmaßnahme erfolgt je nach Anwendungsfall beispielsweise eine Anpassung der Verstärkung durch die Signalverarbeitungseinrichtung. Die Anpassung erfolgt dabei zum Beispiel individuell für einzelne Frequenzen oder einzelne Frequenzbänder. D. h., dass für verschiedene Frequenzen oder Frequenzbänder verschiedene Anpassungen vorgenommen werden. Die Verstärkung wird hierbei im Falle einiger Varianten reduziert, zumindest für einzelne Frequenzen oder einzelne Frequenzbänder. In vorteilhafter Weiterbildung wird diese Reduzierung der Verstärkung durch zumindest einen Zusatzfilter realisiert, es wird dann also zumindest ein zusätzlicher Filter angewendet. Alternativ

wird die Verstärkung angepasst, indem diese erhöht wird, zumindest für einzelne Frequenzen oder einzelne Frequenzbänder.

**[0032]** Alternativ oder zusätzlich zur Anpassung der Verstärkung erfolgt in einigen Anwendungsfällen eine Gegenmaßnahme, bei der eine zusätzliche Zeitverzögerung realisiert wird, zumindest für einzelne Frequenzen oder einzelne Frequenzbänder. Die Anpassung erfolgt dabei zum Beispiel individuell für einzelne Frequenzen oder einzelne Frequenzbänder. D. h., dass für verschiedene Frequenzen oder Frequenzbänder verschiedene zusätzliche Zeitverzögerungen realisiert werden.

**[0033]** Wiederum alternativ oder zusätzlich erfolgt als Gegenmaßnahme eine Ansteuerung eines vorhandenen Vents. Das entsprechende Vent ist hierbei dann zweckdienlicherweise als adaptives, steuerbares, einstellbares oder verstellbares Vent ausgebildet, bei dem typischerweise zumindest ein geometrischer Parameter durch Ansteuerung veränderbar ist, also zum Beispiel ein effektiver Öffnungsquerschnitt oder ein effektiver Querschnitt.

**[0034]** Davon unabhängig ist das Hörgerät weiter bevorzugt für ein sogenanntes maschinelles Lernen eingerichtet. D. h., dass das hier beschriebene Verfahren typischerweise mittels eines Algorithmus umgesetzt wird und dass dieser Algorithmus vorzugsweise automatisiert mit der Zeit angepasst wird, zum Beispiel basierend auf statistischen Daten, die im Hörgerät automatisiert erhoben, gespeichert und ausgewertet werden.

**[0035]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert. Darin zeigt:

FIG 1 in einer Blockschaltbilddarstellung ein Hörgerät.

**[0036]** Ein nachfolgend exemplarisch beschriebenes und in Fig. 1 gezeigtes Hörgerät 2 ist als eine klassische Hörhilfe ausgebildet. Der Bauform nach entspricht das Hörgerät im Ausführungsbeispiel einem In-dem-Ohr-Hörgerät, kurz IdO-Hörgerät (engl.: ITE), und weist ein sogenanntes Vent 4 auf.

**[0037]** Weiter weist das Hörgerät als wesentliche Komponenten einen ersten Eingangswandler 6, eine Signalverarbeitungseinrichtung 8 sowie einen Ausgangswandler 10 auf. Der erste Eingangswandler 6 dient dabei zur Generierung erster elektrischer Eingangssignale basierend auf akustischen Eingangssignalen, die eingangsseitig auf das Hörgerät 2 auftreffen. Die im Betrieb des Hörgerätes 2 generierten ersten elektrischen Eingangssignale werden dann in der Signalverarbeitungseinrichtung 8 ausgewertet und verarbeitet, wobei basierend auf den ersten elektrischen Eingangssignalen elektrische Ausgangssignale generiert werden. Durch den Ausgangswandler werden schließlich basierend auf den elektrischen Ausgangssignalen akustische Ausgangssignale generiert und ausgangsseitig vom Hörgerät 2 abgegeben.

**[0038]** Außerdem weist das Hörgerät 2 einen zusätz-

lichen zweiten Eingangswandler 12 auf, mit dem im Betrieb zusätzliche zweite elektrische Eingangssignale basierend auf akustischen Eingangssignalen generiert werden. Der erste Eingangswandler 6 und der zweite Eingangswandler 12 sind dabei auf gegenüberliegenden Seiten des Hörgerätes 2 angeordnet. Der erste Eingangswandler 6 dient dann zur Generierung erster elektrischer Eingangssignale basierend auf akustischen Eingangssignalen, die eingangsseitig auf das Hörgerät 2 auftreffen, und der zusätzliche zweite Eingangswandler 12 dient zur Generierung zweiter elektrischer Eingangssignale basierend auf akustischen Eingangssignalen, die ausgangsseitig auf das Hörgerät 2 auftreffen, also auf die Seite des Hörgerätes 2, die beim Tragen des Hörgerätes 2 einem Trommelfell eines Nutzers zugewandt ist.

**[0039]** Die Signalverarbeitungseinrichtung 8 ist im Ausführungsbeispiel weiterhin für mehrere Betriebsmodi eingerichtet. Für jeden dieser Betriebsmodi ist dabei ein Satz zu überwachender Frequenzen hinterlegt. Ein solcher Satz zu überwachender Frequenzen enthält dabei zumindest eine konstruktive Interferenz-Frequenz sowie zumindest eine destruktive Interferenz-Frequenz, wobei die Interferenz-Frequenzen von einem festgelegten Verzögerungszeitwert abgeleitet sind. Der Verzögerungszeitwert ist dabei so gewählt, dass dieser zumindest in guter Näherung wiedergibt, wie lange die Signalverarbeitung im Hörgerät 2 dauert, wenn das Hörgerät 2 im entsprechenden Betriebsmodus betrieben wird.

**[0040]** Als konstruktive Interferenz-Frequenzen werden hierbei diejenigen Frequenzen bezeichnet, bei denen durch einen Kammfilter-Effekt aufgrund konstruktiver Interferenz von Schallsignalen im Gehörgang des Nutzers Amplituden-Maxima auftreten. Entsprechend werden als destruktive Interferenz-Frequenzen diejenigen Frequenzen bezeichnet, bei denen aufgrund destruktiver Interferenz von Schallsignalen im Gehörgang Amplituden-Minima auftreten.

**[0041]** Die zu überwachenden Frequenzen werden weiter durch die Signalverarbeitungseinrichtung 8 überwacht, indem die zusätzlichen zweiten Eingangssignale vom zusätzlichen zweiten Eingangswandler 12 ausgewertet werden. Dabei werden im Ausführungsbeispiel für die zu überwachenden Frequenzen die aktuellen Schall-Amplituden ermittelt. Weiter wird im Ausführungsbeispiel durch die Signalverarbeitungseinrichtung 8 zumindest eine Hilfsgröße ermittelt. Diese zumindest eine Hilfsgröße entspricht exemplarisch der Differenz zweier aktueller Schall-Amplituden-Werte. Dabei ist der erste dieser Schall-Amplituden-Werte der zumindest einen konstruktiven Interferenz-Frequenz aus dem Satz zu überwachender Frequenzen und der zweite dieser Schall-Amplituden-Werte der zumindest einen destruktiven Interferenz-Frequenz aus dem Satz zu überwachender Frequenzen zugeordnet.

**[0042]** Die zumindest eine Hilfsgröße stellt eine repräsentative Größe für das Auftreten oder die Intensität eines Kammfilter-Effekts dar und basierend auf der zumindest einen Hilfsgröße wird im Ausführungsbeispiel durch

die Signalverarbeitungseinrichtung 8 eine Bewertungsgröße abgeleitet, die zur Steuerung einer Gegenmaßnahme gegen den Kammfilter-Effekt genutzt wird.

**[0043]** Als Gegenmaßnahme erfolgt durch die Signalverarbeitungseinrichtung 8 beispielsweise eine Anpassung der Verstärkung, also der Signalverstärkung durch das Hörgerät 2. Die Verstärkung wird hierbei typischerweise individuell für einzelne Frequenzen, nämlich insbesondere für die Interferenz-Frequenzen, oder einzelne Frequenzbänder angepasst.

**[0044]** Alternativ oder zusätzlich erfolgt als Gegenmaßnahme durch die Signalverarbeitungseinrichtung 8 eine Ansteuerung des Vents 4, zumindest in Fällen, in denen das Vent 4 als ein über eine Ansteuerung einstellbares Vent 4 ausgebildet ist. In diesen Fällen weist dann das Vent 4 einen Mechanismus 14 auf, durch dessen Ansteuerung zumindest ein geometrischer Parameter des Vents 4 verstellbar oder einstellbar ist, also zum Beispiel dessen effektiver Querschnitt.

Bezugszeichenliste

**[0045]**

2	Hörgerät
4	Vent
6	Eingangswandler
8	Signalverarbeitungseinrichtung
10	Ausgangswandler
12	zusätzlicher Eingangswandler
14	Mechanismus

**Patentansprüche**

- Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes (2), insbesondere einer klassischen Hörhilfe (2), wobei
  - das Hörgerät (2) einen Eingangswandler (6), eine Signalverarbeitungseinrichtung (8) und einen Ausgangswandler (10) aufweist,
  - mittels der Signalverarbeitungseinrichtung (8) ein Auftreten eines Kammfilter-Effekts ermittelt wird und
  - mittels der Signalverarbeitungseinrichtung (8) in Abhängigkeit des ermittelten Auftretens des Kammfilter-Effekts eine Gegenmaßnahme gesteuert wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, wobei mittels der Signalverarbeitungseinrichtung (8) eine Bewertungsgröße ermittelt wird, welche eine Intensität des auftretenden Kammfilter-Effekts repräsentiert, und wobei die Gegenmaßnahme in Abhängigkeit der Bewertungsgröße gesteuert wird.

- Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Bewertungsgröße in Abhängigkeit einer Hilfsgröße ermittelt wird und wobei die Hilfsgröße einer Differenz oder einem Quotienten entspricht.
- Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Hilfsgröße ermittelt wird, indem zwei Werte einer Basisgröße einander gegenübergestellt werden, wobei die Basisgröße einer Schallgröße entspricht oder in einem funktionalen Zusammenhang mit einer Schallgröße steht, wobei der erste Wert einer konstruktiven Interferenz-Frequenz des Kammfilter-Effekts zugeordnet ist und wobei der zweite Wert einer destruktiven Interferenz-Frequenz des Kammfilter-Effekts zugeordnet ist.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (8) für mehrere Betriebsmodi eingerichtet ist, wobei für jeden dieser Betriebsmodi ein Satz zu überwachender Frequenzen hinterlegt ist.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei mittels der Signalverarbeitungseinrichtung (8) ein aktueller Verzögerungszeitwert ermittelt wird und wobei in Abhängigkeit des ermittelten aktuellen Verzögerungszeitwerts aktuelle zu überwachende Frequenzen ermittelt werden, bei denen durch den Kammfilter-Effekt konstruktive oder destruktive Interferenzen zu erwarten sind.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Auftreten des Kammfilter-Effekts und/oder ein aktueller Verzögerungszeitwert ermittelt wird durch Auswertung eines zusätzlichen Eingangssignals durch die Signalverarbeitungseinrichtung (8) und wobei das zusätzliche Eingangssignal durch einen zusätzlichen Eingangswandler (12) generiert wird, welcher für eine Positionierung in einem Gehörgang vorgesehen ist.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei für die Gegenmaßnahme zumindest drei Intensitäten realisiert sind und wobei die Gegenmaßnahme gesteuert wird, indem durch die Signalverarbeitungseinrichtung (8) zwischen den Intensitäten gewechselt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei als Gegenmaßnahme eine Anpassung der Verstärkung durch die Signalverarbeitungseinrichtung (8) vorgenommen wird.
- Verfahren nach Anspruch 9, wobei zur Anpassung der Verstärkung in der Signalverarbeitungseinrichtung (8) ein Zusatzfilter angewendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei als Gegenmaßnahme ein einstellbares Vent (4) angesteuert wird.

12. Hörgerät (2) aufweisend einen Eingangswandler (6), eine Signalverarbeitungseinrichtung (8) sowie einen Ausgangswandler (10) und eingerichtet zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche in zumindest einem Betriebsmodus.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

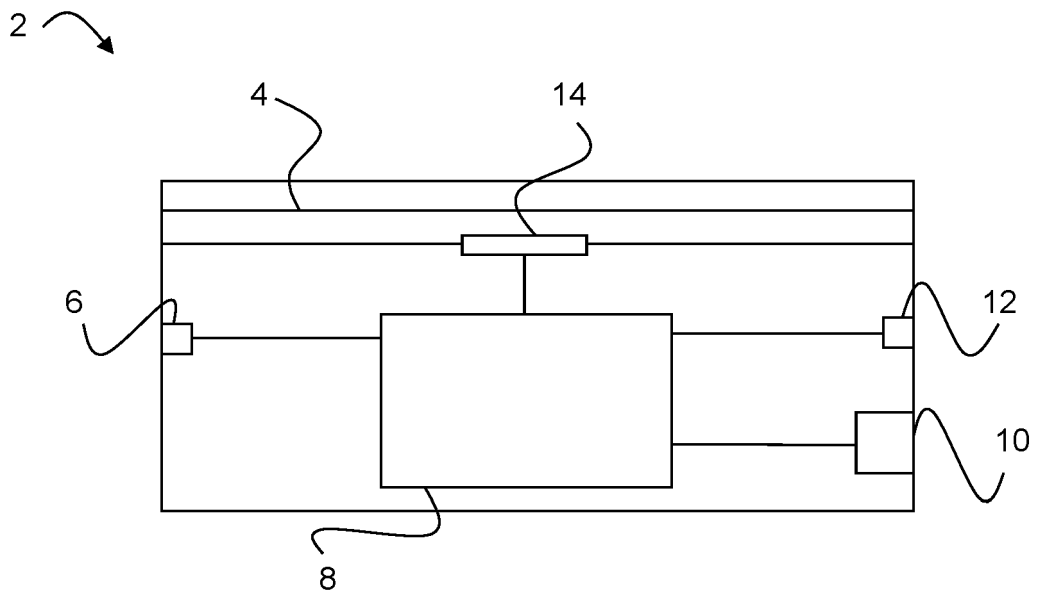


Fig. 1



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 17 0133

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	<p>US 2018/184217 A1 (ROSENKRANZ TOBIAS DANIEL [DE] ET AL) 28. Juni 2018 (2018-06-28) * Absätze [0004], [0007] - Absatz [0021] *</p> <p>* Absatz [0028] - Absatz [0041] *</p> <p>* Absatz [0044] - Absatz [0045] *</p> <p>* Ansprüche 1, 3 *</p> <p>-----</p>	1-12	INV. H04R25/00
A	<p>Jacobsen Simon: "Mitigation of comb filter effects by in-situ amplitude-phase measurements and gain table manipulation with a mobile hearing aid prototype, Bachelor Thesis", /</p> <p>7. November 2019 (2019-11-07), Seiten 1-65, XP093001311, Gefunden im Internet: URL:<a href="http://oops.uni-oldenburg.de/4591/1/bachelor_thesis_simon_jacobsen_compressed.pdf">http://oops.uni-oldenburg.de/4591/1/bachelor_thesis_simon_jacobsen_compressed.pdf</a> [gefunden am 2022-11-23]</p> <p>* Seite 5 - Seite 6 *</p> <p>* Seite 9 - Seite 13 *</p> <p>* Seite 18 - Seite 20 *</p> <p>-----</p>	4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  H04R
A	<p>EP 3 419 310 B1 (GN HEARING AS [DK]) 16. Juni 2021 (2021-06-16) * Absatz [0001] - Absatz [0009] *</p> <p>* Absatz [0027] - Absatz [0029] *</p> <p>* Absatz [0089] - Absatz [0095] *</p> <p>* Anspruch 1 *</p> <p>-----</p>	7	
A	<p>US 2009/041260 A1 (JORGENSEN IVAN [DK] ET AL) 12. Februar 2009 (2009-02-12) * Absatz [0038] - Absatz [0039] *</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlussdatum der Recherche <b>29. August 2023</b>	Prüfer <b>Valenzuela, Miriam</b>
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 (P04-C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 23 17 0133

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X, P	<b>EP 4 120 698 A1 (OTICON AS [DK])</b> <b>18. Januar 2023 (2023-01-18)</b> <b>* das ganze Dokument *</b> -----	1-10, 12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>29. August 2023</b>	Prüfer <b>Valenzuela, Miriam</b>
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 : mündliche 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	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 17 0133

5 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.

29-08-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	<b>US 2018184217 A1</b>	<b>28-06-2018</b>	<b>CN 108235210 A</b>	<b>29-06-2018</b>
<b>DE 102016226112 A1</b>			<b>28-06-2018</b>	
<b>DK 3340656 T3</b>			<b>27-04-2020</b>	
<b>EP 3340656 A1</b>			<b>27-06-2018</b>	
<b>US 2018184217 A1</b>			<b>28-06-2018</b>	
20	<b>EP 3419310 B1</b>	<b>16-06-2021</b>	<b>CN 109121055 A</b>	<b>01-01-2019</b>
<b>DK 3419310 T3</b>			<b>20-09-2021</b>	
<b>EP 3419310 A1</b>			<b>26-12-2018</b>	
<b>JP 6959894 B2</b>			<b>05-11-2021</b>	
<b>JP 2019033477 A</b>			<b>28-02-2019</b>	
25	<b>US 2009041260 A1</b>	<b>12-02-2009</b>	<b>AU 2008203125 A1</b>	<b>26-02-2009</b>
<b>CN 101365259 A</b>			<b>11-02-2009</b>	
<b>DK 2023664 T3</b>			<b>03-06-2013</b>	
<b>EP 2023664 A1</b>			<b>11-02-2009</b>	
<b>US 2009041260 A1</b>			<b>12-02-2009</b>	
30	<b>EP 4120698 A1</b>	<b>18-01-2023</b>	<b>EP 4120698 A1</b>	<b>18-01-2023</b>
<b>US 2023027782 A1</b>			<b>26-01-2023</b>	
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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