



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2016 Patentblatt 2016/12

(51) Int Cl.:
H04R 3/02 (2006.01) H04R 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15182757.3**

(22) Anmeldetag: **27.08.2015**

(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

(71) Anmelder: **Sivantos Pte. Ltd.**
Singapore 139959 (SG)

(72) Erfinder:
• **ROSENKRANZ, Tobias Daniel**
91054 Erlangen (DE)
• **WURZBACHER, Tobias**
90768 Fürth (DE)

(30) Priorität: **17.09.2014 DE 102014218672**

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

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR RÜCKKOPPLUNGSUNTERDRÜCKUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen in einem Hörhilfegerät sowie eine entsprechende Vorrichtung. Bei dem Verfahren wird eine erste Übertragungsfunktion für einen ersten Abschnitt einer Signalantwort geschätzt, die einen Rückkopplungspfad umfasst. Eine Energie eines Rückkopplungssignals einer zweiten Übertragungsfunktion des Rückkopplungspfad wird für einen zweiten Abschnitt der Signalantwort geschätzt und ein Parameter der Signalverarbeitungseinrichtung und/oder der Rückkopplungsunterdrückungseinheit wird in Abhängigkeit von der geschätzten Energie eingestellt.

lungssignals einer zweiten Übertragungsfunktion des Rückkopplungspfad wird für einen zweiten Abschnitt der Signalantwort geschätzt und ein Parameter der Signalverarbeitungseinrichtung und/oder der Rückkopplungsunterdrückungseinheit wird in Abhängigkeit von der geschätzten Energie eingestellt.

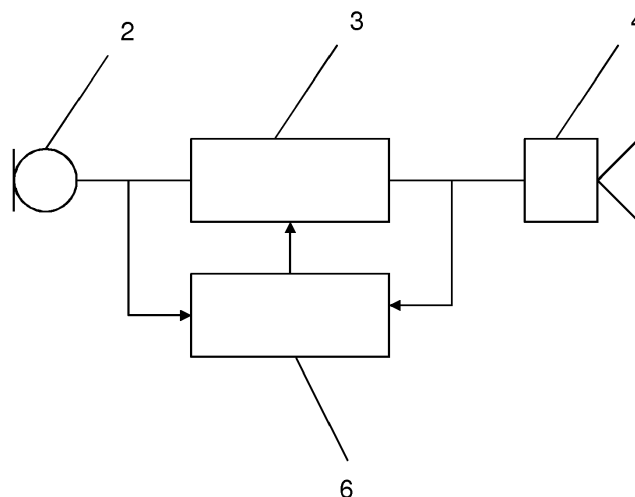


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hörhilfegerät, wobei das Hörhilfegerät einen akusto-elektrischen Wandler, eine Signalverarbeitungseinrichtung, eine Rückkopplungsunterdrückungseinheit und einen elektro-akustischen Wandler aufweist.

[0002] Hörhilfegeräte sind tragbare Hörvorrichtungen, die zur Versorgung von Schwerhörenden dienen. Um den zahlreichen individuellen Bedürfnissen entgegenzukommen, werden unterschiedliche Bauformen von Hörhilfegeräten wie Hinter-dem-Ohr-Hörgeräte (HdO), Hörgerät mit externem Hörer (RIC: receiver in the canal) und In-dem-Ohr-Hörgeräte (IdO), z.B. auch Concha-Hörgeräte oder Kanal-Hörgeräte (ITE, CIC), bereitgestellt. Die beispielhaft aufgeführten Hörgeräte werden am Außenohr oder im Gehörgang getragen. Darüber hinaus stehen auf dem Markt aber auch Knochenleitungshörhilfen, implantierbare oder vibrotaktile Hörhilfen zur Verfügung. Dabei erfolgt die Stimulation des geschädigten Gehörs entweder mechanisch oder elektrisch.

[0003] Hörhilfegeräte besitzen prinzipiell als wesentliche Komponenten einen Eingangswandler, einen Verstärker und einen Ausgangswandler. Der Eingangswandler ist in der Regel ein akusto-elektrischer Wandler, z. B. ein Mikrofon, und/oder ein elektromagnetischer Empfänger, z. B. eine Induktionsspule. Der Ausgangswandler ist meist als elektroakustischer Wandler, z. B. Miniaturlautsprecher, oder als elektromechanischer Wandler, z. B. Knochenleitungshörer, realisiert. Der Verstärker ist üblicherweise in eine Signalverarbeitungseinrichtung integriert. Die Energieversorgung erfolgt üblicherweise durch eine Batterie oder einen aufladbaren Akkumulator.

[0004] Bei Hörhilfegeräten besteht wegen der unmittelbaren Nähe des Mikrofons zu dem Lautsprecher bzw. Hörer und einer hohen Verstärkung, um ein vermindertes Hörvermögen zu kompensieren, die Gefahr von akustischen Rückkopplungen, die sich als lästiges Pfeifen für den Träger äußern.

[0005] Aus der Offenlegungsschrift US 2008/0273728 A1 ist ein Hörhilfegerät bekannt, das ein adaptives Filter zum Erzeugen eines Rückkopplungsunterdrückungssignals und eine Schätzvorrichtung zum Schätzen einer oberen Verstärkungsgrenze aufweist.

[0006] Adaptive Filter sind in ihrer Realisierung begrenzt, da Filter mit einer großen Länge, d.h. Filter, die auch stark verzögerte Signale berücksichtigen, lange Verzögerungszeiten aufweisen und Speicherplatz für das Zwischenspeichern von Abtastwerten und Koeffizienten benötigen. Im Stand der Technik wird daher die Rückkopplungsunterdrückung durch adaptive Filter auf Signale mit kurzer Laufzeit auf dem Rückkopplungspfad begrenzt.

[0007] Aus der DE 60 2004 006 912 T2 ist ein Verfahren zur Verarbeitung eines akustischen Signals zu entnehmen, welches zur Unterdrückung einer Rückkopplung (Nachhall) ausgebildet ist. Für ein Eingangssignal

wird dabei ein Dämpfungswert bestimmt, welcher mit einer Signalentwicklung verglichen wird, um ein Signal-Hallgeräusch-Verhältnis zu bestimmen. Auf dieser Grundlage wird dann eine Verstärkung für das Eingangssignal berechnet, um so ein Ausgangssignal zu erhalten.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Hörhilfegerät und ein Verfahren zum Betrieb des Hörhilfegeräts bereitzustellen, dass auch unter schwierigen Bedingungen in der Lage ist, eine Rückkopplung zu unterdrücken.

[0009] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegeräts nach Anspruch 1 sowie durch ein Hörhilfegerät nach Anspruch 7 gelöst.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren reduziert Rückkopplungen bei einem Hörhilfegerät, wobei das Hörhilfegerät einen akusto-elektrischen Wandler, eine Signalverarbeitungseinrichtung, eine Rückkopplungsunterdrückungseinheit und einen elektro-akustischen Wandler aufweist.

[0011] Das Verfahren weist einen Schritt auf, eine erste Übertragungsfunktion zu schätzen, die einen Rückkopplungspfad über den elektro-akustischen Wandler, einen akustischen Signalpfad von dem elektro-akustischen Wandler zu dem akusto-elektrischen Wandler und über den akusto-elektrischen Wandler zurück zu der Signalverarbeitungseinrichtung gegebene Übertragungsfunktion umfasst. Die Schätzung erfolgt für einen ersten Abschnitt einer Signalantwort. Als Signalantwort wird hier eine Folge von Werten oder Koeffizienten bezeichnet, die eine Antwort der ersten Übertragungsfunktion auf eine Anregung oder ein Signal beschreibt. Eine Ordnungszahl in der Folge von Werten korrespondiert beispielsweise über die Abtastrate zu einer Zeit, die zwischen der Anregung und einem Abtasten des Wertes in der Folge mit der entsprechenden Ordnungszahl vergangen ist.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren weist weiterhin den Schritt auf, eine Energie eines Rückkopplungssignals einer zweiten Übertragungsfunktion des Rückkopplungspfades für einen zweiten Abschnitt der Signalantwort zu schätzen, wobei der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt disjunkt sind oder nur teilweise überlappen und der zweite Abschnitt dem ersten Abschnitt bezüglich einer Laufzeit nachgeordnet ist. Beispielsweise wird die Signalantwort für die Folge von Werten durch eine erste und eine zweite Übertragungsfunktion beschrieben, die für unterschiedliche Abschnitte der Folge und damit für unterschiedliche zeitliche Abstände der Folgewerte und der entsprechenden Übertragungsfunktionswerte von der Signalanregung stehen. Die erste Übertragungsfunktion ist damit für einen früheren Zeitabschnitt der Signalantwort des Rückkopplungspfades definiert als die zweite Übertragungsfunktion.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren weist einen Schritt auf, einen Parameter der Signalverarbeitungseinrichtung und/oder der Rückkopplungsunterdrückungseinheit in Abhängigkeit von der geschätzten Energie ein-

zustellen. Beispielhafte Parameter sind in den Unteransprüchen ausgeführt. Die Abhängigkeit des Parameterwerts kann eine beliebige Abhängigkeit sein, beispielsweise eine proportionale, quadratische, exponentielle, logarithmische oder andere funktionaler Abhängigkeit sein, beispielsweise auch eine binäre, d.h. oberhalb eines Schwellwerts der geschätzten Energie wird ein Parameter von wahr auf falsch oder umgekehrt gesetzt und damit eine Funktionalität der Signalverarbeitung oder der Rückkopplungsunterdrückung aktiviert oder deaktiviert.

[0014] Auf vorteilhafte Weise ermöglicht es das erfindungsgemäße Verfahren, dass auch ein zweiter Abschnitt einer Signalantwort, der einer längeren Signalverzögerung entspricht, bei der Einstellung der Signalverarbeitung bzw. Rückkopplungseinrichtung berücksichtigt wird und so eine Rückkopplung auch unter ungünstigen Bedingungen eine Rückkopplung verhindert werden kann.

[0015] Das erfindungsgemäße Hörhilfegerät des Anspruchs 8 teilt die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Weitere vorteilhafte Fortbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0017] In einer denkbaren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens weist das Verfahren weiterhin den Schritt auf, in Abhängigkeit von der ersten Übertragungsfunktion die zweite Übertragungsfunktion zu extrapolieren.

[0018] Die erste Übertragungsfunktion wird gemäß dem Verfahren geschätzt. Das Schätzen erfolgt dabei zum Beispiel mittels adaptiver Filter, die die zu schätzende Funktion mittels parametrisierter mathematischer Funktionen modellieren. Die Parameter werden dabei an eingehende Signale derart angepasst, dass ein Abweichung zwischen der modellierten Übertragungsfunktion und den realen Signalen minimiert werden (z.B. Least Mean Square LMS, NMLS etc.). Derartige Verfahren erfordern mit zunehmender Länge und Anzahl der Koeffizienten zunehmend Speicher und Prozessorleistung. Indem die zweite Übertragungsfunktion aus der ersten Übertragungsfunktion extrapoliert wird, ist ein wesentlich geringerer Ressourcenbedarf für größere Längen erforderlich. Beispielsweise kann die erste Übertragungsfunktion mit einem modellierten Dämpfungsfaktor fortgesetzt werden.

[0019] In einer denkbaren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Energie des zweiten Abschnitts des Rückkopplungssignals mittels der zweiten Übertragungsfunktion bestimmt. Somit kann auch der Ressourcenbedarf für das Schätzen der Energie auf vorteilhafte Weise reduziert werden.

[0020] In einer denkbaren Ausführungsform gibt der eingestellte Parameter einen adaptiven Kompensationsfilteranteil an. Zur Unterdrückung von Rückkopplungen ist es möglich, das Rückkopplungssignal abzuschätzen, beispielsweise mittels der bereits zuvor dargestellten adaptiven Filter, und das geschätzte Rückkopplungssignal von dem Eingangssignal zu subtrahieren, sodass sich

bei idealer, genauer Schätzung beide Signale aufheben. In der vorgeschlagenen Ausführungsform wird zumindest ein Parameter des adaptiven Filters nicht unmittelbar durch ein adaptives Anpassen an das Eingangssignal, sondern in Abhängigkeit der geschätzten Energie ermittelt, was eine einfachere Berechnung erlaubt.

[0021] In einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beeinflusst der Parameter eine Verstärkung eines Signals zwischen dem akustoelektrischen Wandler und dem elektroakustischen Wandler in der Signalverarbeitungseinrichtung.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit, eine Rückkopplung zu unterdrücken ist es, die Verstärkung in dem Hörhilfegerät zu verändern, sodass die Gesamtverstärkung kleiner 1 wird.

[0023] In einer denkbaren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in dem Schritt des Einstellens die Verstärkung um einen Wert in Abhängigkeit zu der geschätzten Energie verringert oder auf einen Wert in Abhängigkeit zu der geschätzten Energie begrenzt.

[0024] Ist bereits ein Rückkopplungsgeräusch aufgetreten und durch die geschätzte Energie in dem zweiten Abschnitt ersichtlich, so kann auf vorteilhafte Weise das Rückkopplungsgeräusch unterdrückt werden, indem die Verstärkung beispielsweise mit zunehmender Energie oder bei Überschreiten eines Schwellwerts reduziert wird. Ist noch kein Geräusch aufgetreten, aber beispielsweise aufgrund einer anwachsenden Energie in dem zweiten Abschnitt des Rückkopplungssignals zu erwarten, so kann eine Begrenzung der Verstärkung ein Eintreten der Rückkopplung verhindern.

[0025] In einer denkbaren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in mindestens zwei von einer Mehrzahl von disjunkten oder nur teilweise überlappenden Frequenzbereichen jeweils ein Parameter eingestellt. Dazu ist es bevorzugter Weise möglich, dass auch die anderen Schritte des Verfahrens jeweils für eines oder mehrere der Frequenzbänder separat ausgeführt werden.

[0026] Bei Hörhilfegeräten ist es üblich, ein Eingangssignal in mehrere Frequenzbänder aufzuteilen, um eine frequenzabhängige Verstärkung zur frequenzabhängigen Kompensation eines Hörverlusts bereitzustellen. Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt dies auf vorteilhafte Weise, indem jeweils in den einzelnen Frequenzbändern ein Parameter eingestellt wird. Beispielsweise tritt ein Rückkopplungspfeifen vorzugsweise in einem eng begrenzten Frequenzbereich auf, sodass die Rückkopplung durch ein Reduzieren nur in diesem Frequenzbereich unterdrückt werden kann, ohne die Verstärkung in anderen Frequenzbereichen zu reduzieren.

[0027] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

[0028] Es zeigen:

- Fig. 1 eine beispielhafte schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Hörhilfegeräts;
- Fig. 2 ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung in Funktionsblöcken einer möglichen Implementierung eines erfindungsgemäßen Hörhilfegeräts.

[0029] Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Hörhilfegeräts 100. In ein Hörhilfegerätegehäuse 10, 20 sind ein oder mehrere Mikrofone, auch als akusto-elektrische Wandler 2 bezeichnet, zur Aufnahme des Schalls bzw. akustischer Signale aus der Umgebung eingebaut. Die Erfindung ist jedoch nicht auf das dargestellte In-dem-Ohr-Hörhilfegeräte (IdO) beschränkt, sondern kann genauso Anwendung in Hinterdem-Ohr (HdO)- oder CiC-Hörhilfegeräten finden. Die Mikrofone sind akusto-elektrische Wandler 2 zur Umwandlung des Schalls in erste elektrische Audiosignale. Eine Signalverarbeitungseinrichtung 3, die ebenfalls in dem Hörhilfegerätegehäuse 10, 20 angeordnet ist, verarbeitet die ersten Audiosignale. Das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinrichtung 3 wird an einen Lautsprecher bzw. Hörer 4 übertragen, der ein akustisches Signal ausgibt. Der Schall wird gegebenenfalls über einen Schallschlauch, der mit einer Otoplastik im Gehörgang fixiert ist, zum Trommelfell des Geräteträgers übertragen. Es ist aber auch ein anderer elektro-mechanischer Wandler denkbar, wie beispielsweise ein Knochenleitungshörer. Die Energieversorgung des Hörgeräts und insbesondere die der Signalverarbeitungseinrichtung 3 erfolgt durch eine ebenfalls in das Hörgerätegehäuse 1 integrierte Batterie 5.

[0030] In Fig. 2 ist die Signalverarbeitung eines beispielhaften erfindungsgemäßen Hörhilfegeräts 100 als Blockschaltbild dargestellt. Das Hörhilfegerät 100 weist eine erfindungsgemäße Rückkopplungsunterdrückungseinheit 6 auf. Diese steht in Signalverbindung mit der Signalverarbeitungseinrichtung 3, um Informationen über ein durch das Mikrophon 2 aufgenommenes akustische Signal und ein an den Hörer 4 ausgegebenes Signal zu erfassen. Darüber hinaus ist die Rückkopplungsunterdrückungseinheit 6 in der Lage, über eine Signalverbindung Einfluss auf die Signalverarbeitungseinrichtung 3 zu nehmen, beispielsweise die Verstärkung zu verändern.

[0031] Dabei ist es genauso denkbar, dass die Funktion der Rückkopplungsunterdrückungseinheit 6 in der Signalverarbeitungseinrichtung 3 selbst implementiert ist, beispielsweise als Schaltkreise in einem ASIC oder als Funktionsblock in einem Signalprozessor.

[0032] Fig. 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0033] In einem Schritt S10 wird von dem Hörhilfegerät

100 eine erste Übertragungsfunktion geschätzt, die einen Rückkopplungspfad über den elektro-akustischen Wandler 4, einen akustischen Signalpfad von dem elektro-akustischen Wandler zu dem akusto-elektrischen Wandler 2 und über den akusto-elektrischen Wandler 2 zurück zu der Signalverarbeitungseinrichtung 3 und eine von der Signalverarbeitungseinrichtung 3 gegebene Übertragungsfunktion umfasst.

[0034] Das Schätzen kann beispielsweise mit einem adaptiven Filter erfolgen, bei dem die Übertragungsfunktion durch eine parametrisierte Funktion modelliert wird und die Parameter der Übertragungsfunktion durch ein Näherungsverfahren angenähert werden, sodass eine Abweichung zwischen den realen Signalen, die von dem akusto-elektrischen Wandler 2 aufgenommen bzw. von dem akusto-elektrischen Wandler 4 ausgegeben werden und den mit der parametrisierten Funktion ermittelten Signalen minimiert wird.

[0035] Gängige Verfahren hierzu sind Least Mean Square (LMS, minimale quadratische Abweichung oder auch NMLS). Die Übertragungsfunktion der Signalverarbeitung 3 kann auch direkt ohne Näherungsverfahren aus internen Parametern der Signalverarbeitung 3 ermittelt werden. Dies ist besonders einfach, wenn die Rückkopplungsunterdrückungseinheit 6 in die Signalverarbeitung 3 integriert ist.

[0036] Die Schätzungsverfahren wie z.B. LMS verarbeiten dazu eine begrenzte Anzahl von Abtastwerten der Audiosignale, um zum einen die Signalverzögerung zu begrenzen, denn ein Schätzwert kann ja erst berechnet werden, wenn die Abtastwerte im Speicher verfügbar sind. Zum anderen nimmt auch der Bedarf an Rechenleistung zu, da die Anzahl der Rechenoperationen auch mit der Anzahl der Abtastwerte steigt. Daher wird in Schritt 10 die Schätzung nur für einen ersten Abschnitt einer Signalantwort mit N Abtastwerten ausgeführt, wobei N beispielsweise gleich einer Anzahl von 10, 20, 50, 100, 500 oder auch von dazwischenliegenden Zweierpotenzen sein kann.

[0037] In einem Schritt S20 wird eine Energie eines Rückkopplungssignals einer zweiten Übertragungsfunktion des Rückkopplungspfades für einen zweiten Abschnitt der Signalantwort geschätzt, wobei der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt disjunkt sind oder nur teilweise überlappen und der zweite Abschnitt dem ersten Abschnitt bezüglich einer Laufzeit nachgeordnet ist. Wie bereits zu S10 ausgeführt, ist die Schätzung einer Signalantwort in der Realität auf eine Länge eines Filters beschränkt, die zuvor mit der Variablen N bezeichnet wurde. Aus N Abtastwerten lassen sich maximal N voneinander unabhängige Parameter bestimmen. Unter ungünstigen Bedingungen, z.B. bei einer Umgebung mit hoher Reflexion und geringer Dämpfung können aber auch Signale, die um mehr als N Abtastwerte verzögert sind, eine nennenswerte akustische Energie aufweisen und zu einer Rückkopplung führen. Um einen stabilen Betrieb des Hörhilfegeräts 100 zu gewährleisten, kann es daher notwendig sein, auch in einem zweiten Ab-

schnitt der Signalantwort, der sich an den ersten Abschnitt anschließt, mit diesem teilweise überdeckt, aber im wesentlichen disjunkt ist oder auch mit zeitlichem Abstand darauf folgt, eine Energie der Signalantwort zu schätzen.

[0038] In einer denkbaren Ausführungsform wird dazu die erste geschätzte Übertragungsfunktion extrapoliert. Ein denkbare Modell ist es dabei, dass eine Dämpfung vorhanden ist, und die erste Übertragungsfunktion mit einem exponentiellen Abfall fortgesetzt wird und für den so ermittelten zweiten Abschnitt die Energie geschätzt wird, indem beispielsweise Quadratsummen für extrapolierten Abtastwerte gebildet werden.

[0039] Es ist aber auch möglich, direkt die bestimmte Energie am Ende des ersten Abschnitts als Ausgangswert zu nehmen und diese exponentiell abfallen zu lassen.

[0040] Viele weitere Verfahren sind vorstellbar, die unterschiedliche physikalische Annahmen machen oder in Bezug auf die Berechnung optimiert sind, um die Energie des zweiten Abschnitts zu schätzen.

[0041] In einem Schritt S30 wird ein Parameter der Signalverarbeitungseinrichtung und/oder der Rückkopplungsunterdrückungseinheit in Abhängigkeit von der geschätzten Energie eingestellt.

[0042] Wenn beispielsweise die in Schritt S20 geschätzte Energie einen Schwellwert überschreitet, kann eine Verstärkung in der Signalverarbeitungseinrichtung reduziert werden oder mit einer Begrenzung versehen werden. Umgekehrt ist es auch denkbar, dass die Verstärkung wieder erhöht wird, wenn die geschätzte Energie unter einen Schwellwert fällt.

[0043] Es ist aber auch denkbar, dass in der Rückkopplungsunterdrückungseinheit 6 beispielsweise ein oder mehrere Gewichtungsfaktoren für Parameter des adaptiven Filters erhöht oder erniedrigt werden.

[0044] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen in einem Hörhilfegerät (100), wobei das Hörhilfegerät einen akusto-elektrischen Wandler (2), eine Signalverarbeitungseinrichtung (3), eine Rückkopplungsunterdrückungseinheit (6) und einen elektro-akustischen Wandler (4) aufweist, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

(S10) Schätzen einer ersten Übertragungsfunktion, die einen Rückkopplungspfad über den elektro-akustischen Wandler (4), einen akustischen Signalpfad von dem elektro-akustischen

Wandler (4) zu dem akusto-elektrischen Wandler (2) und über den akusto-elektrischen Wandler (2) zurück zu der Signalverarbeitungseinrichtung (3) und eine von der Signalverarbeitungseinrichtung (3) gegebene Übertragungsfunktion umfasst, für einen ersten Abschnitt einer Signalantwort;

(S20) Schätzen einer Energie eines Rückkopplungssignals einer zweiten Übertragungsfunktion des Rückkopplungspfad für einen zweiten Abschnitt der Signalantwort, wobei der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt disjunkt sind oder nur teilweise überlappen und der zweite Abschnitt dem ersten Abschnitt bezüglich einer Laufzeit nachgeordnet ist;

(S30) Einstellen eines Parameters der Signalverarbeitungseinrichtung (3) und/oder der Rückkopplungsunterdrückungseinheit (6) in Abhängigkeit von der geschätzten Energie.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren weiterhin den Schritt aufweist, in Abhängigkeit von der ersten Übertragungsfunktion die zweite Übertragungsfunktion zu extrapolieren.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Energie des zweiten Abschnitts des Rückkopplungssignals mittels der zweiten Übertragungsfunktion bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der eingestellte Parameter einen adaptiven Kompensationsfilteranteil angibt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Parameter eine Verstärkung eines Signals zwischen dem akusto-elektrischen Wandler (2) und dem elektro-akustischen Wandler (4) in der Signalverarbeitungseinrichtung (6) beeinflusst.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei in dem Schritt des Einstellens die Verstärkung um einen Wert in Abhängigkeit zu der geschätzten Energie verringert wird oder auf einen Wert in Abhängigkeit zu der geschätzten Energie begrenzt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in mindestens zwei von einer Mehrzahl von disjunkten oder nur teilweise überlappenden Frequenzbereichen jeweils ein Parameter eingestellt wird.

8. Hörhilfegerät, wobei das Hörhilfegerät (100) einen akusto-elektrischen Wandler (2), eine Signalverarbeitungseinrichtung (3), einen elektro-akustischen Wandler (4) und eine Steuerung aufweist, wobei die Steuerung ausgelegt ist, eine erste Übertragungsfunktion, die einen Rück-

kopplungspfad über den elektro-akustischen Wandler (4), einen akustischen Signalpfad von dem elektro-akustischen Wandler (4) zu dem akusto-elektrischen Wandler (2) und über den akusto-elektrischen Wandler (2) zurück zu der Signalverarbeitungseinrichtung (3) und eine von der Signalverarbeitungseinrichtung (3) gegebene Übertragungsfunktion umfasst, für einen ersten Abschnitt einer Signalantwort zu schätzen;
 eine Energie eines Rückkopplungssignals einer zweiten Übertragungsfunktion des Rückkopplungspfad für einen zweiten Abschnitt der Signalantwort zu schätzen, wobei der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt disjunkt sind oder nur teilweise überlappen und der zweite Abschnitt dem ersten Abschnitt bezüglich einer Laufzeit nachgeordnet ist;
 einen Parameter der Signalverarbeitungseinrichtung (3) und/oder der Rückkopplungsunterdrückungseinheit (6) in Abhängigkeit von der geschätzten Energie einzustellen.

9. Hörhilfegerät nach Anspruch 8, wobei die Steuerung weiterhin ausgelegt ist, in Abhängigkeit von der ersten Übertragungsfunktion die zweite Übertragungsfunktion in dem zweiten Abschnitt zu extrapolieren.
10. Hörhilfegerät nach Anspruch 9, wobei die Steuerung ausgelegt ist, die Energie des zweiten Abschnitts des Rückkopplungssignals mittels der zweiten Übertragungsfunktion zu bestimmen.
11. Hörhilfegerät nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei der Parameter eine Verstärkung eines Signals zwischen dem akusto-elektrischen Wandler (2) und dem elektro-akustischen Wandler (4) in der Signalverarbeitungseinrichtung (3) beeinflusst.
12. Hörhilfegerät nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Steuerung ausgelegt ist, die Verstärkung um einen Wert proportional zu der geschätzten Energie zu verringern.
13. Hörhilfegerät nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei die Steuerung ausgelegt ist, in mindestens zwei von einer Mehrzahl von disjunkten oder nur teilweise überlappenden Frequenzbereichen jeweils die Übertragungsfunktion zu schätzen, die Energie eines verbleibenden Rückkopplungssignals zu schätzen und den Parameter der Signalverarbeitungseinrichtung (3) in Abhängigkeit von der geschätzten Energie einzustellen.
14. Hörhilfegerät nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei die Steuerung Teil der Signalverarbeitungseinrichtung (3) ist.

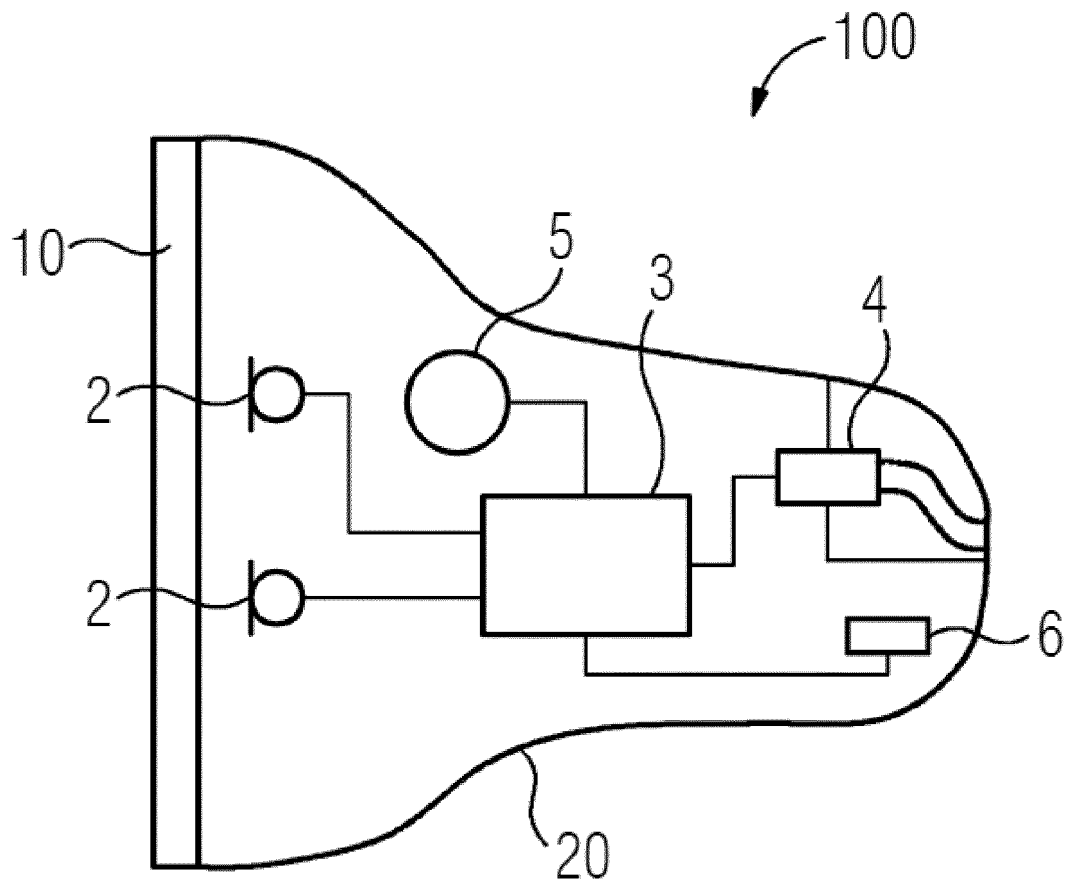


Fig. 1

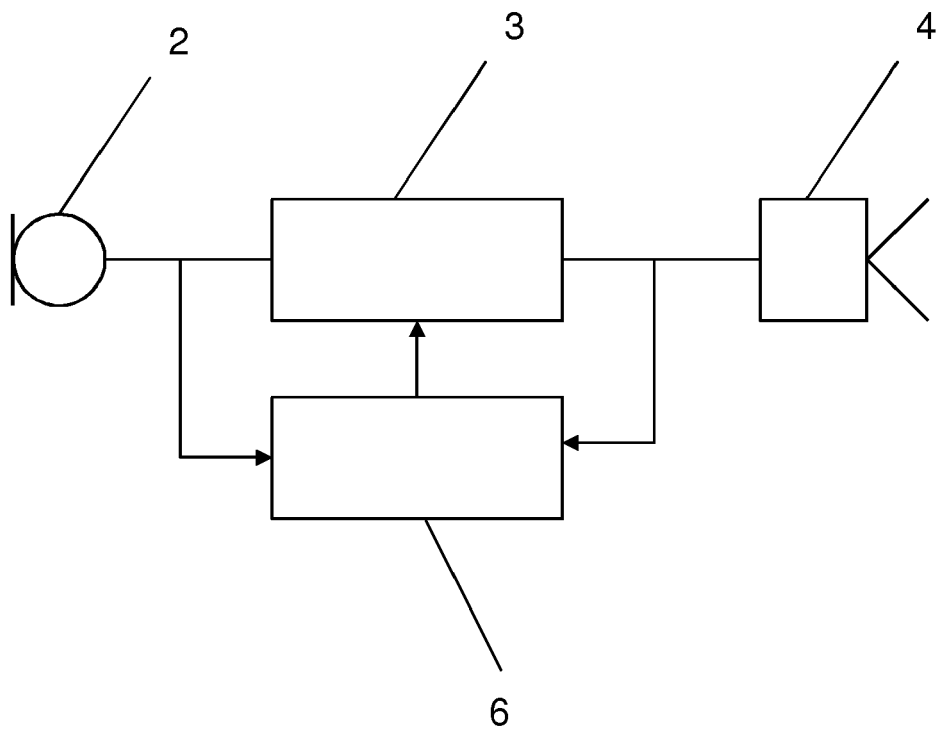


Fig. 2

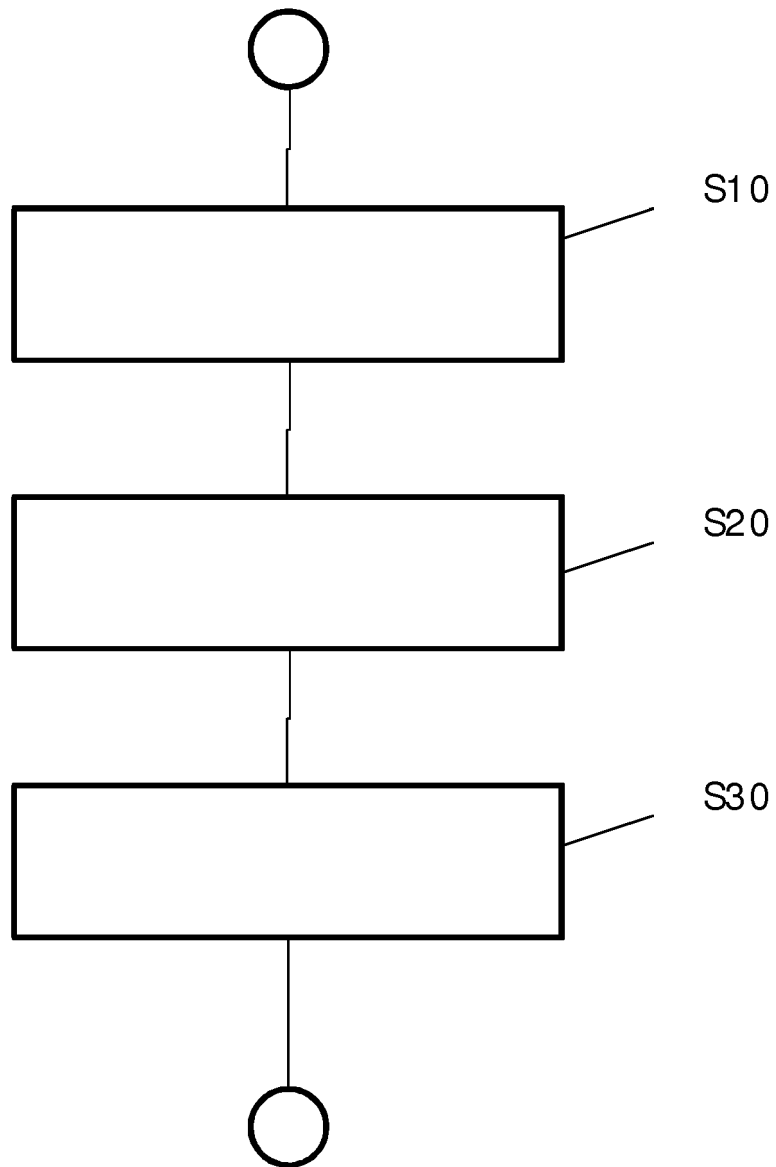


Fig. 3

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

- US 20080273728 A1 [0005]
- DE 602004006912 T2 [0007]