



(11) **EP 2 373 063 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.10.2011 Patentblatt 2011/40

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

(21) Anmeldenummer: **11154523.2**

(22) Anmeldetag: **15.02.2011**

(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

(72) Erfinder:
• **Arndt, Georg-Erwin**
90587 Obermichelbach (DE)
• **Hain, Jens**
91077 Kleinsendelbach (DE)

(30) Priorität: **17.03.2010 DE 102010011729**

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

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

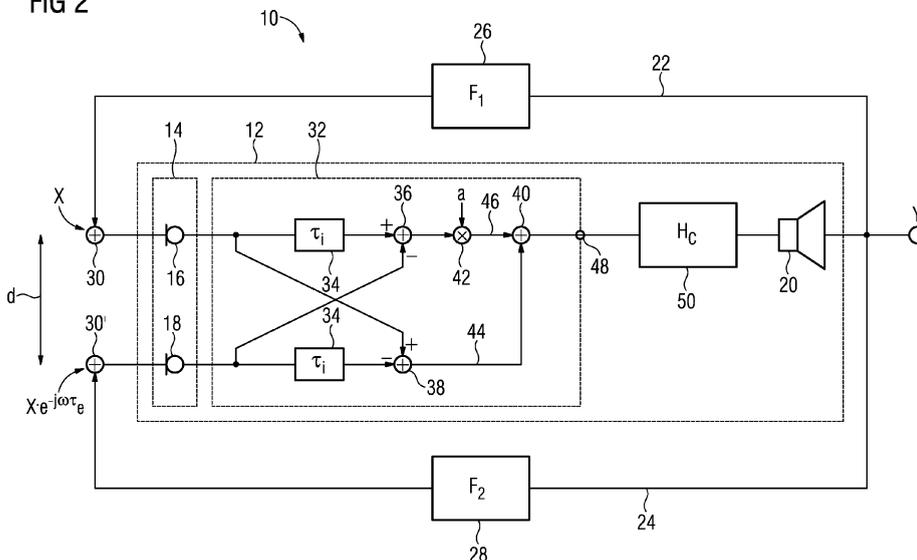
(54) **Hörvorrichtung und Verfahren zum Einstellen derselben für einen rückkopplungsfreien Betrieb**

(57) Hörvorrichtung und Verfahren zum Einstellen derselben für einen rückkopplungsfreien Betrieb

Bei einer Hörvorrichtung (12) kann es vorkommen, dass Schall von ihrem Hörer (20) über akustische Rückkopplungspfade (22, 24) zu ihren Mikrofonen (16, 18) rückgekoppelt wird. Dies kann einen unerwünschten Pfeifton hervorrufen. Bei einer Mikrofonanordnung (14) mit einstellbarer Richtcharakteristik ist es besonders schwierig, das Entstehen einer Rückkopplung vorherzusehen. Dann hängt die Stabilität des Systems nämlich von einem Richtparameter (a) ab, über den die Richtcharakteristik festgelegt wird. Es ist Aufgabe der vorliegen-

den Erfindung, für eine solche Hörvorrichtung (12) einen rückkopplungsfreien Betrieb zu ermöglichen. Erfindungsgemäß wird dazu anhand einer vorgegebenen Stabilitätsbedingung ermittelt, für welche Werte des Richtparameters (a) ein rückkopplungsfreier Betrieb möglich ist. Im Betrieb der Hörvorrichtung wird der Richtparameter (a) dann auf diese Werte begrenzt. Alternativ dazu wird zu einem momentanen Wert für den Richtparameter (a) ein Wert für eine Stärke eines Rückkopplungseffekts ermittelt. In Abhängigkeit von dem ermittelten Wert werden dann der Richtparameter (a) oder ein Steuerparameter für eine Rückkopplungsunterdrückung eingestellt.

FIG 2



EP 2 373 063 A1

Beschreibung

[0001] Hörvorrichtung und Verfahren zum Einstellen derselben für einen rückkopplungsverminderten Betrieb

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer Hörvorrichtung, um einen rückkopplungsverminderten Betrieb der Hörvorrichtung zu ermöglichen. Die Erfindung betrifft auch eine Hörvorrichtung, bei welcher ein solcher rückkopplungsverminderter Betrieb ermöglicht werden kann. Bei der Hörvorrichtung ist dabei zumindest ein Richtparameter zum Festlegen einer Richtcharakteristik einer Mikrofonanordnung der Hörvorrichtung einstellbar. Unter dem Begriff Hörvorrichtung wird hier insbesondere ein Hörgerät verstanden. Darüber hinaus fallen unter den Begriff aber auch andere tragbare akustische Geräte wie Headsets, Kopfhörer und dergleichen.

[0003] Hörgeräte sind tragbare Hörvorrichtungen, die zur Versorgung von Schwerhörenden dienen. Um den zahlreichen individuellen Bedürfnissen entgegenzukommen, werden unterschiedliche Bauformen von Hörgeräten 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.

[0004] Hörgeräte besitzen prinzipiell als wesentliche Komponenten einen Eingangswandler, einen Verstärker und einen Ausgangswandler. Der Eingangswandler ist in der Regel ein Schallempfänger, 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 Signalverarbeitungseinheit integriert. Dieser prinzipielle Aufbau ist in FIG 1 am Beispiel eines Hinter-dem-Ohr-Hörgeräts dargestellt. In ein Hörgerätegehäuse 1 zum Tragen hinter dem Ohr sind ein oder mehrere Mikrofone 2 zur Aufnahme des Schalls aus der Umgebung eingebaut. Eine Signalverarbeitungseinheit 3, die ebenfalls in das Hörgerätegehäuse 1 integriert ist, verarbeitet die Mikrofonsignale und verstärkt sie. Das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit 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. Die Energieversorgung des Hörgeräts und insbesondere die der Signalverarbeitungseinheit 3 erfolgt durch eine ebenfalls ins Hörgerätegehäuse 1 integrierte Batterie 5.

[0005] Bei einer Hörvorrichtung, insbesondere einem

Hörgerät, kann es vorkommen, dass der von dem Hörer erzeugte Schall aus dem Gehörgang des Geräteträgers heraus und zurück zu einem Mikrofon der Hörvorrichtung gelangt. Die möglichen Wege, auf denen der Schall dabei akustisch übertragen werden kann, bilden zusammen einen akustischen Rückkopplungspfad von dem Hörer zu dem Mikrofon. Beispielsweise kann bei einem Ohrstück zum Fixieren eines Schallschlauchs in einem Gehörgang eine Durchgangsöffnung zum Belüften des Gehörgangs, ein sogenannter Vent, vorgesehen sein. Durch eine solche Öffnungen kann dann aber auch der Schall des Hörers aus dem Gehörgang austreten. Entsprechend kann sich also ein Rückkopplungspfad ergeben, der durch diesen Vent führt. Ein Rückkopplungspfad kann auch durch Bereiche des Schädels des Geräteträgers führen, wenn diese Bereiche z.B. durch Schallwellen des Hörers zu Schwingungen angeregt werden und sich das Schallsignal als Körperschall ausbreitet. Bei Knochenleithörhilfen erzeugt bereits der Hörer einen Körperschall, der unter Umständen rückgekoppelt wird.

[0006] Wird das Schallsignal des Hörers von einem Mikrofon erfasst, so kann es in der Hörvorrichtung verstärkt und wieder vom Hörer abgestrahlt werden. In einem solchen Fall bilden der akustische Rückkopplungspfad und die Signalverarbeitung des Hörgeräts zusammen eine Rückkopplungsschleife. Im Zusammenhang mit der Darstellung der Erfindung wird die Übertragung eines Signals entlang einer Rückkopplungsschleife als Rückkopplungseffekt bezeichnet.

[0007] Der Rückkopplungseffekt ist dann kritisch, wenn sich bei der Rückkopplungsschleife insgesamt eine Verstärkung des Signals ergibt, die größer als Eins ist. Wenn beispielsweise eine Otoplastik der Hörvorrichtung nicht in der vorgesehenen Weise in den Gehörgang eingesetzt wurde, sodass ein Luftspalt zwischen der Otoplastik und der Haut des Geräteträgers bleibt, kann sich ein Rückkopplungspfad ergeben, der hauptsächlich durch diesen Spalt führt. Eine Dämpfung des rückgekoppelten Schalls ist dann besonders gering. Am Mikrofon weist der rückgekoppelte Schall eine entsprechend große Lautstärke auf. Wird das empfangene Mikrofonensignal dann verstärkt und erneut durch den Hörer in einen Schall gewandelt, so kann dies dazu führen, dass der Hörer einen immer lauter werdenden Schall erzeugt. Eine Rückkopplungsschleife mit einer Verstärkung, die größer als Eins ist, kann eine Selbsterregung der Hörvorrichtung zur Folge haben, die zu einem Pfeifton führt, der im Zusammenhang mit der Darstellung der Erfindung als Feedback oder Rückkopplung bezeichnet wird. Ein solcher Pfeifton wird vom Geräteträger und von Personen in seiner Nähe in der Regel als störend empfunden.

[0008] Eine andere Art, um eine Hörvorrichtung und Bereiche in ihrer Umgebung, durch welche die Rückkopplungspfade verlaufen, zu beschreiben, ergibt sich, wenn die Hörvorrichtung und ihre Umgebung zusammen als ein System betrachtet werden. Dieses System wird dann als instabil bezeichnet, wenn es durch einen aus einer Umgebung auf die Hörvorrichtung treffenden

Schall zu einer Rückkopplung angeregt werden kann. Umgekehrt ist in einem stabilen System stets ein rückkopplungsverminderter Betrieb der Hörvorrichtung möglich. Eine mathematische Beschreibung eines solchen Systems wird hier als Gesamtübertragungsfunktion des Systems bezeichnet.

[0009] Die Wahrscheinlichkeit für eine Rückkopplung steigt insbesondere dann, wenn durch die Signalverarbeitungseinheit der Hörvorrichtung die Mikrofonsignale in einigen Frequenzbereichen sehr stark verstärkt werden, um einen Hörverlust des Geräteträgers zu kompensieren. Eine Verstärkung, durch welche eine Rückkopplung ausgelöst wird, heißt auch kritische Verstärkung.

[0010] Einen weiteren Einfluss auf das Entstehen einer Rückkopplung hat die Richtcharakteristik eines Mikrofons bzw. einer Mikrofonanordnung der Hörvorrichtung. Die Richtcharakteristik beschreibt, wie stark ein Schallsignal durch die Signalverarbeitung der Hörvorrichtung in Abhängigkeit davon gedämpft wird, aus welcher Richtung der Schall auf die Hörvorrichtung trifft. Ergibt es sich dabei, dass ein vom Hörer rückgekoppelter Schall aus einer Richtung auf die Mikrofone trifft, für welche sich gemäß der Richtcharakteristik eine besonders starke Dämpfung ergibt, so kann dies möglicherweise eine Rückkopplung verhindern. Gelangt dagegen ein rückgekoppelter Schall aus einer Richtung auf die Mikrofone, für welche sich gemäß der Richtcharakteristik eine besonders geringe Dämpfung ergibt, so kann dies eine Rückkopplung sogar begünstigen.

[0011] Bei einer Mikrofonanordnung aus mehreren Mikrofonen kann die Richtcharakteristik mittels eines Richtparameters einstellbar sein. Dann kann bei der Hörvorrichtung ermöglicht sein, dass der Wert des Richtparameters beispielsweise in Abhängigkeit von Umgebungsparametern gesteuert wird, sodass in unterschiedlichen Situationen, wie z.B. in einem Gespräch oder während eines Konzerts, jeweils eine Richtcharakteristik bereitgestellt wird, durch welche ein Geräteträger seine Umgebung besonders gut wahrnehmen kann.

[0012] Aus der Druckschrift DE 103 13 330 A1 ist ein Verfahren und ein Hörgerät mit einem Richtmikrofonsystem bekannt, welches mindestens zwei Mikrofone aufweist. Durch Gewichtung der Mikrofonsignale auch in verschiedenen Frequenzbändern wird eine richtungsabhängige Empfindlichkeit des Richtmikrofons bestimmt. Mit dem Verfahren kann so mindestens ein akustisches Störsignal wirksam unterdrückt werden.

[0013] Aus der Druckschrift DE 198 44 748 A1 geht ein Verfahren zum Bereitstellen einer Richtcharakteristik sowie ein Hörgerät hervor, welches eine hohe Störgeräuschunterdrückung unter sich laufend verändernden Hörsituationen aufweist. Durch Mischer und adaptive Korrekturereinheiten können unterschiedliche Richtcharakteristiken erzielt werden. Ferner können auch Gewichtssignale, die als Verstärkungswerte verrechnet werden, eine ausgeprägte Richtcharakteristik unterstützen.

[0014] Ferner wird in der Druckschrift DE 10 2005 019

149 B3 eine Hörhilfsvorrichtung beschrieben, die akustische und elektromagnetische Rückkopplungssignale mit Hilfe einer adaptiven Kompensationseinrichtung kompensiert. Die Hörhilfeeinrichtung weist dabei eine Gewichtungseinrichtung auf, mit der das Signal des Mikrofons und/oder des elektromagnetischen Empfängers gewichtet wird.

[0015] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, für eine Hörvorrichtung, bei welcher eine Richtcharakteristik einer Mikrofonanordnung von einem Wert eines Richtparameters abhängt, einen rückkopplungsverminderten Betrieb der Hörvorrichtung zu ermöglichen.

[0016] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 6 sowie durch eine Hörvorrichtung gemäß Patentanspruch 9 gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung sind durch die Unteransprüche gegeben.

[0017] Mittels der erfindungsgemäßen Verfahren lässt sich eine Hörvorrichtung betreiben. Das erste dieser Verfahren betrifft dabei eine Hörvorrichtung mit einer Mikrofonanordnung, bei der ein Richtparameter zum Festlegen einer Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung einstellbar ist. Solche einstellbaren Mikrofonanordnungen sind aus dem Stand der Technik in vielen Ausführungsformen prinzipiell bekannt.

[0018] Gemäß dem ersten erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Stabilitätsbedingung für einen rückkopplungsverminderten Betrieb der Hörvorrichtung vorgegeben. Eine solche Stabilitätsbedingung kann beispielsweise auf einer Berechnungsvorschrift beruhen, anhand welcher ermittelt werden kann, ob das System in dem oben beschriebenen Sinne stabil ist. Es wird dabei stets eine Stabilitätsbedingung vorgegeben, bei der es von dem Wert des Richtparameters abhängt, ob sie erfüllt ist oder nicht. Anhand der Stabilitätsbedingung werden dann gemäß dem Verfahren diejenigen Werte des Richtparameters ermittelt, für welche die Stabilitätsbedingung erfüllt ist. In einem weiteren Schritt werden dann die im Betrieb der Hörvorrichtung möglichen Werte für den Richtparameter auf die ermittelten Werte begrenzt. Mit anderen Worten werden solche Einstellungen der Richtcharakteristik verhindert, durch welche eine Rückkopplung begünstigt ist. Dies wird durch das ausschließliche Zulassen der ermittelten Werte erreicht.

[0019] Welcher der zugelassenen Werte tatsächlich eingestellt wird, kann dabei durch ein anderes Verfahren bestimmt sein. Ein solches Verfahren kann zum Beispiel das bereits erwähnte Verfahren zum Optimieren der Richtcharakteristik in Abhängigkeit von Umgebungsparametern sein. Durch die Begrenzung auf die ermittelten Stabilitätswerte ist dabei dann stets in vorteilhafter Weise sichergestellt, dass der Betrieb der Hörvorrichtung rückkopplungsvermindert bleibt.

[0020] Eine Stabilitätsbedingung kann zum Beispiel sein, dass eine Gesamtverstärkung, welche sich bei einem Durchlauf einer Rückkopplungsschleife ergibt, klei-

ner als Eins ist. Die Gesamtverstärkung ist eine von der Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung abhängige Größe. Dass die Gesamtverstärkung kleiner als Eins ist, muss aber nicht immer die Bedingung für einen stabilen, also im Wesentlichen rückkopplungsfreien, Betrieb sein. Ist beispielsweise bei der Hörvorrichtung auch ein Algorithmus für eine Rückkopplungsunterdrückung bereitgestellt, so kann eine Stabilitätsbedingung darin bestehen, dass nur eine solche Rückkopplung verhindert wird, die durch den Algorithmus nicht mehr in einer für den Geräteträger akzeptablen Zeitdauer unterdrückt werden kann.

[0021] Als eine Stabilitätsbedingung kann aber auch vorgegeben werden, dass die Gesamtverstärkung der Rückkopplungsschleife signifikant kleiner als Eins sein muss. Dies kann beispielsweise dann sinnvoll sein, wenn Änderungen in der Übertragungsfunktion zu erwarten sind und auch für solche geänderten Übertragungsfunktionen immer noch ein im Wesentlichen rückkopplungsfreier Betrieb gewährleistet sein soll. Ändern kann sich eine Übertragungsfunktion beispielsweise dadurch, dass die Hörvorrichtung an einem Ohr des Geräteträgers verrutscht.

[0022] Eine Stabilitätsbedingung kann schließlich auch das Kriterium umfassen, dass ein Messwert einer physikalischen Größe oder ein Wert eines Steuerparameters in einem entsprechend vorgegebenen Intervall liegt.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Term eines Nenners einer Gesamtübertragungsfunktion vorgegeben, wobei der Term zumindest den Richtparameter und eine Übertragungsfunktion eines Rückkopplungspfads umfasst. Es werden diejenigen Werte für den Richtparameter ermittelt, für welche die Stabilitätsbedingung erfüllt ist, dass der Term ein vorbestimmtes Kriterium erfüllt. Durch den Term ist dabei bevorzugt eine Lage eines Pols der Gesamtübertragungsfunktion in der komplexen Zahlenebene bestimmt.

[0024] Besonders vorteilhaft ist dabei, dass die Gesamtübertragungsfunktion auch eine Übertragungsfunktion eines Rückkopplungspfads umfasst. Dadurch wird auch ein Einfluss einer Umgebung der Hörvorrichtung auf das Rückkopplungsverhalten berücksichtigt. Indem die Gesamtübertragungsfunktion auch den Richtparameter selbst umfasst, ist in vorteilhafter Weise eine analytische Berechnung des Stabilitätswerts oder eines Intervalls von Stabilitätswerten möglich. Bevorzugt wird zu jedem Mikrofon eine entsprechende Übertragungsfunktion ermittelt.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren wird auch in vorteilhafter Weise weitergebildet, wenn die Werte in Abhängigkeit einer Frequenz eines Signals ermittelt werden. Dann können beispielsweise für einzelne Kanäle einer Filterbank unterschiedliche Stabilitätswerte bereitgestellt werden. Dadurch kann für jeden Kanal eine andere Stabilitätsbedingung vorgegeben werden, ohne dass zum Erfüllen einer Stabilitätsbedingung in einem

Kanal eine Richtcharakteristik in einem anderen Kanal unnötig stark beschränkt werden muss.

[0026] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Gesamtübertragungsfunktion als Quotient A/B gebildet, wobei $A=[1-\exp(-j\omega(\tau_e+\tau_i))]H_c$ und $B=1-H_c[F_1(1+a\exp(-j\omega\tau_i))-F_2(a+\exp(-j\omega\tau_i))]$ gilt. Hierbei sind von der Gesamtübertragungsfunktion:

- 10 - eine Übertragungsfunktion F_1 eines ersten Rückkopplungspfads und eine Übertragungsfunktion F_2 eines zweiten Rückkopplungspfads,
- eine Verstärkungsfunktion H_c der Hörvorrichtung,
- eine Frequenz ω eines Signals,
- 15 - eine Verzögerungszeit τ_i und ein Gewichtungsfaktor a als der Richtparameter, durch welche beiden die Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung festgelegt ist, und
- eine Laufzeit τ_e eines Schalls zwischen zwei Mikrofonen der Mikrofonanordnung umfasst. Die Laufzeit τ_e ergibt sich als $\tau_e=d/c\cdot\cos(\alpha)$, wobei d ein Abstand der beiden Mikrofone und c die Schallgeschwindigkeit in Luft ist. Der Faktor $\cos(\alpha)$ ist der Kosinus des Einfallswinkels α des Schalls bezüglich der Hörvorrichtung. Die Verstärkungsfunktion H_c umfasst insbesondere einen Frequenzgang, durch welchen ein Hörverlust eines Geräteträgers ausgeglichen wird. Für die Frequenz des Umgebungssignals gilt: $\omega=2\pi f$, wobei f eine Frequenz gemessen in Hertz ist. Auch die übrigen Größen in der Gesamtübertragungsfunktion können frequenzabhängig sein.

[0027] Durch die Gesamtübertragungsfunktion A/B ist erstmalig eine analytische Berechnung von Werten für einen stabilen Betrieb ermöglicht. Als Richtparameter ist hierbei bevorzugt der Gewichtungsfaktor a zu sehen. Die Weiterbildung des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens beruht auf der Erkenntnis, dass ein rückkopplungsverminderter bzw. im Wesentlichen rückkopplungsfreier Betrieb oftmals für ganze Intervalle $a < a_0$ möglich ist. Entsprechend muss dann in vorteilhafter Weise lediglich die Grenze a_0 des Intervalls ermittelt werden. Für jeden Wert aus diesem Intervall besteht dann die Sicherheit, dass ein rückkopplungsverminderter Betrieb möglich ist. Durch eine genaue Berechnung von Werten für den Gewichtungsfaktor ist dabei in vorteilhafter Weise sichergestellt, dass eine vorbestimmte Stabilitätsbedingung eingehalten wird und dennoch der Gewichtungsfaktor nicht unnötig stark eingeschränkt wird.

- 50 **[0028]** Anhand der Gesamtübertragungsfunktion kann gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Ermitteln der Werte überprüft werden, für welche Werte des Gewichtungsfaktors a ein Betrag eines Terms $H_c[F_1(1+a\exp(-j\omega\tau_i))-F_2(a+\exp(-j\omega\tau_i))]$ kleiner als ein Stabilitätsgrenzwert ist. Anhand des Terms kann auf einfache Weise ein Intervall von möglichen Stabilitätswerten für den Gewichtungsfaktor a berechnet werden.

[0029] Zusätzlich kann anhand des Terms ein Maß für eine Stärke des Rückkopplungseffekts bereitgestellt werden. Dieses Maß erlaubt es z.B. zu ermitteln, wie robust die Hörvorrichtung bei einem gegebenen Wert des Gewichtungsfaktors a gegen eine Rückkopplung ist. Eine Hörvorrichtung ist dabei umso robuster, je mehr sich die Übertragungsfunktion F_1 und F_2 und andere in dem Term enthaltene Größen verändern können, ohne dass es dadurch zu einer unvorhergesehenen Rückkopplung kommt. Als Stabilitätsgrenzwert wird bevorzugt der Wert Eins verwendet.

[0030] Das zweite erfindungsgemäße Verfahren betrifft den Betrieb einer Hörvorrichtung, bei der als ein erster Parameter ein Richtparameter zum Festlegen einer Richtcharakteristik einer Mikrofonanordnung und als ein zweiter Parameter ein Steuerparameter zum Steuern einer Einrichtung zur Rückkopplungsunterdrückung einstellbar ist. Bei dem Verfahren wird ein Maß für einen Rückkopplungseffekt vorgegeben. Ein Beispiel für ein solches Maß sind die bereits beschriebene Gesamtübertragungsfunktion oder der obige mathematische Term. Anhand des Terms kann eine Stärke des Rückkopplungseffekts, z.B. die Rückkopplungsverstärkung, ermittelt werden. Anhand eines momentanen Werts des Richtparameters wird ein Wert für das Maß ermittelt. In Abhängigkeit von dem ermittelten Wert wird dann zumindest einer der Parameter eingestellt.

[0031] Mit dem Verfahren können in vorteilhafter Weise zum Vermeiden oder Unterdrücken einer Rückkopplung die Richtcharakteristik bzw. die Rückkopplungsunterdrückung eingestellt werden. Aus dem Stand der Technik ist hierzu lediglich bekannt, die Verstärkung des Hörsignals zu reduzieren.

[0032] Eine vorteilhafte Weiterbildung des zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich, wenn als das Maß für den Rückkopplungseffekt ein Abstandsmaß zu einer Stabilitätsgrenze in Abhängigkeit von dem Richtparameter vorgegeben wird und als Parameter eine Schrittweite für einen Anpassungsalgorithmus der Einheit zur Rückkopplungsunterdrückung eingestellt wird. Hierbei wird dann eine Anpassungsgeschwindigkeit des Anpassungsalgorithmus erhöht, falls die Hörvorrichtung nahe der Stabilitätsgrenze betrieben wird.

[0033] Der Anpassungsalgorithmus kann beispielsweise Bestandteil einer Einheit zur Rückkopplungsunterdrückung sein, wie sie bereits beschrieben wurde. Durch die Schrittweite ist dabei die Anpassungsgeschwindigkeit des Algorithmus gesteuert. Gemäß der Weiterbildung wird die Anpassungsgeschwindigkeit erhöht, falls sich aus dem Wert des Richtparameters ergibt, dass die Hörvorrichtung nahe einer Stabilitätsgrenze betrieben wird. Durch Steuern der Schrittweite in Abhängigkeit von dem Wert für den Richtparameter ergibt sich der Vorteil, dass die Anpassungsgeschwindigkeit immer dann besonders hoch ist, wenn auch das Risiko für eine Rückkopplung groß ist.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Maß für den Rück-

kopplungseffekt analysiert, ob eine Rückkopplung vorhanden ist, und beim Schritt des Einstellens der momentane Wert des Richtparameters solange verändert, bis ein Rückkopplungseffekt eine vorgegebene Schwelle unterschreitet. Eine solche Schwelle ist hierbei insbesondere dadurch bestimmt, dass für die Rückkopplungsschleife eine Verstärkung kleiner als Eins ist, so dass eine bestehende Rückkopplung selbständig abklingt.

[0035] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Hörvorrichtung, bei der als ein erster Parameter ein Richtparameter zum Festlegen einer Richtcharakteristik einer Mikrofonanordnung und als ein zweiter Parameter ein Steuerparameter zum Steuern einer Einrichtung zur Rückkopplungsunterdrückung einstellbar ist. Bei der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung ist des Weiteren eine Steuerungseinrichtung bereitgestellt, die dazu ausgelegt ist, die Hörvorrichtung gemäß zumindest einem der beiden erfindungsgemäßen Verfahren oder einer der beschriebenen Weiterbildungen derselben zu betreiben.

[0036] Die erfindungsgemäße Hörvorrichtung ist somit in vorteilhafter Weise in der Lage, mittels der Steuerungseinrichtung selbständig einen rückkopplungsverminderten Betrieb sicherzustellen.

[0037] Bei einer Mikrofonanordnung kann eine Richtcharakteristik beispielsweise durch eine Überlagerung einer Kardiod-Richtcharakteristik und einer Anti-Kardiod-Richtcharakteristik ermöglicht sein. Dabei kann vorgesehen sein, dass ein Anteil der Anti-Kardiod-Richtcharakteristik an der Gesamtrichtcharakteristik der Mikrofonanordnung durch einen Gewichtungsfaktor a bestimmt ist. Dann ist die Gesamtrichtcharakteristik mittels des Gewichtungsfaktors a einstellbar.

[0038] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dazu zeigt:

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Aufbaus eines Hinter-dem-Ohr-Hörgeräts ohne Schallschlauch und Ohrstück;

FIG 2 einen Signalfussgraphen zu einem System, welches eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung umfasst; und

FIG 3 ein Blockschaltbild zur prinzipiellen Funktionsweise einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Hörvorrichtung.

[0039] Die Beispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung dar.

[0040] In FIG 2 ist ein Hörgerät 12 mit einer Mikrofonanordnung 14 aus zwei Mikrofonen 16, 18 gezeigt. Das Hörgerät 12 kann z.B. ein Hinter-dem-Ohr-Hörgerät sein, von dem sich ein in FIG 2 nicht weiter dargestelltes Gehäuse mit der Mikrofonanordnung 14 hinter einem Ohr eines Geräteträgers befindet.

[0041] Das Hörgerät 12 kann beispielsweise auch einen Schallschlauch und eine Otoplastik umfassen. Die Otoplastik kann dabei in einem Gehörgang des Geräte-

trägers eingesetzt sein. Durch einen Hörer 20 des Hörgeräts 12 wird ein Schall erzeugt, welcher durch den Schallschlauch und die Otoplastik in den Gehörgang geleitet wird. Anstelle einer Otoplastik kann auch eine andere Art von Ohrstück vorgesehen sein.

[0042] Eine das Hörgerät 12 umgebende Luft und das Ohr des Geräteträgers bilden eine Umgebung des Hörgeräts 12, welche zusammen mit dem Hörgerät 12 ein System 10 bilden, in welchem es zu einer Rückkopplung kommen kann. Durch die Umgebung sind Rückkopplungspfade 22, 24 gebildet, über welche ein Schall Y des Hörers 20 zu der Mikrofonanordnung 14 gelangen kann. Die Rückkopplungspfade 22, 24 umfassen beispielsweise einen akustischen Ausbreitungspfad, welcher durch eine Lüftungsöffnung der Otoplastik führt. Bei einer Ausbreitung des Schallsignals Y entlang des Rückkopplungspfads 22 wird das Schallsignal Y gemäß einer Übertragungsfunktion F_1 verändert, die in FIG 2 mit dem Bezugszeichen 26 bezeichnet ist. Für den Rückkopplungspfad 24 ergibt sich eine Übertragungsfunktion F_2 , die in FIG 2 mit dem Bezugszeichen 28 bezeichnet ist.

[0043] Durch das Mikrofon 16 wird ein Schall X einer Schallquelle empfangen, die sich in einer Nähe des Geräteträgers befindet. Der Schall X trifft mit einer Zeitverzögerung τ_e auch auf das Mikrofon 18. Die Zeitverzögerung τ_e hängt dabei von einem Abstand d der Mikrofone 16, 18 und von einem Winkel α zwischen der Ausbreitungsrichtung des Schalls X und einer Achse der Mikrofonanordnung 14 in der beschriebenen Weise ab. Der Schall X und der über die Rückkopplungspfade 22, 24 gelangte Schall Y überlagern sich an den Mikrofonen 16, 18. Dies ist in FIG 2 durch Summensymbole 30, 30' angedeutet.

[0044] Das Hörgerät 12 weist eine Einrichtung 32 zum Erzeugen einer Richtwirkung der Mikrofonanordnung 14 auf. Die Mikrofone 16 und 18 selbst können dabei jeweils eine omnidirektionale Richtwirkung aufweisen, d.h. jedes einzelne der Mikrofone 16, 18 erfasst einen Schall in diesem Fall ungerichtet. Die Einrichtung 32 umfasst Verzögerungselemente 34, durch welche ein Mikrofonensignal um eine Verzögerungszeit τ_i verzögert werden kann. Eine solche Verzögerung kann beispielsweise durch Verändern einer Phase einer spektralen Komponente des Mikrofonensignals bewirkt werden. Zu der Einrichtung 32 gehören auch Summierer 36, 38, 40, durch welche jeweils zwei Signale überlagert, d.h. addiert werden können. Dabei wird bei den Summierern 36, 38 eines der Eingangssignale vor der Überlagerung invertiert. Dies ist in FIG 2 durch ein Minuszeichen angedeutet. Die Einheit 32 umfasst des Weiteren einen Multiplizierer 42, durch welchen ein Signal mit einem Gewichtungsfaktor a gewichtet, d.h. multipliziert werden kann.

[0045] Durch die Einrichtung 32 sind ein Kardiod-Zweig 44 und ein Anti-Kardiod-Zweig 46 als Signalpfade bereitgestellt. Bei einem Signal, welches über den Kardiod-Zweig 44 zu dem Summierer 40 gelangt, sind Signalanteile gemäß einer Kardiod-Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung 14 gedämpft. Über den Anti-Kardio-

id-Zweig 46 gelangt ein Signal zu dem Summierer 40, bei welchem Signalanteile gemäß einer Anti-Kardiod-Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung 14 gedämpft sind. Ein Anteil des Signals des Zweigs 46 an einem Summensignal am Ausgang 48 der Einheit 32 wird durch den Gewichtungsfaktor a bestimmt. Der Gewichtungsfaktor a ist ein Richtparameter der Einrichtung 32.

[0046] Der Ausgang 48 der Einheit 32 ist mit einem Verstärker 50 des Hörgeräts 12 gekoppelt. Durch den Verstärker 50 kann ein Signal in Abhängigkeit von einer Hörkurve des Geräteträgers zum Ausgleichen eines Hörverlusts verstärkt werden.

[0047] Ein Signalpfad bestehend aus dem Rückkopplungspfad 22 und dem elektrischen Pfad vom Mikrofon 16 hin zum Hörer 20 bildet eine erste Rückkopplungsschleife. Der Rückkopplungspfad 24 und der elektrische Signalpfad vom Mikrofon 18 zum Hörer 20 bilden zusammen eine zweite Rückkopplungsschleife. Über die beiden Rückkopplungsschleifen ergibt sich ein Rückkopplungseffekt. Von einer Verstärkung entlang der Rückkopplungsschleifen hängt ab, ob ein Signal zu einer Rückkopplung in dem bereits beschriebenen Sinne, d.h. einem hörbaren Pfeifen, führt.

[0048] Für das in FIG 2 gezeigte System 10 aus dem Hörgerät 12 und seiner Umgebung ergibt sich eine Gesamtübertragungsfunktion $Y/X = A/B$, wobei A bzw. B in der bereits beschriebenen Weise definiert sind. In Zusammenhang mit den Größen A und B sei noch erwähnt, dass $\exp()$ die Exponentialfunktion ist und j die imaginäre Einheit, für die gilt: $j^2 = -1$.

[0049] Anhand der Gesamtübertragungsfunktion Y/X kann eine Stabilitätsgrenze des Systems 10 in Abhängigkeit von Werten für die Übertragungsfunktionen F_1 und F_2 berechnet werden. Eine Stabilitätsbedingung für das System 10 ist, dass der Betrag des Terms $H_c[F_1(1+a \exp(-j \omega \tau_i)) - F_2(a + \exp(-j \omega \tau_i))]$ kleiner oder gleich 1 ist. Dann erzeugt der Schall X keine Rückkopplung. Das heißt, ein über die Rückkopplungspfade 22 und 24 zu der Mikrofonanordnung 14 gelangender Schall Y des Hörers 20 erzeugt zwar einen Rückkopplungseffekt, so dass durch ihn wieder ein Mikrofonensignal in dem Hörgerät 12 hervorgerufen werden kann, das erneut prozessiert wird. Das Signal wird dabei aber stets entlang der Rückkopplungsschleife so weit abgeschwächt, dass es im Laufe der Zeit selbstständig abklingt.

[0050] Ergibt sich für den Term dagegen ein Wert größer als Eins, weil beispielsweise der Gewichtungsfaktor a zu groß gewählt wurde, so kann dies zu einer Rückkopplung, d.h. einem hörbaren Pfeifen, führen.

[0051] Von dem angegebenen Term können auch Teile einzeln untersucht werden. Der Faktor $C_1 = H_c(1 + a \exp(-j \omega \tau_i))$ für F_1 und der Faktor $C_2 = H_c(a + \exp(-j \omega \tau_i))$ für F_2 kann beispielsweise jeweils daraufhin untersucht werden, ob er größer oder kleiner 1 ist. Ist wenigstens einer dieser Faktoren größer 1, so ist die Stabilitätsgrenze bei dem System 10 früher erreicht als bei einem System mit einem einzelnen, omnidirektionalen Mikrofon. Wenn die beiden Übertragungsfunktionen F_1 und F_2 der Rück-

kopplungspfade 22 und 24 ähnlich sind, haben dabei natürlich beide eine signifikante Auswirkung auf die Stabilitätsgrenze.

[0052] Sind die Summanden C_1 und C_2 dagegen kleiner als 1, so ist das System 10 stabiler als ein System mit einem einzelnen omnidirektionalen Mikrofon. Dann ist eine größere Verstärkung des Signals durch den Verstärker 50 möglich als bei einem Hörgerät mit einem einzelnen Mikrofon. Beide Summanden C_1 und C_2 hängen von dem Gewichtungsfaktor a für den Anti-Kardioid-Zweig 46 und von der Frequenz ω ab. Abhängig von dem Gewichtungsfaktor a ist der kritische Verstärkungswert größer als bei einem Hörgerät mit nur einem einzigen, omnidirektionalen Mikrofon. In einem solchen Fall kann durch das Hörgerät 12 eine entsprechend größere Verstärkung bereitgestellt werden, ohne dass dabei eine Rückkopplung ausgelöst wird.

[0053] Durch die Gesamtübertragungsfunktion ist eine Berechnung eines maximalen Gewichtungsfaktors a für den Anti-Kardioid-Zweig 46 möglich, bis zu welchem ein im Wesentlichen rückkopplungsfreier Betrieb des Hörgeräts 12 möglich ist. Diese Berechnung erfordert eine Messung der Übertragungsfunktionen F_1 und F_2 der Rückkopplungspfade 22, 24. Übertragungsfunktionen F_1 und F_2 und weitere Übertragungsfunktionen für die einzelnen Rückkopplungspfade können beispielweise dadurch ermittelt werden, dass ein Geräteträger eine für ihn bestimmte Hörvorrichtung in der vorgesehenen Weise trägt und Testmessungen, beispielsweise durch einen Hörgeräteakustiker, durchgeführt werden. Anhand der so ermittelten Übertragungsfunktionen der Rückkopplungspfade kann dann z.B. ein Intervall $a < a_0$ von Werten ermittelt werden, für die sich ein rückkopplungsverminderter Betrieb ergibt.

[0054] Im Betrieb kann der Gewichtungsfaktor a kann dann auf den maximalen Wert a_0 begrenzt werden, d.h. auf die obere Grenze des ermittelten Intervalls. Ein Geräteträger nimmt eine solche Begrenzung dann als verringerte Direktivität in solchen Situationen wahr, in welchen eine Rückkopplung zu erwarten ist.

[0055] Durch Berechnen eines Abstandes des Gewichtungsfaktors a zu dem maximal zulässigen Wert a_0 lässt sich auch ein Algorithmus zur Rückkopplungsunterdrückung steuern. Ist der Gewichtungsfaktor a zu einem bestimmten Zeitpunkt auf einen Wert nahe dem maximal zulässigen Wert a_0 eingestellt, kann bereits eine verhältnismäßig kleine Änderung des Gewichtungsfaktors a zu einem instabilen System führen. Genauso kann die Instabilität durch eine geringfügige Veränderung der Übertragungsfunktionen F_1 oder F_2 verursacht werden. Befindet sich das System 10 nahe an einer solchen Stabilitätsgrenze, so kann eine Anpassungsgeschwindigkeit des Algorithmus zur Rückkopplungsunterdrückung erhöht werden. Kommt es dann tatsächlich zu einer Rückkopplung, wird diese durch den Algorithmus besonders schnell unterdrückt.

[0056] Bei einem Algorithmus zur Rückkopplungsunterdrückung kann auch eine Erkennung oder Detektion

für eine Rückkopplung bereitgestellt sein. Auf Grundlage einer solchen Erkennung kann eine adaptive Begrenzung des Gewichtungsfaktors a ermöglicht werden. Wird eine Rückkopplung erkannt, so kann eine Grenze für den Gewichtungsfaktor a reduziert werden. Dadurch wird dann auch der momentane Wert des Gewichtungsfaktors a selbst soweit reduziert, bis das System wieder stabil ist. Dann klingt die Rückkopplung selbstständig ab. Wird anschließend für eine vorbestimmte Zeitdauer keine erneute Rückkopplung erkannt, kann die Grenze für den Gewichtungsfaktor a wieder angehoben werden. Bei einer solchen adaptiven Begrenzung lässt sich dabei durch Vorgeben entsprechender Zeitkonstanten sicherstellen, dass keine zyklische Wiederholung von Rückkopplungen verursacht wird. Durch die adaptive Anpassung des Gewichtungsfaktors a für den Anti-Kardioid-Zweig 46 mithilfe des Algorithmus für die Rückkopplungsunterdrückung ergibt sich der Vorteil, dass ein Hörgerät auch bei einer Veränderung der Umgebung stets einen entsprechend maximal möglichen Wert für den Gewichtungsfaktor a zulässt.

[0057] Ein besonderer Aspekt der Erfindung ist die Möglichkeit, eine Stabilitätsgrenze für ein System auf Grundlage des Richtparameters a und der Übertragungsfunktionen F_1 , F_2 für Rückkopplungspfade mathematisch zu bestimmen. Dadurch ist eine Begrenzung des Gewichtungsfaktors a ermöglicht, so dass stets ein stabiles System gewährleistet ist. Dabei sind auch die beispielsweise durch eine Hörkurve eines Geräteträgers vorgegebene Verstärkung der Mikrofonsignale berücksichtigt.

[0058] In Verbindung mit einem Algorithmus für eine Rückkopplungsunterdrückung ergeben sich des Weiteren Möglichkeiten, die Begrenzung adaptiv während eines Betriebs der Hörvorrichtung anzupassen, wenn ein Schall kritisch verstärkt wird. Indem Kerben der Richtcharakteristik in entsprechender Weise ausgerichtet werden, lässt sich auch eine besonders hohe Verstärkung, wie sie für Hörgeräte mit lediglich einem einzelnen, omnidirektionalen Mikrofon möglich ist, auch für ein Hörgerät mit Richtwirkung erreichen. Eine Kerbe einer Richtcharakteristik ist dabei eine solche Erfassungsrichtung, für welche sich eine vergleichsweise starke Dämpfung ergibt.

[0059] In FIG 3 sind eine Steuerungseinrichtung 52, eine Richtmikrofoneinrichtung 54 und eine Einrichtung zur Unterdrückung einer Rückkopplung, d.h. eine Rückkopplungsunterdrückung 56, gezeigt. Die drei Einrichtungen 52, 54, 56 können als Programme auf einem Signalverarbeitungsprozessor einer Hörvorrichtung bereitgestellt sein. Durch die Richtmikrofoneinrichtung 54 können Signale einer Mikrofonanordnung beispielsweise in der in Zusammenhang mit der Einrichtung 32 erläuterten Weise verarbeitet werden, um eine Richtcharakteristik für die Mikrofonanordnung zu erzeugen. Die Rückkopplungsunterdrückung 56 kann beispielsweise dazu ausgelegt sein, Übertragungsfunktionen von Rückkopplungspfaden zu schätzen, um anhand der geschätzten

Übertragungsfunktionen ein Kompensationssignal zu erzeugen, mit dem sich ein Signal einer akustischen Rückkopplung dämpfen lässt.

[0060] Die Richtmikrofoneinrichtung 54 und die Rückkopplungsunterdrückung 56 sind jeweils mit der Steuerungseinrichtung 52 gekoppelt. Durch die Steuerungseinrichtung 52 ist ein Richtparameter der Richtmikrofoneinrichtung 54 einstellbar. Des Weiteren ist eine Schrittweite für einen Anpassungsalgorithmus der Rückkopplungsunterdrückung 56 durch die Steuerungseinrichtung 52 einstellbar. Umgekehrt können auch momentane Werte dieser Parameter aus der Richtmikrofoneinrichtung 54 und der Rückkopplungsunterdrückung 56 ausgelesen werden. Zusätzlich können auch die geschätzten Übertragungsfunktionen für die Rückkopplungspfade aus der Rückkopplungsunterdrückung 56 ausgelesen werden.

[0061] Die Steuerungseinrichtung 52 ist dazu ausgelegt, anhand dieser Werte den Richtparameter bzw. die Schrittweite in der in Zusammenhang mit FIG 2 beschriebenen Weise zu steuern. Damit ist es bei der Hörvorrichtung möglich, zum Vorbeugen oder Unterdrücken einer akustischen Rückkopplung die Richtmikrofoneinrichtung 54 und/oder die Rückkopplungsunterdrückung 56 entsprechend zu steuern. Es kann insbesondere ermöglicht werden, die Richtcharakteristik gemäß den Bedürfnissen eines Trägers der Hörvorrichtung flexibel einzustellen und dabei zum Unterdrücken einer eventuellen Rückkopplung die Schrittweite des Anpassungsalgorithmus der Rückkopplungsunterdrückung 56 entsprechend zu steuern. Genauso lässt es sich aber auch ermöglichen, eine Rückkopplung wirkungsvoll zu vermeiden bzw. eine aufgetretene Rückkopplung zu unterdrücken, indem die Richtcharakteristik durch eine entsprechende Steuerung der Richtmikrofoneinrichtung 54 eingestellt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Hörvorrichtung (12), bei der ein Richtparameter zum Festlegen einer Richtcharakteristik einer Mikrofonanordnung (14) der Hörvorrichtung (12) einstellbar ist, mit den Schritten:
 - Vorgeben einer Stabilitätsbedingung für einen rückkopplungsverminderten Betrieb der Hörvorrichtung (12) in Abhängigkeit von dem Richtparameter;
 - Ermitteln derjenigen Werte des Richtparameters, für welche die Stabilitätsbedingung erfüllt ist;
 - Begrenzen der möglichen Werte für den Richtparameter im Betrieb der Hörvorrichtung auf die ermittelten Werte.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Term eines Nenners einer Gesamtüber-

tragungsfunktion vorgegeben wird und hierbei der Term zumindest den Richtparameter (a) und eine Übertragungsfunktion (26, 28) eines Rückkopplungspfad (22, 24) umfasst, und wobei diejenigen Werte für den Richtparameter (a) ermittelt werden, für welche als Stabilitätsbedingung erfüllt ist, dass der Term ein vorbestimmtes Kriterium erfüllt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Werte in Abhängigkeit von einer Frequenz eines Signals ermittelt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, bei welchem die Gesamtübertragungsfunktion als Quotient A/B gebildet ist, wobei $A = [1 - \exp(-j\omega(\tau_e + \tau_i))]$ H_c und $B = 1 - H_c F_1(1 + a \exp(-j\omega\tau_i)) - F_2(a + \exp(-j\omega\tau_i))$ gilt, und hierdurch
 - eine Übertragungsfunktion F_1 eines ersten Rückkopplungspfad und eine Übertragungsfunktion F_2 eines zweiten Rückkopplungspfad,
 - eine Verstärkungsfunktion H_c der Hörvorrichtung,
 - eine Frequenz ω eines Signals,
 - eine Verzögerungszeit τ_i und ein Gewichtungsfaktor a als der Richtparameter, durch welche beiden die Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung festgelegt ist, und
 - eine Laufzeit τ_e eines Schalls zwischen zwei Mikrofonen der Mikrofonanordnung umfasst ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Ermitteln der Werte für den Gewichtungsfaktor a überprüft wird, ob ein Betrag des Terms $H_c F_1(1 + a \exp(-j\omega\tau_i)) - F_2(a + \exp(-j\omega\tau_i))$ kleiner als ein Stabilitätsgrenzwert, insbesondere kleiner als Eins, ist.
6. Verfahren zum Betreiben einer Hörvorrichtung (12), bei der als ein erster Parameter ein Richtparameter zum Festlegen einer Richtcharakteristik einer Mikrofonanordnung (14) und als ein zweiter Parameter ein Steuerparameter zum Steuern einer Einrichtung (56) zur Rückkopplungsunterdrückung einstellbar ist, mit den Schritten:
 - Vorgeben eines Maßes für einen Rückkopplungseffekt;
 - Ermitteln eines Werts für das Maß anhand eines momentanen Werts des Richtparameters;
 - Einstellen zumindest eines der Parameter in Abhängigkeit von dem ermittelten Wert.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei als das Maß für den Rückkopplungseffekt ein

Abstandsmaß zu einer Stabilitätsgrenze in Abhängigkeit von dem Richtparameter vorgegeben wird und

als Parameter eine Schrittweite für einen Anpassungsalgorithmus der Einheit zur Rückkopplungsunterdrückung eingestellt wird und hierbei eine Anpassungsgeschwindigkeit des Anpassungsalgorithmus erhöht wird, falls die Hörvorrichtung nahe der Stabilitätsgrenze betrieben wird.

5

10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei als Maß für den Rückkopplungseffekt analysiert wird, ob eine Rückkopplung vorhanden ist, und beim Schritt des Einstellens der momentane Wert des Richtparameters solange verändert wird, bis ein Rückkopplungseffekt eine vorgegebene Schwelle unterschreitet.

15

9. Hörvorrichtung (12), mit einer Mikrofonanordnung und einer Einrichtung (56) zur Rückkopplungsunterdrückung, wobei als ein erster Parameter ein Richtparameter zum Festlegen einer Richtcharakteristik einer Mikrofonanordnung (14) und als ein zweiter Parameter ein Steuerparameter zum Steuern der Einrichtung (56) zur Rückkopplungsunterdrückung einstellbar ist, **gekennzeichnet durch** eine Steuereinrichtung (52), die dazu ausgelegt ist, die Hörvorrichtung gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche zu betreiben.

20

25

30

10. Hörvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung (14) durch eine Überlagerung einer Kardioid-Richtcharakteristik (44) und einer Anti-Kardioid-Richtcharakteristik (46) erzeugbar ist und durch den Richtparameter ein Anteil der Anti-Kardioid-Richtcharakteristik (46) bestimmt ist.

35

40

45

50

55

FIG 1
(Stand der Technik)

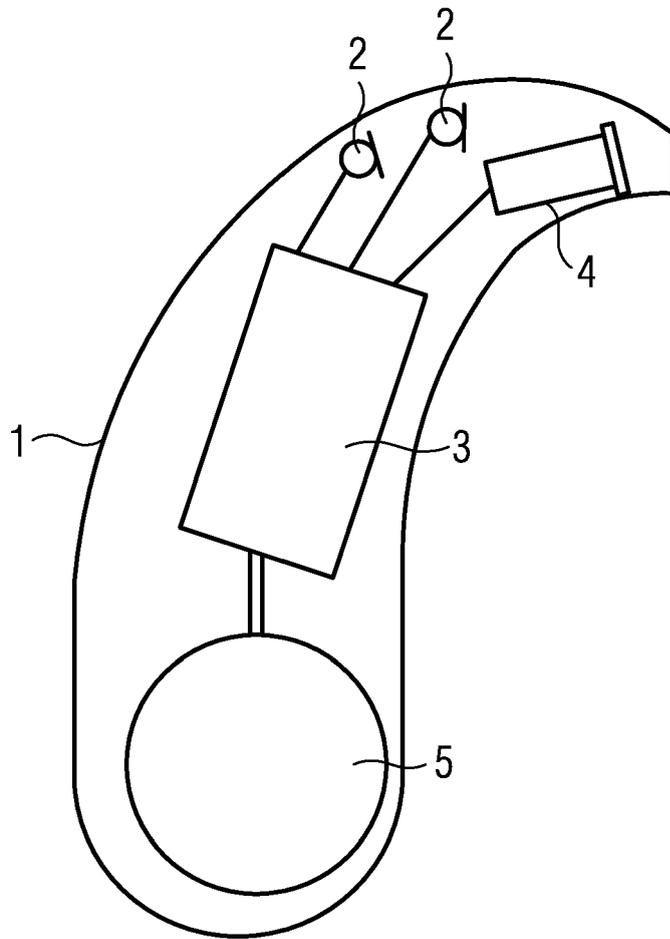
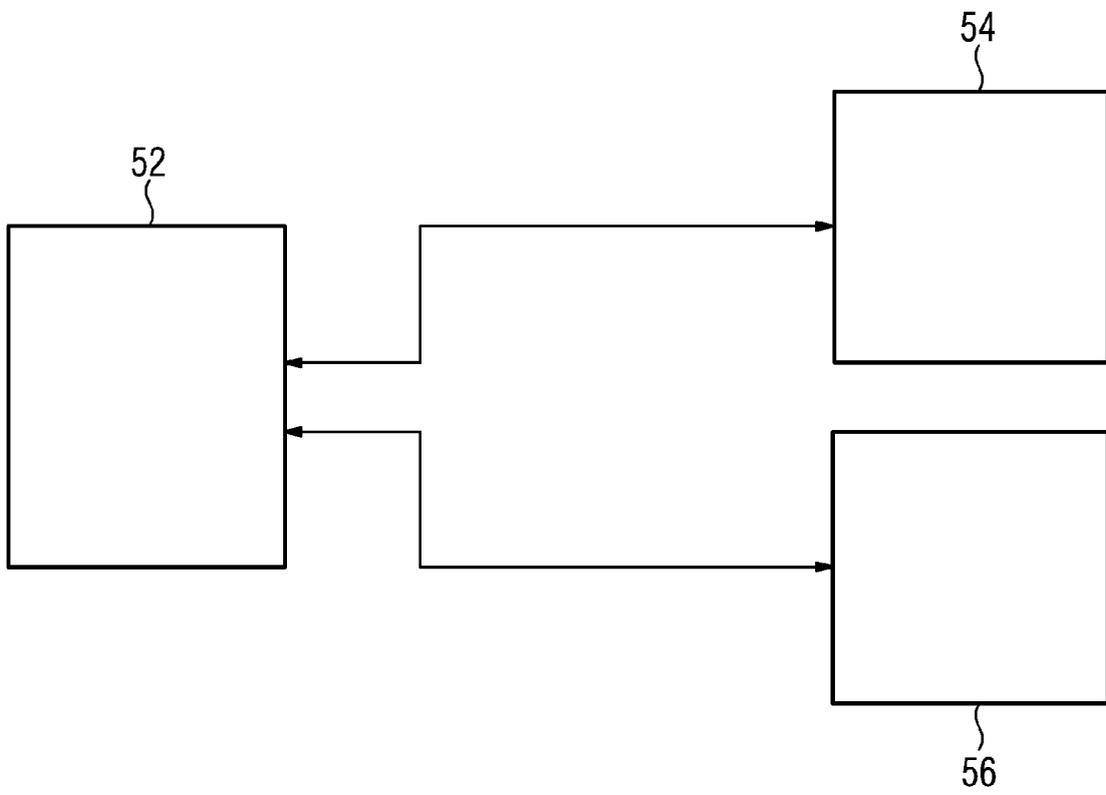


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 11 15 4523

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2005/091675 A1 (OTICON AS [DK]; HELLGREN JOHAN [DK]; NIELSEN THOMAS BO [DK]) 29. September 2005 (2005-09-29)	6,9,10	INV. H04R25/00
A	* Seite 5, Zeilen 1-16 * * Abbildung 1 *	1-5,7,8	
A	----- WO 2007/098808 A1 (WIDEX AS [DK]; KLINKBY KRISTIAN TJALFE [DK]; NORGAARD PETER MAGNUS [DK]) 7. September 2007 (2007-09-07) * Seite 9, Zeilen 10-17 * * Seite 17, Zeile 21 - Seite 20, Zeile 20 *	1-10	
A	----- WO 2007/113282 A1 (WIDEX AS [DK]; KLINKBY KRISTIAN TJALFE [DK]; NORGAARD PETER MAGNUS [DK]) 11. Oktober 2007 (2007-10-11) * Seite 33, Zeile 24 - Seite 38, Zeile 5 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Mai 2011	Prüfer Rogala, Tomasz
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	

 1
 EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 11 15 4523

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.

06-05-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005091675 A1	29-09-2005	CN 1934903 A	21-03-2007
		EP 1730992 A1	13-12-2006
		US 2007206824 A1	06-09-2007

WO 2007098808 A1	07-09-2007	AU 2006339098 A1	07-09-2007
		CA 2639969 A1	07-09-2007
		CN 101361403 A	04-02-2009
		EP 1992193 A1	19-11-2008
		EP 2317778 A2	04-05-2011
		JP 2009528733 T	06-08-2009
		US 2008298615 A1	04-12-2008

WO 2007113282 A1	11-10-2007	AU 2007233675 A1	11-10-2007
		CA 2647462 A1	11-10-2007
		CN 101438603 A	20-05-2009
		EP 2002690 A1	17-12-2008
		JP 2009532924 T	10-09-2009
		US 2009067651 A1	12-03-2009

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10313330 A1 [0012]
- DE 19844748 A1 [0013]
- DE 102005019149 B3 [0014]