



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.12.2004 Patentblatt 2004/52

(51) Int Cl.7: **H04R 25/00**

(21) Anmeldenummer: **04013165.8**

(22) Anmeldetag: **03.06.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder: **Fischer, Eghart**
91126 Schwabach (DE)

(74) Vertreter: **Berg, Peter, Dipl.-Ing.**
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(30) Priorität: **20.06.2003 DE 10327890**

(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik**
GmbH
91058 Erlangen (DE)

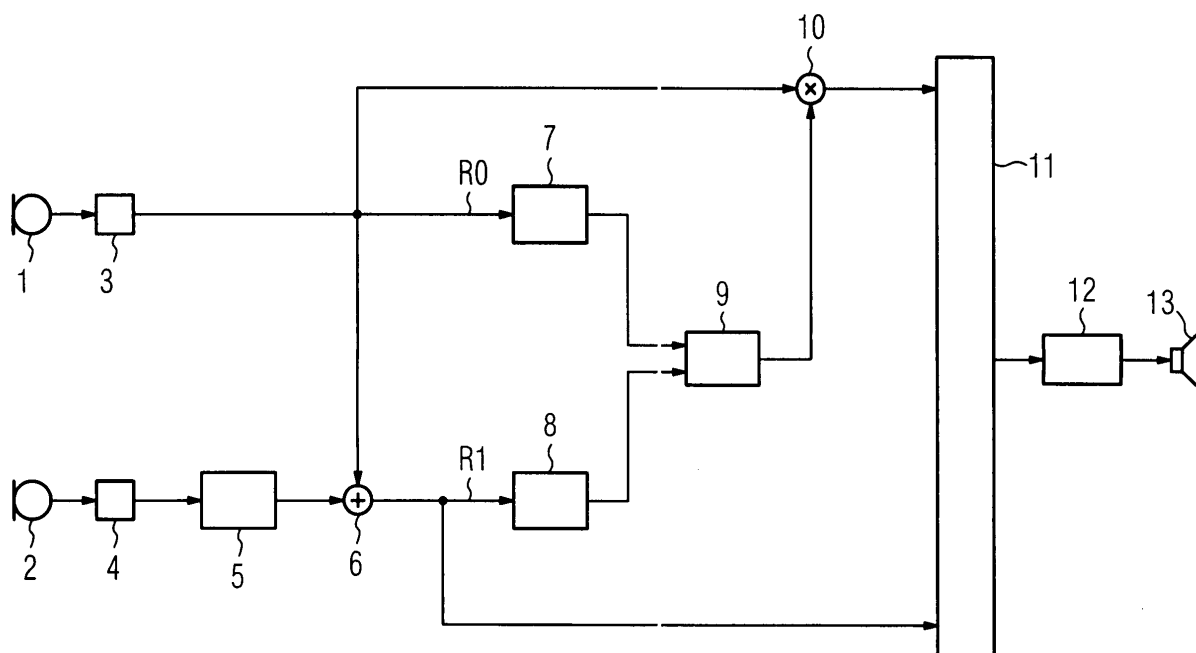
(54) **Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes sowie Hörhilfegerät mit einem Mikrofonsystem, bei dem unterschiedliche Richtcharakteristiken einstellbar sind**

(57) Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes sowie Hörhilfegerät mit einem Mikrofonsystem, bei dem unterschiedliche Richtcharakteristiken einstellbar sind

Bei einem Hörhilfegerät mit einem Mikrofonsystem (1, 2; 21, 22) sollen beim Umschalten zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken entstehende Artefakte vermieden werden. Hierzu sieht die Erfindung vor,

dass von Mikrofoneinheiten ((1; 1, 2), (21; 21, 22)) mit Richtcharakteristiken unterschiedlicher Ordnung ausgehende Mikrofonsignale (R0, R1; R0', R1') in ihren Signalpegeln angeglichen werden. Das Umschalten bzw. Überblenden erfolgt dann stets zwischen Mikrofonsignalen (R0, R1; R0', R1') mit gleichem Signalpegel, so dass durch das Umschalten bzw. Überblenden keine Pegelsprünge entstehen.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes mit einem Mikrofonsystem, einer Signalverarbeitungseinheit und einem Ausgangswandler, wobei das Mikrofonsystem wenigstens zwei Mikrofoneinheiten umfasst, von denen Mikrofonssignale ausgehen und die Richtcharakteristiken unterschiedlicher Ordnung aufweisen, und wobei die Richtcharakteristik des Mikrofonsystems während des Betriebes des Hörhilfegerätes veränderbar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Hörhilfegerät zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] In modernen Hörhilfegeräten finden Einrichtungen zur Klassifikation von Hörsituationen Verwendung. Je nach Hörsituation werden die Übertragungsparameter des Hörhilfegerätes automatisch variiert. Dabei kann die Klassifikation u.a. Einfluss haben auf die Wirkungsweise von Störgeräuschunterdrückungsalgorithmen als auch auf das Mikrofonsystem. So wird beispielsweise je nach erkannter Hörsituation gewählt (diskret umgeschaltet bzw. kontinuierlich übergeblendet) zwischen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik (Richtcharakteristik nullter Ordnung) und einer deutlichen Richtwirkung des Mikrofonsystems (Richtcharakteristik erster oder höherer Ordnung). Zur Erzeugung der Richtcharakteristik werden Gradientenmikrofone verwendet oder mehrere omnidirektionale Mikrofone elektrisch miteinander verschaltet. Derartige Mikrofonsysteme zeigen ein frequenzabhängiges Übertragungsverhalten, bei dem ein deutlicher Abfall zu tiefen Frequenzen zu verzeichnen ist. Das Rauschverhalten der Mikrofone ist dagegen frequenzunabhängig und gegenüber einem omnidirektionalen Mikrofon geringfügig verstärkt. Zum Erreichen eines natürlichen Klangeindrucks muss der Hochpassfrequenzgang des Mikrofonsystems durch Verstärkung der tiefen Frequenzen ausgeglichen werden.

[0003] Dabei wird das im tiefen Frequenzbereich vorhandene Rauschen ebenfalls verstärkt und unter Umständen deutlich und störend hörbar, während leise Geräusche vom Rauschen verdeckt werden.

[0004] Aus der DE 198 49 739 A1 ist ein Hörgerät mit wenigstens zwei Mikrofonen zur Bildung eines Richtmikrofonsystems bekannt. Um eine unerwünschte Verfälschung der Richtmikrofoncharakteristik durch nicht aufeinander abgestimmte Mikrofone zu vermeiden, werden Kennwerte der Signale beider Mikrofone über ein Vergleichselement, ein Regelement und ein Stellelement erfasst und bei Abweichung einander angeglichen.

[0005] Aus der WO 00/76268 A2 ist ein Hörhilfegerät bekannt mit einer Signalverarbeitungseinheit und mindestens zwei Mikrofonen, die zur Bildung von Richtmikrofonsystemen unterschiedlicher Ordnung miteinander verschaltbar sind, wobei die Richtmikrofonsysteme ihrerseits in von der Frequenz der von den Mikrofonen abgegebenen Mikrofonssignale abhängiger Gewichtung miteinander verschaltbar sind. In Abhängigkeit des Er-

gebnisses einer Signalanalyse kann die Grenzfrequenz zwischen benachbarten Frequenzbändern, bei denen eine unterschiedliche Gewichtung der Mikrofonssignale vorgesehen ist, eingestellt werden.

[0006] Aus der EP 0 942 627 A2 ist ein Hörgerät mit Richtmikrofon-System mit einer Signalverarbeitungseinrichtung, einem Hörer und mehreren Mikrofonen bekannt, deren Ausgangssignale zur Erzeugung einer individuellen Richtmikrofoncharakteristik über Verzögerungseinrichtungen und die Signalverarbeitungseinrichtung in unterschiedlicher Gewichtung miteinander verschaltbar sind. Bei dem Richtmikrofon-System kann die bevorzugte Empfangsrichtung (Haupttrichtung) in Anpassung an eine vorliegende Hörsituation individuell eingestellt werden.

[0007] Aus der US 5,524,056 ist ein Hörgerät mit einem omnidirektionalen Mikrofon und einem directionalen Mikrofon erster oder höherer Ordnung bekannt. Das Mikrofonssignal des directionalen Mikrofons wird im Bereich niedriger Signalfrequenzen in seiner Amplitude verstärkt und dem Mikrofonssignal des omnidirektionalen Mikrofons angeglichen. Zur Erzeugung eines möglichst linearen Frequenzgangs ist in dem Mikrofonssignalfeld des directionalen Mikrofons ein Equalizer vorgesehen, der das Mikrofonssignal im unteren Frequenzbereich anhebt. Sowohl das Mikrofonssignal des omnidirektionalen Mikrofons als auch das Mikrofonssignal des directionalen Mikrofons sind schließlich einer Umschalteneinheit zugeführt. In einer ersten Schaltstellung der Umschalteneinheit ist das omnidirektionale Mikrofon und in einer zweiten Schaltstellung der Umschalteneinheit das directionale Mikrofon mit einem Hörgeräte-Verstärker verbunden. Die Umschalteneinheit kann in Abhängigkeit des Signalpegels eines Mikrofonssignals automatisch umschalten.

[0008] Nachteilig bei den bekannten Hörhilfegeräten mit einem Richtmikrofonsystem ist, dass beim Umschalten zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken des Mikrofonsystems bzw. bei einem schnellen Übergang von einer Richtcharakteristik auf eine andere Pegelsprünge und damit Artefakte hervorgerufen werden.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei einem Hörhilfegerät Artefakte bei schnellen Änderungen der Richtcharakteristik des Mikrofonsystems zu vermeiden.

[0010] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes mit einem Mikrofonsystem, einer Signalverarbeitungseinheit und einem Ausgangswandler, wobei das Mikrofonsystem wenigstens zwei Mikrofoneinheiten umfasst, von denen Mikrofonssignale ausgehen und die Richtcharakteristiken unterschiedlicher Ordnung aufweisen, und wobei die Richtcharakteristik des Mikrofonsystems während des Betriebes des Hörhilfegerätes veränderbar ist, dadurch gelöst, dass bei wenigstens einer Mikrofoneinheit der Signalpegel des von der Mikrofoneinheit ausgehenden Mikrofonssignals dem Signalpegel eines Referenzsignals angeglichen wird.

[0011] Ferner wird die Aufgabe bei einem Hörhilfegerät zur Durchführung des Verfahrens mit einem Mikrofonsystem, einer Signalverarbeitungseinheit und einem Ausgangswandler, wobei das Mikrofonsystem wenigstens zwei Mikrofoneinheiten umfasst, von denen Mikrofon-signale ausgehen und die Richtcharakteristiken unterschiedlicher Ordnung aufweisen, und wobei die Richtcharakteristik des Mikrofonsystems während des Betriebes des Hörhilfegerätes veränderbar ist, gelöst durch Mittel zur Angleichung des Signalpegels wenigstens eines von einer Mikrofoneinheit ausgehenden Mikrofon-signals an den Signalpegel eines Referenzsignals.

[0012] Das erfindungsgemäße Hörhilfegerät umfasst ein Mikrofonsystem mit mindestens zwei Mikrofonen, um Richtcharakteristiken nullter und erster Ordnung realisieren zu können. Vorzugsweise sind jedoch mehr als zwei Mikrofone vorhanden, so dass auch Richtcharakteristiken zweiter und höherer Ordnung möglich sind. Weiterhin umfasst das Hörhilfegerät eine Signalverarbeitungseinheit zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des von dem Mikrofonsystem erzeugten Mikrofon-signals. Die Signalausgabe erfolgt üblicherweise durch ein akustisches Ausgangssignal mittels eines Hörers. Es sind aber auch andere Arten von Ausgangswandlern bekannt, die z.B. Vibrationen erzeugen.

[0013] Als Richtcharakteristik nullter Ordnung im Sinne der Erfindung ist eine omnidirektionale Richtcharakteristik zu verstehen, die beispielsweise von einem einzelnen, nicht mit weiteren Mikrofonen verschalteten omnidirektionalen Mikrofon hervorgeht. Eine Mikrofoneinheit mit einer Richtcharakteristik erster Ordnung (Richtmikrofon erster Ordnung) kann beispielsweise durch ein einzelnes Gradientenmikrofon oder die elektrische Verschaltung zweier omnidirektionaler Mikrofone realisiert werden. Mit Richtmikrofonen erster Ordnung ist ein theoretisch erreichbarer Maximalwert des Direktivitäts-Index (DI) von 6 dB (Hyperniere) zu erreichen. In der Praxis erhält man am KEMAR (einer Standardforschungspuppe) bei optimaler Lage der Mikrofone und bestem Abgleich der von den Mikrofonen erzeugten Signale DI-Werte von 4-4,5 dB. Richtmikrofone zweiter und höherer Ordnung weisen DI-Werte von 10 dB und mehr auf, die beispielsweise für eine bessere Sprachverständlichkeit vorteilhaft sind. Enthält ein Hörhilfegerät ein Mikrofonsystem mit beispielsweise drei omnidirektionalen Mikrofonen, so können auf dieser Basis durch geeignete Verschaltung der Mikrofone gleichzeitig Mikrofoneinheiten mit Richtcharakteristiken nullter bis zweiter Ordnung realisiert werden.

[0014] Ein einzelnes omnidirektionales Mikrofon stellt für sich eine Mikrofoneinheit nullter Ordnung dar. Wird bei zwei omnidirektionalen Mikrofonen das Mikrofon-signal eines Mikrofon-s verzögert, invertiert und zu dem Mikrofon-signal des anderen Mikrofon-s addiert, so entsteht eine Mikrofoneinheit erster Ordnung. Wird wiederum bei zwei Mikrofoneinheiten erster Ordnung das Mi-

krofon-signal einer Mikrofoneinheit verzögert, invertiert und zu dem Mikrofon-signal der zweiten Mikrofoneinheit erster Ordnung addiert, so ergibt sich eine Mikrofoneinheit mit Richtcharakteristik zweiter Ordnung. Auf diese Weise lassen sich - abhängig von der Anzahl omnidirektionaler Mikrofone - Mikrofoneinheiten beliebiger Ordnung realisieren.

[0015] Umfasst ein Mikrofonsystem Mikrofoneinheiten unterschiedlicher Ordnung, so kann zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken umgeschaltet werden, z.B. durch An- oder Ausschalten eines oder mehrerer Mikrofone. Weiterhin können durch eine geeignete elektrische Verschaltung der Mikrofoneinheiten auch beliebige Mischformen zwischen den Richtcharakteristiken unterschiedlicher Ordnung erzeugt werden. Hierzu werden die Mikrofon-signale der Mikrofoneinheiten unterschiedlich gewichtet und addiert, bevor sie in der Signalverarbeitungseinheit des Hörhilfegerätes weiter verarbeitet und verstärkt werden. So kann ein kontinuierlicher, gleitender Übergang zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken realisiert werden, wodurch sich störende Artefakte beim Umschalten vermeiden lassen.

[0016] Häufig ist jedoch ein allmählicher Übergang zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken nicht sinnvoll, z.B. wenn auf plötzlich einsetzenden Störlärm reagiert werden soll. Um diesen zu unterdrücken, muss entweder "hart" umgeschaltet oder sehr schnell übergeblendet werden. Dadurch werden bei herkömmlichen Hörhilfegeräten störende Artefakte erzeugt.

[0017] Bei dem Hörhilfegerät gemäß der Erfindung erfolgt vorteilhaft eine Angleichung der Signalpegel der von Mikrofoneinheiten unterschiedlicher Ordnung ausgehenden Mikrofon-signale. Dadurch wird es möglich, zwischen den Mikrofon-signalen umzuschalten bzw. bei der gleichzeitigen Verarbeitung mehrerer Mikrofon-signale die Gewichtung der einzelnen Mikrofon-signale schnell zu ändern, ohne dass dabei Pegelsprünge und damit verbundene Artefakte hervorgerufen werden. Ein plötzlicher Wechsel der Richtcharakteristik kann z.B. durch das Umschalten auf ein anderes Hörprogramm verursacht werden. Dabei kann der Programmwechsel sowohl manuell ausgelöst werden als auch aufgrund einer automatischen Situationserkennung durch das Hörhilfegerät erfolgen. Eine schnelle Veränderung der Richtcharakteristik erfolgt insbesondere dann, wenn das Hörhilfegerät plötzlich auftretenden Störlärm erkennt. Wird beispielsweise in der Hörsituation "Gespräch" plötzlich einsetzender Störlärm von der Seite oder von hinten durch das omnidirektionale Mikrofon erfasst, so wird auf das nach vorne gerichtete direktionale Mikrofon umgeschaltet bzw. das Gewicht des von dem direktionalen Mikrofon ausgehenden Mikrofon-signals gegenüber dem Gewicht des von dem omnidirektionalen Mikrofon ausgehenden Mikrofon-signals erhöht.

[0018] Um bei einem Hörhilfegerät gemäß der Erfindung Pegelsprünge beim Umschalten bzw. bei einem schnellen Wechsel der Richtcharakteristik zu vermei-

den, werden die Signalpegel der von Mikrofoneinheiten unterschiedlicher Ordnung ausgehenden Mikrofonssignale normiert. Als Referenzsignal dient z.B. der Signalpegel eines omnidirektionalen Mikrofons. Vorzugsweise wird jedoch der Signalpegel eines Richtmikrofons und insbesondere der Signalpegel des Richtmikrofons mit der größten Richtwirkung als Referenzsignal herangezogen. Die Signalpegel der von den unterschiedlichen Mikrofoneinheiten ausgehenden Mikrofonssignale werden dem Signalpegel des Referenzsignals angeglichen. Beim Umschalten zwischen unterschiedlichen Mikrofoneinheiten bzw. einer Veränderung der Gewichtung der Mikrofonssignale, wobei die Summe der Gewichte vorzugsweise stets 1 ergibt, erfolgt so immer ein Übergang zwischen Mikrofonssignalen mit gleichem Signalpegel. Durch eine Veränderung der Richtcharakteristik verursachte Pegelsprünge und daraus resultierende Umschaltartefakte werden somit verhindert.

[0019] Bei modernen Hörhilfegeräten wird das zu verarbeitende Mikrofonssignal üblicherweise zunächst in Frequenzbänder unterteilt. Im Zusammenhang mit der Erfindung werden bei einer Ausführungsform zunächst die Ausgangssignale der einzelnen Mikrofone in einzelne Frequenzbänder unterteilt. Anschließend werden die Mikrofonssignale in den einzelnen Frequenzbändern zur Erzeugung von Mikrofoneinheiten mit Richtcharakteristiken unterschiedlicher Ordnung miteinander verschaltet. Eine andere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass zunächst Mikrofoneinheiten bereitgestellt werden, die sich hinsichtlich ihrer Richtcharakteristik unterscheiden, um anschließend die Ausgangssignale dieser Mikrofoneinheiten in Frequenzbänder zu unterteilen. Auch die von der Frequenz abhängige, unterschiedliche Gewichtung der Mikrofonssignale der Mikrofoneinheiten unterschiedlicher Ordnung oder das Umschalten zwischen unterschiedlichen Ordnungen erfolgt dann vorteilhaft in diesen Frequenzbändern, wobei vorzugsweise sowohl die Gewichte der Mikrofonssignale unterschiedlicher Mikrofoneinheiten in einem Frequenzband als auch die Gewichte der von einer Mikrofoneinheit ausgehenden Mikrofonssignale in unterschiedlichen Frequenzbändern unabhängig voneinander einstellbar sind. Bei einem Hörhilfegerät gemäß der Erfindung kann die Normierung der Signalpegel dann auch in den einzelnen Frequenzbändern erfolgen. Die Vorgehensweise ist dabei prinzipiell die gleiche wie bei der zuvor beschriebenen Angleichung der Signalpegel der von unterschiedlichen Mikrofoneinheiten ausgehenden Mikrofonssignale. Ein Unterschied besteht lediglich darin, dass die Angleichung nicht über die gesamte Bandbreite des akustischen Eingangssignals erfolgt, sondern lediglich auf ein Frequenzband beschränkt ist. Vorzugsweise erfolgt die Angleichung dann parallel in allen Frequenzbändern, in die das zu verarbeitende Eingangssignal aufgeteilt ist.

[0020] Die Erfindung kann bei allen bekannten Hörhilfegeräte-Typen mit einem Richtmikrofonsystem angewendet werden, beispielsweise bei hinter dem Ohr

tragbaren Hörhilfegeräten, in dem Ohr tragbaren Hörhilfegeräten, implantierbaren Hörhilfegeräten oder Taschenhörhilfegeräten. Weiterhin kann das Hörhilfegerät gemäß der Erfindung auch Teil eines mehrere Geräte zur Versorgung eines Schwerhörigen umfassenden Hörgerätesystems sein, z.B. Teil eines Hörgerätesystems mit zwei am Kopf getragenen Hörhilfegeräten zur binauralen Versorgung oder Teil eines Hörgerätesystems, bestehend aus einem am Kopf tragbaren Gerät und einer am Körper tragbaren Prozesseinheit.

[0021] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Figur 1 das Blockschaltbild eines Hörhilfegerätes mit einem Mikrofonssystem, bei dem eine Angleichung des Signalpegels der von Mikrofoneinheiten mit Richtcharakteristik unterschiedlicher Ordnung erzeugten Mikrofonssignale vorgesehen ist,

Figur 2 das Blockschaltbild eines Hörhilfegerätes, bei dem gegenüber dem Hörhilfegerät gemäß Figur 1 zusätzlich die Aufteilung der Mikrofonssignale in Frequenzbänder (Kanäle) vorgesehen ist.

[0022] Figur 1 zeigt das vereinfachte Blockschaltbild eines Hörhilfegerätes mit zwei omnidirektionalen Mikrofonen 1 und 2. Die von den Mikrofonen 1 und 2 erzeugten Mikrofonssignale sind zunächst Signalvorverarbeitungseinheiten 3 und 4 zugeführt. In diesen kann beispielsweise eine Vorverstärkung und A/D-Wandlung der elektrischen Ausgangssignale der Mikrofone erfolgen. Durch Verzögerung und Invertierung des von dem omnidirektionalen Mikrofon 2 erzeugten Mikrofonssignals in der Schaltungseinheit 5 und anschließende Summation mit dem von dem Mikrofon 1 ausgehenden Mikrofonssignal R0 in dem Summierer 6 entsteht aus den Mikrofonen 1 und 2 eine Richtmikrofoneinheit 1,2 mit Richtcharakteristik erster Ordnung, aus der das Mikrofonssignal R1 hervorgeht. Gemäß der Erfindung befinden sich in den Mikrofonssignalfaden des Mikrofons 1 und der aus den Mikrofonen 1 und 2 gebildeten Mikrofoneinheit 1, 2 Pegeldetektoren 7 bzw. 8, mittels derer die Signalpegel der jeweiligen Mikrofonssignale R0 bzw. R1 bestimmt werden können. Aus den so ermittelten Signalpegeln wird in der Schaltungseinheit 9 ein Multiplikator errechnet, der den Signalpegel des von dem omnidirektionalen Mikrofon 1 ausgehenden Mikrofonssignals R0 dem Signalpegel der aus den Mikrofonen 1 und 2 gebildeten Richtmikrofoneinheit 1, 2 angleicht. Die Multiplikation des von dem Mikrofon 1 ausgehenden Mikrofonssignals R0 mit dem errechneten Faktor erfolgt in einem Multiplizierer 10. Zur Angleichung der beiden Mikrofonssignale R0 und R1 errechnet sich der Faktor aus dem Quotienten des Signalpegels des von dem Richtmikrofon 1, 2 erzeugten Mikrofonssignals R1 im Zähler und dem Signalpegel des

von dem omnidirektionalen Mikrofon 1 erzeugen Mikrofonsignale R0 im Nenner. In Abhängigkeit des eingestellten Hörprogramms bzw. der jeweiligen Umgebungssituation wird das Mikrofonsignal R1 der aus den Mikrofonen 1 und 2 gebildeten Mikrofoneinheit 1,2 und das mit dem errechneten Faktor multiplizierten Mikrofonsignal R0 des omnidirektionalen Mikrofons 1 in der Gewichtungseinheit 11 unterschiedlich gewichtet und summiert. Vorzugsweise ergibt dabei die Summe der Gewichte stets 1. Durch die Angleichung (Normierung) der Mikrofonsignale R0 und R1 gemäß der Erfindung kann nun eine schnelle Änderung der Richtcharakteristik erfolgen, ohne dass hierdurch Pegelsprünge und damit störbare Artefakte erzeugt werden. Schließlich ist das Ausgangssignal der Gewichtungseinheit 11 zur Weiterverarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung einer Signalverarbeitungseinheit 12 zugeführt. Anschließend wird das verarbeitete Signal durch einen Hörer 13 in ein akustisches Signal zurück gewandelt und in einen Gehörgang eines Hörgeräteträgers abgegeben.

[0023] Das gezeigte Hörhilfegerät bietet den Vorteil, dass bei diesem durch eine Verschiebung der Gewichte in der Gewichtungseinheit 11 bzw. ein hartes Umschalten schnell zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken gewechselt werden kann, ohne dass hierbei Pegelsprünge und damit verbundene hörbare Verzerrungen durch die Veränderung der Richtcharakteristik hervorgerufen werden.

[0024] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt Figur 2. Auch bei diesem ist ein Mikrofonsystem mit zwei omnidirektionalen Mikrofonen 21 und 22 vorhanden. In den beiden Signalvorverarbeitungseinheiten 23 und 24 erfolgt jeweils eine Signalvorverarbeitung des betreffenden Mikrofonsignals, z.B. eine Vorverstärkung und A/D-Wandlung, und in der Schaltungseinheit 25 wird das von dem Mikrofon 22 erzeugte Mikrofonsignal verzögert und invertiert und in dem Summierer 26 zu dem Mikrofonsignal R0' des Mikrofons 21 addiert, woraus das Mikrofonsignal R1' hervorgeht. Damit stehen zur Weiterverarbeitung sowohl das von dem omnidirektionalen Mikrofon 21 ausgehende Mikrofonsignal R0' als auch das von der direktionalen Mikrofoneinheit 21, 22 erzeugte Mikrofonsignal R1' zur Verfügung. Anders als in dem vorausgehenden Ausführungsbeispiel werden die Mikrofonsignale nun jedoch in Frequenzbänder aufgeteilt, wobei zur Verbesserung der Übersichtlichkeit im Ausführungsbeispiel nur eine Aufteilung in jeweils zwei Frequenzbänder erfolgt, wohingegen in der Praxis eine Aufteilung in acht und mehr Frequenzbänder bei Hörhilfegeräten üblich ist. Zur Aufteilung ist das Mikrofonsignal R0' des omnidirektionalen Mikrofons 21 einer Filterbank 27 und das Mikrofonsignal R1' der direktionalen Mikrofoneinheit 21, 22 einer Filterbank 28 zugeführt. Aus der Filterbank 27 gehen die Mikrofonsignale R0A' sowie R0B' und aus der Filterbank 28 die Mikrofonsignale R1A' sowie R1B' hervor. Die Ausgänge der Filterbänke 27 und 28 sind jeweils mit ei-

nem Pegeldetektor 29, 30, 31, 32 verbunden. In den Pegeldetektoren 29, 30, 31, 32 werden die Signalpegel der betreffenden Mikrofonsignale R0A', R0B' bzw. R1A', R1B' in dem jeweiligen Frequenzband ermittelt. Anschließend wird der Signalpegel des Mikrofonsignals R0' des omnidirektionalen Mikrofons 21 dem Signalpegel des Mikrofonsignals R1' der direktionalen Mikrofoneinheit 21, 22 in dem jeweiligen Frequenzband angeglichen. Auch hierbei ergibt sich für das jeweilige Frequenzband der zur Angleichung erforderliche Faktor aus dem Quotienten des Signalpegels des Mikrofonsignals R1A' bzw. R1B' des direktionalen Mikrofons 21, 22 im Zähler und des Signalpegels des Mikrofonsignals R0A' bzw. R0B' des omnidirektionalen Mikrofons 21 im Nenner. Zur Ermittlung des Angleichungsfaktors sind Schaltungseinheiten 33 und 34 vorhanden. Die Multiplikation des jeweiligen Mikrofonsignals R0A' bzw. R0B' mit dem errechneten Faktor erfolgt dann in dem Multiplizierer 35 bzw. 36. Die für das jeweilige Frequenzband angeglichenen (normierten) Mikrofonsignale sind schließlich Signalverarbeitungseinheiten 37 bzw. 38 zugeführt, in denen die Mikrofonsignale unterschiedlich gewichtet und summiert werden bzw. in denen zwischen den unterschiedlichen Mikrofonsignalen umgeschaltet wird. Vorteilhaft kann in den Signalverarbeitungseinheiten 37 und 38 auch eine frequenzabhängige Weiterverarbeitung und Verstärkung der Mikrofonsignale zum Ausgleich des individuellen Hörverlustes eines Hörgeräteträgers erfolgen. Schließlich werden die getrennten Frequenzkanäle in dem Summierer 39 wieder zusammengeführt, dessen Ausgangssignal einer Signalverarbeitungseinheit 40 zugeführt ist, in der beispielsweise eine Signalendverstärkung und D/A-Wandlung erfolgt. Auch in diesem Ausführungsbeispiel erfolgt eine Umwandlung des elektrischen Ausgangssignals in ein akustisches Ausgangssignal in einem Hörer 41.

Zusammenfassend wird festgehalten:

[0025] Bei einem Hörhilfegerät mit einem Mikrofonsystem sollen beim Umschalten zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken entstehende Artefakte vermieden werden. Hierzu sieht die Erfindung vor, dass von Mikrofoneinheiten mit Richtcharakteristiken unterschiedlicher Ordnung ausgehende Mikrofonsignale in ihren Signalpegeln angeglichen werden. Das Umschalten bzw. Überblenden erfolgt dann stets zwischen Mikrofonsignalen mit gleichem Signalpegel, so dass durch das Umschalten bzw. Überblenden keine Pegelsprünge entstehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes mit einem Mikrofonsystem (1, 2; 21, 22), einer Signalverarbeitungseinheit (12, 40) und einem Ausgangswandler (13, 41), wobei das Mikrofonsystem (1, 2;

- 21, 22) wenigstens zwei Mikrofoneinheiten ((1; 1, 2), (21; 21, 22)) umfasst, von denen Mikrofon-
signale (R0, R1; R0', R1') ausgehen und die Richt-
charakteristiken unterschiedlicher Ordnung aufweisen,
und wobei die Richtcharakteristik des Mikrofon-
systems (1, 2; 21, 22) während des Betriebes des Hör-
hilfegerätes veränderbar ist, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** bei wenigstens einer Mikrofonein-
heit (1; 21) der Signalpegel des von der Mikrofon-
einheit (1; 21) ausgehenden Mikrofonsignals (R0;
R0') dem Signalpegel eines Referenzsignals ange-
glichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** der Signalpegel des Referenzsi-
gnals aus dem Signalpegel des Mikrofonsignals
(R1; R1') einer der Mikrofoneinheiten (1, 2; 21, 22)
hervorgeht oder diesem entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** der Signalpegel des Referenzsi-
gnals aus dem Signalpegel eines omnidirektionalen
Mikrofons (1; 21) hervorgeht oder diesem ent-
spricht.
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** der Signalpegel des Referenzsi-
gnals aus dem Signalpegel einer direktionalen Mi-
krofoneinheit (1, 2; 21, 22) hervorgeht oder diesem
entspricht.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** der Signalpegel des Referenzsi-
gnals aus dem Signalpegel der direktionalen Mikro-
foneinheit (1, 2; 21, 22) mit der größtmöglichen mit
dem Mikrofonssystem (1, 2; 21, 22) erreichbaren
Ordnung der Richtcharakteristik hervorgeht oder
diesem entspricht.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **da-
durch gekennzeichnet, dass** die Signalpegel der
Mikrofonsignale (R0, R1; R0', R1') der Mikrofonein-
heiten ((1; 1, 2), (21; 21, 22)) jeweils dem Signalpe-
gel des Referenzsignals angeglichen werden und
die Mikrofonsignale (R0, R1; R0', R1') der Mikrofon-
einheiten ((1; 1, 2), (21; 21, 22)) unterschiedlich ge-
wichtet und summiert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Summe der
Gewichte stets eins beträgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **da-
durch gekennzeichnet, dass** die Signalpegel der
von den Mikrofoneinheiten ((1; 1, 2), (21; 21, 22))
unterschiedlicher Ordnung ausgehenden Mikrofon-
signale (R0, R1; R0', R1') ermittelt werden, wobei
eines der Mikrofonsignale (R1; R1') als Referenzsi-
gnal verwendet wird und wobei Faktoren bestimmt
werden, so dass die Mikrofonsignale (R0; R0') der
Mikrofoneinheiten (1; 21) durch Multiplikation mit
dem jeweiligen Faktor in ihrem Signalpegel mit dem
Signalpegel des Referenzsignals in Übereinstim-
mung gebracht werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **da-
durch gekennzeichnet, dass** die von den Mikro-
foneinheiten ((1; 1, 2), (21; 21, 22)) ausgehenden
Mikrofonsignale (R0, R1; R0', R1') in mehrere Fre-
quenzbänder eingeteilt werden und bei wenigstens
einer Mikrofoneinheit (1; 21) in wenigstens einem
Frequenzband der Signalpegel des von der Mikro-
foneinheit (1; 21) ausgehenden Mikrofonsignals
(R0; R0') dem Signalpegel eines Referenzsignals
angeglichen wird.
10. Hörhilfegerät zur Durchführung des Verfahrens
nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem Mi-
krofonssystem (1, 2; 21, 22), einer Signalverarbei-
tungseinheit (12, 40) und einem Ausgangswandler
(13, 41), wobei das Mikrofonssystem (1, 2; 21, 22)
wenigstens zwei Mikrofoneinheiten ((1; 1, 2), (21;
21, 22)) umfasst, von denen Mikrofonsignale (R0,
R1; R0', R1') ausgehen und die Richtcharakteristi-
ken unterschiedlicher Ordnung aufweisen, und wo-
bei die Richtcharakteristik des Mikrofonsystems (1,
2; 21, 22) während des Betriebes des Hörhilfegerä-
tes veränderbar ist, **gekennzeichnet durch** Mittel
zur Angleichung des Signalpegels wenigstens ei-
nes von einer Mikrofoneinheit ((1; 1, 2), (21; 21, 22))
ausgehenden Mikrofonsignals (R0, R1; R0', R1') an
den Signalpegel eines Referenzsignals.
11. Hörhilfegerät nach Anspruch 10, **gekennzeichnet
durch** den Mikrofoneinheiten ((1; 1, 2), (21; 21, 22))
nachgeschaltete Pegelmesseinrichtungen ((7, 8;
29, 30, 31, 32) sowie wenigstens eine Schaltungs-
einheit (9; 33, 34) zum Ermitteln eines Faktors so-
wie wenigstens einen Multiplizierer (10; 35, 36) zur
Multiplikation eines Mikrofonsignals (R0; ROA',
ROB') mit dem Faktor.

FIG 1

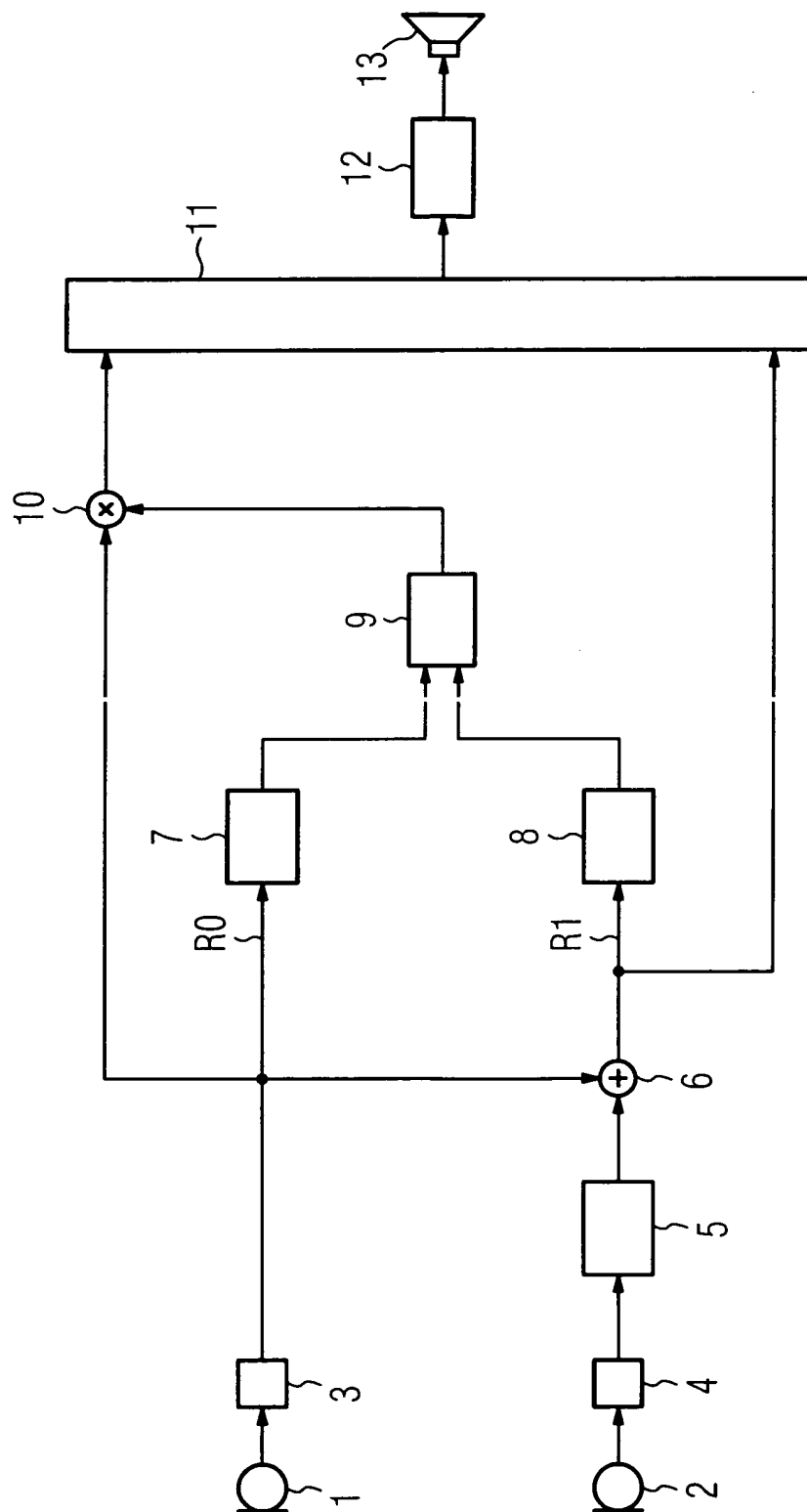


FIG 2

