



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 571 880 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.09.2005 Patentblatt 2005/36

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

(21) Anmeldenummer: **05101230.0**

(22) Anmeldetag: **18.02.2005**

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

(72) Erfinder:
• **Rass, Uwe**
90480, Nürnberg (DE)
• **Weistenhöfer, Christian**
91088, Bubenreuth (DE)

(30) Priorität: **05.03.2004 DE 102004010863**

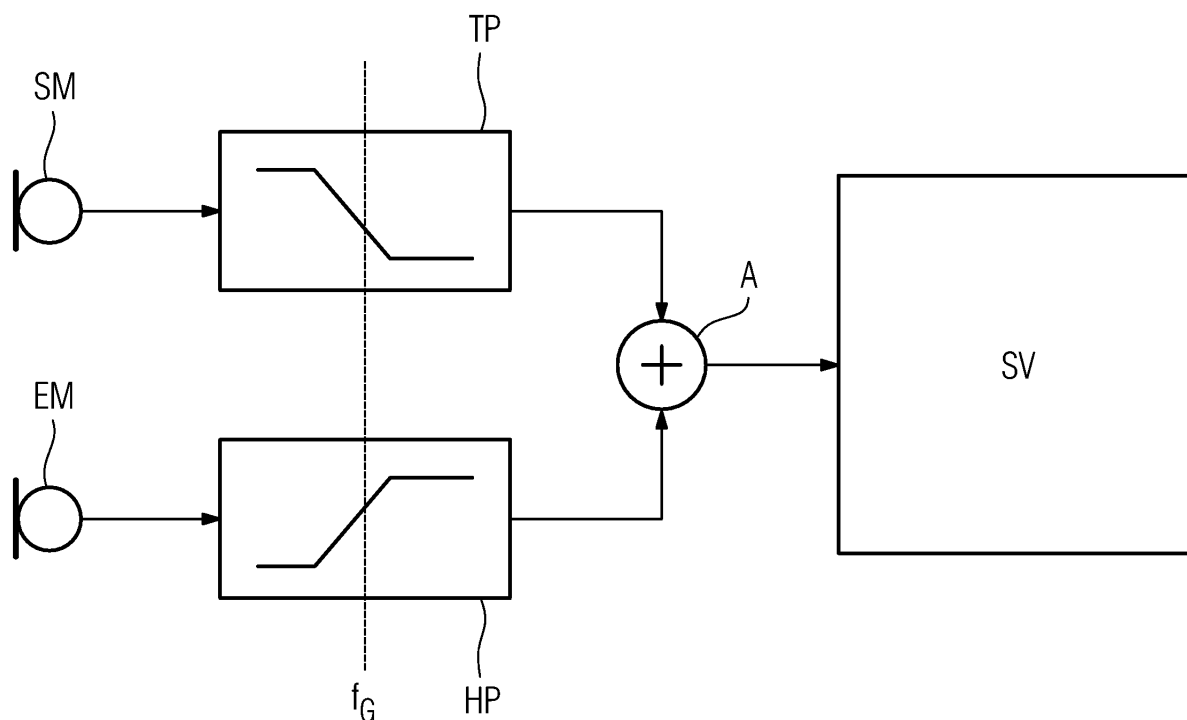
(74) Vertreter: **Berg, Peter et al**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

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

(54) Hörgerät mit mehreren Mikrofonen und entsprechendes Signalerzeugungsverfahren

(57) Der Dynamikbereich von Hörgeräten soll verbessert werden. Daher wird eine Kombination aus einem Silizium-Mikrofon (SM) und einem Elektretmikrofon (EM) für den Hörgeräteeingang eingesetzt. Damit können die tiefen Frequenzen von dem Silizium-Mikrofon (SM) und die hohen Frequenzen von dem Elektret-

mikrofon (EM) aufgenommen werden, um ein breitbandiges Hörgeräte-Eingangssignal zu erzeugen. Auf diese Weise lässt sich der Vorteil eines Silizium-Mikrofons ausnutzen, das bei niedrigen Frequenzen ein geringeres Eigenrauschen besitzt als ein herkömmliches Elektretmikrofon.



EP 1 571 880 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hörgerät mit einem ersten Mikrofon zum Liefern eines ersten Mikrofonsignals, einem zweiten Mikrofon zum Liefern eines zweiten Mikrofonsignals und einer Signalverarbeitungseinrichtung zum Erzeugen eines Hörgeräteausgangssignals aus dem ersten und dem zweiten Mikrofonsignal. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Erzeugen eines Hörgeräteausgangssignals.

[0002] Das Eigenrauschen der Mikrofone in Hörgeräten beschränkt den Dynamikbereich, insbesondere wenn differentielle Richtmikrofonalgorithmen eingesetzt werden. Diese haben zur Folge, dass bei tiefen Frequenzen das Rauschen der Mikrofone deutlich angehoben wird. Je höher die Ordnung des Richtmikrofons gewählt wird, desto gravierender wird dieser Effekt, denn bekanntermaßen fällt die Übertragungsfunktion eines Richtmikrofon zweiter Ordnung mit drei Mikrofonen zu niedrigen Frequenzen hin rascher ab als die Übertragungsfunktion eines Richtmikrofons erster Ordnung mit zwei Mikrofonen. Folglich müssen die tiefen Frequenzen bei einem Richtmikrofon zweiter Ordnung mehr nachverstärkt werden als die tiefen Frequenzen bei einem Richtmikrofon erster Ordnung, so dass das Signal/Rausch-Verhältnis bei tiefen Frequenzen für ein Richtmikrofon zweiter Ordnung ungünstiger ist.

[0003] Bislang wird die Richtwirkung für tiefe Frequenzen beschränkt, wie dies beispielsweise bekannt ist aus "Threemicrophone instrument is designed to extend benefits of directionality", The Hearing Journal, Oktober 2002, Bd. 55, Nr. 10, Seiten 38 bis 45. Dabei wird unterhalb einer bestimmten Grenzfrequenz nur ein Richtmikrofon erster Ordnung und für hohe Frequenzen ein Richtmikrofon zweiter Ordnung berechnet.

Dadurch ist für tiefe Frequenzen auch die Dämpfung der Störsignale, die nicht aus der Vorzugsrichtung einfallen, geringer. Um das Rauschen für den Hörgeräteträger zu reduzieren, wird deshalb bei leisen Eingangspegeln die Richtwirkung ganz weggenommen, so dass das durch ein Richtmikrofon hervorgerufene Rauschen wegfällt. Die Mikrofoncharakteristik entspricht in diesem Fall einem omnidirektionalen Mikrofon.

[0004] Aus der nicht vorveröffentlichten Druckschrift DE 103 16 287 B3 ist ein Richtmikrofonsystem für Hörgeräte bekannt. Ein derartiges Mikrofonsystem kann auf Silizium-Mikromechanik basieren. Alternativ könnte ein Elektret-Kondensatormikrofon benutzt werden.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, eine Richtwirkung auch im tieferfrequenten Bereich bei reduziertem Rauschen zu gewährleisten und ein entsprechendes Hörgerät bzw. ein entsprechendes Verfahren zum Erzeugen eines Hörgeräteausgangssignals bereitzustellen.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Hörgerät mit einer ersten Mikrofoneinrichtung zum Liefern eines ersten Mikrofonsignals, einer zweiten

Mikrofoneinrichtung zum Liefern eines zweiten Mikrofonsignals und einer Signalverarbeitungseinrichtung zum Erzeugen eines Hörgeräteausgangssignals aus dem ersten und dem zweiten Mikrofonsignal, wobei die erste Mikrofoneinrichtung ein Elektretmikrofon und die zweite Mikrofoneinrichtung ein Silizium-Mikrofon umfasst.

[0007] Das günstige Rauschverhalten der Silizium-Mikrofone bei tiefen Frequenzen erlaubt eine bessere Richtwirkung (größerer Directivity-Index) bei gleichem Rauschen. Anders ausgedrückt kommt es zu einem geringeren Rauschen bei gleicher Richtwirkung. Die Signalqualität bei höheren Frequenzen wird nicht beeinflusst, weil in diesem Bereich das herkömmliche Elektretmikrofon zur Signalaufnahme verwendet wird.

[0008] Vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäßen Hörgerät der ersten Mikrofoneinrichtung unmittelbar ein Hochpassfilter nachgeschaltet. Auf diese Weise wird das Mikrofonrauschen des Elektretmikrofons bei niedrigen Frequenzen unterdrückt.

[0009] Ebenso günstig ist es, wenn der zweiten Mikrofoneinrichtung unmittelbar ein Tiefpassfilter nachgeschaltet wird. Dadurch wird die weniger positive Übertragungscharakteristik des Silizium-Mikrofons ausgeblendet.

[0010] Die Signalverarbeitungseinrichtung kann einen Addierer umfassen, mit dem die gegebenenfalls gefilterten Mikrofonsignale addiert werden. Auf diese Weise lassen sich die beiden Mikrofonsignale auf relativ einfache Weise kombinieren. Darüber hinaus kann die Signalverarbeitungseinrichtung für das erste und das zweite Mikrofonsignal jeweils einen Analog/Digital-Wandler aufweisen, so dass die beiden Mikrofonsignale digital miteinander kombiniert werden können. Hierdurch können die Vorzüge der digitalen Signalverarbeitung genutzt werden.

[0011] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die erste Mikrofoneinrichtung mindestens zwei Elektretmikrofone. Somit lassen sich Richtmikrofone erster Ordnung mit zwei Elektretmikrofonen, Richtmikrofone zweiter Ordnung mit drei Elektretmikrofonen usw. für den Hochtonbereich realisieren.

[0012] In gleicher Weise kann die zweite Mikrofoneinrichtung mindestens zwei Silizium-Mikrofone umfassen. Damit lassen sich Richtmikrofone erster Ordnung, zweiter Ordnung usw. für den Tieftonbereich realisieren.

[0013] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert, die ein Prinzipschaltbild eines erfindungsgemäßen Hörgeräts darstellt.

[0014] Die nachfolgend näher beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0015] In der Figur sind die Eingangskomponenten eines erfindungsgemäßen Hörgeräts vereinfacht skizziert. Demnach besitzt das Hörgerät ein Silizium-Mikrofon SM und ein Elektretmikrofon EM. Das Ausgangssignal des Silizium-Mikrofons SM wird einem Tiefpassfil-

ter TP zugeführt. Das Ausgangssignal des Elektretmikrofons EM wird seinerseits in ein Hochpassfilter HP geleitet. Die Grenzfrequenz f_G beider Filter TP und HP ist etwa gleich hoch gewählt, so dass sich in erster Näherung in der Summe eine flach ausgebildete Übertragungsfunktion für beide Filter zusammen ergibt. Die beiden Ausgangssignale der Filter TP und HP werden in einem Addierer A addiert. Das Summensignal des Addierers A wird der weiteren Hörgerätesignalverarbeitung SV zugeführt.

[0016] Mit diesem Aufbau kann ausgenutzt werden, dass Silizium-Mikrofone bei niedrigen Frequenzen ein geringes Eigenrauschen besitzen, während sie bei höheren Frequenzen schlechter abschneiden als herkömmliche Elektretmikrofone. Die dargestellte Kombination der beiden Mikrofontypen ermöglicht, dass die tiefen Frequenzen von dem Silizium-Mikrofon SM und die hohen Frequenzen von dem Elektretmikrofon aufgenommen werden, um das breitbandige Hörgeräte-Eingangssignal für die Signalverarbeitung SV zu erzeugen. Die Kombination kann analog in Form einer Frequenzweiche erfolgen, oder aber digital realisiert werden. Für die digitale Signalverarbeitung sind entsprechend Analog/Digital-Konverter zusätzlich erforderlich.

[0017] Um ein Richtmikrofon erster oder zweiter Ordnung zu realisieren werden zwei bzw. drei solcher kombinierten Silizium-Elektret-Mikrofone jeweils einschließlich Hoch- und Tiefpass sowie Addierer benötigt.

4. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (SV, A) einen Addierer (A) umfasst, mit dem die gegebenenfalls gefilterten Mikrofonsignale addierbar sind.

5. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (SV, A) für das erste und das zweite Mikrofonsignal jeweils einen Analog/Digital-Wandler aufweist, so dass die beiden Mikrofonsignale digital miteinander kombinierbar sind.

6. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Mikrofoneinrichtung (EM) mindestens zwei Elektretmikrofone umfasst.

7. Hörgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Mikrofoneinrichtung (SM) mindestens zwei Silizium-Mikrofone umfasst.

Patentansprüche

1. Hörgerät mit

- einer ersten Mikrofoneinrichtung (EM) zum Liefern eines ersten Mikrofonsignals,
- einer zweiten Mikrofoneinrichtung (SM) zum Liefern eines zweiten Mikrofonsignals und
- einer Signalverarbeitungseinrichtung (SV, A) zum Erzeugen eines Hörgeräteausgangssignals aus dem ersten und dem zweiten Mikrofonsignal,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die erste Mikrofoneinrichtung (EM) ein Elektretmikrofon und die zweite Mikrofoneinrichtung (SM) ein Silizium-Mikrofon umfasst.

2. Hörgerät nach Anspruch 1, wobei der ersten Mikrofoneinrichtung (EM) unmittelbar ein Hochpassfilter (HP) nachgeschaltet ist.

3. Hörgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zweiten Mikrofoneinrichtung (SM) unmittelbar ein Tiefpassfilter (TP) nachgeschaltet ist.

