(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 571 880 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.07.2010 Patentblatt 2010/29

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

(21) Anmeldenummer: **05101230.0**

(22) Anmeldetag: **18.02.2005**

(54) **Hörgerät mit mehreren Mikrofonen**

Hearing aid with a plurality of microphones

Prothèse auditive avec plusieurs microphones

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE DK FR GB LI

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.09.2005 Patentblatt 2005/36

(73) Patentinhaber: **Siemens Audiologische Technik GmbH**
91058 Erlangen (DE)

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B3- 10 316 287

- **THOMAS A. POWERS AND VOLKMAR HAMACHER: "Three-microphone instrument is designed to extend benefits of directionality" THE HEARING JOURNAL, Bd. 55, Oktober 2002 (2002-10), Seiten 38-45, XP002532166**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 571 880 B1

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.

[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 Silicium-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 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 Tiefpassfilter 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 Ausgangs-

signale 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 ausgenützt 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.

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.

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.

Claims

1. Hearing device comprising

   - a first microphone device (EM) for delivering a first microphone signal,
   - a second microphone device (SM) for delivering a second microphone signal and
   - a signal processing device (SV, A) for generating a hearing device output signal from the first and the second microphone signal,

   characterised in that

   - the first microphone device (EM) includes an electret microphone and the second microphone device (SM) includes a silicon microphone

2. Hearing device according to claim 1, with the first microphone device (EM) being arranged immediately downstream of a high pass filter (HP)

3. Hearing device according to claim 1 or 2, with the second microphone device (SM) being arranged immediately downstream of a low pass filter (TP).

4. Hearing device according to one of the preceding claims, with the signal processing device (SV, A) including an adder (A), which can be used to add the microphone signals that may be filtered.

5. Hearing device according to one of claims 1 to 3, with the signal processing device (SV, A) comprising an analogue-digital converter for the first and second microphone signal respectively, so that the two microphone signals can be digitally combined with one another.

6. Hearing device according to one of the preceding claims, with the first microphone device (EM) including at least two electret microphones.

7. Hearing device according to one of the preceding

claims, with the second microphone device (SM) including at least two silicon microphones.

Revendications

1. Prothèse auditive comprenant

   - un premier dispositif (EM) de microphone, pour fournir un premier signal de microphone,
   - un deuxième dispositif (SM) de microphone, pour fournir un deuxième signal de microphone et
   - un dispositif (SV, A) de traitement du signal, pour produire un signal de sortie de la prothèse auditive à partir du premier signal de microphone et du deuxième signal de microphone,

   caractérisée en ce que

   - le premier dispositif (EM) de microphone comprend un microphone à électret et le deuxième dispositif (SM) de microphone comprend un microphone au silicium.

2. Prothèse auditive suivant la revendication 1, dans laquelle un filtre (HP) passe-haut est monté directement en aval du premier dispositif (EM) de microphone.

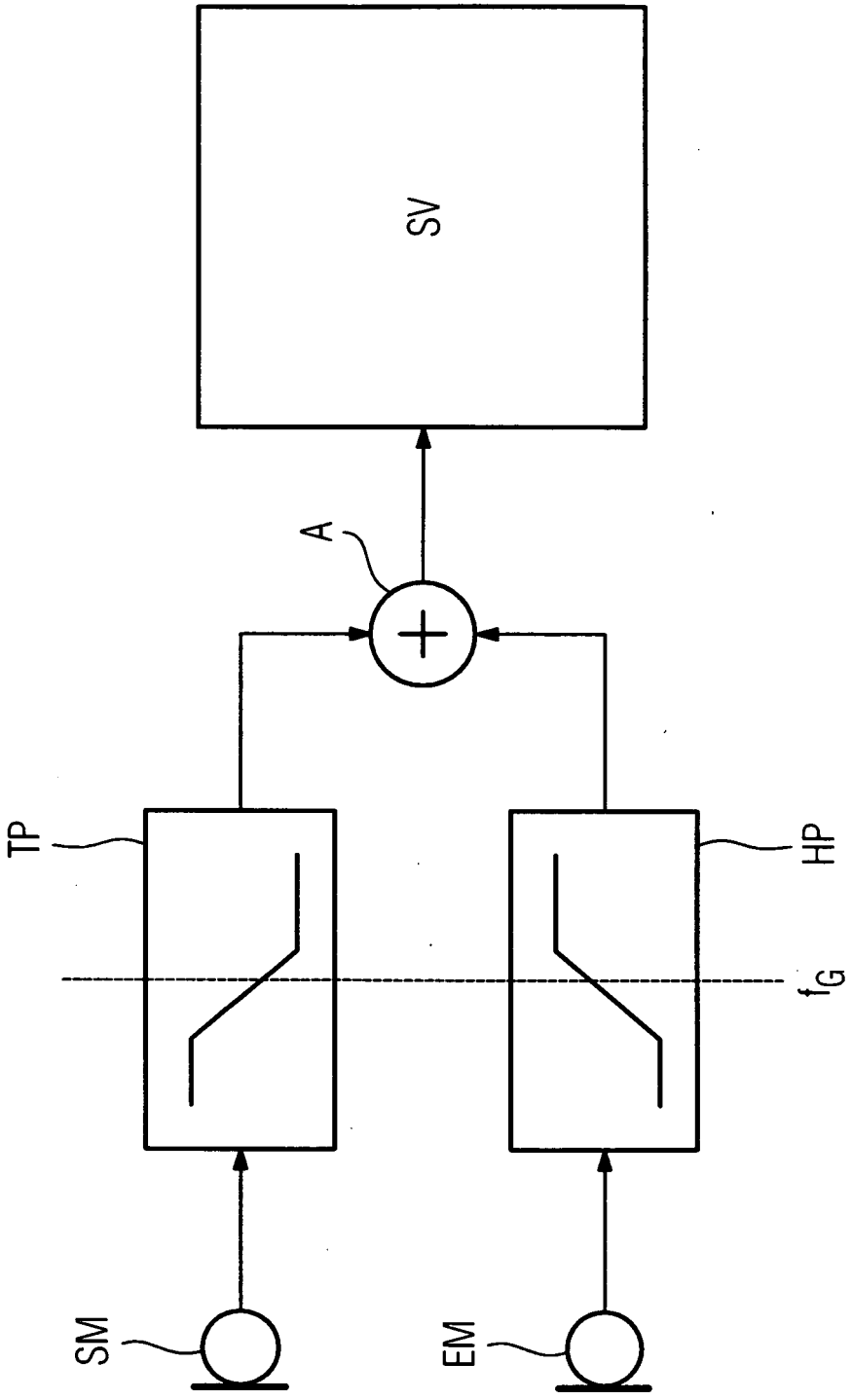
3. Prothèse auditive suivant la revendication 1 ou 2, dans laquelle un filtre (TP) passe-bas est monté directement en aval du deuxième dispositif (SM) de microphone.

4. Prothèse auditive suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif (SV, A) de traitement du signal comprend un additionneur (A), par lequel les signaux de microphone, éventuellement filtrés, peuvent être additionnés.

5. Prothèse auditive suivant l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le dispositif (SV, A) de traitement du signal a, pour le premier signal de microphone et le deuxième signal de microphone respectivement, un convertisseur analogique/numérique, de manière à pouvoir combiner numériquement entre eux les deux signaux de microphone.

6. Prothèse auditive suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le premier dispositif (EM) de microphone comprend au moins deux microphones à électret.

7. Prothèse auditive suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le deuxième dispositif (SM) de microphone comprend au moins deux microphones au silicium.


SV
A
TP
HP
f_G
SM
EM

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 10316287 B3 **[0004]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Threemicrophone instrument is designed to extend benefits of directionality. *The Hearing Journal,* 2002, vol. 55 (10), 38-45 **[0003]**