



(11) **EP 1 473 967 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.01.2012 Patentblatt 2012/03

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

(21) Anmeldenummer: **04005338.1**

(22) Anmeldetag: **05.03.2004**

(54) **Verfahren zur Unterdrückung mindestens eines akustischen Störsignals und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

Method for suppressing at least one acoustic noise signal and apparatus for carrying out the method

Procédé de suppression d'au moins un signal de bruit acoustique et dispositif de mise en oeuvre d'un tel procédé

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

(30) Priorität: **25.03.2003 DE 10313330**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.11.2004 Patentblatt 2004/45

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

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-00/19770 WO-A2-02/28140

EP 1 473 967 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterdrückung mindestens eines akustischen Störsignals mit einem Richtmikrofonsystem, das mindestens zwei Mikrofone aufweist, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Der Abgleich von Mikrofonen eines Richtmikrofonsystems ist von entscheidender Bedeutung für die Unterdrückung von Störsignalen.

[0003] Beim statischen Abgleich werden die Mikrofone eines Richtmikrofonsystems im Freifeld statisch aufeinander angepasst. Dieser Abgleich wird meist mithilfe einer Messeinrichtung vorgenommen, die es erlaubt, Amplituden- und Phasenabgleich der einzelnen meist omnidirektionalen Mikrofone durchzuführen. Der statische Abgleich ermöglicht es, ein diffuses Störschallfeld aus dem Richtmikrofonsignal zu eliminieren. Allerdings wird ein im Freifeld durchgeführter Abgleich beim betreiben eines Richtmikrofonsystems, das beispielsweise in einem Hörhilfsgerät verwendet wird, durch den Einfluss des Kopfes auf die Schallausbreitung teilweise wieder zunichte gemacht.

[0004] Zusätzlich oder alternativ werden adaptive Amplituden- und Phasenabgleichsalgorithmen vorgeschlagen und verwendet, die den Abgleich kontinuierlich während des getragenen Zustands des Hörhilfsgeräts durchführen und so den Einfluss des Kopfes auf den Empfang von akustischen Signale berücksichtigen. Die Parameter dieser Algorithmen sind im wesentlichen zwei Faktoren, ein Amplitudenfaktor und ein Phasenversatz zwischen den beiden Mikrofonsignalen. Solche Faktoren werden auch frequenzbandspezifisch verwendet. Die Algorithmen erreichen im Mittel, d.h. für diffusen Störschall, einen möglichst guten Abgleich.

[0005] Aus DE 199 27 278 C1 ist ein Verfahren zum Anpassen eines Hörhilfsgeräts sowie ein Hörhilfsgerät bekannt. Dabei wird ein Hörhilfsgerät mit mehreren Mikrofonen, die zum Erzeugen einer Richtcharakteristik miteinander verschaltet sind, während des Tragens in einem geeigneten Messraum beschallt und die Richtcharakteristik aufgenommen. Sich daraus ergebende Filterparameter sind den Mikrofonen nachgeschalteten parametrierbaren Filtern zuführbar und es ist damit die gewünschte ideale Richtcharakteristik unter Berücksichtigung der individuellen Gegebenheiten beim Tragen des Hörhilfsgeräts approximierbar. Das Verfahren ermöglicht es, Filterparameter zur Amplituden- und/oder Phasenganganpassung der von den Mikrofonen aufgenommenen Signale zu erzeugen, um die Richtcharakteristik der Mikrofone zu optimieren.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen richtungsabhängig der Einfluss eines akustischen Störsignals auf den Empfang eines Richtmikrofonsystems unterdrückt werden kann.

[0007] Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Unterdrückung mindestens eines Störsignals mit einem Richtmikrofonsystem, das mindestens zwei Mikrofone aufweist, wobei erstens eine Mehrzahl von Richtmikrofonsignalen durch gewichtetes Kombinieren von Signalen der mindestens zwei Mikrofone erzeugt wird, wobei die Gewichtung jeweils eine richtungsabhängige Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems bestimmt, wobei zweitens die Richtmikrofonsignale auf eine gleiche Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems in einem Richtbereich normiert werden und drittens das Richtmikrofonsignal mit dem geringsten Störsignalanteil als Ausgangsrichtmikrofonsignal ausgewählt wird. Beim gewichteten Kombinieren kann dabei z.B. eine Verzögerung mithilfe eines Phasenfaktors und eine Amplitudenänderung durch einen Amplitudenfaktor erzielt werden.

[0008] Bei dem Verfahren werden mehrere Richtmikrofonsignale erzeugt, die aufgrund ihrer unterschiedlichen richtungsabhängigen Empfindlichkeiten verschieden stark vom Störsignal beeinflusst werden.

[0009] Befindet sich das Störsignal in einer Richtung in der die Empfindlichkeit des durch die Gewichtung gegebenen Richtmikrofonsignals groß ist, so wird das Richtmikrofonsignal einen großen Störsignalanteil beinhalten. Befindet sich das Störsignal dagegen in einer Richtung, in der die Empfindlichkeit des durch die Gewichtung bestimmten Richtmikrofonsignals klein ist, so wird der Störsignalanteil im Richtmikrofonsignal klein sein.

[0010] Voraussetzung für einen möglichen Vergleich der Richtmikrofonsignale ist die gleiche Empfindlichkeit aller Richtmikrofonsignale in einem Richtbereich. Dieser Richtbereich ist bei einem Richtmikrofonsystem, das beispielsweise in einem Hörhilfsgerät verwendet wird, vorzugsweise die Vorausrichtung, die üblicherweise mit 0° bezeichnet wird. Da beispielsweise zwei Mikrofone einen relativ breiten Richtkegel 1. Ordnung erzeugen, ist es vorteilhaft, die Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems je nach technischer Gegebenheiten in einem schmalen oder breiten Bereich z.B. in Vorwärtsrichtung zu mitteln. Im einfachsten Fall wird nur das Signal in 0°-Richtung genommen. Die erzeugten Richtmikrofonsignale werden in diesem Richtbereich auf eine gleiche Empfindlichkeit normiert.

[0011] Das Richtmikrofonsignal mit dem geringsten Störsignalanteil wird als Ausgangsrichtmikrofonsignal des Richtmikrofonsystems ausgewählt. Dabei wird der Beitrag des Störsignals zum Richtmikrofonsignal aufgrund der normierten Empfindlichkeit im Richtbereich beispielsweise durch die Signalenergie charakterisiert. Eine niedrige Signalenergie bedeutet, dass die Empfindlichkeit des Richtmikrofonsignals auf das Störsignal niedrig ist, so dass auch ein niedriger Störsignalanteil im Richtmikrofonsignal vorliegt. Alternativ könnte man den Störsignalanteil beispielsweise durch einen Signalpegel, eine vom Signal erzeugte Spannung, durch den Betrag des Signals oder auch durch ein Signal zu Rauschverhältnis der Richtmikrofonsignale bestimmen.

[0012] Ein weiterer Vorteil des Verfahrens liegt in der richtungsabhängigen Unterdrückung eines Störsignals, da das Verfahren es ermöglicht, gezielt Störsignale, die aus der Richtung mit einer minimalen Empfindlichkeit empfangen werden, aus dem Richtmikrofonsignal herauszufiltern.

[0013] Die Möglichkeit über gewichtetes Kombinieren der Signale der Mikrofone des Richtmikrofonsystems die Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems zu bestimmen, ist grundlegend für das Verfahren.

[0014] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird die Gewichtung derart bestimmt, dass sie die Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems für eine in Bezug zum Richtmikrofonsystem in einer Richtung liegenden Störsignalquelle minimiert. Je genauer das Minimum der Empfindlichkeit in eine Richtung gelegt werden kann, desto genauer können Störsignale von lokalisierten Störsignalquellen unterdrückt werden.

[0015] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird die Gewichtung derart bestimmt, dass sie einen Effekt des akustischen Umfelds berücksichtigt, der aufgrund der Benutzung des Richtmikrofonsystems auftritt. Beispielsweise wird die Gewichtung bei einem Richtmikrofonsystem, das in einem Hörhilfsgerät verwendet wird, im getragenen Zustand bestimmt, d.h. das Richtmikrofonsystem ist bei der Bestimmung der Gewichtung an einem Kopf oder an einer Kopfform in einer der Benutzung entsprechenden Konstellation angeordnet.

[0016] Zur Bestimmung einer Gewichtung wird beispielsweise eine Signalquelle, die sich in einer Richtung zum Richtmikrofonsystem befindet, durch Variation der Gewichtung der Mikrofon-signale aus dem Richtmikrofonsignal bestmöglichst entfernt. Die auf diese Art und Weise bestimmten Gewichtungen haben den Vorteil, dass sie unter kontrollierten Bedingungen und in einem feinen Raster jeweils optimiert auf eine Einfallrichtung der Signalquelle erzeugt werden.

[0017] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens weist die Gewichtung einen Amplituden- und/oder einen Phasenfaktor insbesondere zur Korrektur der Amplitude bzw. Phase eines der Mikrofon-signale auf. Die Gewichtung, beispielsweise in Form des Amplituden- und/oder Phasenfaktors, kann abgespeichert werden, wobei die Abspeicherung beispielsweise als frequenz- und richtungsabhängiges Kennfeld erfolgt. Zur Erzeugung der Richtmikrofon-signale können die verschiedenen Gewichtungen selektiv aus dem Speicher gelesen werden.

[0018] In einer besonders schnellen Ausführungsform des Verfahrens werden die verschiedenen Richtmikrofonsignale im wesentlichen gleichzeitig erzeugt.

[0019] In einer anderen Ausführungsform ändert die Gewichtung bei der Erzeugung der Mehrzahl von Richtmikrofonsignalen ihren Wert, um nacheinander Richtmikrofonsignale mit unterschiedlichen richtungsabhängigen Empfindlichkeiten zu erzeugen. Dies hat den Vorteil, dass die simultane Berechnung vieler Richtmikrofonsignale entfällt.

[0020] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird der Frequenzbereich der Mikrofon-signale in Frequenzbänder unterteilt, in denen jeweils das Verfahren nach der Erfindung durchgeführt wird. Dabei ergeben sich für jedes Frequenzband frequenzbandspezifische Ausgangsrichtmikrofonsignale, die zusammen ein Ausgangsrichtmikrofonsignal des Richtmikrofonsystems für den gesamten Frequenzbereich bilden.

[0021] Die zweitgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zum Durchführen eines solchen Verfahrens mit einem Richtmikrofonsystem, welches mindestens zwei Mikrofone aufweist.

[0022] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung sind die beiden Mikrofone jeweils mit einer frequenzselektierenden Filterbank verbunden, an deren Ausgängen Frequenzbandsignalanteile der Mikrofon-signale anliegen, wobei die Ausgänge der Filterbänke mit jeweils gleichen Frequenzbändern paarweise mit jeweils einer Einheit verbunden sind, welche die Frequenzbandsignalanteile mit einer Gewichtung kombiniert, wobei die Gewichtung mittels eine die Amplitude des entsprechenden Frequenzbandsignalanteils verändernden Amplitudeneinheit und/oder eine die Phase des entsprechenden Frequenzbandsignalanteils drehenden Phaseneinheit erfolgt, wobei die Amplitudeneinheit und die Phaseneinheit entweder gemeinsam auf eines oder einzeln auf jeweils eines der Frequenzbandsignalanteile wirken, wobei mehrere Kombinationseinheiten mit einer Vergleichseinheit verbunden sind, welche die Richtmikrofonsignale auf eine möglichst gleiche Empfindlichkeit in einem Richtbereich normiert und die normierten Richtmikrofonsignale bezüglich ihres Störsignalanteils vergleicht und wobei am Ausgang der Vergleichseinheit das Richtmikrofonsignal mit dem niedrigsten Störsignalanteil als Ausgangsrichtmikrofonsignal vorliegt.

[0023] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

[0024] Es folgt die Erläuterung von mehreren Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Figuren 1 bis 6. Es zeigen

FIG 1 ein typisches Beispiel für den Einsatz eines Richtmikrofonsystems bei der Unterdrückung von akustischen Störsignalen,

FIG 2 das Vorgehen beim Abgleichen zweier Mikrofon-signale,

FIG 3 eine Empfindlichkeitsverteilung für ein im Freifeld abgeglichenes Richtmikrofonsystem sowie eine Empfindlichkeitsverteilung unter Berücksichtigung des Kopfeinflusses,

FIG 4 eine schematische Verdeutlichung des Verfahrens zur Unterdrückung mindestens eines akustischen Störsignals,

FIG 5 eine kombinierte Darstellung von Amplituden- und Phasenfaktoren im 400 Hz-Frequenzband für 5° Winkelschritte und

FIG 6 eine richtungsabhängige Kennlinie für einen Amplitudenfaktor.

[0025] Figur 1 zeigt ein typisches Beispiel für den Einsatz eines Richtmikrofonsystems RM1, RM2 bei der Unterdrückung von akustischen Störsignalen. Dabei befinden sich eines oder mehrere Richtmikrofonsysteme RM1, RM2 in einem Hörhilfsgerät, welches von der Person 1 als Hörhilfe genutzt wird. Person 1 unterhält sich mit einer Person S2, die sich im Richtbereich des Richtmikrofonsystems RM1, RM2 befindet. Der Richtbereich liegt in Vorwärtsrichtung, d.h. in Richtung der mit 0° bezeichneten Achse. Die Abweichung der Position der Person S2 von der 0°-Achse um den Winkel $\alpha 2$ liegt beispielsweise innerhalb eines konusförmig ausgebildeten Richtbereichs des Richtmikrofonsystems RM1.

[0026] Zusätzlich zur Person S2 befinden sich zwei weitere Personen S3, S4 in der Nähe der Person 1. Die Personen S3, S4 unterhalten sich miteinander, d.h. sie stellen Störsignalquellen dar, die sich in einem Winkel von $\alpha 3$ bzw. $\alpha 4$ zur 0°-Achse befinden und deren akustische Signale AS3, AS4 vom Richtmikrofonsystem RM1 nicht empfangen werden sollen.

[0027] Das Richtmikrofonsystem RM1 besteht aus zwei Mikrofonen M1, M2; das Richtmikrofonsystem RM2 besteht aus drei Mikrofonen M3, M4, M5. Die Hörhilfsgeräte, in denen die Richtmikrofonsysteme RM1, RM2 enthalten sind, können hinter dem Ohr oder im Ohr getragene Hörhilfsgeräte sein. Alternativ können durch Verschaltung der Mikrofone M1, M2 der einen Seite mit einem oder mehreren Mikrofonen M3, M4, M5 der anderen Seite weitere Richtmikrofonsysteme erzeugt werden.

[0028] Zur Bildung eines Richtmikrofonsignals werden die Signale von mindestens zwei Mikrofonen M1, ..., M5 gegebenenfalls verzögert und miteinander gewichtet kombiniert. Je nach Gewichtung weist das Richtmikrofonsystem eine andere richtungsabhängige Empfindlichkeit auf.

[0029] Eine solche Empfindlichkeitsverteilung wird als Richtcharakteristik des Richtmikrofonsystems bezeichnet. Sie kann z.B. folgendermaßen gemessen werden. Man setzt das Richtmikrofonsystem einem akustischen Signal mit konstanter Amplitude aus, wobei die Quelle des akustischen Signals, um das Richtmikrofonsystem bewegt werden kann. Für verschiedene Richtungen wird die empfangene Signalenergie aufgenommen. Sie variiert bei gleicher Gewichtung aufgrund der richtungsabhängigen Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems.

[0030] Mithilfe eines ähnlichen Vorgehens kann man eine Gewichtung für eine bestimmte Empfindlichkeit auf eine in einer Richtung liegenden Signalquelle bestimmen. Dabei variiert man nicht die Richtung, in der die Signalquelle liegt, sondern man variiert stattdessen die Gewichtung. Die Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems wird dabei z.B. derart eingestellt, dass das Signal, das aus einer konstanten Richtung auf das Richtmikrofonsystem fällt, beispielsweise minimal empfangen oder sogar ganz eliminiert wird. Wiederholt man dies für mehrere Richtungen, d.h., rotiert man die Position der Signalquelle in beispielsweise 5°-Winkelschritten einmal um das Richtmikrofonsystem, erzeugt man sich einen Satz von Gewichtungen, die jeweils ein aus der entsprechenden Richtung auftreffende Signal minimieren.

[0031] Im Freifeld gemessene Richtcharakteristiken, die zwei Mikrofone aufweisen, sind symmetrisch zu einer Achse, die durch die Verbindungslinie der beiden Mikrofone gegeben ist. Allerdings werden Richtmikrofonsysteme jeweils in einem speziellen akustischen Umfeld eingesetzt, z.B. werden sie am Kopf (Figur 1) oder am Körper getragen. Das akustische Umfeld beeinflusst die Schallausbreitung und entsprechend die Richtcharakteristiken. Deswegen ist es vorteilhaft, die gewichtete Kombination zur Erzeugung der im Verfahren verwendeten Richtcharakteristiken im jeweils vorliegenden akustischen Umfeld durchzuführen, so dass die Gewichtungen den Effekt des akustischen Umfelds auf die akustischen Signale berücksichtigen.

[0032] Für den Fall eines in einem Hörhilfsgerät eingebauten Richtmikrofonsystems besteht neben der Möglichkeit, die Mikrofone nicht am Kopf des jeweiligen Hörhilfsgeräteträgers abzugleichen, d.h. sie gewichtet zu kombinieren, auch die Möglichkeit den Abgleich mithilfe einer Kopffimitation, die beispielsweise einen Durchschnittskopf wiedergibt, durchzuführen.

[0033] Der Einfluss des Kopfes auf die Ausbreitung von Schallwellen, die mit einem am Kopf getragenen Mikrofon empfangen werden sollen, wird durch die sogenannten kopfbezogenen Übertragungsfunktionen (Head related transfer function HRTF) bestimmt. Solche HRTFs können beispielsweise nach der vorhergehend beschriebenen Vorgehensweise bestimmt werden. Aus ihnen lassen sich Gewichtungen berechnen, die ebenfalls zu Richtmikrofonsignalen mit richtungsabhängigen Empfindlichkeiten führen.

[0034] In Figur 2 ist schematisch die gewichtete Kombination von zwei Mikrofonensignalen MS1, MS2 der Mikrofone M1, M2 dargestellt. Die Signale MS1, MS2 unterscheiden sich in ihrer Amplitude und in ihrer Phase. Ziel eines Abgleichs der beiden Mikrofone ist zum einen die Angleichung der Amplituden der Signale MS1, MS2 und zum anderen das

Einstellen einer festen Phasenbeziehung. Ersteres wird beispielsweise durch Verstärkung mit einem festen Amplitudenfaktor K_A in einer Verstärkereinheit A erreicht. Letzteres wird z.B. mithilfe eines Phasendrehers PH erzielt, welcher die relative Phase, die in Figur 2 0° betragen soll, um den Phasenwinkel K_{PH} dreht.

[0035] Die Amplituden- und Phasenkorrektur kann auf ein Mikrofonsignal wirken. Dies ist in Figur 2 der Fall: Beide Korrekturfaktoren wirken auf das Mikrofonsignal MS1 und erzeugen ein korrigiertes Mikrofonsignal MS1'. Dies hat den offensichtlichen Vorteil eines einfachen Aufbaus, in dem nur ein Signal bearbeitet wird. Alternativ können die Korrekturen jeweils auf eines der Mikrofonsignale wirken.

[0036] Ein solcher Signalabgleich wird vorzugsweise in einem Frequenzband durchgeführt. Dazu wird der Frequenzbereich der Mikrofonsignale beispielsweise mithilfe einer Filterbank in mehrere Frequenzbänder unterteilt. Die Amplituden- und Phasenfaktoren K_A, K_{PH} bestimmen nun ihrerseits die richtungsabhängige Empfindlichkeit des jeweils erzeugten Richtmikrofonsystems, indem sie beispielsweise die Empfindlichkeit in einer Richtung im entsprechenden Frequenzband minimieren. Eine eindeutige Zuordnung eines Minimums zu einer Richtung ist nur im Fall einer asymmetrischen Empfindlichkeitsverteilung möglich, wie sie z.B. durch den Einfluss des Kopfes entsteht. Für das Freifeld dagegen können nur symmetrische Empfindlichkeitsverteilungen erzeugt werden, welche die Symmetrie des Freifelds und der Mikrofonanordnung widerspiegeln.

[0037] Für das Verfahren werden die frequenz- und/oder richtungsabhängige Gewichtungen in Form von frequenz- und/oder richtungsabhängigen Kennlinien oder Funktionen oder als Datenpaare im Richtmikrofonsystem abgespeichert.

[0038] In Figur 3 werden zwei gemessenen Richtcharakteristiken dargestellt. Dazu ist die Empfindlichkeit, die im Wesentlichen proportional zur Signalenergie ist, radial über alle Winkel von 0 bis 360° in 5° -Schritten aufgetragen.

[0039] Zum einen ist eine Richtcharakteristik F im Freifeld für eine akustisches Signal bei 500 Hz dargestellt. Man erkennt deutlich ihren symmetrischen Verlauf um die durch die Verbindungslinie der Richtmikrofone gegebene Symmetrieachse SA. Aufgrund der Symmetrie weist die Richtcharakteristik zwei Minima in Richtung 120° und 240° auf.

[0040] Zusätzlich ist eine Richtcharakteristik K in Figur 3 eingezeichnet, die den Einfluss eines angedeuteten Kopfes 1' auf die richtungsabhängige Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems berücksichtigt. Deutlich erkennt man das deutlich ausgeprägte Minimum bei 240° . Das Minimum auf der Seite des Kopfes 1' ist im Vergleich zum Freifeld schwächer ausgeprägt. Ein Richtmikrofonsystem, das aufgrund seiner Gewichtung die Richtcharakteristik K aufweist, wird ein Störsignal aus dem Bereich 240° wesentlich abgeschwächt empfangen.

[0041] Figur 4 stellt schematisiert einen möglichen Aufbau einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens vor. Die Mikrofone M1, M2 sind jeweils mit einer Filterbank FB1 bzw. FB2 verbunden. An den Ausgängen der Filterbänke FB1, FB2 liegt jeweils ein Frequenzband $\Delta F, \Delta F'$ der Mikrofonsignale MS1, MS2 an. Ausgänge mit einem übereinstimmenden Frequenzband $\Delta F, \Delta F'$ sind paarweise mit einer Serie von gewichtet kombinierenden Einheiten G1, G2, G3, G4 verbunden. Das heißt, zur gewichteten Kombination stehen zum einen das auf das Frequenzband ΔF beschränkte Mikrofonsignal MS1 und zum anderen das auf das gleiche Frequenzband ΔF beschränkte Mikrofonsignal MS2 zur Verfügung.

[0042] In den gewichtet kombinierenden Einheiten G1, G2, G3, G4 wird jeweils das Mikrofonsignal MS1 mithilfe eines Amplitudenfaktors $K_{A1}, K_{A2}, K_{A3}, K_{A4}$ und eines Phasenfaktors $K_{PH1}, K_{PH2}, K_{PH3}, K_{PH4}$ mit dem Signal des Mikrofons M2 abgeglichen. Die Erzeugung der Richtmikrofonsignale RMS1, RMS2 erfolgt durch beispielsweise die Bildung der Differenz des korrigierten Mikrofonsignals MS1 und des Mikrofonsignals MS2 in den Kombinationseinheiten K1, K2, K3, K4. Zur Verdeutlichung sind in die Kombinationseinheiten K1, K2, K3, K4 die entsprechenden Richtcharakteristiken K' schematisch eingezeichnet. Zusätzlich ist die Richtung angegeben, in der das Minimum der Richtcharakteristik liegt, beispielsweise für K' liegt das Minimum bei 120° .

[0043] Die gewichtete Kombination kann für alle Gewichtungen nahezu gleichzeitig oder nacheinander erfolgen. Im ersten Fall müssen alle Gewichtungen gleichzeitig zur Verfügung gestellt werden, indem sie z.B. festeingestellt im Richtmikrofon implementiert sind. Im zweiten Fall werden die Richtmikrofonsignale nacheinander erzeugt. Dabei werden die Gewichtungen z.B. aus einem gemeinsamen Speicher nach und nach ausgelesen, wobei z.B. das Minimum der Richtcharakteristiken einmal um 360° um das Richtmikrofonsystem rotiert.

[0044] Die Ausgänge der gewichtet kombinierenden Einheiten G1, G2, G3, G4 sind mit einer Vergleichseinheit V verbunden. Die Vergleichseinheit V vergleicht die Richtmikrofonsignale RMS1, RMS2 bezüglich des in ihnen enthaltenen Störsignalanteils. Dazu werden zuerst die jeweils mit den gewichtet kombinierenden Einheiten G1, G2, G3, G4 erzeugten Richtmikrofonsignale RMS1, RMS2 auf eine gleiche Empfindlichkeit in einem Richtbereich normiert. Beispielsweise wird die Empfindlichkeit in 0° -Richtung aller Richtmikrofonsignale RMS1, RMS2 auf 1 gesetzt. Der Vergleich des Störsignalanteils kann beispielsweise anhand des Signalpegels, der Signalenergie oder des Rauschanteils im Signal erfolgen. Je besser die jeweilige statische Richtcharakteristik die auf die Mikrofone M1, M2 treffenden Störsignale auslöscht, desto niedriger ist die Signalenergie oder der Signalpegel. Am Ausgang der Vergleichseinheit V liegt dasjenige Ausgangsrichtmikrofonsignal ARMS für das Frequenzband ΔF an, welches den niedrigsten Störsignalanteil aufweist.

[0045] Analog wird in allen anderen Frequenzbändern $\Delta F'$ verfahren. Dabei werden eigene Amplituden- und Phasenfaktoren zur gewichteten Kombination verwendet.

[0046] Die frequenzbandspezifischen Ausgangsrichtmikrofonsignale ARMS1, ARMS2 werden einer weiteren Kombi-

nationseinheit 11 zugeführt, in der sie zu einem einzigen Ausgangsrichtmikrofonsignal ARMS für das Richtmikrofonsystem, das durch die Mikrofone M1, M2 gebildet wird, vereint werden. Dieses Ausgangsrichtmikrofonsignal wird zur weiteren Signalverarbeitung einer Signalverarbeitungseinheit 13 zugeführt, welche beispielsweise eine Hörhilfsgerätsignalverarbeitung ist und in der ein weiterer Algorithmus zur Störsignalunterdrückung oder eine Verstärkung des Signals entsprechend dem Hörschaden des Trägers durchgeführt wird.

[0047] Das in Figur 4 verdeutlichte Verfahren basiert auf der Verarbeitung von Mikrofonsignalen in den einzelnen Frequenzbändern ΔF , $\Delta F'$. Alternativ können die Mikrofonsignale MS1, MS2 mit Hilfe einer Fast-Fourier-Transformation (FFT) analysiert werden, und das Verfahren kann entsprechend auf die FFT-Koeffizienten angewandt werden.

[0048] Bei der oben erwähnten sukzessiven Erzeugung der Richtmikrofonsignale kann die Vergleichseinheit V schon während der Erzeugung Einfluss z.B. auf die Schrittweite im relevanten Richtungsbereich nehmen und somit adaptiv in die Gewichtungen der Mehrzahl von Richtmikrofonsignalen RMS1, RMS2 eingreifen.

[0049] Figur 5 fasst beispielhafte Werte für die Amplituden- und Phasenfaktoren für ein Frequenzband zusammen. Aufgetragen ist in einer Richtung der Amplitudenfaktor A und in der anderen Richtung die Phasenverzögerung Φ der beiden Mikrofonsignale. Der Amplitudenfaktor A für 0° bzw. 360° beträgt beispielsweise ca. 0,5 dB. Die dazugehörige Phase Φ ist ca. -1,2. Jedes Sternchen entspricht einem Paar von Amplituden- und Phasenfaktoren A, Φ , die in 5° -Schritten angegeben sind. Deutlich erkennt man den asymmetrischen Verlauf der Faktorenverteilung aufgrund der Berücksichtigung des Kopfes auf die Schallausbreitung. Im Einsatz in einem Hörhilfsgerät werden beispielsweise die Amplituden- und Phasenfaktoren A, Φ verwendet, die zur Störsignalunterdrückung von Störsignalen im Bereich von 90° bis 270° benötigt werden.

[0050] In Figur 6 wird die Darstellung eines Amplitudenfaktors A' als Kennlinie K_A' angegeben, die die Richtungsabhängigkeit eines Amplitudenfaktors A' approximiert. Man erkennt zum einen eine strukturierte Messkurve M des Amplitudenfaktors A'. Die Messkurve wurde z.B. nach dem oben beschriebenen Vorgehensweise zur Anpassung der richtungsabhängigen Empfindlichkeit aufgenommen und beschreibt die Amplitudenfaktoren, die in den Richtungen α von 0° bis 360° eine minimale Empfindlichkeit erzeugen. Die Kennlinie K_A' reproduziert im Wesentlichen die Messkurve und ist im Richtmikrofonsystem abgespeichert. Alternativ könnte die Kennlinie K_A' aus den HRTFs berechnet werden.

[0051] Eine besonders vorteilhafte Vorgehensweise zur Störsignalunterdrückung mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt beispielsweise folgendermaßen. Dabei werden frequenz- und winkelabhängigen Gewichtungen verwendet, die zusätzlich noch den Einfluss des Kopfes auf die Schallausbreitung berücksichtigen:

[0052] Für jede Störsignaleinfallsrichtung, beispielsweise im Bereich von 90° bis 270° , und in mehreren Frequenzbändern wird in einem genügend feinen Raster an einen Kopf oder einer Kopfmittation eine optimale statische Empfindlichkeitsverteilung (Richtcharakteristik) ermittelt. Es werden demnach $f \cdot a$ (f Anzahl der Frequenzbänder, a Anzahl der Winkelschritte des Rasters) Gewichtungen für die Amplituden- und Phasengangskorrektur gemessen, die im statischen Fall die Störsignale aus den verschiedenen Störsignaleinfallsrichtungen minimieren. Das heißt, die Gewichtungen ermöglichen eine optimale Unterdrückung einer im entsprechenden Frequenzband Δf und bei der entsprechenden Einfallrichtung aktiven Störsignalquelle. Die Werte der Gewichtungen (z.B. Amplitudenfaktor A, Phasenfaktor PH) werden beispielsweise im Richtmikrofonsystem abgespeichert oder in Form einer winkelabhängigen Kennlinienfunktion zur Verfügung gestellt:

$$A_{\Delta f} = A_{\Delta f} (\text{Winkel}) \text{ und } PH_{\Delta f} = PH_{\Delta f} (\text{Winkel}).$$

Sie stellen somit eine winkel- und frequenzabhängige Kompensation des akustischen Umfelds beim Hörgerät des Kopfeffekts dar.

[0053] Weitere eventuell vorhandene adaptive Amplituden- oder Phasenabgleichsalgorithmen, wie sie im Stand der Technik beschrieben wurden, können weiterhin betrieben werden. Für sie stellen die Gewichtungen, d.h. z.B. die statischen Amplituden- und Phasenausgleichsfaktoren, z.B. statische winkelabhängige Verschiebungen (Offsets) dar. Der Richtungsabgleich wird sich vorzugsweise an die angesprochenen adaptiven Amplituden- und Phasenabgleichsalgorithmen anschließen.

[0054] Eine Anpassung des Richtmikrofons zur Unterdrückung der Störsignale im Betrieb geschieht nun einfach durch die automatisierte Auswahl desjenigen Richtmikrofonsignals, welches den kleinsten Pegel und damit die höchste Störsignaldämpfung aufweist. Voraussetzung dafür ist die vorhergehend besprochene Normierung der Empfindlichkeiten der einzelnen Richtcharakteristiken bzw. der Richtmikrofonsysteme in die Richtrichtung.

[0055] Ein großer Vorteil dieser soeben beschriebenen Vorgehensweise ist, dass sichergestellt ist, dass eine störsignalunterdrückende Anpassung des Richtmikrofonsystems mittels optimalen, zuvor statisch am Kopf optimierten Richtcharakteristiken erfolgt. Auf diese Weise passen die Gewichtungen immer optimal auch im getragenen Zustand auf die jeweils zu unterdrückende Störsignalquelle. Diese Vorgehensweise ist erheblich schneller als eine hinter dem Störschallfeld her hinkende Adaption mit Hilfe eines Algorithmus.

[0056] Werden mehrere Mikromikrofone M1,...M5 zu einem Richtmikrofonsystem zusammengefasst, können auch Richtcharakteristiken höherer Ordnungen erzeugt werden, die in ihrer Struktur auf differenziertere Verteilungen von Störsignalquellen angepasst werden können.

5

Patentansprüche

10

1. Verfahren zur Unterdrückung mindestens eines akustischen Störsignals (AS3,AS4) mit einem Richtmikrofonsystem (RMS,RM1,RM2), das mindestens zwei Mikrofone (M1,...M5) aufweist, mit folgenden Verfahrensmerkmalen:

15

- Erzeugen einer Mehrzahl von Richtmikrofonsignalen (RMS1, RMS2) durch gewichtetes Kombinieren von Signalen der mindestens zwei Mikrofone (M1,...M5), wobei die Gewichtung jeweils eine richtungsabhängige Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems (RMS,RM1,RM2), bestimmt,
- Normieren der Richtmikrofonsignale (RMS1,RMS2) auf eine gleiche Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems (RMS,RM1,RM2) in einem Richtbereich,
- Auswählen des Richtmikrofonsignals (RMS1,RMS2) mit dem geringsten Störsignalanteil als Ausgangsrichtmikrofonsignal (ARMS,ARMS1,ARMS2).

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Richtmikrofonsignal (RMS1,RMS2) mit dem geringsten Störsignalanteil durch das Richtmikrofonsignal (RMS1,RMS2) mit der niedrigsten Signalenergie gegeben ist.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtung derart bestimmt wurde, dass sie die Empfindlichkeit des Richtmikrofonsystems (RMS,RM1,RM2) für eine in Bezug zum Richtmikrofonsystem (RMS,RM1,RM2) in einer Richtung liegenden Störsignalquelle (S3,S4) minimiert.

30

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtung derart bestimmt wurde, dass sie einen Effekt des akustischen Umfelds berücksichtigt, der aufgrund der Benutzung des Richtmikrofonsystems (RMS,RM1,RM2) auftritt.

35

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtung durch eine Messung der Empfindlichkeit des an einem Kopf (1,1') oder an einer Kopffimitation angeordneten Richtmikrofonsystems (RMS,RM1,RM2) bestimmt wurde.

40

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtung einen Amplituden- und/oder einen Phasenfaktor (K_A, K_{PH}) insbesondere zur Korrektur der Amplitude bzw. Phase eines der Mikrofon-signale (S1,S2) aufweist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtung, insbesondere als frequenz- und/oder richtungsabhängige Kennlinie, abgespeichert ist.

45

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Erzeugung der Mehrzahl von Richtmikrofonsignalen (RMS1,RMS2) die benötigten Gewichtungen aus einem Speicher gelesen werden.

50

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erzeugung der Richtmikrofonsignale (RMS1,RMS2) im Wesentlichen gleichzeitig erfolgt.

55

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtung bei der Erzeugung der Mehrzahl von Richtmikrofonsignalen (RMS1,RMS2) ihren Wert verändert, um nacheinander Richtmikrofonsignale (RMS,RMS2) mit unterschiedlichen richtungsabhängigen Empfindlichkeiten zu erzeugen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Frequenzbereich der Mikrofon-signale (S1,S2) in Frequenzbänder ($\Delta F, \Delta F'$)

unterteilt wird, in denen jeweils ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsrichtmikrofonsignal (ARMS) aus einer Mehrzahl von frequenzband-spezifischen Ausgangsrichtmikrofonsignalen (ARMS1, ARMS2) aufgebaut wird, welche jeweils in einem Frequenz-band ($\Delta F, \Delta F'$) den geringsten Störsignalanteil einer Mehrzahl von Richtmikrofonsignalen (RMS1, RMS2) aufweisen.
13. Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 mit einem Richtmikrofonsystem (RMS, RM1, RM2), welches mindestens zwei Mikrofone (M1, M2) aufweist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Mikrofone (M1, M2) jeweils mit einer frequenzselektierenden Filterbank (FB1, FB2) verbunden sind, an deren Ausgängen Frequenzband-Signalanteile der Mikrofonsignale anliegen, wobei die Ausgänge der Filterbänke (FB1, FB2) mit jeweils gleichen Frequenzbändern ($\Delta F, \Delta F'$) paarweise mit jeweils einer Einheit (G1, ... G4) verbunden sind, welche die Frequenzband-Signalanteile mit einer Gewichtung kombiniert, wobei die Gewichtung mittels einer die Amplitude des entsprechenden Frequenzband-Signalanteils verändernden Amplitudeneinheit ($K_{A1}, \dots, K_{A4}$) und/oder einer die Phase des entsprechenden Frequenzband-Signalanteils drehenden Phaseneinheit ($K_{PH1}, \dots, K_{PH4}$) erfolgt, wobei die Amplitudeneinheit ($K_{A1}, \dots, K_{A4}$) und die Phaseneinheit ($K_{PH1}, \dots, K_{PH4}$) entweder gemeinsam auf eines oder einzeln auf jeweils eines der Frequenzband-Signalanteile wirken, wobei mehrere Einheiten mit einer Vergleichseinheit (V, V') verbunden sind, welche die Richtmikrofonsignale (RMS1, RMS2) auf eine möglichst gleiche Empfindlichkeit in einem Richtbereich normiert und die normierten Richtmikrofonsignale (RMS1, RMS2) bezüglich ihres Störsignalanteils vergleicht und wobei am Ausgang der Vergleichseinheit (V, V') das Richtmikrofonsignal (RMS1, RMS2) mit dem niedrigsten Störsignalanteil als Ausgangsrichtmikrofonsignal (ARMS1, ARMS2) vorliegt.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgänge von mehreren Vergleichseinheiten (V, V') mit einer weiteren Kombinationseinheit (11) verbunden sind, in der ein Ausgangsrichtmikrofonsignal (ARMS) für den von der Vorrichtung abgedeckten Frequenzbereich gebildet wird.

Claims

1. Method for suppression of at least one acoustic interference signal (AS3, AS4) by means of a directional microphone system (RMS, RM1, RM2) which has at least two microphones (M1, ... M5), with the following method features:
 - production of two or more directional microphone signals (RMS1, RMS2) by weighted combination of signals from the at least two microphones (M1, ... M5), with the weighting in each case determining a direction-dependent sensitivity of the directional microphone system (RMS, RM1, RM2),
 - normalization of directional microphone signals (RMS1, RMS2) with respect to the same sensitivity of the directional microphone system (RMS, RM1, RM2) in one direction region,
 - selection of the directional microphone signal (RMS1, RMS2) with the lowest interference signal component as the output directional microphone signal (ARMS, ARMS1, ARMS2).
2. Method according to Claim 1,
characterized in that the directional microphone signal (RMS1, RMS2) with the lowest interference signal component is given by the directional microphone signal (RMS1, RMS2) with the lowest signal energy.
3. Method according to Claim 1 or 2,
characterized in that the weighting was determined in such a way that it minimizes the sensitivity of the directional microphone system (RMS, RM1, RM2) for an interference signal source (S3, S4) which is located in one direction with respect to the directional microphone system (RMS, RM1, RM2).
4. Method according to one of Claims 1 to 3,
characterized in that the weighting was determined in such a way that it takes account of any effect of the acoustic environment, which occurs as a result of the use of the directional microphone system (RMS, RM1, RM2).
5. Method according to Claim 4,

characterized in that the weighting was determined by measurement of the sensitivity of the directional microphone system (RMS, RM1, RM2) which is arranged on a head (1, 1') or on a head imitation.

6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the weighting has an amplitude factor and/or a phase factor (K_A , K_{PH}), in particular for the correction of the amplitude or phase, respectively, of one of the microphone signals (S1, S2).

7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the weighting is stored in particular as a frequency-dependent and/or direction-dependent characteristic.

8. Method according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that**, when producing the two or more directional microphone signals (RMS1, RMS2) the required weightings are read from a memory.

9. Method according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the directional microphone signals (RMS1, RMS2) are produced essentially at the same time.

10. Method according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the weighting during the production of the two or more directional microphone signals (RMS1, RMS2) changes its value in order to successively produce directional microphone signals (RMS1, RMS2) with different direction-dependent sensitivities.

11. Method according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the frequency range of the microphone signals (S1, S2) is subdivided into frequency bands (ΔF , $\Delta F'$), in each of which a method according to one of Claims 1 to 10 is carried out.

12. Method according to Claim 11, **characterized in that** the output directional microphone signal (ARMS) is formed from two or more frequency-band-specific output directional microphone signals (ARMS1, ARMS2) each of which has the smallest interference signal component of two or more directional microphone signals (RMS1, RMS2) in a frequency band (ΔF , $\Delta F'$).

13. Apparatus for carrying out a method according to one of Claims 1 to 12 with a directional microphone system (RMS, RM1, RM2) which has at least two microphones (M1, M2).

14. Apparatus according to Claim 13, **characterized in that** the two microphones (M1, M2) are connected to a respective frequency-selecting filter bank (FB1, FB2), at whose outputs frequency band signal components of the microphone signals are produced, with the outputs of the filter banks (FB1, FB2) which are each in the same frequency bands (ΔF , $\Delta F'$) being connected in pairs to a respective unit (G1,...G4) which combines the frequency band signal components with a weighting, with the weighting being applied by means of an amplitude unit (K_{A1} , ... K_{A4}), which varies the amplitude of the corresponding frequency band signal component, and/or by means of a phase unit (K_{PH1} , ... K_{PH4}) which shifts the phase of the corresponding frequency band signal component, with the amplitude unit (K_{A1} , ... K_{A4}) and the phase (K_{PH1} , ... K_{PH4}) acting either jointly on one frequency band signal component or acting individually on each of the frequency band signal components, with two or more units being connected to a comparison unit (V, V') which normalizes the directional microphone signals (RMS1, RMS2) with respect to a sensitivity which is as identical as possible in a direction region and compares the interference signal component of the normalized directional microphone signals (RMS1, RMS2), and with the directional microphone signal (RMS1, RMS2) with the smallest interference signal component being produced as the output directional microphone signal (ARMS1, ARMS2) at the output of the comparison unit (V, V').

15. Apparatus according to Claim 14, **characterized in that** the outputs of the two or more comparison units (V, V') are connected to a further combination unit (11), in which an output directional microphone signal (AMRS) is formed for the frequency range which is covered by the apparatus.

Revendications

1. Procédé de suppression d'au moins un signal (AS3, AS4) acoustique parasite par un système (RMS, RM1, RM2)

de microphone directionnel qui a au moins deux microphones (M1,...M5) ayant les caractéristiques de procédé suivantes :

- on produit une multiplicité de signaux (RMS1, RMS2) directionnels par combinaison pondérée de signaux d'au moins deux microphones (M1,M5), la pondération déterminant respectivement une sensibilité, dépendante de la direction, du système (RMS, RM1, RM2) de microphone directionnel,
- on norme les signaux (RMS1, RMS2 de microphone directionnel sur une même sensibilité du système (RMS, RM1, RM2) de microphone directionnel dans une zone directionnelle,
- on choisit le signal (RMS1, RMS2) de microphone directionnel ayant la proportion la plus petite de signal parasite comme signal (ARMS, AEMS1, ARMS2) de microphone directionnel de sortie.

2. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que le signal (RMS1, RMS2) de microphone directionnel ayant la proportion la plus petite de signal parasite est donné par le signal (RMS1, RMS2) de microphone directionnel ayant l'énergie de signal la plus petite.
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que la pondération a été déterminée de manière à minimiser la sensibilité du système (RMS, RM1, RM2) de microphone directionnel pour une source (S3, S4) de signal parasite se trouvant dans une direction par rapport au système (RMS, RM1, RM2) de microphone directionnel.
4. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la pondération a été déterminée de manière à tenir compte d'un effet de l'ambiance acoustique qui apparaît en raison de l'utilisation du système (RMS, RM1, RM2) de microphone directionnel.
5. Procédé suivant la revendication 4, **caractérisé en ce que** la pondération a été déterminée par une mesure de la sensibilité du système (RMS, RM1, RM2) de microphone directionnel disposé sur une tête (1, 1') ou sur une imitation de tête.
6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la pondération comporte un facteur (KA) d'amplitude et/ou un facteur (KPH) de phase, notamment pour la correction de l'amplitude ou de la phase de l'un des signaux (S1, S2) de microphone.
7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que la pondération mémorise notamment une caractéristique qui dépend de la fréquence et/ou de la direction.
8. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que, lors de la production de la multiplicité de signaux (RMS1, RMS2) de microphone directionnel, on lit les pondérations nécessaires dans une mémoire.
9. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**on effectue la production des signaux (RMS1, RMS2) de microphone directionnel sensiblement en même temps.
10. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la pondération modifie, lors de la production de la multiplicité de signaux (RMS1, RMS2) de microphone directionnel, sa valeur pour produire des signaux (RMS, RMS2) directionnels successifs ayant des sensibilités différentes qui dépendent de la direction.
11. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'on subdivise le domaine de fréquence des signaux (S1, S2) de microphone en bandes (ΔF , $\Delta F'$) de fréquence dans lesquelles on effectue respectivement un procédé suivant l'une des revendications 1 à 10.
12. Procédé suivant la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'on forme le signal (ARMS) de microphone directionnel de sortie à partir d'une multiplicité de signaux (ARMS1, ARMS2) de microphone directionnel de sortie spécifiques à la bande de fréquence, qui ont respectivement dans une bande (ΔF , $\Delta F'$) de fréquence la proportion la plus petite de signal parasite d'une multiplicité de signaux (RMS1, RMS2) de microphone directionnel.
13. Dispositif pour la mise en oeuvre d'un procédé suivant l'une des revendications 1 à 12, comprenant un système

(RMS, RM1, RM2) de microphone directionnel qui a au moins deux microphones (M1, M2).

14. Dispositif suivant la revendication 13,

caractérisé en ce que les deux microphones (M1, M2) sont reliés respectivement à un banc (FB1, FB2) de filtrage, qui est électif en fréquence et aux sorties duquel s'appliquent des proportions de signal de bande de fréquence des signaux de microphone, les sorties des bancs (FB1, FB2) de filtrage ayant respectivement de mêmes bandes (ΔF , $\Delta F'$) de fréquence étant reliées par paire à respectivement une unité (G1, ...G4) qui combine les proportions de signal de bande de fréquence à une pondération, la pondération s'effectuant au moyen d'une unité (KA1, ...KA4) d'amplitude modifiant l'amplitude de la proportion de signal de bande de fréquence correspondante et/ou d'une unité (KPH1,KPH4) de phase faisant tourner la phase de la proportion de signal de bande de fréquence correspondante, l'unité (KA1, ...KA4) d'amplitude et l'unité (KPH1,KPH4) de phase agissant soit conjointement sur l'une soit individuellement sur chacune des proportions de signal de bande de fréquence, plusieurs unités étant reliées à une unité (V, V') de comparaison, qui norme les signaux (RMS1, RMS2) de microphone directionnel sur une sensibilité aussi égale que possible dans un domaine directionnel et qui compare les signaux (RMS1n, RMS2) de microphone directionnel normés en ce qui concerne leur proportion de signal parasite et dans lequel à la sortie de l'unité (V, V') de comparaison le signal (RMS1, RMS2) de microphone directionnel, ayant la proportion la plus petite de signal parasite, est présent en tant que signal (ARMS1, ARMS2) de microphone directionnel de sortie.

15. Dispositif suivant la revendication 14,

caractérisé en ce que les sorties de plusieurs unités (V, V') de comparaison sont reliées à une autre unité (11) de combinaison, dans laquelle un signal (ARMS) de microphone directionnel de sortie est formée pour le domaine de fréquence recouvert par le dispositif.

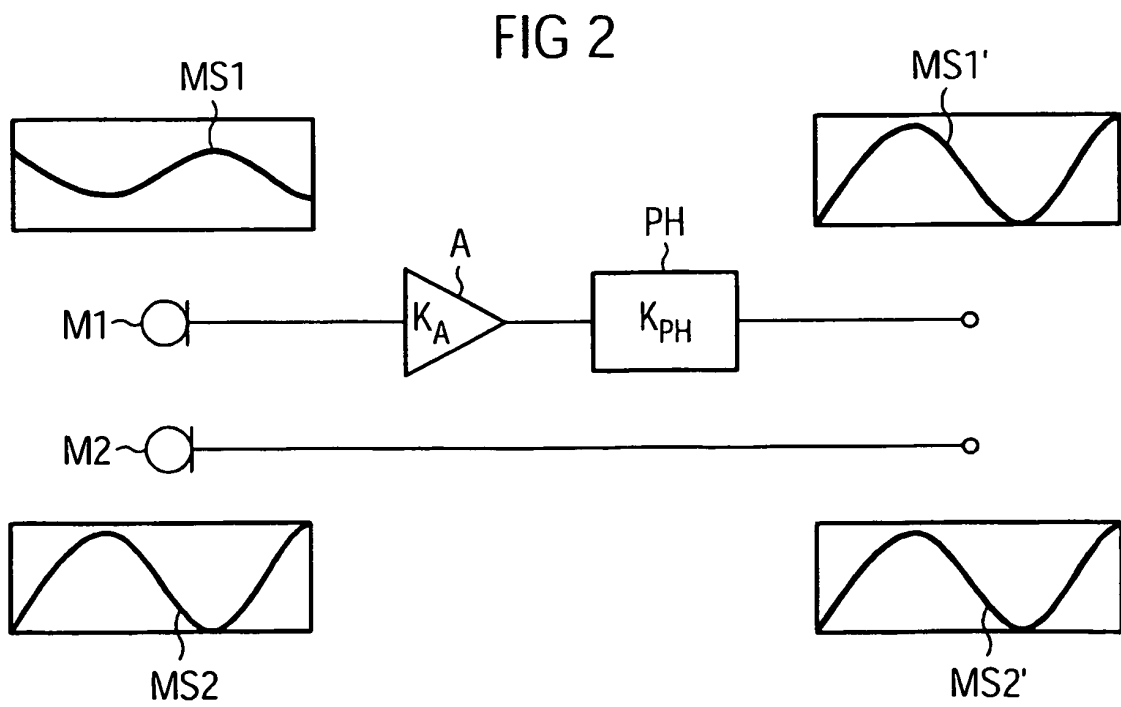
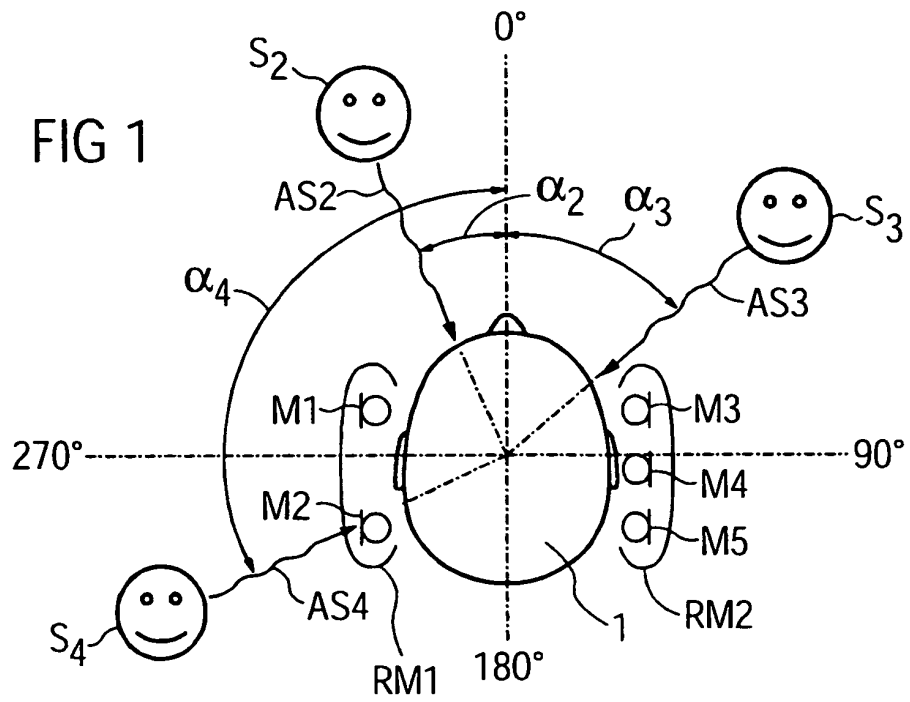
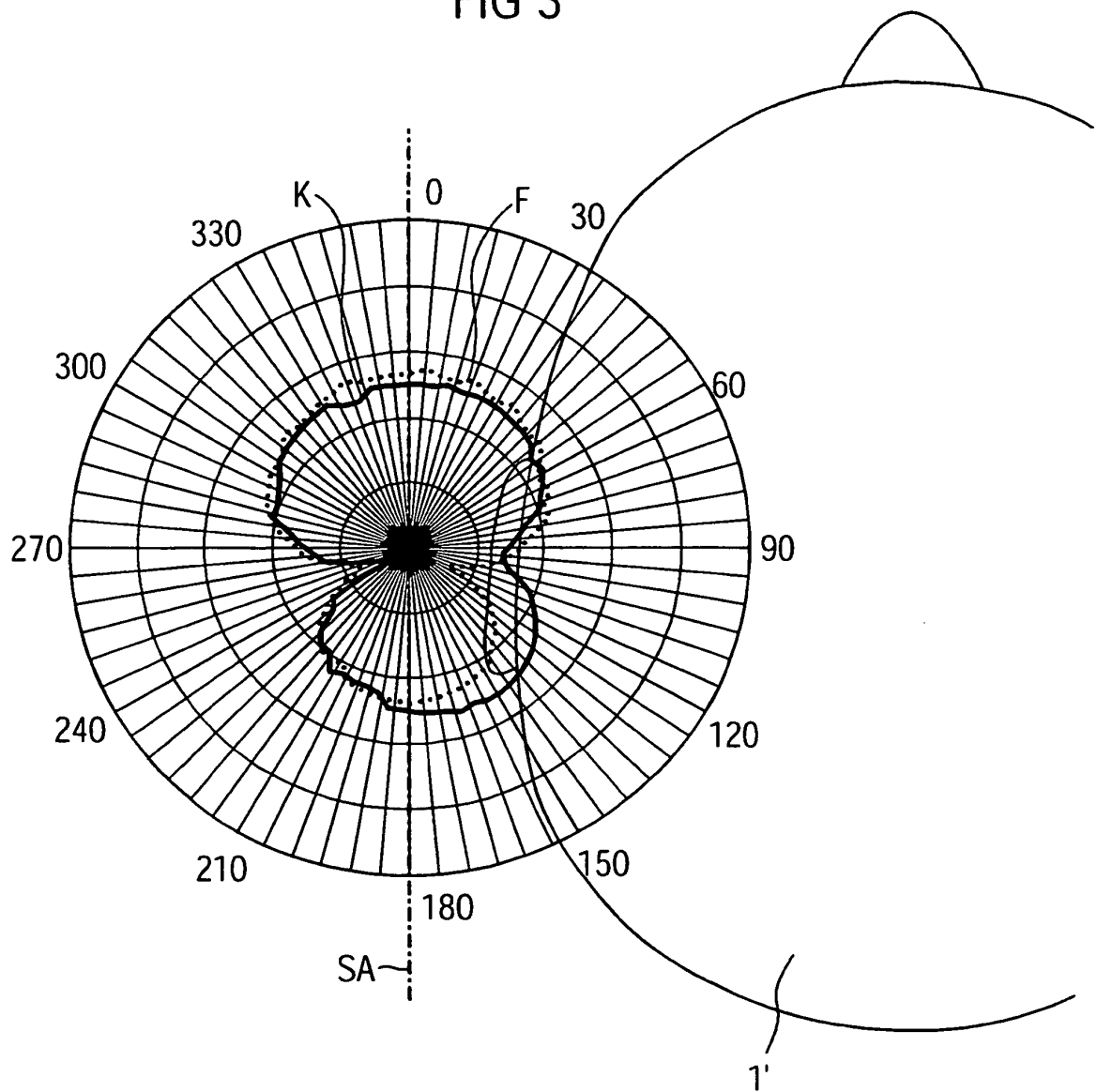


FIG 3



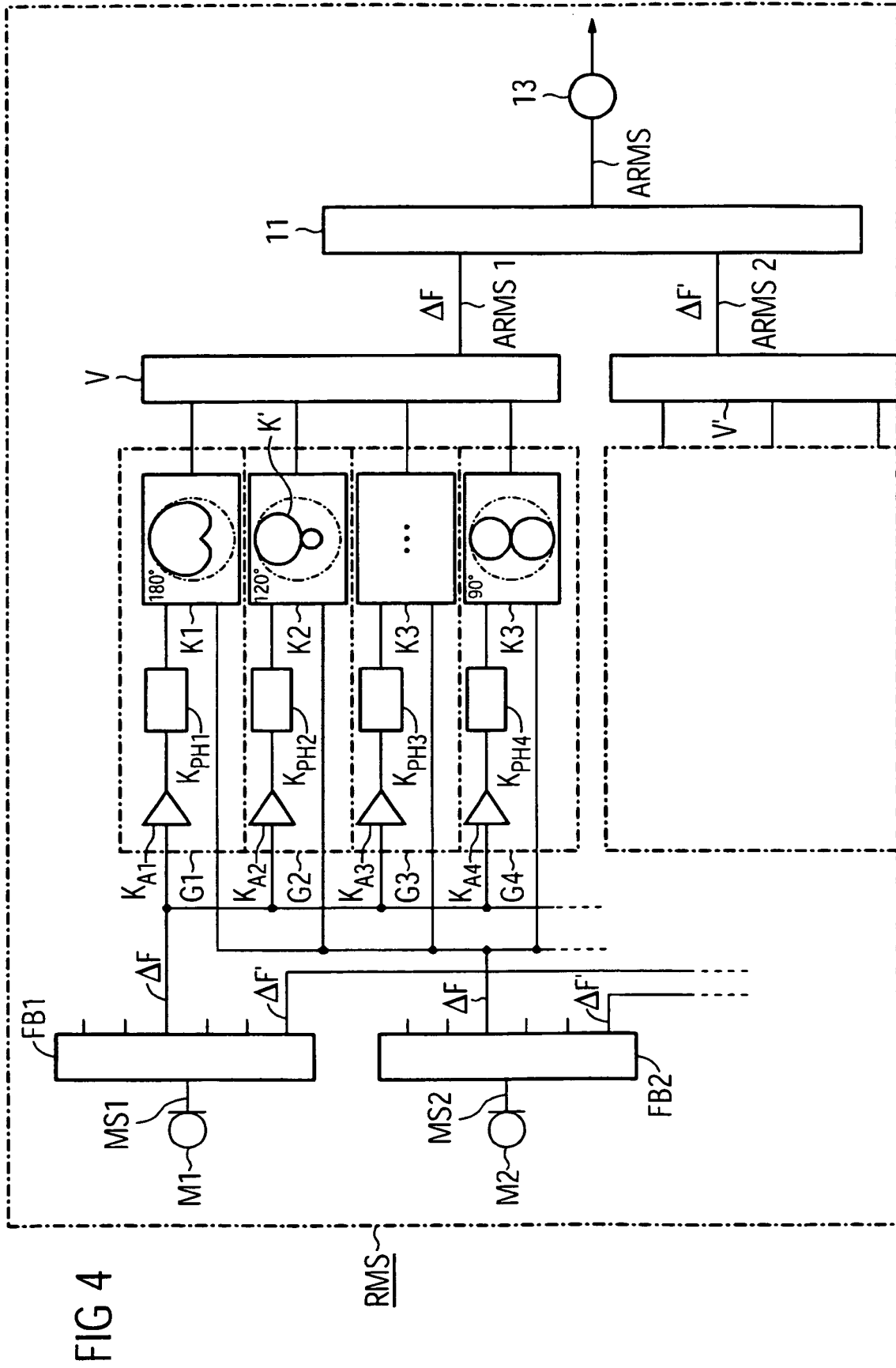


FIG 5

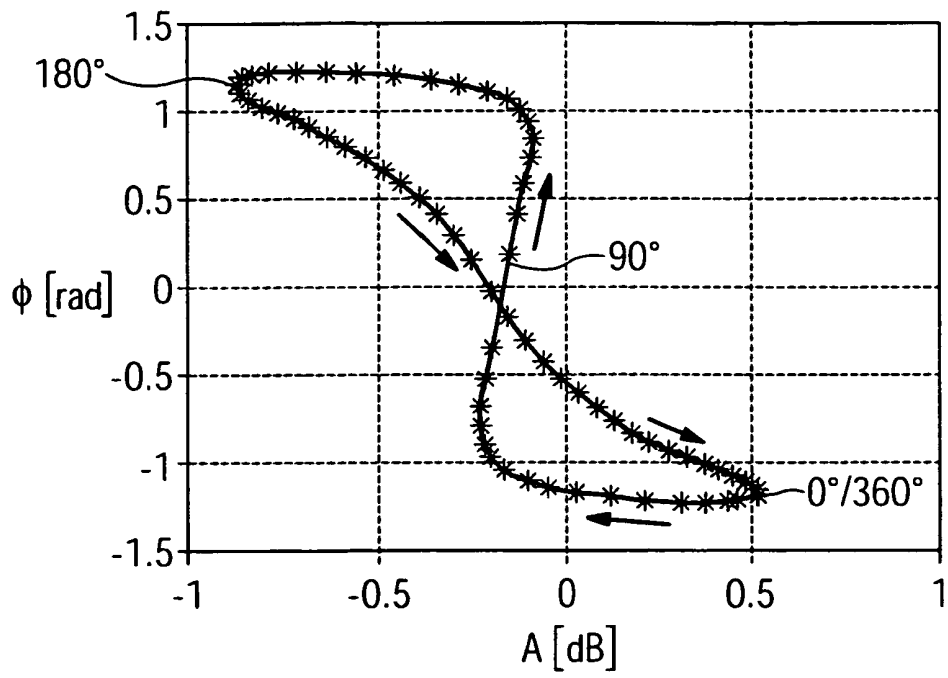
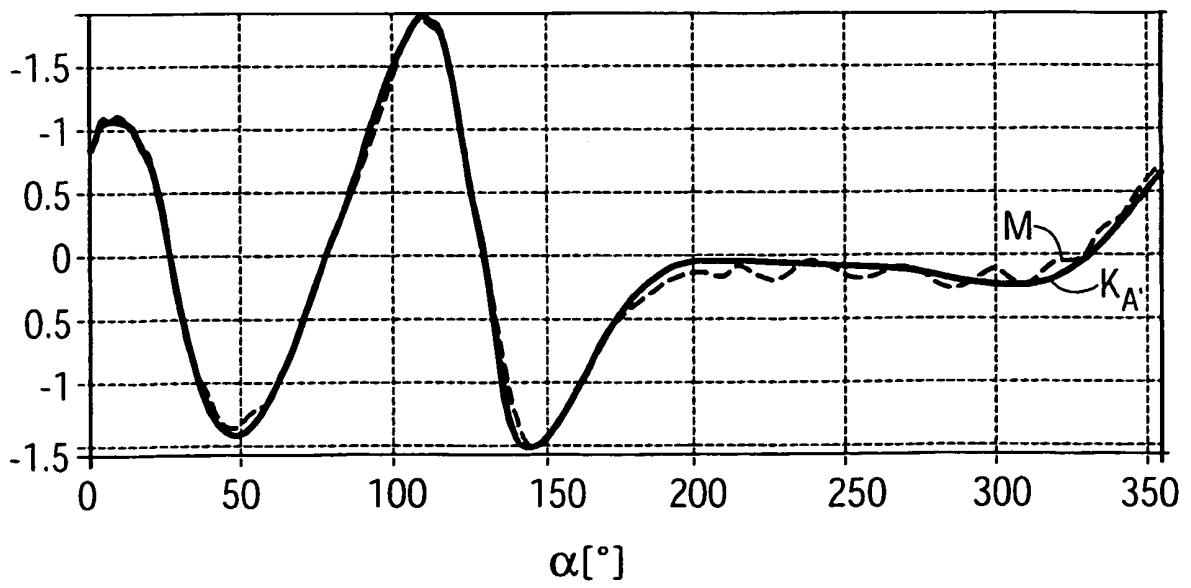
 A' [dB]

FIG 6



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 19927278 C1 [0005]