

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 1 773 100 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.04.2007 Patentblatt 2007/15

(51) Int Cl.:

H04R 25/00 ^(2006.01)**H04R 3/00** ^(2006.01)**H04R 1/40** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **06120962.3**(22) Anmeldetag: **20.09.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU(30) Priorität: **04.10.2005 DE 102005047403**

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

(72) Erfinder:

- **Fischer, Eghart
91126 Schwabach (DE)**
- **Hain, Jens
91077 Kleinsendelbach (DE)**

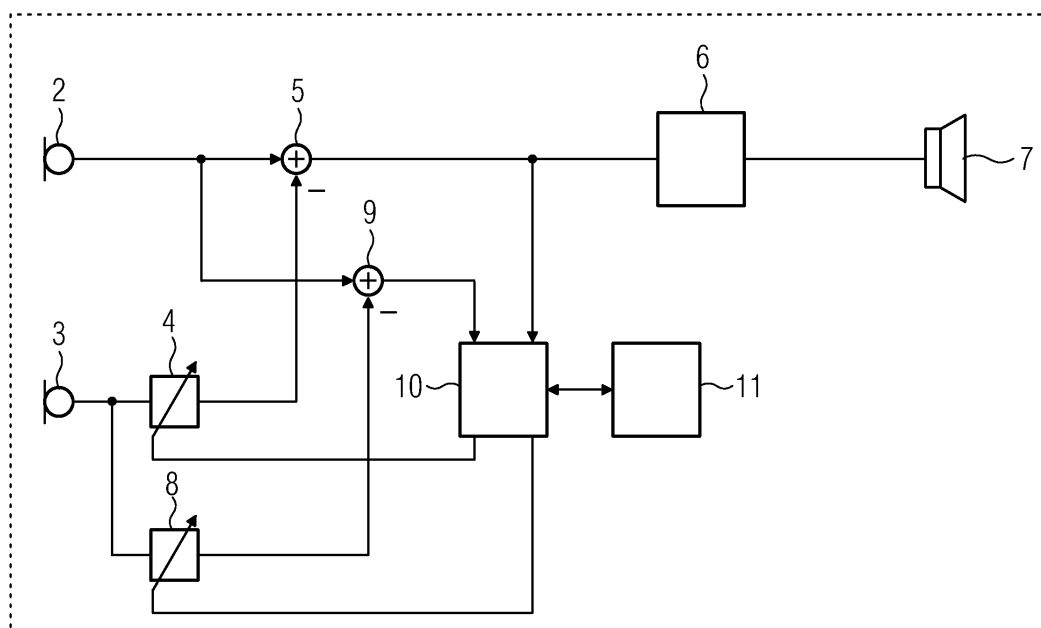
(74) Vertreter: **Berg, Peter**

**Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)**

(54) **Anpassung eines Richtmikrofons an langandauernde Einflüsse**

(57) Die Richtwirkung eines statischen Richtmikrofons (2, 3) soll verbessert werden. Insbesondere sollen Abschattungseffekte des Kopfes bei einem am Kopf eines Benutzers getragenen Hörgerät (1) bei der Einstellung des Richtmikrofons (2, 3) berücksichtigt werden.

Hierzu wird vorgeschlagen, dass - ähnlich wie bei der Adaption eines adaptiven Richtmikrofons - die Energie bzw. Leistung des von dem Richtmikrofon (2, 3) abgegebenen Richtmikrofonsignals minimiert wird, mit dem Unterschied, dass hierbei extrem lange Adaptionzeiten vorgegeben werden.

FIG 6**EP 1 773 100 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons, das zum Erzeugen einer Richtcharakteristik wenigstens zwei elektrisch miteinander verschaltete Mikrofone umfasst, wobei wenigstens ein von einem der Mikrofone erzeugtes Mikrofonsignal oder ein aus diesem hervorgehendes Signal um eine innerhalb eines bestimmten Bereiches einstellbare Verzögerungszeit verzögert wird, wobei die Leistung oder die Energie eines von dem Richtmikrofon erzeugten Richtmikrofonsignals bestimmt wird und wobei die Leistung oder Energie des Richtmikrofonsignals durch Einstellen der Verzögerungszeit minimiert wird. Ferner betrifft die Erfindung ein Richtmikrofon zur Durchführung eines derartigen Verfahrens sowie die Verwendung eines derartigen Richtmikrofons in einem Hörgerät.

[0002] Richtmikrofone werden häufig dazu verwendet, um ein akustisches Nutzsignal in einer mit Störschall erfüllten Umgebung hervorzuheben. Z. B. soll bei einem Hörgerät mit einem Richtmikrofon ein Sprachsignal gegenüber dem Umgebungslärm hervorgehoben werden. Dabei zählen Richtmikrofone in Hörgeräten seit einigen Jahren zu den etablierten Methoden der Störgeräuschreduktion und führen nachweislich zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit in Hörsituationen, in denen das Nutzsignal und die Störsignale aus unterschiedlichen Raumrichtungen einfallen.

[0003] Beim Aufbau eines Richtmikrofons sind zwei unterschiedliche Typen gebräuchlich:

a) Gradientenmikrofone:

Diese besitzen zwei Schalleinlässe, die zu unterschiedlichen Seiten ein und derselben Membran des Gradientenmikrofons führen. Trifft Schall gleichzeitig auf die beiden Schalleinlässe, so heben sich die dadurch erzeugten Kräfte auf die Membran gegenseitig auf. Das Ausgangssignal ist in diesem Fall gleich Null. Allgemein gilt: Schall, der senkrecht zu der Verbindungslinie der Schalleintrittsöffnungen eintritt, wird ausgelöscht. Gradientenmikrofone haben den Nachteil, dass diese kaum an bezüglich der Mikrofone nicht ortsfeste Störschallquellen angepasst werden können.

b) Elektrisch verschaltete omnidirektionale Mikrofone:

Omnidirektionale Mikrofone haben eine Schalleintrittsöffnung und nehmen Schall idealerweise aus allen Richtungen gleichermaßen auf. Durch elektrische Verschaltungen wenigstens zweier omnidirektionaler Mikrofone kann eine Richtwirkung erzeugt werden. Hierzu wird ein Mikrofonsignal verzögert und von dem Mikrofonsignal eines zweiten omnidirektionalen Mi-

krofons subtrahiert. Genau wie beim Gradientenmikrofon kann auch bei dem zuletzt beschriebenen Mikrofonsystem durch eine bestimmte Anordnung der Schalleinlassöffnungen und Einstellen der Verzögerungszeit eine Richtung festgelegt werden, bei der aus dieser Richtung einfallender Schall ausgelöscht wird. Mit zwei elektrisch miteinander verschalteten omnidirektionalen Mikrofonen lässt sich eine Richtwirkung erster Ordnung erzeugen. Bei einer elektrischen Verschaltung von mehr als zwei omnidirektionalen Mikrofonen können auch Richtwirkungen höherer Ordnung erzeugt werden.

[0004] Die Erfindung bezieht sich auf Richtmikrofone, die wenigstens zwei elektrisch miteinander verschaltete omnidirektionale Mikrofone umfassen und die durch Einstellen der Verzögerungszeit(en) die Möglichkeit bieten, die Richtcharakteristik während des laufenden Betriebs des Richtmikrofons in einfacher Weise zu verändern.

[0005] Richtmikrofone, die mehrere omnidirektionale Mikrofone umfassen, zeichnen sich gegenüber einem einzelnen omnidirektionalen Mikrofon nicht dadurch aus, dass eine bestimmte Richtung besonders gut empfangen wird, sondern dadurch, dass eine (oder mehrere) Richtung(en) gegenüber dem ungerichteten (omnidirektionalen) Mikrofon unterdrückt wird (werden). Dies wird grafisch in so genannten Richtdiagrammen veranschaulicht. In diesen ist zumeist für ein akustisches Eingangssignal die Dämpfung in dB in Abhängigkeit des Einfallswinkels aufgetragen. Eine "Einkerbung" in einem solchen Richtdiagramm, d. h. eine Stelle mit sehr hoher Dämpfung, wird als "Notch" bezeichnet. Je nach Lage und Anzahl der Notches ergeben sich unterschiedliche Charakteristiken (Nieren-Charakteristik, 8-Charakteristik usw).

[0006] Bei einem statischen Richtmikrofon wird durch Wahl einer bestimmten Verzögerungszeit bzw. bestimmter Verzögerungszeiten eine bestimmte Richtcharakteristik fest eingestellt. Bei einem aus zwei omnidirektionalen Mikrofonen aufgebauten Richtmikrofon erhält man die mit dem Richtmikrofon maximal erreichbare Richtwirkung, ausgedrückt durch den so genannten Directivity-Index (DI), wenn eine Hyperkardioid-Charakteristik ("Hypernieren") eingestellt wird. Dies bedeutet, dass bei einem im Freifeld mit diffusem Schall gleichmäßig aus allen Richtungen beschallten Richtmikrofon bei dieser Einstellung das Ausgangssignal die geringste Energie bzw. Leistung aufweist. Statische Richtmikrofone in Hörgeräten werden häufig so eingestellt.

[0007] Eine im Freifeld optimierte, statische Richtcharakteristik eines Richtmikrofons wird bei der Verwendung eines Richtmikrofons in einem Hörgerät beim Tragen des Hörgerätes am Kopf eines Benutzers durch den Einfluss des Kopfes wieder verschlechtert, da der Kopf sowohl die Amplitude als auch die Phase der von den Mikrofonen aufgenommenen Signale verändert. Dadurch verschlechtert sich auch die mit dem Richtmikrofon erreich-

bare maximale Richtwirkung. Aus einer im Freifeld eingestellten Hyperniere mit maximalem DI wird beispielsweise eine andere Richtcharakteristik entstehen, die ihr Notch bei einem anderen Winkel aufweist und damit keinen optimalen DI mehr besitzen wird.

[0008] Es ist bekannt, den negativen Einfluss des Kopfes auf die optimale Richtwirkung dadurch zu kompensieren, dass man die Richtwirkung nicht im Freifeld, sondern an einem für Testzwecke erstellten Kunstkopf, z. B. dem KEMAR, optimiert und somit die negativen Kopfeffekte zumindest vermindert. Das Problem besteht nun aber darin, dass der Einfluss des Kopfes und der Pinna individuell recht unterschiedlich ausfallen können und die an einem durchschnittlichen Kunststoffkopf erzielten Verbesserungen nicht optimal für die jeweiligen individuellen physiologischen Verhältnisse sind.

[0009] Aus der US 2001/0028718 A1 ist ein adaptives Richtmikrofon mit mehreren elektrisch miteinander verschalteten Mikrofonen bekannt, bei dem sich die Richtwirkung während des laufenden Betriebs des Richtmikrofons kontinuierlich an unterschiedliche Hörsituationen anpasst. Das bekannte Richtmikrofon umfasst Mittel zur Bestimmung der Energie des von dem Richtmikrofon erzeugten Richtmikrofonsignals, wodurch Störsignale aus unterschiedlichen Einfallsrichtungen in das Mikrofonsystem infolge sehr kurzer Adaptionszeiten des Richtmikrofons sehr schnell unterdrückt werden können. Allerdings bringt das adaptive Richtmikrofon in Situationen mit überwiegend diffusem, d.h. ungerichtetem Störschall (z. B. Cafeteria) keinen nennenswerten Vorteil gegenüber einem statischen Richtmikrofon.

[0010] Bislang werden Richtmikrofone entweder als statische Richtmikrofone betrieben, bei denen die Verzögerungszeit(en) einmal eingestellt und dann beibehalten wird (werden), oder als adaptive Richtmikrofone, die schnell auf wechselnde Umgebungssituationen reagieren und adaptiv Störschall unterdrücken. Die bei adaptiven Richtmikrofonen verwendeten Zeitkonstanten sind gewöhnlich kleiner einer Sekunde.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Richtwirkung eines statischen Richtmikrofons zu verbessern, während es in einer natürlichen Umgebung verwendet wird.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Verfahrensschritten gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Ferner wird die Aufgabe durch ein Richtmikrofon mit den in Patentanspruch 14 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0013] Die Erfindung bewirkt eine Verbesserung der Richtwirkung eines als statisches Richtmikrofon betriebenen Richtmikrofons. Es soll damit nicht die Wirksamkeit eines adaptiven Richtmikrofons verbessert werden, dass sofort auf kurzfristig eintretende Schallereignisse oder im Raum bewegte Schallquellen reagiert.

[0014] Die Erfindung löst das angegebene Problem somit dadurch, dass ein statisches Richtmikrofon wie ein adaptives Richtmikrofon betrieben wird, nur mit einer im Vergleich zu einem adaptiven Richtmikrofon extrem langen Reaktionszeit. Das statische Richtmikrofon gemäß

der Erfindung kann und soll damit nicht merklich auf auftretende Störschallquellen reagieren, sondern lediglich auf Einflüsse, die das Richtmikrofon langfristig betreffen.

[0015] Dabei wird durch Einstellen wenigstens einer optimierten Verzögerungszeit unter realen Umgebungsbedingungen des in Betrieb befindlichen Richtmikrofons automatisch eine optimierte statische Richtwirkung erreicht. Hierfür wird beispielsweise bei der Verwendung des Richtmikrofons gemäß der Erfindung bei einem am Kopf tragbaren Hörgerät anstelle des Durchschnittskopfes (z.B. des KEMAR) ein "Durchschnitts-Schallfeld" (diffuses Schallfeld) angenommen. D.h., es wird angenommen, dass bei genügend langer Tragezeit (Größenordnung Stunden bis Tage) bei dem Hörgerät im Mittel der Störschall gleichmäßig aus allen Richtungen einfallen wird, was eine durchaus realistische Annahme ist. Ein vorhandenes Notch kann sich nun - äußerst langsam - an das Durchschnitts-Schallfeld adaptieren, so dass sich im Langzeitmittel eine optimale statische Richtwirkung ausbildet, die genau an die jeweilige Umgebungssituation des Richtmikrofons, beispielsweise die individuellen Verhältnisse eines am Kopf getragenen Hörgerätes mit dem betreffenden Richtmikrofon, angepasst ist. Der Adaptionsbereich wird dabei so gewählt, dass damit die Bandbreite der verschiedenen Störeinflüsse, z.B. die individuellen Kopfeinflüsse, bei der jeweiligen Verwendung des Richtmikrofons gemäß der Erfindung kompensiert werden können.

[0016] Bei der Erfindung geht es also nicht darum, schnell auf wechselnde Umgebungsbedingungen zu reagieren, z.B. auf eine relativ zu dem Richtmikrofon bewegte Störschallquelle, wie dies bei einem adaptiven Richtmikrofon geschieht. Vielmehr soll bei der Erfindung für ein statisches Richtmikrofon eine Optimierung erfolgen, so dass die Einstellungen des statischen Richtmikrofons wenigstens im Wesentlichen lediglich an lang anhaltende Einflüsse auf das Richtmikrofon (Kopfform eines Hörgeräteträgers, geänderte Frisur eines Hörgeräteträgers, Veränderungen elektrischer Eigenschaften der bei dem Richtmikrofon verwendeten Bauteile über der gesamten Laufzeit etc) angepasst werden. Lang anhaltend heißt dabei zumindest über Stunden, wenn nicht sogar über Tage, Wochen oder Monate. Einzelne, in das Richtmikrofon eingehende Schallereignisse beeinflussen das statische Richtmikrofon gemäß der Erfindung allenfalls unwesentlich.

[0017] Um dies zu erreichen, wird eine sehr lange "Adaptionszeit" für das "statische" Richtmikrofon vorgegeben, so dass eine ungewollte Adaption an kurzzeitige Ereignisse ausgeschlossen werden kann.

[0018] Vorzugsweise wird bei einem Richtmikrofon gemäß der Erfindung eine bestimmte Richtcharakteristik eingestellt und über einen langen Zeitraum (Stunden, Tage oder sogar Wochen) die Energie bzw. die Leistung des erzeugten Richtmikrofonsignals gemessen und gemittelt, wobei dieses erste Richtmikrofonsignal als Ausgangssignal des Richtmikrofons zur Weiterverarbeitung vorgesehen ist. Gleichzeitig wird auch für eine gegen-

über der eingestellten Richtcharakteristik geringfügig veränderte Richtcharakteristik über den genannten Zeitraum die Energie bzw. die Leistung eines zweiten Richtmikrofonsignals ermittelt, wobei dieses zweite Richtmikrofonsignal nicht zur Weiterverarbeitung vorgesehen ist. Ist die über den Zeitraum gemittelte Energie bzw. Leistung bei dem zweiten Richtmikrofonsignal größer als bei dem ersten, so erfolgt keine Anpassung des Richtmikrofons. Ist hingegen die über die Zeit gemittelte Energie bzw. Leistung bei dem ersten Richtmikrofonsignal größer als bei dem zweiten, so erfolgt eine Anpassung des Richtmikrofons dahingehend, dass nachfolgend die geringfügig veränderte Richtcharakteristik bei dem Richtmikrofon eingestellt wird, dessen Richtmikrofonsignal weiterverarbeitet wird. Zum Erfassen der mittleren Energie bzw. Leistung für den betrachteten Zeitraum kann beispielsweise das RMS- (Root Mean Square-) Verfahren angewendet werden.

[0019] Um gegenüber der eingestellten Richtcharakteristik eine veränderte Richtcharakteristik zu erzeugen, ist wenigstens eine Verzögerungszeit des Richtmikrofons zu verändern. Hat diese Veränderung eine Verringerung der mittleren Energie bzw. Leistung bewirkt, so erfolgt im nächsten Schritt vorzugsweise eine weitere Veränderung der Verzögerungszeit um den gleichen Betrag und mit dem gleichen Vorzeichen wie bei der ersten Veränderung. Hat sich hingegen die mittlere Energie bzw. Leistung erhöht, so erfolgt im nächsten Schritt vorzugsweise eine Veränderung der Verzögerungszeit um den gleichen Betrag, aber mit umgekehrten Vorzeichen.

[0020] Die "Adaptionsgeschwindigkeit" des "statischen" Richtmikrofons wird vor allem durch zwei Parameter beeinflusst. Einerseits ist dies die Häufigkeit, mit der Veränderungen bei der Einstellung der Richtcharakteristik zugelassen werden. Z.B. kann festgelegt werden, dass eine automatische Anpassung der Richtcharakteristik gemäß der Erfindung stündlich stattfindet. Andererseits ist dies der Betrag, um den die Verzögerungszeit jeweils veränderbar ist. Dieser Betrag wird beispielsweise so festgelegt, dass sich ein in einer Richtcharakteristik vorhandenes Notch allenfalls in 1°-Schritten verschieben kann. Vorzugsweise sind diese Parameter bei einem Hörgerät mit einem entsprechenden Richtmikrofon voreingestellt und können durch Programmierung des Hörgerätes verändert werden. Dabei können auch bestimmte Ober- und Untergrenzen für die betreffenden Parameter festgelegt werden. Damit wird eine hohe Flexibilität bei der Einstellung des Richtmikrofons erreicht.

[0021] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht eine variable "Adaptionsgeschwindigkeit" vor. So könnte bei einem neu an einen Benutzer ausgelieferten Hörgerät zunächst eine verhältnismäßig kurze Adaptionszeit vorgesehen sein, bei der eine deutliche Änderung der Richtcharakteristik innerhalb weniger Stunden möglich ist, um möglichst schnell eine Anpassung an den individuellen Benutzer zu erreichen. Mit zunehmender Betriebsdauer wird dann die Adaptionsmöglichkeit eingeschränkt, so dass nach einiger Zeit nur noch eine Anpassung an lang-

fristige Veränderungen möglich ist. Eine deutliche Änderung der Richtcharakteristik ist dann nur noch innerhalb von Tagen oder Wochen möglich. Auch diese Parameter, die das Richtmikrofon betreffen, sind vorzugsweise durch Programmierung des Hörgerätes einstellbar.

[0022] Bei einer Variante der Erfindung erfolgt vorteilhaft eine Einstellung des Richtmikrofons gemäß der Erfindung in Abhängigkeit der Signalfrequenz eingehender Schallsignale. Hierzu können die Mikrofonsignale in unterschiedliche Frequenzbänder aufgespaltet werden und eine separate Optimierung des Richtmikrofons für die unterschiedlichen Frequenzbänder erfolgen. Dadurch kann der DI noch weiter erhöht werden.

[0023] Ein Richtmikrofon gemäß der Erfindung umfasst vorzugsweise einen nichtflüchtigen Speicher, damit die aktuellen Einstellungen und gegebenenfalls auch die über einen langen Zeitraum (Stunden, Tage, Wochen) ermittelten und gemittelten Leistungs- oder Energiewerte nach dem Aus- und Wiedereinschalten des betreffenden Richtmikrofons weiterhin verfügbar sind. Die Optimierung wird so durch ein Aus- und Wiedereinschalten nicht beeinflusst.

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren und der zugehörigen Beschreibung näher erläutert: Es zeigen:

- | | |
|----------------|--|
| Fig. 1 | ein differenzielles Richtmikrofon erster Ordnung, |
| Fig. 2A bis 2d | Richtcharakteristiken in Abhängigkeit des Verhältnisses von interner zu externer Verzögerung T_i/T_e , |
| Fig. 3a bis c | das Prinzip eines adaptiven Richtmikrofons, |
| Fig. 4 | die Richtcharakteristik eines am Kopf getragenen Hörgerätes mit einem Richtmikrofon, |
| Fig. 5 | ein Ablaufdiagramm zur Durchführung eines Verfahrens gemäß der Erfindung und |
| Fig. 6 | ein Richtmikrofon gemäß der Erfindung im Blockschaltbild |

[0025] Figur 1 zeigt die Verwendung eines bekannten, differentiellen Richtmikrofons erster Ordnung in einem Hörgerät. Typischerweise werden hierfür zwei omnidirektionale Mikrofone in einem Abstand von 10 bis 15mm verwendet. Die elektrische Verschaltung der Mikrofone besteht im Wesentlichen aus einer Subtraktion des um die Zeit T_i verzögerten hinteren Mikrofonsignals X_2 vom vorderen Mikrofonsignal X_1 . Dadurch entsteht eine richtungsabhängige Empfindlichkeit, im Ausführungsbeispiel eine Richtcharakteristik erster Ordnung. Wie in den Figuren 2A bis 2D veranschaulicht ist, können durch un-

terschiedliche Einstellungen von T_i unterschiedliche Richtcharakteristiken erzeugt werden. Die Stärke des Richtwirkungseffekts wird durch den Directivity-Index (DI) quantifiziert, der im Falle eines diffusen Störschallfeldes und eines Nutzschall-Einfalls aus der 0° -Vorne-Richtung eine Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses ($\text{SNR} = \text{Signal-to-Noise-Ratio}$) gegenüber einer omnidirektionalen Charakteristik ergibt.

[0026] Figur 2A zeigt eine "Acht" Charakteristik mit $T_i/T_e=0$, bei der ein DI von 4,7dB erreichbar ist. Figur 2B zeigt eine Kardioid-Charakteristik mit $T_i/T_e=1$ und einem DI von 4,8dB. In Figur 2C ist eine Hyperkardioid-Charakteristik bei $T_i/T_e=0,34$ veranschaulicht, bei der sich der maximale Richtwirkungsindex $\text{DI}=6,0\text{dB}$ für ein Richtmikrofon erster Ordnung einstellt. Schließlich zeigt Figur 2D eine Superkardioid-Charakteristik bei $T_i/T_e=0,75$ mit einem DI von 5,7dB. Bei den angegebenen Werten handelt es sich um theoretisch im Freifeld erreichbare Werte.

[0027] In der Praxis kann der theoretisch erreichbare Wert von $\text{DI}=6\text{dB}$ jedoch nicht erreicht werden, da sowohl die unvermeidbaren Unterschiede in den als identisch vorausgesetzten Amplituden- und Phasengängen der Mikrofone, als auch Beugungs- und Abschattungseffekte durch den Kopf des Hörgeräteträgers negativen Einfluss auf die Richtcharakteristik haben.

[0028] In einigen digitalen Hörgeräten werden seit einiger Zeit auch adaptive Richtmikrofone angeboten, die ihre Richtcharakteristik zur Maximierung des SNR-Gewinns in Hörsituationen mit gerichtetem Störschall-Einfall kontinuierlich an das aktuelle Störfeld anpassen. Diese Systeme schätzen permanent die Einfallrichtung der dominanten Störschallquelle und stellen, wie in Abbildung 3 skizziert, ihre Richtcharakteristik durch Variation von T_i automatisch so ein, dass die Richtung geringster Empfindlichkeit des Richtmikrofons der Störschall-Einfallrichtung entspricht. Die Adaption erfolgt durch Minimierung der Energie bzw. Leistung eines von dem Richtmikrofon erzeugten Richtmikrofonsignals. Es werden sehr kurze Zeitkonstanten im Bereich von 100ms gewählt und die Richtwirkung wird so eingestellt, dass sich die Übertragungsfunktion für ein aus der Blickrichtung des Hörgeräteträgers einfallendes Schallsignal (Nutzsignal) nicht merklich ändert.

[0029] Die Figuren 3A bis 3C zeigen Richtcharakteristiken für unterschiedliche Einfallrichtungen eines dominanten Störsignals, bei denen adaptiv das Notch stets in der Einfallrichtung des Störsignals liegt, so dass der Störschall weitgehend unterdrückt wird.

[0030] In Situationen mit überwiegend diffusem, d.h. ungerichtetem Störschall (z.B. Cafeteria) bringt ein adaptives Richtmikrofon jedoch keinen nennenswerten Vorteil gegenüber einem statischen Richtmikrofon. Für diese Situationen ist es daher besonders wichtig, dass das statische Richtmikrofon eine möglichst gute Richtwirkung nahe dem Optimum aufweist. Dies wird durch die Erfindung gewährleistet.

[0031] Figur 4 veranschaulicht die tatsächlich gemessene Richtcharakteristik eines Richtmikrofons erster

Ordnung bei einem am linken Ohr eines Benutzers getragenen Hörgerät. Bedingt durch Abschattungs- und Phaseneffekte entsteht eine gegenüber der idealen Richtcharakteristik verzerrte Richtcharakteristik, die, wie Figur 4 veranschaulicht, zudem stark frequenzabhängig ist. Das bedeutet, dass sich über der Frequenz mehrere Notch-Richtungen ausbilden, was zu einer verminderten Richtwirkung führt.

[0032] Üblicherweise wird bei einem Hörgerät mit einem Richtmikrofon erster Ordnung eine Optimierung der statischen Richtwirkung durch Messungen an einem standardisierten Kunstkopf, (z.B. dem KEMAR, vorgenommen. Dazu wird in einem diffusen Schallfeld für verschiedene Notch-Richtungen der DI bestimmt. Die Einstellung, die einen maximalen DI ergibt, wird dann für das statische Richtmikrofon des betreffenden Hörgerätes verwendet. Da der KEMAR nur einen "Durchschnittskopf" darstellt, können sich am realen Kopf des Hörgeräteträgers, bedingt durch individuelle anatomische Gegebenheiten, andere Richtcharakteristiken ausprägen, die zu einer Minderung der Richtwirkung führen. Eine Messung und Optimierung der Richtwirkung für jeden individuellen Hörgeräteträger wäre aufwändig und teuer. Außerdem können sich die Störeinflüsse über einen längeren Benutzungszeitraum ändern, z.B. durch eine unterschiedliche Position der Hörgeräte am Kopf, Änderungen der Frisur, Tragen einer Kopfbedeckung usw., so dass eine einmal vorgenommene Optimierung mit der Zeit ihre Wirkung verliert.

[0033] Die Erfindung sieht daher eine Optimierung der statischen Richtwirkung während des laufenden Betriebs des Richtmikrofons vor, z.B. bei einem am Kopf eines Hörgeräteträgers getragenen Hörgerät, damit auch Änderungen bei den äußeren, durch das Tragen am Kopf bedingten Einflüssen berücksichtigt und kompensiert werden können.

[0034] Figur 5 beschreibt zunächst allgemein die wesentlichen Verfahrensschritte bei der Durchführung eines Verfahrens gemäß der Erfindung. Das Ablaufschema gilt für ein bestimmtes Frequenzband bzw. ein Richtmikrofon, bei dem keine Unterteilung des akustischen Eingangssignals in Frequenzbänder stattfindet.

[0035] In einem ersten Verfahrensschritt werden zwei Richtmikrofone dadurch gebildet, dass ein Mikrofonsignal parallel mit zwei unterschiedlichen Verzögerungszeiten verzögert wird. Die Verzögerungszeiten unterscheiden sich geringfügig, so dass zwei geringfügig unterschiedliche Richtcharakteristiken resultieren. Anschließend wird bei den beiden so erzeugten Richtmikrofonsignalen die in den Signalen enthaltene Energie über einen langen Zeitraum, z.B. über mehrere Stunden, gemessen und gemittelt. Ein nachfolgender Vergleich der gemittelten Energiewerte zeigt, in welchem der Richtmikrofonsignale die niedrigere Energie steckt und damit das Richtmikrofon mit der besseren Störsignalunterdrückung. Nachfolgend wird bei dem Richtmikrofon, dessen Richtmikrofonsignal zur Weiterverarbeitung vorgesehen ist, die Verzögerungszeit dem entsprechend eingestellt.

Für das andere Richtmikrofon wird erneut eine Verzögerungszeit bestimmt, die sich geringfügig von der bereits festgelegten Verzögerungszeit unterscheidet. Das Vorzeichen der Differenz zwischen der bereits festgelegten und der geringfügig unterschiedlichen Verzögerungszeit ergibt sich daraus, ob die geringfügig veränderte Verzögerungszeit im vorherigen Durchgang eine Verringerung der gemittelten Energie bewirkt hat, oder nicht.

[0036] Zur Verdeutlichung wird die Erfindung nachfolgend anhand eines konkreten Ausführungsbeispiels erläutert.

[0037] Figur 6 zeigt ein Hörgerät 1 im vereinfachten Blockschaltbild. Das Hörgerät 1 umfasst die beiden omnidirektionalen Mikrofone 2 und 3, die zum Erzeugen einer Richtcharakteristik elektrisch miteinander verschaltet sind. Hierzu wird das von dem Mikrofon 3 ausgehende Mikrofonsignal zunächst in einer Verzögerungseinheit 4 verzögert und anschließend in einem Addierer 5 von dem Mikrofonsignal des Mikrofons 2 subtrahiert. Das resultierende erste Richtmikrofonsignal ist zur Weiterverarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung schließlich einer Signalverarbeitungseinheit 6 zugeführt, die ein elektrisches Ausgangssignal liefert, das ein Hörer 7 in ein akustisches Signal wandelt, um es dem Gehör eines Benutzers zuzuführen.

[0038] Gemäß der Erfindung wird gleichzeitig zu dem ersten Richtmikrofonsignal ein zweites Richtmikrofonsignal gebildet. Hierzu wird das von dem Mikrofon 3 ausgehende Mikrofonsignal in einer zweiten Verzögerungseinheit 8 verzögert und in einem Addierer 9 ebenfalls von dem Mikrofonsignal des Mikrofons 2 subtrahiert. Dabei unterscheidet sich die Verzögerung in der Verzögerungseinheit 8 geringfügig um einen bestimmten Betrag von der Verzögerung in der Verzögerungseinheit 4, so dass zwei Richtmikrofone mit geringfügig unterschiedlichen Richtcharakteristiken vorhanden sind. Die beiden Richtmikrofonsignale sind schließlich einer Signalauswerte- und Steuereinheit 10 zugeführt, in der die Energie der beiden Richtmikrofonsignale über einen langen Zeitraum, z.B. über 24 Stunden, erfasst und gemittelt wird. Steckt über diesen Zeitraum betrachtet in dem zweiten Richtmikrofonsignal weniger Energie als in dem ersten, so bedeutet dies, dass bei dem zweiten Richtmikrofon eine höhere Dämpfung von Störschall erfolgt ist als bei dem ersten. Daher wird die in der Verzögerungseinheit 8 eingestellte Verzögerungszeit nachfolgend als neue Verzögerungszeit in der Verzögerungseinheit 4 eingestellt. Die Steuerung hierzu erfolgt durch die Signalauswerte- und Steuereinheit 10. Weiterhin wird die in der Verzögerungseinheit 8 eingestellte Zeitkonstante so eingestellt, dass sie sich erneut um den bestimmten Betrag von der in der Verzögerungseinheit 4 wirksamen Verzögerung unterscheidet. Anschließend beginnt der Prozess von neuem, d.h. es werden erneut über einen langen Zeitraum die Energiewerte der Mikrofonsignale ermittelt, gewichtet und zuletzt miteinander verglichen, wobei dann die Verzögerungszeit, die zu dem kleineren Energiewert geführt hat, als neue Verzögerungszeit für das

Richtmikrofon, dessen Richtmikrofonsignal weiterverarbeitet und verstärkt wird, eingestellt wird. Hat die geringfügige Veränderung der Verzögerungszeit in dem zweiten Richtmikrofon nicht zu einer Verringerung des ermittelten Energiewertes geführt, so wird im nächsten Schritt die Verzögerungszeit in der Verzögerungseinheit 8 um den gleichen Betrag geändert gegenüber der in der Verzögerungseinheit 4 eingestellten Verzögerungszeit eingestellt wie bei dem Durchgang zuvor, wobei die Änderung nun jedoch mit umgekehrten Vorzeichen erfolgt. Das Richtmikrofon läuft somit stets in Richtung des Energie-Minimums, jedoch im Unterschied zu einem adaptiven Richtmikrofon im herkömmlichen Sinn sehr langsam.

[0039] Der bestimmte Betrag, um den sich die in den Verzögerungseinheiten 4 und 8 erfolgenden Verzögerungen unterscheiden, sowie die Häufigkeit, mit der innerhalb eines bestimmten Zeitraums eine Aktualisierung der Richtwirkung vorgenommen wird, sind vorzugsweise bei der Programmierung des Hörgerätes 1 einstellbar.

[0040] Insbesondere dann wenn die Mittelung der Energiewerte über einen sehr langen Zeitraum erfolgen soll, z.B. über mehrere Stunden, Tage oder Wochen, ist es sinnvoll, den letzten Stand vor dem Ausschalten des Hörgerätes zwischenzuspeichern, so dass auf diesen Stand als Basis für die weitere Ermittlung nach dem Wiedereinschalten zurückgegriffen werden kann. Hierfür umfasst das Hörgerät 1 einen nichtflüchtigen Speicher 11.

[0041] Selbstverständlich kann das statische Richtmikrofon gemäß der Erfindung zeitweilig, z.B. dann wenn ein bestimmtes Hörprogramm aktiviert ist, auch als adaptives Richtmikrofon betrieben werden. Die Vorgehensweise zur Optimierung der in dem Richtmikrofonsignal enthaltenen Energie gleicht der oben beschriebenen, mit dem Unterschied, dass dann sehr kurze Adaptionszeiten gewählt werden, die z.B. im Bereich von 100 ms liegen.

[0042] Die für ein Richtmikrofon erster Ordnung beschriebene Vorgehensweise kann analog auch auf Richtmikrofone höherer Ordnung übertragen werden. Weiterhin kann die Erfindung auch bei Richtmikrofonen verwendet werden, bei denen zunächst eine Aufspaltung der Mikrofonsignale in mehrere parallele Frequenzbänder erfolgt. Die aufgezeigte Optimierung erfolgt dann parallel in den unterschiedlichen Frequenzbändern.

[0043] Ein Richtmikrofon gemäß der Erfindung kann vorteilhaft in einem Hörgerät verwendet werden. Es ist jedoch nicht auf diese Verwendung beschränkt. Es kann vorteilhaft auch in vielen anderen Geräten verwendet werden, z.B. in Kommunikationsgeräten (Mobiltelefonen etc) oder Geräten der Unterhaltungselektronik (Camcorder etc).

[0044] Wie bei der Adaption eines adaptiven Richtmikrofons zur augenblicklichen Unterdrückung eines Störsignals sieht auch die Erfindung eine Minimierung der Leistung bzw. der Energie eines von dem Richtmikrofon erzeugten Richtmikrofonsignals vor. Anders als bei bekannten Richtmikrofonen, die mit verhältnismäßig kurzen Zeitkonstanten im Bereich von Millisekunden bis ma-

ximal einer Sekunde arbeiten, arbeitet das Verfahren gemäß der Erfindung mit einer sehr langen Zeitkonstante. Dabei wird angenommen, dass sich im täglichen Gebrauch des Richtmikrofons, über einen langen Zeitraum betrachtet, Störschallquellen aus nahezu allen Richtungen ergeben. Beim Tragen eines Hörgerätes mit einem Richtmikrofon gemäß der Erfindung trägt hierzu neben der Beweglichkeit vieler Schallquellen auch die Bewegung des Kopfes bei. Im Langzeitmittel befindet sich somit ein am Kopf getragenes Hörgerät in guter Näherung in einem diffusen Schallfeld, an das sich das Richtmikrofon extrem langsam adaptiert, so dass auch weiterhin von einem statischen Richtmikrofon gesprochen werden kann. So beträgt bei der Erfindung der Zeitraum, in dem das Notch einen bestimmten Winkelbereich, z.B. zwischen 90° und 180°, schnellstmöglich durchwandern kann, Stunden, Tage oder sogar Wochen. Mittels der Erfindung soll also nicht wie bei einem herkömmlichen adaptiven Richtmikrofon schnell auf eine konkret auftretende Störsignalquelle reagiert werden können. Vielmehr sind derartige plötzlich und kurzzeitig auftretenden Störsignalquellen als Störer bei der Optimierung der Richtwirkung gemäß der Erfindung anzusehen, die jedoch aufgrund der Zeitdauer ihres Auftretens, der wechselnden Einfallsrichtung und der Häufigkeit ihres Auftretens im einzelnen keinen merklichen Einfluss auf die Optimierung gemäß der Erfindung haben.

[0045] Die Zeitdauer, mit dem das Notch eines Richtmikrofons gemäß der Erfindung einen vorgegebenen Winkelbereich schnellstmöglich durchwandern kann, kann durch mehrere Einstellparameter festgelegt werden. Zum einen ist dies der zeitliche Abstand, in dem überhaupt eine Änderung wenigstens einer Verzögerungszeit eines Richtmikrofons gemäß der Erfindung erfolgen kann. Weiterhin ist dies die Schrittweite, die die maximale Differenz zweier benachbarter Verzögerungszeiten vorgibt. Diese beiden Parameter werden so aufeinander abgestimmt, dass sich die besagte maximale Änderung der Richtcharakteristik innerhalb eines bestimmten Zeitraumes ergibt.

[0046] Anders als bei einem herkömmlichen adaptiven Richtmikrofon wird bei der Erfindung zumindest eine für die Richtcharakteristik wesentliche Verzögerungszeit in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert, so dass nach dem Ausschalten und Wiedereinschalten des Richtmikrofons, beispielsweise bedingt durch ein entsprechendes Aus- und Einsschalten eines Hörgerätes mit dem betreffenden Richtmikrofon, der zuletzt gültige Wert dieser Verzögerungszeit weiterhin als Startwert nach dem Wiedereinschalten verwendet wird. Diese Maßnahme ist infolge der extrem langsamen Adaptionsgeschwindigkeit sinnvoll. Liegt beim Einschalten des Richtmikrofons kein derartiger Wert vor, beispielsweise bei der ersten Inbetriebnahme eines Hörgerätes durch den Benutzer, so wird ein Standardwert verwendet, der z.B. auf einer Messung am KEMAR beruht.

[0047] Bei einem Richtmikrofon gemäß der Erfindung sind vorzugsweise der zeitliche Abstand zwischen auf-

einander folgenden Änderungen der Verzögerungszeit sowie die maximale Schrittweite bei der Veränderung der Verzögerungszeit durch Programmierung des Richtmikrofons einstellbar. Dadurch kann die Adaptionsgeschwindigkeit vorbestimmt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons, das zum Erzeugen einer Richtcharakteristik wenigstens zwei elektrisch miteinander verschaltete Mikrofone (2, 3) umfasst, wobei zum Einstellen einer bestimmten Richtcharakteristik ein von wenigstens einem der Mikrofone (3) erzeugtes Mikrofonsignal oder ein aus diesem hervorgehendes Signal um eine innerhalb eines bestimmten Bereiches einstellbare Verzögerungszeit verzögert wird, wobei die Leistung oder die Energie eines von dem Richtmikrofon erzeugten Richtmikrofonsignals bestimmt wird und wobei die Leistung oder Energie des Richtmikrofonsignals durch Einstellen der Verzögerungszeit minimiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Parameter bei der Minimierung der Leistung oder Energie des Richtmikrofonsignals so eingestellt wird, dass wenigstens im Wesentlichen lediglich über einen langen Zeitraum anhaltende und das Richtmikrofon betreffende Einflüsse, nicht jedoch kurzzeitig in das Richtmikrofon eingehende Schallereignisse die Minimierung beeinflussen.
2. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach Anspruch 1, wobei sich der lange Zeitraum wenigstens über mehrere Stunden erstreckt.
3. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Leistung oder Energie über den langen Zeitraum erfasst und gemittelt wird.
4. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die über den langen Zeitraum anhaltenden Einflüsse Abschattungseffekte umfassen, die durch eine spezielle Verwendung des Richtmikrofons bedingt sind.
5. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die über den langen Zeitraum anhaltenden Einflüsse Veränderungen elektrischer Eigenschaften der bei dem Richtmikrofon verwendeten elektrischen Bauelemente umfassen.
6. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Parameter die Länge des Zeitraums bestimmt, über den die Leistung oder Energie erfasst und gemittelt wird.
7. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach

- einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Parameter die Häufigkeit vorgibt, mit der die Richtcharakteristik innerhalb eines bestimmten Zeitraums verändert wird.
8. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Parameter die maximale Schrittweite vorgibt, mit der die Richtcharakteristik verändert wird.
9. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach Anspruch 8, wobei der Parameter die Differenz zweier aufeinander folgender, einstellbarer Verzögerungszeiten angibt.
10. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der zuletzt eingestellte Wert der Verzögerungszeit vor einem Ausschalten des Richtmikrofons gespeichert und nach einem Wiedereinschalten des Richtmikrofons automatisch als aktueller Wert der Verzögerungszeit eingestellt wird.
11. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Parameter durch Programmieren des Richtmikrofons eingestellt wird.
12. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei eine Unterteilung der Mikrofonssignale in mehrere unterschiedliche Frequenzbänder erfolgt und die Einstellung der Verzögerungszeit in unterschiedlichen Frequenzbändern unterschiedlich erfolgt.
13. Verfahren zum Einstellen eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Einstellung des Parameters von der Betriebsdauer des Richtmikrofons abhängt, derart, dass mit zunehmender Betriebsdauer des Richtmikrofons der Wert, um den sich der Parameter innerhalb eines bestimmten Zeitraums verändern kann, abnimmt.
14. Richtmikrofon zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, umfassend wenigstens zwei Mikrofone (2, 3), die zum Erzeugen einer Richtcharakteristik elektrisch miteinander verschaltet sind, wobei zum Einstellen einer bestimmten Richtcharakteristik ein von wenigstens einem der Mikrofone (3) erzeugtes Mikrofonssignal oder ein aus diesem hervorgehendes Signal um eine innerhalb eines bestimmten Bereiches einstellbare Verzögerungszeit verzögerbar ist, wobei die Leistung oder die Energie eines von dem Richtmikrofon erzeugten Richtmikrofonssignals ermittelbar ist und wobei die Leistung oder Energie des Richtmikrofonssignals durch Einstellen der Verzögerungszeit minimierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Aus-
- schalten des Richtmikrofons erfasste Leistungs- oder Energiewerte oder deren jeweiliger Mittelwert im ausgeschalteten Zustand des Richtmikrofons in einem nichtflüchtigen Speicher (11) speicherbar und nach dem Wiedereinschalten des Richtmikrofons aus dem Speicher (11) auslesbar sind, so dass zur Minimierung der Leistung oder Energie auch vor dem Ausschalten des Richtmikrofons ermittelte Leistungs- oder Energiewerte verfügbar sind.
15. Richtmikrofon nach Anspruch 14, wobei, die vor dem Ausschalten zuletzt eingestellte Verzögerungszeit in einem nichtflüchtigen Speicher (11) speicherbar ist und nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Richtmikrofons automatisch als aktuelle Verzögerungszeit einstellbar ist.
16. Richtmikrofon nach Anspruch 14 oder 15, wobei eine Unterteilung der Mikrofonssignale in mehrere unterschiedliche Frequenzbänder erfolgt und die Einstellung der Verzögerungszeit in unterschiedlichen Frequenzbändern unterschiedlich erfolgt.
17. Verwendung eines gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 eingestellten Richtmikrofons oder eines Richtmikrofons nach einem der Ansprüche 14 bis 16 in einem am Kopf eines Benutzers tragbaren Hörgerät (1).

FIG 1

(Stand der Technik)

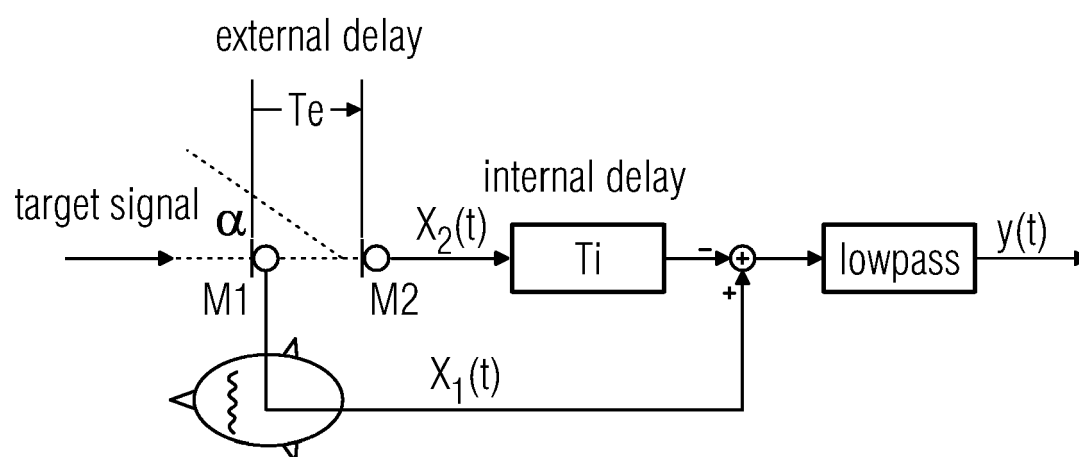


FIG 2A

(Stand der Technik)

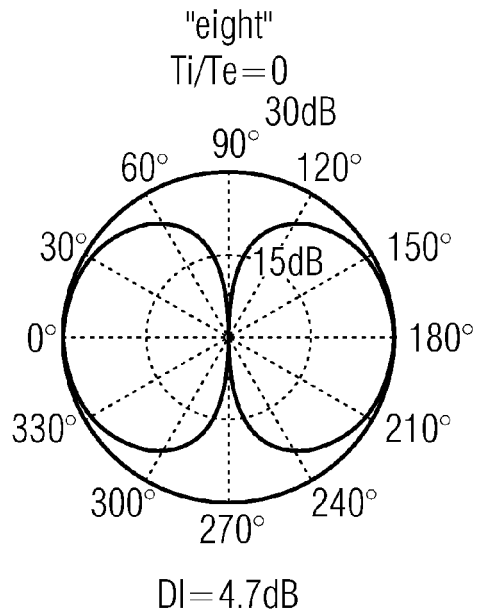


FIG 2B

(Stand der Technik)

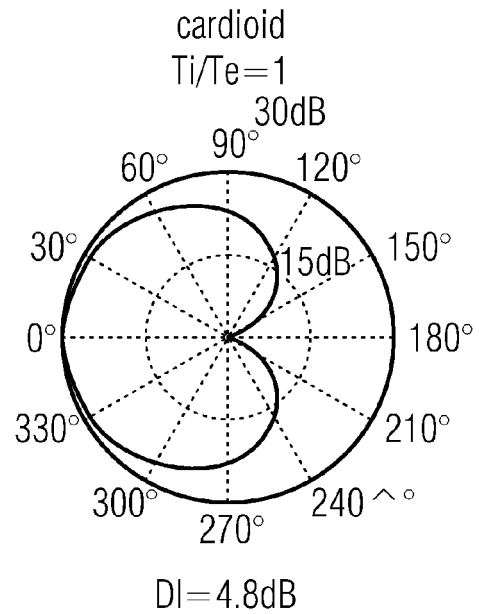


FIG 2C

(Stand der Technik)

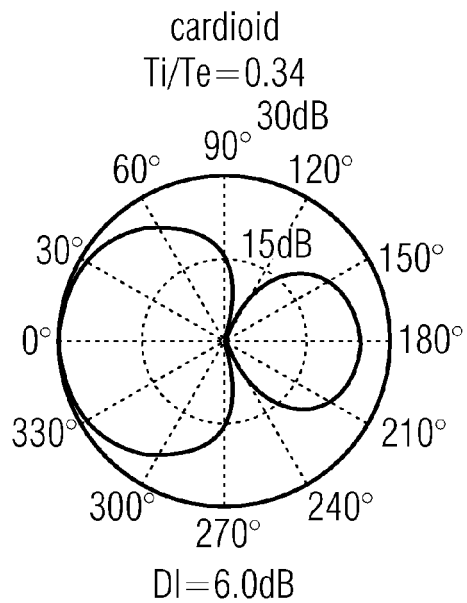


FIG 2D

(Stand der Technik)

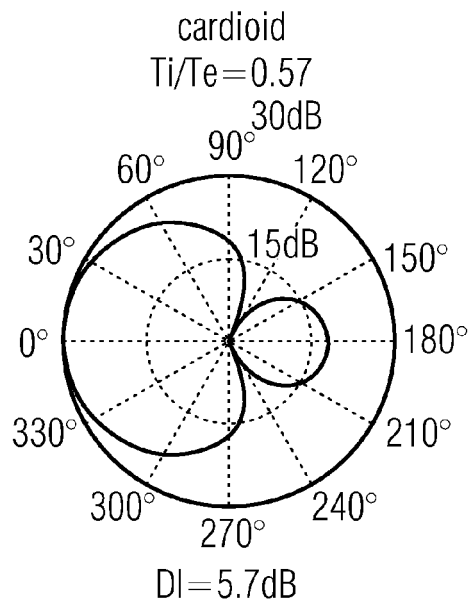


FIG 3A
(Stand der Technik)

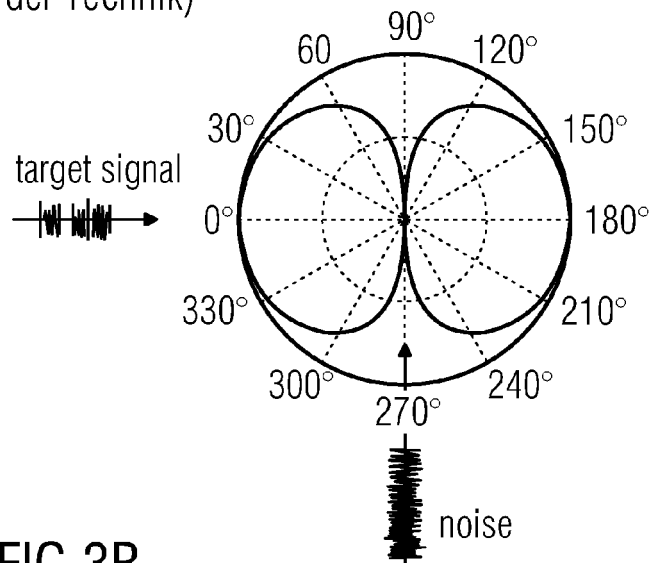


FIG 3B
(Stand der Technik)

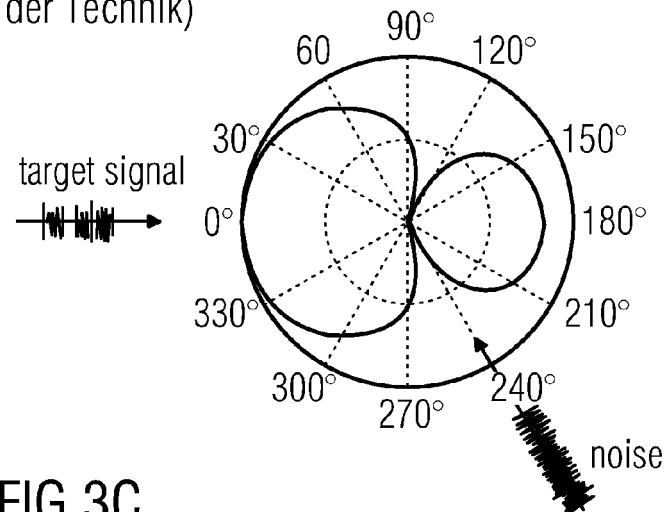


FIG 3C
(Stand der Technik)

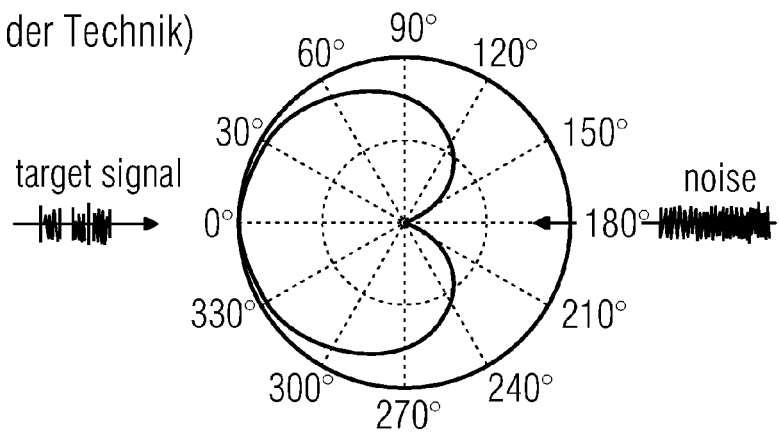


FIG 4

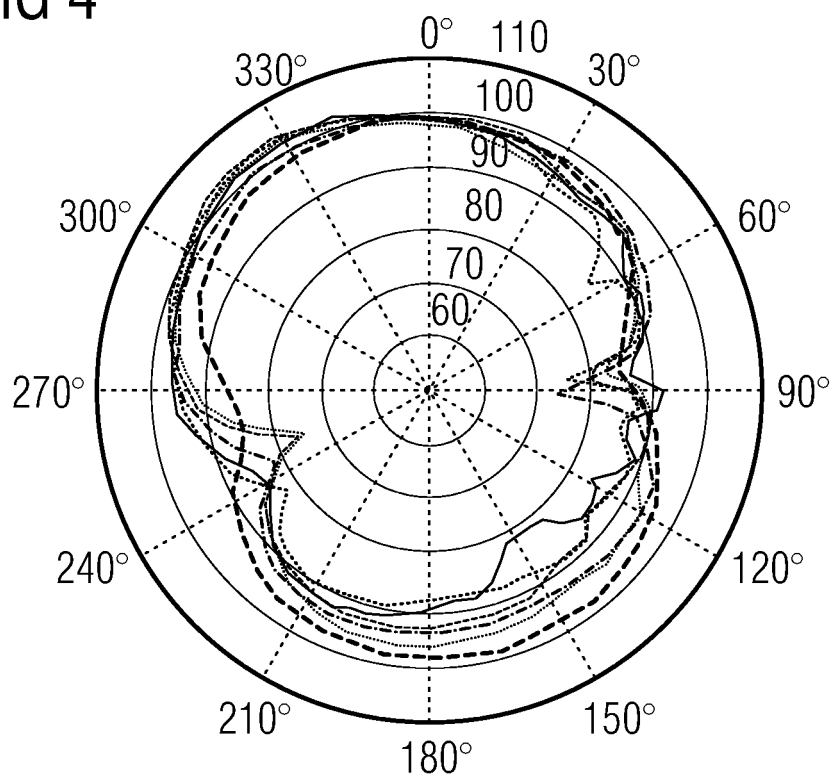
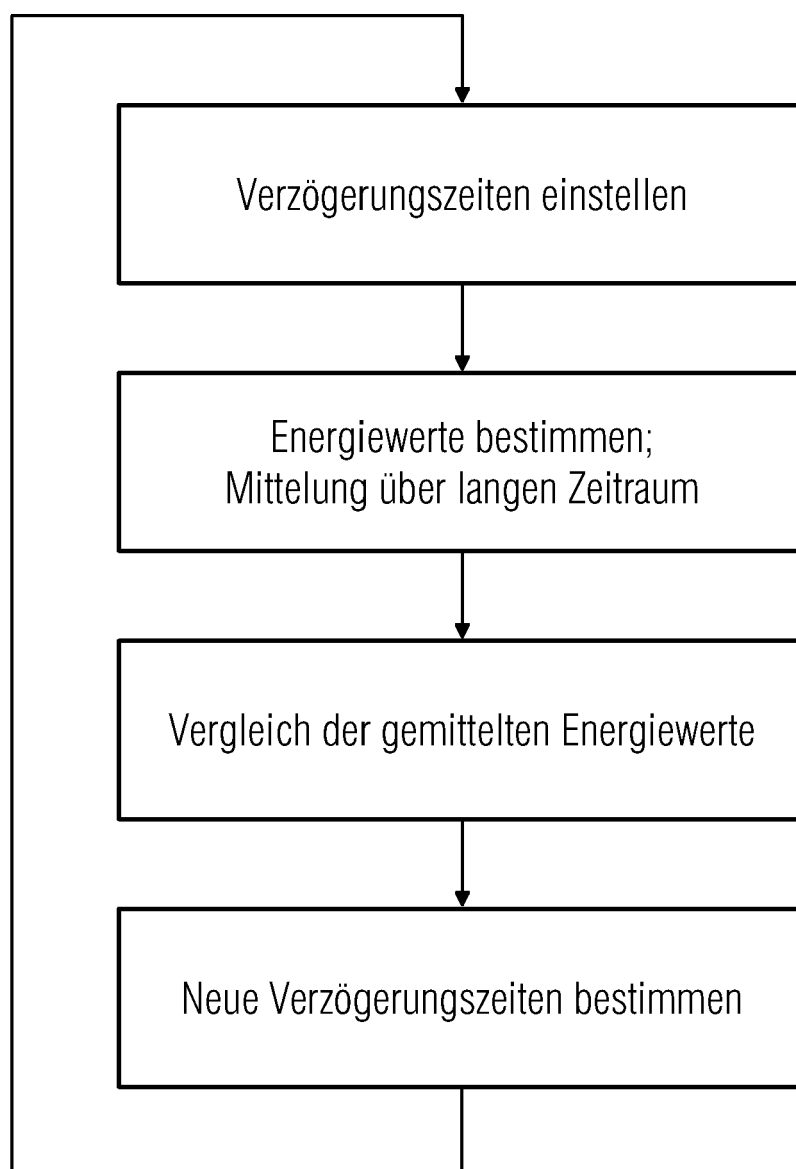


FIG 5



1

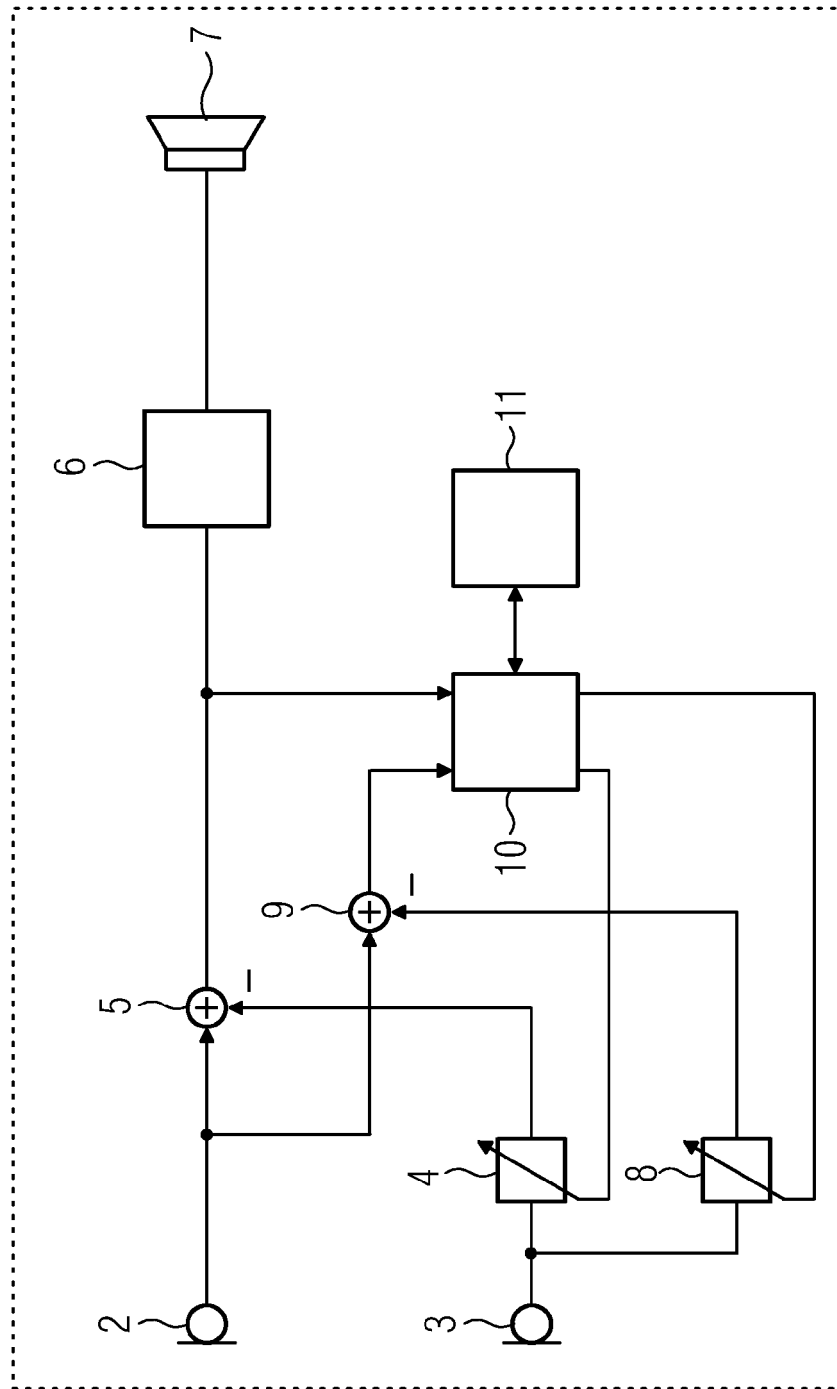


FIG 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 12 0962

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 191 817 A (GN RESOUND AS [DK]) 27. März 2002 (2002-03-27) * das ganze Dokument *	1-17	INV. H04R25/00 H04R3/00 H04R1/40
A,D	US 2001/028718 A1 (HOU ZEZHANG [US]) 11. Oktober 2001 (2001-10-11) * Seite 1, Absatz 16 - Seite 3, Absatz 36 *	1-17	
A	DE 198 44 748 A1 (SIEMENS AUDIOLOGISCHE TECHNIK [DE]) 7. Oktober 1999 (1999-10-07) * Spalte 1, Zeile 34 - Spalte 2, Zeile 29 * * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 52 * * Spalte 6, Zeile 61 - Spalte 7, Zeile 68 *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Dezember 2006	Prüfer Coda, Ruggero
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 12 0962

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-12-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1191817	A	27-03-2002	US	2004057593 A1	25-03-2004
US 2001028718	A1	11-10-2001	US	2001028720 A1	11-10-2001
DE 19844748	A1	07-10-1999	KEINE		

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20010028718 A1 [0009]