



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.12.2021 Patentblatt 2021/51

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 (2006.01) **H04R 1/10** (2006.01)
H04R 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21175709.1**

(22) Anmeldetag: **25.05.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Sivantos Pte. Ltd. Singapore 539775 (SG)**

(72) Erfinder: **GOMEZ, Gabriel 91052 Erlangen (DE)**

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte Nordostpark 16 90411 Nürnberg (DE)**

(30) Priorität: **18.06.2020 DE 102020207579**

(54) **VERFAHREN ZUR RICHTUNGSABHÄNGIGEN RAUSCHUNTERDRÜCKUNG FÜR EIN HÖRSYSTEM, WELCHES EINE HÖRVORRICHTUNG UMFASST**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur richtungsabhängigen Rauschunterdrückung für ein Hörsystem (2), welches eine Hörvorrichtung (1) umfasst, wobei anhand wenigstens eines ersten Eingangswandlers (21) des Hörsystems (2) und eines zweiten Eingangswandlers (22) des Hörsystems (2) aus einem Schall der Umgebung ein Störsignal (36) und ein Zielsignal (40) erzeugt werden, wobei das Störsignal (36) und/oder das Zielsignal (40) auf eine in einer Ziel-Richtung (38) angeordnete Nutzsignalquelle bezogen sind, wobei das Zielsignal (40) mit einer Ziel-Richtcharakteristik erzeugt wird, welche über einen der Ziel-Richtung (38) entgegengesetzten Halbraum (66) hinweg homogen oder im Wesentlichen homogen verläuft, wobei für wenigstens eine erste Mehrzahl an Frequenzbändern jeweils ein eine akustische

Kenngröße (42, 46) des Zielsignals (40) mit einer entsprechenden akustischen Kenngröße (42, 44) des Störsignals (36) verglichen wird, und anhand des besagten Vergleichs ein vorläufiger Gewichtungsfaktor (51) ermittelt wird, dessen Wertebereich (80) wenigstens drei Werte (80a, 80b, 80) aufweist, wobei für das Frequenzband anhand des vorläufigen Gewichtungsfaktors (51) jeweils ein Gewichtungsfaktor (54) für das jeweilige Frequenzband gebildet wird, und wobei ein zu verarbeitendes Eingangssignal (56) des Hörsystems (2) frequenzbandweise anhand des jeweiligen Gewichtungsfaktors (54) gewichtet wird, und anhand des so gewichteten zu verarbeitenden Eingangssignals (56) ein Ausgangssignal (58) erzeugt wird.

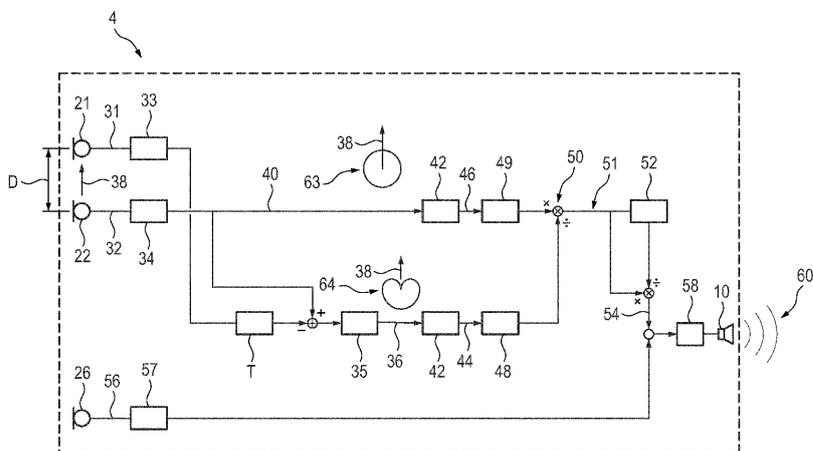


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur richtungsabhängigen Rauschunterdrückung für ein Hörsystem, welches eine Hörvorrichtung umfasst, wobei anhand wenigstens eines ersten Eingangswandlers des Hörsystems und eines zweiten Eingangswandlers des Hörsystems aus einem Schall der Umgebung ein Stör-signal und ein Zielsignal erzeugt werden, wobei das Stör-signal und/oder das Zielsignal auf eine in einer ersten Richtung angeordnete erste Nutzsquelle bezogen sind, wobei für wenigstens eine Mehrzahl an Frequenzbändern jeweils anhand einer akustischen Kenngröße des Zielsignals und einer entsprechenden akustischen Kenngröße des Störsignals ein Gewichtungsfaktor für das jeweilige Frequenzband ermittelt wird, und wobei ein zu verarbeitendes Eingangssignal des Hörsystems frequenzbandweise anhand des jeweiligen Gewichtungsfaktors gewichtet wird, und anhand des so gewichteten Eingangssignals ein Ausgangssignal erzeugt wird.

[0002] Hörgeräte sind tragbare Geräte, welche dazu eingesetzt werden, einen Hörverlust eines jeweiligen Trägers zu kompensieren. Dabei wird zunächst eine meist individuell vom jeweiligen Träger abhängige Pegelanhebung einzelner Frequenzen durchgeführt, um Schall auch in denjenigen Frequenzbändern hörbar zu machen, für welche der Schall durch den Hörverlust ansonsten ohne Hörgerät unhörbar wäre oder zu leise wahrgenommen würde. Um den Träger zusätzlich zu unterstützen, wird dabei durch Hörgeräte oftmals ein Zielsignal (meist Sprache) im Vergleich zu Störgeräuschen der Umgebung verstärkt. Die entsprechende Vergrößerung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses ("Signal-to-Noise Ratio", SNR) wird dabei hauptsächlich mit zwei separaten Ansätzen durchgeführt.

[0003] Der erste Ansatz verwendet zwei oder mehr Mikrofone, mit deren Hilfe durch Richtmikrofonie eine richtungsabhängige Verstärkung eines Zielsignals erreicht werden kann, während Schall aus anderen Richtungen gedämpft werden kann. Während hierdurch oftmals eine zufriedenstellende Rauschunterdrückung erzielt werden kann, wird die räumliche Wahrnehmung der Umgebung des Trägers durch die Unterdrückung von Schall aus einzelnen Raumrichtungen oftmals beeinträchtigt.

[0004] Die zweite Art von Störgeräuschreduktion in Hörgeräten versucht, die Energie von Störsignalen aus dem Gesamtsignal zu filtern. Dies erfolgt oftmals mittels spektraler Subtraktion, z.B. durch ein Wiener-Filter. Dabei wird das Spektrum von Störsignalen geschätzt (z.B. aus Sprachpausen), um dieses Spektrum anschließend aus dem Gesamtsignal zu subtrahieren. Während die spektrale Subtraktion für stationäres oder sich nur langsam verändertes Rauschen sehr gute Resultate liefert, funktioniert sie für schnelle spektrale Änderungen des Störsignals oder in sogenannten "Cocktail-Party"-Situations nur unzureichend. Zudem können durch die spektrale Subtraktion häufig Artefakte entstehen, die das Sprachsignal verschlechtern können.

[0005] Die beschriebene Problematik trifft in weiterem Sinne auch auf andere Hörvorrichtungen zu, in welchen ein Eingangssignal zu verarbeiten und einem Gehör eines Trägers zuzuführen ist, z.B. Kopfhörer Headsets zur Kommunikation o.ä.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur richtungsabhängigen Rauschunterdrückung für ein Hörsystem mit einer Hörvorrichtung anzugeben, welches eine möglichst effiziente und doch natürlich klingende Rauschunterdrückung erlauben soll.

[0007] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur richtungsabhängigen Rauschunterdrückung für ein Hörsystem, welches eine Hörvorrichtung, insbesondere ein Hörgerät, umfasst, wobei anhand wenigstens eines ersten Eingangswandlers des Hörsystems und eines zweiten Eingangswandlers des Hörsystems aus einem Schall der Umgebung ein Stör-signal und ein Zielsignal erzeugt werden, wobei das Stör-signal und/oder das Zielsignal auf eine in einer Ziel-Richtung angeordnete Nutzsquelle bezogen sind, wobei das Zielsignal mit einer Ziel-Richtcharakteristik erzeugt wird, welche über einen der Ziel-Richtung entgegengesetzten Halbraum hinweg homogen oder im Wesentlichen homogen verläuft, wobei für wenigstens eine erste Mehrzahl an Frequenzbändern jeweils eine akustische Kenngröße des Zielsignals mit einer entsprechenden akustischen Kenngröße des Störsignals verglichen werden, wobei bevorzugt für die akustische Kenngröße jeweils ein Signalpegel und/oder eine Signalamplitude und/oder eine Signalleistung des jeweiligen Signals herangezogen wird, und anhand des besagten Vergleichs ein vorläufiger Gewichtungsfaktor ermittelt wird, dessen Wertebereich wenigstens drei Werte aufweist, wobei für das Frequenzband anhand des vorläufigen Gewichtungsfaktors jeweils ein Gewichtungsfaktor für das jeweilige Frequenzband gebildet wird, und wobei ein zu verarbeitendes Eingangssignal des Hörsystems frequenzbandweise anhand des jeweiligen Gewichtungsfaktors gewichtet wird, und anhand des so gewichteten zu verarbeitenden Eingangssignals ein Ausgangssignal erzeugt wird. Vorteilhafte und für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche und der nachfolgenden Beschreibung.

[0008] Unter einer Hörvorrichtung ist insbesondere ein Hörgerät umfasst, welches bevorzugt zur Kompensierung eines Hörverlustes und/oder einer Hörschwäche seines Trägers ausgelegt und eingerichtet ist. Ebenso ist weiter jedwede Vorrichtung umfasst, mittels derer ein Schallsignal durch einen Eingangswandler in ein entsprechendes Eingangssignal umgewandelt wird, und über eine entsprechende Signalverarbeitung für eine Wiedergabe an ein Gehör des Trägers der Vorrichtung aufbereitet wird, also beispielsweise ein Kopfhörer oder Headset zur Kommunikation. Unter einem Eingangswandler ist hierbei im Folgenden generell jedwede Form von elektro-akustischem Wandler umfasst, welcher dazu eingerichtet ist, einen Umgebungsschall in ein entsprechendes elektrisches Signal umzuwandeln, dessen

Spannungs- bzw. Strom-Amplituden bevorzugt den Amplitudenverlauf des Umgebungsschalls widerspiegeln. Unter einem Hörsystem ist hierbei insbesondere jedes System zu verstehen, welches die Hörvorrichtung sowie gegebenenfalls einer oder mehrerer weiterer Vorrichtungen umfasst, und dabei die erforderliche Anzahl an Eingangswandlern sowie eine Steuer- bzw. Rechneranordnung zur Verarbeitung der entsprechenden Signale aufweist, wobei im Fall, dass das Hörsystem nicht alleine durch die Hörvorrichtung gegeben ist, zwischen der oder den besagten weiteren Vorrichtungen zum Übertragen der verwendeten Signale und/oder gegebenenfalls weiterer Informationen eine Datenverbindung, insbesondere eine drahtlose Verbindung, zur Hörvorrichtung erstellbar ist. Insbesondere kann das Hörsystem jedoch auch vollständig durch die Hörvorrichtung gegeben sein.

[0009] Die Erzeugung eines Störsignals und eines Zielsignals anhand wenigstens eines ersten Eingangswandlers des Hörsystems und eines zweiten Eingangswandlers des Hörsystems umfasst dabei insbesondere, dass das Störsignal und/oder das Zielsignal jeweils als ein Richtsignal gebildet wird, welches jeweils anhand der beiden Signale des ersten und des zweiten Eingangswandlers erzeugt wird. Ebenso ist hierbei jedoch auch umfasst, dass das Störsignal lediglich anhand des ersten Eingangswandlers erzeugt wird, und das Zielsignal lediglich anhand des zweiten Eingangswandlers, wobei hier auch eine umgekehrte Zuordnung zu den jeweiligen Eingangswandlern möglich ist. Das Störsignal und/oder das Zielsignal sind hierbei auf eine Nutzsignalquelle bezogen, was insbesondere bedeutet, dass im Zielsignal ein höherer Anteil von Signalen der Nutzsignalquelle enthalten ist, als im Störsignal. Dies kann insbesondere durch eine Abschwächung des Störsignals in der Ziel-Richtung erreicht werden, aber auch durch eine relative Hervorhebung der Ziel-Richtung gegenüber anderen Richtungen bzw. Winkelbereichen im Zielsignal, oder auch durch beide genannten Maßnahmen.

[0010] Unter einer Erzeugung des Zielsignals mit einer Ziel-Richtcharakteristik, welche über einen der Ziel-Richtung entgegengesetzten Halbraum hinweg homogen oder im Wesentlichen homogen verläuft, ist bevorzugt umfasst, dass die Ziel-Richtcharakteristik sich hierbei als Resultat einer Signalverarbeitung des oder der verwendeten Signale des bzw. der verwendeten Eingangswandlers ergibt, und dabei als Resultat der besagten Signalverarbeitung insbesondere auf ein Freifeld bezogen ist. Der beschriebene Verlauf der Ziel-Richtcharakteristik über den genannten Halbraum umfasst hierbei insbesondere, dass der Verlauf der Empfindlichkeit gemäß der Ziel-Richtcharakteristik keine Wendepunkte und keine lokalen Minima aufweist, und/oder, dass die Empfindlichkeit im besagten Halbraum lediglich Variationen aufweist, welche gegenüber der maximalen Empfindlichkeit des Zielsignals (vorzugsweise in Ziel-Richtung) mindestens um 10 dB, , bevorzugt 15 dB unterdrückt sind, d.h., die Differenz zwischen maximaler und minimaler Emp-

findlichkeit im besagten Halbraum beträgt höchstens -10 dB, bevorzugt höchstens -15 dB, bezogen auf die maximale Empfindlichkeit des Zielsignals (in Zielrichtung). Derartige Variationen können dann gegenüber einem Signalbeitrag aus der Zielrichtung vernachlässigt werden.

[0011] Ein homogener Verlauf bedeutet hierbei insbesondere, dass im besagten Halbraum im Rahmen der technischen Möglichkeit und Genauigkeit keine Variation der Empfindlichkeit erfolgt. Ordnet man der Ziel-Richtung den Winkel 0° zu, so ist der ihr entgegengesetzte Halbraum durch den Winkelbereich von 90° bis 270° gegeben. Insbesondere ist der Verlauf der Ziel-Richtcharakteristik für einen möglichst großen Winkelbereich, mit Ausnahme eines Bereiches von z.B. $\pm 45^\circ$ um die Ziel-Richtung herum, homogen oder im Wesentlichen homogen, wobei sich der Übergang zum genannten Bereich um die Ziel-Richtung vorzugsweise stetig gestaltet.

[0012] Ein homogener Verlauf der Ziel-Richtcharakteristik kann dabei insbesondere durch eine omnidirektionales Zielsignal erreicht werden. In diesem Fall beinhaltet die Signalverarbeitung zur Erzeugung des Zielsignals aus den Signalen des ersten und des zweiten Eingangswandlers eine entsprechende Richtmikrofonie; für eine Erzeugung nur aus einem Signal eines der beiden Eingangswandlers kann dies insbesondere bedeuten, dass die Signalverarbeitung dem Zielsignal keine Richtwirkung aufprägt.

[0013] Es werden nun für ein zu verarbeitendes Eingangssignal, welches entweder anhand des besagten ersten Eingangswandlers und/oder des besagten zweiten Eingangswandlers, oder aber anhand eines weiteren Eingangswandlers des Hörsystems erzeugt wird, frequenzbandweise Gewichtungsfaktoren zur Rauschunterdrückung ermittelt, anhand welcher Frequenzbänder mit hohem Anteil an Rauschen im zu verarbeitenden Eingangssignal abgesenkt werden können bzw. Frequenzbänder mit hohem Anteil eines Nutzsignals der Nutzsignalquelle relativ angehoben werden können. Das zu verarbeitende Eingangssignal ist hierbei bevorzugt durch das Signal eines einzelnen Eingangswandlers gegeben, also des ersten oder des zweiten oder ggf. des genannten weiteren Eingangswandlers, wobei eine Vorverarbeitung wie z.B. A/D-Wandlung, aber ggf. auch eine Verstärkung bevorzugt als Teil des Eingangswandlers behandelt werden soll.

[0014] Für die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren in einzelnen Frequenzbändern wird nun für eine Mehrzahl an Frequenzbändern jeweils eine akustische Kenngröße des Zielsignals gebildet, und mit der entsprechenden akustischen Kenngröße des Störsignals verglichen.

[0015] Die akustische Kenngröße ist dabei bevorzugt derart, dass für das jeweilige Signal ein Aufschluss über den Energieinhalt im betreffenden Frequenzband gegeben werden kann. Besonders bevorzugt wird dabei als akustische Kenngröße jeweils ein Signalpegel und/oder eine Signalamplitude und/oder eine Signalleistung des jeweiligen Signals herangezogen, wobei die genannte Kenngröße einerseits direkt durch eine der genannten

Signalgrößen gebildet werden kann, oder aus einer monotonen, insbesondere streng monotonen Funktion, z.B. einer quadratischen oder auch logarithmischen Funktion des Signalpegels und/oder der Signalleistung und/oder der Signalamplitude. Für ein Frequenzband wird somit z.B. ein Quotient aus dem Signalpegel des Zielsignals im Frequenzband als Zähler und dem Signalpegel des Störsignals im Frequenzband als Nenner gebildet, oder die besagten Signalpegel in sonstiger Weise miteinander verglichen.

[0016] Der Vergleich der genannten akustischen Kenngrößen wird dann auf den vorläufigen Gewichtungsfaktor abgebildet, dessen Wertebereich wenigstens drei Werte umfasst, wobei der Wertebereich dabei diskret oder kontinuierlich sein kann.

[0017] Der Vergleich kann dabei insbesondere mittels einer Division der besagten Kenngrößen erfolgen. Bevorzugt wird dabei für wenigstens einige Frequenzbänder der ersten Mehrzahl jeweils ein Quotient anhand der akustischen Kenngröße des Zielsignals als Zähler und anhand der entsprechenden akustischen Kenngröße des Störsignals als Nenner gebildet, und anhand des jeweiligen Quotienten der vorläufige Gewichtungsfaktor gebildet. Der vorläufige Gewichtungsfaktor kann dabei kontinuierlich oder diskret sein. Insbesondere wird im zweiten Fall für die betreffenden Frequenzbänder zur Bildung des vorläufigen Gewichtungsfaktors der Quotient jeweils monoton auf einen wenigstens drei diskrete Werte umfassenden Wertebereich abgebildet, z.B. über eine Zuweisung einzelner Intervalle des Wertebereichs des Quotienten auf einzelne diskrete Werte des vorläufigen Gewichtungsfaktors.

[0018] Der Vergleich kann jedoch auch derart erfolgen, dass für wenigstens einige Frequenzbänder der ersten Mehrzahl die akustische Kenngröße des Zielsignals und die entsprechende akustische Kenngröße des Störsignals einer Mehrzahl an Größenvergleichen unterzogen werden, wobei eine der beiden Kenngrößen für die einzelnen Größenvergleiche jeweils unterschiedlich skaliert wird, und wobei anhand der Größenvergleiche dem vorläufigen Gewichtungsfaktor der jeweilige Wert aus dem diskreten, wenigstens dreiwertigen Wertebereich zugewiesen wird.

[0019] Bspw. wird für einzelne Frequenzbänder jeweils der Signalpegel des Nutzsignals mit dem Signalpegel des Störsignals im Band verglichen. Ist der Signalpegel des Nutzsignals größer, so wird dem Frequenzband der größte Wert aus dem diskreten Wertebereich für den vorläufigen Gewichtungsfaktor zugewiesen (z.B. 1,3). Ist der Signalpegel des Störsignals jedoch größer, so kann z.B. das Zielsignal mit einem vorgegebenen Faktor > 1 multipliziert werden, und der nächste Vergleich mit dem Störsignalpegel erfolgen. Ist nun der Nutzsignalpegel größer, so kann für das Frequenzband dem vorläufigen Gewichtungsfaktor der nächste Wert des diskreten Wertebereichs (z.B. 0,75) zugewiesen werden. Ist der Störsignalpegel weiterhin größer, so kann entweder der kleinste Wert (z.B. 0,5) für den vorläufigen Gewich-

tungsfaktor zugewiesen werden, oder der Vorgang der Skalierung des Nutzsignals zunächst nochmals wiederholt werden.

[0020] Anhand des wie beschrieben ermittelten Gewichtungsfaktors für das jeweilige Frequenzband kann nun das zu verarbeitende Eingangssignal entsprechend gewichtet werden. Dies kann einerseits durch eine unmittelbare Anwendung des Gewichtungsfaktors auf die Signalanteile des zu verarbeitenden Eingangssignals im betreffenden Frequenzband erfolgen, oder durch eine zeitliche Mittelung und/oder Normierung des Gewichtungsfaktors vor einer Multiplikation auf die Signalanteile des zugehörigen Frequenzbandes. Zusätzlich können frequenzbandweise noch einzelne statische Korrekturfaktoren appliziert werden, welche z.B. spektrale Unterschiede der beteiligten Eingangswandler für verschiedene Frequenzbänder, aber ggf. auch Pegel- und/oder Laufzeitdifferenzen, berücksichtigen und den entsprechenden Einfluss auf die Rauschunterdrückung korrigieren.

[0021] Anhand des so gewichteten, zu verarbeitenden Eingangssignals wird nun ein Ausgangssignal erzeugt. Dies kann einerseits dadurch erfolgen, dass das Ausgangssignal unmittelbar aus den Signalanteilen des besagten gewichteten Eingangssignals erzeugt wird. Ggf. kann hierbei jedoch noch eine weitere Signalverarbeitung dieser Signalanteile erfolgen, wie z.B. Unterdrückung einer akustischen Rückkopplung o.ä., zusätzliche frequenzbandabhängige Absenkung oder Anhebung in Abhängigkeit der individuellen audiologischen Anforderungen des Trägers der Hörvorrichtung. Das Ausgangssignal kann jedoch auch zusätzlich anhand von Signalanteilen eines weiteren Signals erzeugt werden, beispielsweise durch Richtmikrofonie mittels eines weiteren Signals, aber auch durch das insbesondere breitbandige Mischen des gewichteten Eingangssignals mit einem omnidirektionalen Signal oder einem Richtsignal.

[0022] Die Erfindung basiert auf der Annahme, dass ein Nutzsinal der Nutzsinalquelle und ein Rauschsignal einer oder mehrerer Rauschquellen an jedem einzelnen Zeitpunkt unterschiedliche spektrale Information besitzen, d.h. dass das Amplituden-Spektrum und die Phase des Schalls der verschiedenen Quellen zu einem beliebigen Zeitpunkt unterschiedlich sind. Da sich die Schalldruckfelder mehrerer Quellen durch Superposition addieren, ist auch die spektrale Information eine Summe der einzelnen Komponenten der einzelnen Quellen. Das bedeutet insbesondere, dass der Schalldruck am Ort eines Eingangswandlers zu jedem Zeitpunkt eine Summe einzelner Quellen und Reflexionen ist, welche ggf. noch durch Transferfunktionen gefiltert sind, die die Propagation des Schalls von einer Quelle zum jeweiligen Eingangswandler berücksichtigen. Es folgt daraus, dass eine Subtraktion der einzelnen spektralen Anteile, falls bekannt, zu einer selektiven Dämpfung oder Entfernung dieser Anteile von der Gesamtsumme des Zielsignals (z.B. am Ort eines Eingangswandlers für das zu verarbeitende Eingangssignal) führen kann, bzw. erwünschte

Signalanteile gezielt selektiert und angehoben werden können.

[0023] Zur Umsetzung werden nun die frequenzbandweisen Energieanteile des Nutzsymbols und des Rauschsignals möglichst zu jedem Zeitpunkt oder einer hinreichend dichten Abfolge diskreter Zeitpunkte verwendet, letztere beispielsweise gegeben über die Abtastrate oder aber über die einzelnen "Frames" einer spektralen Analyse mittels FFT o.ä. Um zu ermitteln, welche energetischen Anteile an jedem Zeitpunkt von der Nutzsignalquelle oder den Rauschquellen stammen, wird eine richtungsabhängige Filterung des Schallfeldes mittels des Zielsignals und des Störsignals derart vorgenommen, dass der Anteil am Nutzsignal der Nutzsignalquelle im erzeugten Zielsignal maßgeblich höher ist, als im erzeugten Störsignal, welches entsprechend einen deutlich höheren Anteil an Rauschen an seiner Gesamtenergie beinhaltet.

[0024] Es wird nun also die Annahme verwendet, dass in denjenigen Frequenzbändern, in welchen die akustische Kenngröße, die Aufschluss auf den jeweiligen Energieinhalt im Frequenzband gibt, für das Zielsignal größer ist als für das Störsignal, ein höherer spektraler Anteil an Nutzsignal vorliegt. Das zu verarbeitende Eingangssignal kann gemäß des wie beschrieben gebildeten Vergleiches in einem solchen Frequenzband entsprechend gegenüber anderen Frequenzbändern, in welchen die akustische Kenngröße des Störsignals größer ist als die akustische Kenngröße des Zielsignals, relativ angehoben werden, da in jenen Frequenzbändern ein höherer Anteil an Rauschen und ein geringerer Nutzsignalanteil angenommen wird.

[0025] Hierbei wird einerseits bevorzugt die räumliche Isolierung ausgenutzt, welche das Zielsignal gegenüber dem Störsignal hinsichtlich des Schalls von der Nutzsignalquelle durchführt. Andererseits kann durch den im Wesentlichen homogenen Verlauf des Zielsignals in der Ziel-Richtung entgegengesetzten Halbraum ein besonders natürliches Klangbild erreicht werden.

[0026] Um die spektralen Anteile von Rauschen aus Rauschquellen abseits der Ziel-Richtung möglichst umfassend berücksichtigen zu können, wird bevorzugt ein Störsignal verwendet, welches im besagten Halbraum im oben beschriebenen Sinn ebenfalls eine möglichst homogene Empfindlichkeit gegenüber den abzusenkenden Rauschquellen aufweist. Beim Vergleich der beiden Kenngrößen von Nutz- und Störsignal kann somit erreicht werden, dass das Ergebnis des Vergleichs, und somit der dazugehörige Gewichtungsfaktor für das betreffende Frequenzband, nur vernachlässigbar von einer Richtung einer Rauschquelle im besagten Halbraum abhängt. Lediglich die Lautstärke des Rauschens aus diesem Halbraum beeinflusst also maßgeblich den Ausgang des Vergleiches im Frequenzband.

[0027] Spektrale Anteile von Rauschen aus einer deutlich anderen Richtung als der Ziel-Richtung können somit so aus dem zu verarbeitenden Eingangssignal abgesenkt werden, dass ein natürliches Klangbild erhalten

bleibt. Die Vorteile bleiben dabei nicht auf den besagten Halbraum beschränkt, sondern sind aus Stetigkeits- und Regularitätsbedingungen der verwendeten Signale auch noch über die exakten Grenzen des Halbraums hinaus eingeschränkt wirksam.

[0028] Bevorzugt wird für eine zweite Mehrzahl an Frequenzbändern der Gewichtungsfaktor jeweils gebildet wird anhand des vorläufigen Gewichtungsfaktors und anhand eines Normierungsfaktors, welcher in Abhängigkeit wenigstens eines vorläufigen Gewichtungsfaktors der zweiten Mehrzahl an Frequenzbändern bestimmt wird. Bevorzugt wird dabei der Normierungsfaktor direkt, also insbesondere linear und bevorzugt identisch, aus einem vorläufigen Gewichtungsfaktor eines der Frequenzbänder bestimmt, ggf. nach einer Zeitmittelung. Eine solche Normierung erlaubt es, eine Gewichtung der einzelnen Frequenzbänder durch die Normierung zueinander in Bezug zu setzen, indem bspw. alle betreffenden Frequenzbänder derselben Normierung unterliegen. Bei der Normierung lassen sich etwa über Mittelwertbildungen einzelne Pegelspitzen berücksichtigen, sodass die Gewichtungsfaktoren nicht infolge von Schwankungen der Normierung plötzlichen Änderungen unterworfen ist, ohne dass ggf. in einem Frequenzband überhaupt eine nennenswerte instantane Änderung der Schallpegel für Zielsignal bzw. Störsignal vorliegt. Ein Bestimmen des Gewichtungsfaktors in Abhängigkeit wenigstens eines vorläufigen Gewichtungsfaktors umfasst insbesondere eine jeweilige Zeitmittelung der dem wenigstens einen vorläufigen Gewichtungsfaktor zugrunde liegenden akustischen Kenngrößen des jeweiligen Ziel- und Störsignals. Insbesondere kann der Normierungsfaktor in seinem Wert auch nach oben begrenzt werden

[0029] Günstigerweise wird dabei der Normierungsfaktor für ein Frequenzband bestimmt anhand eines Zeitmittels der Werte der verwendeten akustischen Kenngrößen und/oder der Werte des vorläufigen Gewichtungsfaktors im selben Frequenzband, und/oder anhand eines Maximums und/oder einer Summe der Werte der vorläufigen Gewichtungsfaktoren und/oder eines Signalpegels über alle betreffenden Frequenzbänder. Hierunter ist insbesondere auch ein Zeitmittel über das instantane Maximum der frequenzbandweisen Werte der einzelnen vorläufigen Gewichtungsfaktoren und ein Maximum über die Zeitmittel aller betreffenden Frequenzbänder umfasst.

[0030] Eine Normierung des vorläufigen Gewichtungsfaktors in einem Frequenzband anhand des Maximums der Werte der vorläufigen Gewichtungsfaktoren über alle betreffenden Frequenzbänder hat dabei v.a. für einen Vergleich anhand eines Quotienten den Vorteil, dass für dasjenige Frequenzband, in welchem der vorläufige Gewichtungsfaktor maximal ist, also verglichen mit dem Störsignal die meiste spektrale Energie im Zielsignal enthalten ist (und somit der Anteil am Nutzsignal wohl am größten ist), der Gewichtungsfaktor den maximalen Wert von 1 annimmt. Eine entsprechende Gewichtung des zu verarbeitenden Eingangssignals entspricht dabei einem

durch die Gewichtung unveränderten Signal. Andere Frequenzbänder, für welche der vorläufige Gewichtungsfaktor nicht maximal ist, werden infolge der Normierung abgesenkt, wobei das Absenken umso stärker ausfällt, je geringer im Störsignal der Nutzsignalanteil verglichen zum Zielsignal im Frequenzband ist, und je geringer daher der vorläufige Gewichtungsfaktor des Frequenzbandes ist.

[0031] Durch dieses Vorgehen kann eine harte Begrenzung des Gewichtungsfaktors auf einen festen Wert vermieden werden, sodass auch für Rauschen und Störsignalanteile noch richtungsabhängig Unterschiede im Spektrum und im Pegel erhalten bleiben, wodurch ein natürliches Klangbild weiter begünstigt wird.

[0032] Besonders vorteilhaft ist hierbei eine Normierung anhand eines Zeitmittels über das instantane Maximum der frequenzbandweisen Werte der einzelnen vorläufigen Gewichtungsfaktoren oder anhand eines Maximums über die Zeitmittel aller betreffenden Frequenzbänder. Bevorzugt wird hierbei eine zeitliche Mittelung über einen Zeitraum einer Länge von 0.1 s bis 1 s vorgenommen. Durch eine solche zeitliche Mittelwertbildung kann vermieden werden, dass im Ausgangssignal ein "Pumpen" des Hintergrundes infolge kurzfristiger Schwankungen des Nutzsignals auftritt. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann die Normierung durch eine festen Wert für den Normierungsfaktor erfolgen, welcher insbesondere von einer Abschwächung des Störsignals und von einer Abwesenheit eines Nutzsignals (erkennbar anhand des Störsignals und des Zielsignals) abhängen kann. Ein derartiges Vorgehen hat den Vorteil, dass in einer akustischen Umgebung, in welcher instantan kein Nutzsignal vorliegt, alles um besagten festen Wert abgesenkt wird, was gemeinhin infolge des Rauschens bzw. der Störgeräusche als einzigem Geräuschanteil oftmals als angenehmer wahrgenommen wird.

[0033] Zweckmäßigerweise wird als Zielsignal ein Signal mit einer im Wesentlichen omnidirektionalen Richtcharakteristik erzeugt, und als Störsignal ein Richtsignal mit einer relativen Abschwächung in der Ziel-Richtung verwendet. Unter einer Erzeugung eines Signals mit einer im Wesentlichen omnidirektionalen Richtcharakteristik ist hierbei insbesondere zu verstehen, dass sich die besagte Richtcharakteristik als Folge der Signalerzeugung ergibt. Dies kann einerseits durch ein Signal eines omnidirektionalen Mikrofons als Eingangswandler erfolgen, oder andererseits durch ein omnidirektionales sum-and-delay-Signal oder delay-and-Subtract-Signal eines Arrays an Eingangswandlern.

[0034] Unter der Verwendung eines Richtsignals mit einer relativen Abschwächung in der Ziel-Richtung als Störsignal ist hierbei einerseits umfasst, dass die besagte Abschwächung sich als Folge der Signalerzeugung ergibt, z.B. durch differentielle Richtmikrofonie mittels des ersten und des zweiten Eingangswandlers. Andererseits kann jedoch auch ein omnidirektionales Signal erzeugt werden (im oben beschriebenen Sinn), und die gewünschte Abschwächung z.B. über Abschattungsef-

fekte erzielt werden. In Sinne der Erfindung und seiner Ausgestaltungen bedeutet eine Erzeugung eines Signals mit einer konkreten Richtcharakteristik somit insbesondere die besagte Richtcharakteristik im Freifeld als Resultat der elektroakustischen Signalerzeugung, während die Verwendung eines Signals mit einer konkreten Richtcharakteristik zusätzlich auch eine sich infolge eben der räumlichen Umstände der Verwendung einstellende Richtcharakteristik beinhalten kann.

[0035] Bevorzugt weist das Störsignal in der Zielrichtung eine maximale, möglichst totale Abschwächung auf; insbesondere kann hierbei das Störsignal als ein antikardiodförmiges Richtsignal anhand der Signale des ersten und des zweiten Eingangswandlers durch entsprechende zeitverzögerte Überlagerung erzeugt werden.

[0036] Vorzugsweise wird für die Bildung des vorläufigen Gewichtungsfaktors anhand eines Quotienten dieser jeweils auf einen oberen Grenzwert von 6 dB, bevorzugt 12 dB, besonders bevorzugt 15 dB, beschränkt, was von Vorteil ist, wenn zwischenzeitlich keine nennenswerten Rauschanteile einem starken Nutzsignal gegenüberstehen. Eine derartige Begrenzung kann im Fall eines antikardiodförmigen Störsignals auch ersetzt oder ergänzt werden durch eine Kerbe mit endlicher Tiefe in der antikardiodförmigen Richtcharakteristik, was beispielsweise durch einen komplexwertigen Überlagerungsparameter der beiden Signale der Eingangswandler erreicht werden kann.

[0037] In einer weiter vorteilhaften, ggf. alternativen Ausgestaltung wird als Zielsignal ein in die Ziel-Richtung ausgerichtetes Richtsignal verwendet, welches in der Ziel-Richtung entgegengesetzten Halbraum eine nahezu vollständige Abschwächung aufweist. Unter einer nahezu vollständigen Abschwächung ist insbesondere eine Abschwächung von -10 dB, bevorzugt -15 dB umfasst, wie beispielsweise bei einem Signal mit keulenförmiger Richtcharakteristik. Bevorzugt weist das Störsignal im besagten Halbraum eine möglichst homogene Empfindlichkeit auf, z.B. als ein kardiodförmiges Richtsignal (mit Abschwächung in der Ziel-Richtung), oder als ein omnidirektionales Signal.

[0038] Vorteilhafterweise wird das Störsignal wenigstens anhand eines ersten Eingangswandlers erzeugt, welcher in einem Gehäuse angeordnet ist, das von einem Träger der Hörvorrichtung im bestimmungsgemäßen Betrieb der Hörvorrichtung wenigstens teilweise hinter einer Pinna getragen wird. Bevorzugt ist auch der zweite bzw. ein weiterer Eingangswandler im besagten Gehäuse angeordnet. Das Störsignal wird dann bevorzugt als ein Richtsignal aus den beiden entsprechenden Eingangssignalen der beiden Eingangswandler (also des ersten und des zweiten bzw. weiteren Eingangswandlers) gebildet. Das Zielsignal kann insbesondere als ein omnidirektionales Signal aus den beiden Eingangssignalen gebildet werden, welche vom im Gehäuse angeordneten ersten bzw. zweiten Eingangswandler erzeugt werden.

[0039] Für den Vergleich vom Nutz- mit dem Störsignal wird dabei bevorzugt eine sog. Roll-On-Kompensation

des Störsignals vorgenommen, z.B. mittels einer Tiefpass-Filterung, wenn das Störsignal als ein delay-and-subtract-Richtsignal der Eingangswandler-Signale erzeugt wird, das Zielsignal aber z.B. als Delay-and-sum-Signal oder als Signal nur eines Eingangswandlers. Die besagte Tiefpass-Filterung kann entfallen, wenn auch das Zielsignal als Delay-and-subtract-Signal erzeugt wird. Das Störsignal kann aber auch unter Ausnutzung der natürlichen Abschattungswirkung der Pinna aus nur einem Eingangswandler erzeugt werden; das Zielsignal wird dann vorzugsweise allein durch den anderen Eingangswandler erzeugt, welcher z.B. am Eingang des Gehörgangs angeordnet sein kann.

[0040] Insbesondere sind der erste und der zweite Eingangswandler beide im Gehäuse angeordnet, welches z.B. durch ein Gehäuse eines BTE- oder RIC-Hörgerätes gegeben ist. Das Störsignal kann dann anhand differentieller Richtmikrofonie erzeugt werden, das Zielsignal als ein "2-mic-omni"-Signal.

[0041] Zweckmäßigerweise wird das zu verarbeitende Eingangssignal durch einen Ohrstück-Eingangswandler erzeugt, der in einem Ohrstück angeordnet ist, welches vom Träger der Hörvorrichtung beim bestimmungsgemäßen Betrieb wenigstens teilweise in einer Concha und/oder einen Gehörgang eingeführt getragen wird. Insbesondere kann der Ohrstück-Eingangswandler auch derart durch den ersten oder zweiten Eingangswandler gegeben sein, dass das zu verarbeitende Eingangssignal auch zur Bestimmung des Stör- und/oder des Zielsignals verwendet wird. Stör- und Zielsignal können jedoch auch separat vom zu verarbeitenden Eingangssignal erzeugt werden, z.B. wie oben beschrieben in einem BTE-/RIC-Gehäuse.

[0042] In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung wird das Zielsignal in einem bezüglich der Hörvorrichtung externen Gerät erzeugt. Das externe Gerät ist hierbei insbesondere als Teil des Hörsystems zu verstehen, und als solches bevorzugt zur Kommunikation mit der Hörvorrichtung über eine entsprechende Verbindung ausgelegt. Als externes Gerät kann hierbei ein Mobiltelefon verwendet werden, welches insbesondere durch eine entsprechende Applikation, welche das Mikrofon des Mobiltelefons als ersten Eingangswandler sowie die Signalübertragung mit der Hörvorrichtung steuert, für das Verfahren eingerichtet ist. Der Vergleich vom Nutzmit dem Störsignal kann hierbei bevorzugt auf der Hörvorrichtung erfolgen werden, nach entsprechender Übertragung des Zielsignals bzw. der akustischen Kenngröße durch das Mobiltelefon. Ebenso kann auch das Störsignal bevorzugt durch einen zweiten Eingangswandler der Hörvorrichtung erzeugt und anschließend zum entsprechenden Vergleich der akustischen Kenngrößen an das externe Gerät übertragen werden. Als externes Gerät kann überdies eine dedizierte externe Einheit verwendet werden, z.B. eine sog. Partnereinheit für ein Hörgerät als Hörvorrichtung.

[0043] Die Partnereinheit wird dabei von einem Gesprächspartner des Trägers des Hörgerätes am Körper

getragen, z.B. um den Hals, oder in seiner Nähe, bspw. auf einem Tisch vor ihm positioniert, um Gesprächsbeiträge für den Träger des Hörgerätes besser hörbar zu machen. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung kann nur ein Eingangswandler der Partnereinheit zur Erzeugung des Zielsignals verwendet werden, da das Nutzsignal - die Gesprächsbeiträge des sich in unmittelbarer Nähe der Partnereinheit befindenden Gesprächspartners - im Vergleich zu etwaigen Störgeräuschen besonders hervorgehoben in ein Signal eingeht, welches durch die Partnereinheit erzeugt wird.

[0044] Zweckmäßigerweise wird der Gewichtungsfaktor jeweils weiter gebildet anhand eines Faktors, welcher zwischen dem ersten Eingangswandler und/oder dem zweiten Eingangswandler und/oder dem weiteren Eingangswandler zur Erzeugung des zu verarbeitenden Eingangssignals Lautstärkenunterschiede und/oder Laufzeitunterschiede und/oder spektrale Unterschiede im jeweiligen Frequenzband berücksichtigt.

[0045] Wird beispielsweise das Störsignal durch den ersten Eingangswandler erzeugt, welcher in einem Gehäuse angeordnet ist, welches vom Träger teilweise hinter der Pinna zu tragen ist, und das Zielsignal durch einen am Gehörgang des Trägers angeordneten Eingangswandler, so kann der zusätzliche Faktor z.B. die über verschiedene Frequenzbänder ggf. unterschiedliche Abschattungswirkung der Pinna berücksichtigen. Zudem kann der Faktor eine relative Transferfunktion vom Ort der Erzeugung des Störsignals (z.B. Gehäuse an bzw. hinter der Pinna) zum Ort der Erzeugung des Zielsignals (z.B. am Gehörgang, oder in einer externen Einheit), bevorzugt bezüglich der angenommenen Nutzsignalquelle, berücksichtigen. Hierdurch können für den Gewichtungsfaktor Anteile, welche durch eine unterschiedliche Propagation des Schalls zum Ort der Erzeugung des Störsignals oder Ort der Erzeugung des Zielsignals entstehen, kompensiert werden.

[0046] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das Ausgangssignal gebildet anhand des mit den jeweiligen Gewichtungsfaktoren frequenzbandweise gewichteten, zu verarbeitenden Eingangssignals sowie eines weiteren omnidirektionalen Signals und/oder eines weiteren Richtsignals. Insbesondere für den Fall, dass die frequenzbandweise Anwendung der jeweiligen Gewichtungsfaktoren auf das zu verarbeitende Eingangssignal, z.B. infolge dessen spektraler Verteilung, zu Artefakten führt, kann durch ein "Beimischen" eines Richtsignals (z.B. eines kardioidförmigen Richtsignals) mit einem Anteil von bspw. 25%, 30% oder 40% (und einem entsprechenden Anteil des gewichteten zu verarbeitenden Eingangssignals von 75%, 70% oder 60%) eine Hörbarkeit von Artefakten verringert werden, während der natürliche Klangeindruck weiterhin erhalten bleibt. Ebenso kann dem gewichteten zu verarbeitenden Eingangssignal ein omnidirektional erzeugtes Signal (insbesondere in den genannten Anteilen) für die Bildung des Ausgangssignals beigemischt werden, welches besonders bevorzugt durch einen anderen Eingangswandler erzeugt wird, als

das zu verarbeitende Eingangssignal.

[0047] Als weiter vorteilhaft erweist es sich, wenn bezüglich einer in einer ersten Ziel-Richtung angeordneten ersten Nutzsignalquelle frequenzbandweise erste Gewichtungsfaktoren ermittelt werden, bezüglich einer in einer zweiten Ziel-Richtung angeordneten zweiten Nutzsignalquelle frequenzbandweise zweite Gewichtungsfaktoren ermittelt werden, und wobei das zu verarbeitende Eingangssignal im jeweiligen Frequenzband anhand eines Gewichtungsfaktors gewichtet wird, welcher anhand des jeweiligen ersten Gewichtungsfaktors und anhand des jeweiligen zweiten Gewichtungsfaktors, bevorzugt als Mittelwert oder als Produkt, gebildet wird.

[0048] Dies bedeutet insbesondere: Es werden bezüglich einer ersten Nutzsignalquelle erste Gewichtungsfaktoren bestimmt. Dies erfolgt anhand von Vergleichen akustischer Kenngrößen, welche in den jeweiligen Frequenzbändern jeweils von einem ersten Störsignal und einem ersten Zielsignal gewonnen werden, die bezogen sind auf die erste Nutzsignalquelle. Beispielsweise weist das erste Störsignal in einer ersten Ziel-Richtung, welche bevorzugt durch die Richtung der ersten Nutzsignalquelle gegeben ist, eine relative und insbesondere größtmögliche Abschwächung auf. Zudem werden für das zu verarbeitende Eingangssignal zweite Gewichtungsfaktoren bezüglich einer zweiten Nutzsignalquelle bestimmt, welche von der ersten Nutzsignalquelle verschieden ist, und insbesondere in einer von der ersten Ziel-Richtung verschiedenen zweiten Ziel-Richtung belegen ist.

[0049] Dies erfolgt ebenso anhand von Vergleichen von akustischen Kenngrößen, welche in den jeweiligen Frequenzbändern jeweils von einem zweiten Störsignal und einem zweiten Zielsignal gewonnen werden, die wiederum bezogen sind auf die zweite Nutzsignalquelle. Beispielsweise weist das zweite Störsignal in der zweiten Ziel-Richtung eine relative und insbesondere größtmögliche Abschwächung auf. Diejenigen Gewichtungsfaktoren, welche nun auf das zu verarbeitenden Eingangssignal angewandt werden sollen, werden nun frequenzbandweise anhand der ersten Gewichtungsfaktoren (also bzgl. der ersten Nutzsignalquelle) und anhand der zweiten Gewichtungsfaktoren (also bzgl. der zweiten Nutzsignalquelle) bestimmt, bevorzugt anhand eines Produktes oder eines arithmetischen, ggf. mit einer Schalleistung der jeweiligen Nutzsignalquellen gewichteten Mittelwertes, und insbesondere einer geeigneten globalen Normierung.

[0050] Bevorzugt weist das Hörsystem eine weitere Hörvorrichtung auf, wobei wenigstens für ein Frequenzband in der Hörvorrichtung der vorläufige Gewichtungsfaktor ermittelt wird, an die Hörvorrichtung von der weiteren Hörvorrichtung ein contralateraler vorläufiger Gewichtungsfaktor übermittelt wird, und der Gewichtungsfaktor oder ein Gewichtungsfaktor für ein von der weiteren Hörvorrichtung übermitteltes contra-laterales Eingangssignal durch einen Vergleich des vorläufigen Gewichtungsfaktors mit dem contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktor ermittelt wird.

[0051] Insbesondere ist das Hörsystem in diesem Fall gegeben als ein binaurales Hörgerätesystem, wobei die Hörvorrichtung und die weitere Hörvorrichtung jeweils gegeben sind durch ein einzelnes, jeweils an einem Ohr zu tragendes Hörgerät. Das contra-laterale Eingangssignal ist dann für ein Hörgerät ein Eingangssignal, welches im jeweils anderen Hörgerät erzeugt wird, und für eine binaurale Signalverarbeitung übertragen wird. Der contra-laterale vorläufige Gewichtungsfaktor wird in der anderen Hörvorrichtung bevorzugt auf dieselbe Weise gebildet, wie der vorläufige Gewichtungsfaktor in der Hörvorrichtung. Der Gewichtungsfaktor, welcher durch die Hörvorrichtung anzuwenden ist, wird dann gebildet anhand eines Vergleiches des "lokalen" vorläufigen Gewichtungsfaktors, welcher in der Hörvorrichtung erzeugt wurde, mit dem contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktor aus der anderen Hörvorrichtung. Dieses Vorgehen erlaubt insbesondere für ein binaurales Hörgerätesystem, in einzelnen Frequenzbändern die vorläufigen Gewichtungsfaktoren beider Seiten sozusagen "zu synchronisieren", sodass eine Verzerrung bspw. der "Interaural Level Difference" unterbunden werden kann, indem z.B. für den Gewichtungsfaktor jeweils ein Mittelwert der vorläufigen Gewichtungsfaktoren beider Seiten verwendet wird (oder ggf. eine leicht stärkere Gewichtung des lokalen vorläufigen Gewichtungsfaktors gegenüber dem contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktor erfolgt, z.B. 0,6 zu 0,4 oder 0,7 zu 0,3).

[0052] Bevorzugt wird dabei der contra-laterale vorläufige Gewichtungsfaktor als binärer Wert an die Hörvorrichtung übermittelt wird, wobei dem contra-lateralen Gewichtungsfaktor der Wert des vorläufigen Gewichtungsfaktors zugewiesen wird, wenn eine Abweichung des contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktors vom vorläufigen Gewichtungsfaktor einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreitet. Insbesondere bedeutet dies: Der contra-laterale vorläufige Gewichtungsfaktor ist bevorzugt diskretisiert auf drei Werte oder wenige Werte mehr, und wird mit dem "lokal" vorliegenden vorläufigen Gewichtungsfaktor verglichen, dessen Wertebereich zunächst auch noch mehr Werte aufweisen kann. Dieser Wertebereich für den lokalen vorläufigen Gewichtungsfaktor kann nun einerseits für den Vergleich mit dem contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktor auf gröbere Intervalle abgebildet werden (vorzugsweise derselben Anzahl, wie der Wertebereich des contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktors), sodass als Gewichtungsfaktor der lokale vorläufige Gewichtungsfaktor zugewiesen wird - und ggf. noch normiert wird - wenn der contra-laterale vorläufige Gewichtungsfaktor im selben "größeren Intervall" liegt, wie der "lokale" vorläufige Gewichtungsfaktor. Ist dies nicht der Fall, so kann für den Gewichtungsfaktor eine Mittelwertbildung der vorläufigen Gewichtungsfaktoren erfolgen.

[0053] Die Erfindung nennt weiter ein Hörsystem mit einer Hörvorrichtung, wobei das Hörsystem wenigstens zwei Eingangswandler zur Erzeugung eines Störsignals, eines Zielsignals sowie eines zu verarbeitenden Ein-

gangssignals umfasst, wobei die Hörvorrichtung wenigstens einen Ausgangswandler umfasst, und wobei das Hörsystem eine Steuereinrichtung umfasst, welche zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens eingerichtet ist. Das erfindungsgemäße Hörsystem teilt die Vorzüge des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die für das Verfahren und für seine Weiterbildungen angegebenen Vorteile können dabei sinngemäß auf das Hörsystem übertragen werden.

[0054] Für die Erzeugung des Störsignals und des Zielsignals mittels der wenigstens zwei Eingangswandler gilt die obige Beschreibung hinsichtlich des erfindungsgemäßen Verfahrens analog. Das zu verarbeitende Eingangssignal kann entweder anhand eines oder beider Eingangswandler erzeugt werden, welche auch für die Erzeugung des Störsignals und des Zielsignals verwendet werden, oder anhand eines weiteren Eingangswandlers des Hörsystems erzeugt werden.

[0055] Die Steuereinrichtung ist bevorzugt in der Hörvorrichtung implementiert. Ist die Hörvorrichtung gegeben durch ein binaurales Hörgerätesystem, so kann die Steuereinrichtung auch gegeben sein durch die Gesamtheit der Signalverarbeitungseinrichtungen in beiden lokalen Einheiten des binauralen Systems. Das Hörsystem kann zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens insbesondere eine externe Einheit umfassen, welche nicht als Teil der Hörvorrichtung anzusehen ist, also beispielsweise ein Mobiltelefon o.ä. mit einem Eingangswandler, welcher insbesondere zur Erzeugung des Zielsignals und/oder des Störsignals eingerichtet ist, sowie ggf. mit einer Signalverarbeitungseinrichtung, welche auch in diesem Fall einen Teil der besagten Steuereinrichtung bilden kann.

[0056] Vorzugsweise ist die Hörvorrichtung als ein Hörgerät ausgebildet. Die Anwendung des vorbeschriebenen Verfahrens ist für ein Hörgerät, welches insbesondere zur Kompensierung einer Hörschwäche oder eines Hörverlustes seines Trägers ausgelegt und eingerichtet ist, besonders vorteilhaft.

[0057] Bevorzugt umfasst das Hörgerät dabei ein Gehäuse, in welchem ein erster Eingangswandler und ein zweiter Eingangswandler angeordnet sind, wobei das Hörgerät ein Ohrstück umfasst, in welchem ein weiterer Eingangswandler zur Erzeugung des zu verarbeitenden Eingangssignals angeordnet ist, und wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, anhand der Signale des ersten Eingangswandlers und des zweiten Eingangswandlers das Störsignal und das Zielsignal zu bilden. Hierdurch lassen sich das Störsignal und/oder das Zielsignal zur Gewinnung der frequenzbandabhängigen Gewichtungsfaktoren für das zu verarbeitende Eingangssignal effizient und im Wortsinn zielgenau mittels Richtmikrofonie erzeugen, sodass eine besonders gute Rauschunterdrückung möglich ist. Hierbei wird das zu verarbeitende Eingangssignal am Gehörgang des Trägers erzeugt, und beinhaltet somit eine besonders natürliche räumliche Information der akustischen Umgebung des Trägers, wobei die natürliche Abschattungswirkung der

Pinna für das zu verarbeitende Eingangssignal beibehalten wird, was den natürlichen räumlichen Höreindruck nochmals begünstigt.

[0058] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1A in einer Seitenansicht ein Hörgerät mit einem Gehäuse und einem Ohrstück, wobei im Gehäuse zwei und im Ohrstück ein Eingangswandler angeordnet sind,

Fig. 1B das Hörgerät nach Fig. 1A, wobei im Gehäuse nur ein Eingangswandler angeordnet ist,

Fig. 2 in einem Blockschaltbild eine Rauschunterdrückung im Hörgerät nach Fig. 1A mittels Gewichtungsfaktoren, welche durch Richtmikrofonie bestimmt werden,

Fig. 3 eine Richtungsabhängigkeit von vorläufigen Gewichtungsfaktoren im Hörgerät nach Fig. 2,

Fig. 4 ein Hörsystem mit einem Hörgerät und einem Mobiltelefon, und

Fig. 5 in einem Blockschaltbild eine zur Fig. 2 alternative Rauschunterdrückung im Hörgerät nach Fig. 1A.

[0059] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0060] In Figur 1A ist schematisch in einer Seitenansicht ein durch eine Hörvorrichtung 1 gebildetes Hörsystem 2 dargestellt. Die Hörvorrichtung 1 ist hierbei vorliegend gegeben durch ein Hörgerät 4. Das Hörgerät 4 weist ein Gehäuse 6, und ein mit dem Gehäuse 6 verbundenes Ohrstück 8 auf. Das Hörgerät 4 ist vorliegend als ein RIC-Gerät ausgestaltet, welches eine als Lautsprecher ausgebildeten Ausgangswandler 10 am Ende des Ohrstücks 8 aufweist. Über eine Verbindung 12 ist das Ohrstück 8 mechanisch mit dem Gehäuse 6 verbunden, hierbei verläuft entlang der Verbindung 12, auch eine Signalverbindung 14, welche den Ausgangswandler 10 in noch zu beschreibender Weise elektronisch mit einer Signalverarbeitungseinrichtung 16 im Gehäuse 6 verwendet (gestrichelte Linie). Die Signalverarbeitungseinrichtung 16 bildet hierbei eine Steuereinrichtung 18 für das Hörsystem 2, und ist insbesondere durch einen oder mehrere Signalprozessoren mit jeweils zugewiesenem Arbeitsspeicher gegeben. Im Gehäuse 6 sind ein erster Eingangswandler 21 und ein zweiter Eingangswandler 22 leicht beanstandet voneinander angeordnet, und jeweils elektronisch mit der Steuereinrichtung 18 verbunden (gestrichelte Linie).

[0061] Im Betrieb des Hörgerätes 4 werden durch den

ersten und den zweiten Eingangswandler 21, 22 jeweils Eingangssignale erzeugt (nicht näher dargestellt), und an die Signalverarbeitungseinrichtung 16 ausgegeben, wo sie in Abhängigkeit der individuellen audiologischen Vorgaben und Anforderungen eines Trägers des Hörgerätes 4 verarbeitet, und dabei insbesondere frequenzabhängig verstärkt und gegebenenfalls komprimiert werden. Durch die Signalverarbeitungseinrichtung 16 wird über die Signalverbindung 14 entsprechend ein Ausgangssignal (nicht näher dargestellt) an den Ausgangswandler 10 ausgegeben, welcher das besagte Ausgangssignal in einen Ausgangsschall (nicht näher dargestellt) umwandelt, der dem Gehör des Trägers zugeführt wird. Infolge des räumlichen Abstands zwischen dem ersten und dem zweiten Eingangswandler 21, 22 ist für die Erzeugung des besagten Ausgangssignals auch eine räumliche Verarbeitung in der Signalverarbeitungseinrichtung 16 mittels Richtmikrofonie möglich. Hierdurch besteht die Möglichkeit, mittels besagter Richtmikrofonie ein Nutzsignal in der Umgebung des Trägers, meist gegeben durch Sprachbeiträge eines Gesprächspartners des Trägers, gezielt hervorzuheben bzw. Umgebungsrauschen und/oder sonstige Schallquellen abseits der Nutzsignalquelle mittels Richtmikrofonie gezielt abzusenken.

[0062] Bei dieser richtungsempfindlichen Signalverarbeitung kann jedoch für den Träger wichtige Information für das räumliche Hörempfinden verloren gehen. Das vorliegende Hörgerät 4 ist deshalb dazu eingerichtet, anhand der Signale des ersten und des zweiten Eingangswandlers 21, 22 in noch zu beschreibender Weise frequenzabhängige Gewichtungsfaktoren zu ermitteln, mittels derer ein a priori vorzugsweise omnidirektionales, zu verarbeitendes Eingangssignal in der Signalverarbeitungseinrichtung 16 gewichtet wird, wobei die Gewichtungsfaktoren über einzelne Frequenzbänder hinweg eine vorteilhafte Rauschunterdrückung bewirken sollen. Als ein zu verarbeitendes Eingangssignal kann hierbei insbesondere das vom ersten Eingangswandler 21 erzeugte Signal 24 herangezogen werden.

[0063] Alternativ dazu kann das Hörgerät 4 im Ohrstück 8 auch einen weiteren Eingangswandler 26 aufweisen, und das zu verarbeitende Eingangssignal kann dann durch das Signal des besagten weiteren Eingangswandlers 26 gegeben sein. Dies hat vorliegend den Vorteil, dass beim bestimmungsgemäßen Tragen des Hörgerätes 4, wobei das Gehäuse 6 wenigstens teilweise vom Träger hinter der Pinna eines seiner Ohren getragen wird, und das Ohrstück 8 mit dem Ende des Ausgangswandlers 10 in den Eingang des zugehörigen Gehörgangs eingeführt wird, der weitere Eingangswandler 26 im Bereich des Eingangs des Gehörgangs angeordnet ist, und somit das vom weiteren Eingangswandler 26 erzeugte Signal hinsichtlich einer Abschattungswirkung des Kopfes und insbesondere der Pinna des Trägers im Wesentlichen dasselbe Verhalten aufweist wie Schall, welcher ohne die Anwesenheit des Hörgerätes 4 zum Gehör des Trägers vordringt.

[0064] In Figur 1B ist schematisch in einer Seitenansicht eine alternative Ausgestaltung der Hörvorrichtung 1 gemäß Figur 1A dargestellt. Auch in Figur 1B ist die Hörvorrichtung 1 durch ein als RIC-Gerät ausgebildetes Hörgerät 4 mit einem im Betrieb teilweise hinter der Pinna zu tragenden Gehäuse 6 und einem Ohrstück 8 gegeben, wobei im Gehäuse 6 ein erster Eingangswandler 21 angeordnet ist, welcher in Signalverbindung mit einer ebenfalls im Gehäuse 6 angeordneten Steuereinrichtung 18 steht. Im Ohrstück 8 ist ein Ausgangswandler 10 angeordnet, und über eine Signalverbindung 14 mit der Steuereinrichtung 18 verbunden, wobei die Signalverbindung 14 entlang der mechanischen Verbindung 12 zwischen dem Gehäuse 6 und dem Ohrstück 8 verläuft. Das Ohrstück 8 wird mit dem freien Ende für den Betrieb des Hörgerätes 4 in den Eingang des Gehörgangs des Trägers eingeführt.

[0065] Ein zweiter Eingangswandler 22 ist im Ohrstück 8 angeordnet. Anhand des Signals des ersten und des zweiten Eingangswandlers 21, 22, werden analog zum Hörgerät 4 nach Figur 1A in noch zu beschreibender Weise frequenzabhängige Gewichtungsfaktoren ermittelt, mittels derer das im vorliegenden Beispiel vom zweiten Eingangswandler 22 erzeugte, zu verarbeitende Eingangssignal in der Steuereinrichtung 18 zur Rauschunterdrückung gewichtet wird. Ein wesentlicher Unterschied zum in Figur 1A dargestellten Hörgerät 4 besteht somit hier darin, dass der zweite Eingangswandler 22, dessen Signal zum Bestimmen der frequenzabhängigen Gewichtungsfaktoren verwendet wird, im Ohrstück 8 angeordnet ist (und nicht, wie der erste Eingangswandler 21, im Gehäuse 6).

[0066] Das Hörgerät 4 nach Figur 1A oder nach Figur 1B kann dabei insbesondere auch als ein BTE-Gerät ausgebildet sein, wobei die Verbindung 12 dann durch den Schallschlauch des BTE-Gerätes gebildet wird. Insbesondere kann dabei der zweite Eingangswandler 22 im Gehäuse 6 des BTE-Gerätes angeordnet sein. Ist der zweite Eingangswandler (oder der weitere Eingangswandler 26 nach Figur 1A) im oder am Ohrstück 8 angeordnet (dessen freies Ende bei einem BTE-Gerät von z.B. einem Dome oder einem Ohrpassstück gebildet wird), so verläuft die Signalverbindung 14 zur Steuereinrichtung 18 im Gehäuse 6 entlang des besagten Schallschlauchs, bevorzugt in einem dedizierten Kabel. Insbesondere kann eine Signalverarbeitungseinrichtung 16 als ein Teil der Steuereinrichtung 18 auch im Ohrstück 8 angeordnet sein. Weist das Ohrstück 8 einen Eingangswandler auf, so kann das Hörgerät 4 insbesondere durch eine Art Kombination eines BTE- oder RIC-Gerätes mit einem ITE- oder CIC-Gerät gegeben sein.

[0067] In Figur 2 ist schematisch in einem Blockschaltbild das durch das Hörgerät 4 gebildete Hörsystem 1 nach Figur 1A mit der bereits geschilderten Signalverarbeitung zur Rauschunterdrückung dargestellt. Das Hörgerät 4 umfasst den ersten Eingangswandler 21 und den zweiten Eingangswandler 22, welcher vom ersten Eingangswandler in einem Abstand D angeordnet ist. Der

erste Eingangswandler 21 erzeugt ein erstes Signal 31, der zweite Eingangswandler 21 erzeugt ein zweites Signal 32 aus einem nicht näher dargestellten Umgebungsschall. Eine mögliche Vorverstärkung und Vorverarbeitung wie beispielsweise breitbandige Kompression sowie A/D-Wandlung soll hierbei bereits in der Funktion des ersten bzw. zweiten Eingangswandlers 21, 22 enthalten sein.

[0068] Das erste und das zweite Signal 31, 32 werden nun jeweils in Filterbänken 33, 34 in die Zeit-Frequenz-Domäne transformiert. Das so gefilterte erste Signal 31 wird nun jeweils frequenzbandweise um eine Zeitkonstante T verzögert, ggf. noch mit einer komplexen Übertragungsfunktion (nicht dargestellt) gefiltert, welche mögliche Pegel- und/oder Phasenunterschiede der beiden Eingangswandler 21, 22 berücksichtigen kann, und vom gefilterten Signal 32 subtrahiert, und anschließend mit einem Tiefpass 35 gefiltert. Die Tiefpass-Filterung erfolgt, da durch die Subtraktion niederfrequente Signalanteile gedämpft werden, da die Zeitkonstante T als akustische Laufzeit zwischen den beiden Eingangswandlern 21, 22 infolge des Abstands D dazu führt, dass niederfrequente Signalanteile bei beiden Eingangswandlern 21, 22 trotz der Propagation noch ähnliche Amplituden aufweisen.

[0069] Aus besagter Tiefpass-Filterung resultiert nun ein Störsignal 36, welches infolge der Zeitverzögerung T vor der Subtraktion der beiden Eingangssignale 31, 32, welche genau der akustischen Laufzeit für den Abstand D entspricht, in jedem Frequenzband im Wesentlichen eine antikardiod-förmige Richtcharakteristik 64 aufweist, deren maximale Abschwächung in eine Ziel-Richtung 38 weist, die durch eine Verbindungslinie vom zweiten Eingangswandler 22 zum ersten Eingangswandler 21 gegeben ist, und bei einem bestimmungsgemäßen Tragen des Hörgerätes 4 mit der Frontalrichtung zusammenfällt.

[0070] Das durch die Filterbank 34 in einzelne Frequenzbänder zerlegte zweite Signal 32 weist als Mikrofonsignal für jedes Frequenzband im Wesentlichen eine omnidirektionale Richtcharakteristik 63 auf. Dieses zweite Signal 32 wird nun als Zielsignal 40 verwendet. Vom Zielsignal 40 und vom Störsignal 36 in jedem Frequenzband wird nun jeweils eine akustische Kenngröße 42 ermittelt, welche jeweils Aufschluss über den Energieinhalt des betreffenden Signals im jeweiligen Frequenzband geben soll. Dies ist vorliegend dadurch gewährleistet, dass als akustische Kenngröße 42 der Absolutbetrag des jeweiligen Signals gewählt wird. Insbesondere kann jedoch auch eine Signalleistung oder ein Signalpegel oder eine monotone, z.B. quadratische oder logarithmische Funktion der Signalleistung, des Absolutbetrags oder des Signalpegels als Kenngröße 42 verwendet werden. Vom Absolutbetrag 44 des Störsignals 36 und vom Absolutbetrag 46 des Zielsignals 40 werden nun jeweils zur Glättung Zeitmittel 48 bzw. 49 gebildet. Anschließend wird ein Quotient 50 aus dem Zeitmittel 49 des Absolutbetrags 46 des Zielsignals 40 als Zähler und dem Zeit-

mittel 48 des Absolutbetrags 44 des Störsignals 36 als Nenner gebildet wird. Dieser Quotient, welcher gegebenenfalls noch auf einen oberen Grenzwert von beispielsweise 6 dB oder höher (z.B. 12 dB oder 15 dB) beschränkt werden kann, bildet einen vorläufigen Gewichtungsfaktor 51 für das jeweilige Frequenzband.

[0071] Es wird nun über alle Frequenzbänder ein Maximum 52 der vorläufigen Gewichtungsfaktoren 51 bestimmt, und als Normierungsfaktor 52 festgelegt. Die vorläufigen Gewichtungsfaktoren 51 werden über dem so ermittelten Normierungsfaktor 52 normiert, sodass sich für jedes Frequenzband ein Gewichtungsfaktor 54 ergibt.

[0072] Anhand des weiteren Eingangswandlers 26 wird ein zu verarbeitendes Eingangssignal 56 erzeugt. Das zu verarbeitende Eingangssignal 56 wird durch eine Filterbank 57 in die Zeit-Frequenz-Domäne transformiert. Die Filterbänke 33, 34, 57 weisen dabei vorzugsweise eine identische Frequenzauflösung und identische Flankensteilheit auf.

[0073] Der Gewichtungsfaktor 54 wird nun multiplikativ auf das so transformierte, zu verarbeitende Eingangssignal 56 angewandt. Aus den wie beschrieben gewichteten frequenzbandweisen Signalanteilen des zu verarbeitenden Eingangssignals 56 wird, beispielsweise mittels einer inversen schnellen Fourier-Transformation, ein breitbandiges Ausgangssignal 58 erzeugt, welches durch den Ausgangswandler 10 in eine Ausgangsschall 60 umgewandelt wird. Vor der Erzeugung des Ausgangssignals 58 kann insbesondere noch eine nicht näher dargestellte, zusätzliche Signalverarbeitung erfolgen, welche beispielsweise eine frequenzbandweise Absenkung oder Anhebung der Signalbeiträge abhängig von den individuellen audiologischen Anforderungen des Trägers und/oder zusätzliche Maßnahmen zur Unterdrückung von Störgeräuschen und/oder akustische Rückkopplung umfassen kann. Insbesondere können für die Anwendung des Gewichtungsfaktors 54 auf das zu verarbeitende Eingangssignal 56 im jeweiligen Frequenzband von dem zu verarbeitenden Eingangssignal 56 zunächst ein Absolutbetrag und eine Phase ermittelt werden, wobei die Anwendung des Gewichtungsfaktors 54 lediglich auf den Absolutbetrag erfolgt, und die Phase für eine Rücktransformation zur Erzeugung des Ausgangssignals 58 verwendet wird.

[0074] Für eine Anwendung der anhand von Figur 2 dargestellten Rauschunterdrückung auf das Hörgerät 4 nach Figur 1B wird das zu verarbeitende Eingangssignal 56 durch den ersten oder den zweiten Eingangswandler 21 bzw. 22 erzeugt. Das zu verarbeitende Richtsignal 56 entspricht somit dem ersten bzw. zweiten Signal 31 bzw. 32. Generell sind für die Rauschunterdrückung auch weitere alternative Ausgestaltungen des Hörgerätes 4 denkbar, beispielsweise ein sog. ITE-Hörgerät mit zwei im Bereich des Gehörgangs angeordneten Eingangswandlern als erstem und zweitem Eingangswandler 21, 22 zur Erzeugung der beiden Signale 31, 32 sowie des zu verarbeitenden Eingangssignals 56.

[0075] In Figur 3 ist in einer Draufsicht schematisch

und vereinfacht die Wirkung des vorläufigen Gewichtungsfaktors 51 nach Figur 2 hinsichtlich von Schallsignalen aus verschiedenen Raumrichtungen dargestellt. Das linke Bild zeigt einen Träger 62 des Hörgerätes 4 und die ihn umgebende omnidirektionale Richtcharakteristik 63 des Zielsignals 40. Im mittleren Bild ist derselbe Träger 62 erneut dargestellt, diesmal mit der antikardiodförmigen Richtcharakteristik 64 des Störsignals 36, welche ihre maximale Abschwächung in der Ziel-Richtung 38 aufweist. Es kann unmittelbar erkannt werden, dass für ein Schallsignal aus dem der Ziel-Richtung 65 entgegengesetzten Halbraum 66 durch das Störsignal 36 keine nennenswerte Abschwächung erfolgt, da dort antikardiodförmige Richtcharakteristik 64 im Wesentlichen homogen sowie ähnlich zur omnidirektionalen Richtcharakteristik 63 verläuft.

[0076] Im rechten Bild ist die Richtungsabhängigkeit 68 des vorläufigen Gewichtungsfaktors 51 dargestellt, wie sie sich schematisch aus den beiden Richtcharakteristiken 63, 64 erahnen lässt. Während im hinteren Halbraum 66 das Zielsignal 40 und das Störsignal 36 eine weitgehend ähnliche Empfindlichkeit gegenüber Schallsignalen aufweisen, verläuft in diesem Bereich der vorläufige Gewichtungsfaktor 51 im Wesentlichen homogen und somit richtungsunabhängig. Erst mit zunehmender Annäherung an die Ziel-Richtung 38 machen sich die Differenzen in den beiden Richtcharakteristiken 63, 64 zunehmend bemerkbar, sodass in der Ziel-Richtung 38 der vorläufige Gewichtungsfaktor 51 eine starke Ausbuchtung aufweist. Diese Ausbuchtung kann hierbei insbesondere durch Kompression oder Limiting auf einen endlichen Wert begrenzt werden.

[0077] Infolge der erheblichen Anhebung in der Ziel-Richtung 38 kann nun im anhand von Figur 2 geschilderten Vorgehen mittels der Normierung über das Maximum 52 aller vorläufige Gewichtungsfaktoren 51 erreicht werden, dass lediglich in demjenigen Frequenzband, in welchem der maximale spektrale Anteil an Nutzsignal aus der Ziel-Richtung 38 vorliegt, der Gewichtungsfaktor 54 gerade 1 beträgt. Infolge der Division der vorläufigen Gewichtungsfaktoren 51 durch den Normierungsfaktor 52 erfolgt für andere Frequenzbänder durch den Gewichtungsfaktor 54 eine Absenkung, welche umso stärker ausfällt, je geringer der spektrale Anteil am Nutzsignal aus der Ziel-Richtung 38 im jeweiligen Frequenzband ist.

[0078] In Figur 4 ist schematisch in einer Draufsicht eine bzgl. der in Fig. 1A und 1B gezeigten Varianten alternative Ausgestaltung des Hörsystems 2 dargestellt, welches eine Hörvorrichtung 1 und ein externes Gerät 70 umfasst. Das externe Gerät 70 ist durch ein Mobiltelefon 71 gegeben. Die Hörvorrichtung 1 ist dabei durch ein Hörgerät 4 gegeben, welches vom Träger 62 an einem Ohr (nicht näher dargestellt) getragen wird. Das Hörgerät 4 weist dabei wenigstens einen ersten Eingangswandler 21 auf, und kann beispielsweise als ein ITE-Gerät ausgestaltet sein. Das Mobiltelefon 71 ist dabei unmittelbar vor einem Gesprächspartner 74 des Trägers 62 so positioniert, dass ein Mikrofon des Mobiltele-

fons als zweiter Eingangswandler 22 des Hörsystems 1 Sprachbeiträge 75 des Gesprächspartners 74 ungehindert und besonders klar aufzeichnen kann.

[0079] Um nun Rauschen, z.B. in Form von Störgeräuschen der in ihrer Natur nicht näher spezifizierten, gerichteten Störquellen 76, 78, oder auch diffuses Hintergrundrauschen (nicht näher dargestellt) durch das Hörgerät 4 besser unterdrücken zu können, werden anhand der Signale des im Hörgerät 4 angeordneten ersten Eingangswandlers 21 und des im Mobiltelefon 71 angeordneten zweiten Eingangswandlers 22 in noch zu beschreibender Weise frequenzabhängige Gewichtungsfaktoren erzeugt, welche im Hörgerät 4 auf das Signal des ersten Eingangswandlers 21 angewandt werden. Die Gewichtungsfaktoren werden dabei so erzeugt, dass spektrale Anteile der Störquellen 76, 78 (oder auch diffuses Hintergrundrauschen) im Signal des ersten Eingangswandlers 21, welcher letztlich den dort auftreffenden Gesamtschall repräsentiert, möglichst durch die erfolgende Gewichtung abgesenkt werden. Überdies sollen spektrale Anteile der Sprachbeiträge 35 möglichst durch die Gewichtung erhalten und insbesondere relativ zu den Störgeräuschen der Störquellen 76, 78 angehoben werden.

[0080] Dies erfolgt, indem die Gewichtungsfaktoren frequenzbandweise anhand eines Zielsignals und eines Störsignals gewonnen werden, wobei im Zielsignal ein möglichst hoher relativer Anteil am Nutzsignal (bezogen z.B. auf die Gesamtenergie in einem Frequenzband), also vorliegend an den Sprachbeiträgen 75, vorliegen soll, und im Störsignal ein möglichst geringer relativer Anteil am Nutzsignal. Ebenso soll eine Stärke der Unterdrückung der Störquellen 76, 78 möglichst nicht von deren Richtung, sondern vorzugsweise lediglich von deren Lautstärke abhängen. Diese Vorgabe wird nun erreicht, indem als Störsignal das Signal des ersten Eingangswandlers 21 und als Zielsignal das Signal des zweiten Eingangswandlers 22 verwendet werden. Das Signal des zweiten Eingangswandlers 22 weist infolge der Positionierung des Mobiltelefons 71 einen besonders hohen Anteil an Sprachbeiträgen 75 des Gesprächspartners 74 auf, während allein infolge des räumlichen Abstands des Trägers 62 vom Gesprächspartner 74 der erste Eingangswandler 21 im Hörgerät 4 einen geringeren Anteil an Sprachbeiträgen 75 aufnehmen wird, und insofern in dessen Signal höhere spektrale Anteile der Störquellen 76, 78 verzeichnet werden.

[0081] Insbesondere kann das Hörsystem 2 auch als ein binaurales Hörgerätesystem ausgestaltet sein, welches zusätzlich zum Hörgerät 4 ein weiteres Hörgerät (nicht dargestellt) mit dem zweiten Eingangswandler aufweist, das vom Träger 62 am anderen Ohr zu tragen ist. In diesem weiteren Hörgerät können, ähnlich wie im Hörgerät 4 in bereits beschriebener Weise, zunächst vorläufige Gewichtungsfaktoren 51 bestimmt werden (vgl. Figur 2). Diese bezogen auf das Hörgerät 4 dann kontralateralen vorläufigen Gewichtungsfaktoren werden an das Hörgerät 4 übertragen, wo einerseits die im Hörgerät 4 lokal anzuwendenden Gewichtungsfaktoren der ein-

zelen Frequenzbänder anhand eines Vergleiches der lokalen vorläufigen Gewichtungsfaktoren mit den contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktoren erzeugt werden können.

[0082] Andererseits können die contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktoren auch im Rahmen einer binauralen Signalverarbeitung herangezogen werden, wenn etwa zusätzlich auch ein zu verarbeitendes Signal vom (contra-lateralen) weiteren Hörgerät an das Hörgerät 4 übermittelt wird. Gewichtungsfaktoren, welche im Hörgerät 4 im Rahmen der binauralen Signalverarbeitung auf das contra-laterale Signal des weiteren Hörgerätes anzuwenden sind, werden dann anhand der contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktorengelbildet.

[0083] In Fig. 5 ist schematisch in einem Blockschaltbild eine Alternative zur Rauschunterdrückung nach Fig. 2 für das dort gezeigte Hörgerät 4 dargestellt. Bis hin zur Bildung des Quotienten 50 aus dem Absolutbetrag 46 des Nutzsignals 40 als Zähler und dem Absolutbetrag 44 des Störsignals 36 als Nenner kann dabei die Signalerarbeitung im Wesentlichen identisch verlaufen (der Tiefpass 35 für das Störsignal 36 wurde der Einfachheit halber nicht eingezeichnet), wobei vorliegend zusätzlich das zu verarbeitende Eingangssignal 56 gegeben ist durch das zweite Signal 32 in der Zeit-Frequenz-Domäne (und somit also das Nutzsignal 40). Ebenso könnte als zu verarbeitendes Signal jedoch auch das erste Signal 31 (in der Zeit-Frequenz-Domäne) oder das Signal eines weiteren Eingangswandlers 26 (welcher im Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 nicht vorgesehen ist) verwendet werden.

[0084] Im Unterschied zum anhand von Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel kann der Gewichtungsfaktor 54 nun in den einzelnen Frequenzbändern auch dadurch erzeugt werden, dass der Quotient 50 jeweils auf einen diskreten Wertebereich 80 aus z.B. drei Werten 80a, 80b, 80c für den vorläufigen Gewichtungsfaktor 51 abgebildet wird. Es werden dabei bspw. ein oberes, ein mittleres und ein unteres Intervall 82a, 82b, 82c für den Quotienten 50 festgelegt, welche jeweils auf den größten Wert 80a (z.B. 1 oder 1,3 oder ein Wert dazwischen) bzw. den mittleren Wert 80b (z.B. 0,75 o.ä.) bzw. den kleinsten Wert 80c (z.B. 0,5 oder weniger) für den vorläufigen Gewichtungsfaktor 51 abgebildet werden. Der so erzeugte vorläufige Gewichtungsfaktor 51 kann zudem noch zeitlich geglättet werden. Auch eine Normierung (nicht dargestellt) ist möglich (insbesondere, wenn als größter Wert des diskreten Wertebereichs ein Wert $\neq 1$ festgelegt wird).

[0085] In ähnlicher Weise (nicht dargestellt) können die akustische Kenngröße 42 des Zielsignals 40, also im vorliegenden Beispiel ihr Absolutbetrag 46, und die entsprechende akustische Kenngröße 42 des Störsignals 36, also vorliegend ihr Absolutbetrag 44, auch einem Größer-Kleiner-Vergleich unterzogen werden. Ist der Absolutbetrag 46 des Zielsignals 40 größer als der Absolutbetrag 44 des Störsignals 36, so wird als der vorläufige Gewichtungsfaktor 51 der größte Wert 80a des vorgegebenen, diskreten Wertebereiches 80 zugewiesen. Ist

jedoch der Absolutbetrag 44 des Störsignals 36 größer, so wird der Absolutbetrag 46 des Zielsignals 40 um einen Faktor > 1 (z.B. 1,1 oder 1,2) skaliert, und erneut mit dem der Absolutbetrag 44 des Störsignals 36 verglichen. Ist der der Absolutbetrag 46 des Zielsignals 40 nun größer, so wird als der vorläufige Gewichtungsfaktor 51 der mittlere Wert 80b des diskreten Wertebereiches 80 zugewiesen, andernfalls der kleinste Wert 80c. Die besagten, kaskadierten Größer-Kleiner-Vergleiche mit zwischenzeitlicher Skalierung lassen sich mathematisch zwar ebenfalls als die oben beschriebene Abbildung des Quotienten 50 auf den diskreten Wertebereich 80 für den vorläufigen Gewichtungsfaktor 51 formulieren, sind jedoch in der Praxis z.B. auf fest verdrahteten Schaltkreisen bisweilen leichter zu implementieren.

[0086] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbaren Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0087]

1	Hörvorrichtung
2	Hörsystem
4	Hörgerät
6	Gehäuse
8	Ohrstück
10	Ausgangswandler
12	Verbindung
14	Signalverbindung
16	Signalverarbeitungseinrichtung
18	Steuereinrichtung
21	erster Eingangswandler
22	zweiter Eingangswandler
24	Eingangssignal
26	weiterer Eingangswandler
31	erstes Signal
32	zweites Signal
33	Filterbank
34	Filterbank
35	Tiefpass
36	Störsignal
38	Ziel-Richtung
40	Zielsignal
42	akustische Kenngröße
44	Absolutbetrag des Störsignals
46	Absolutbetrag des Zielsignals
48	Zeitmittel
49	Zeitmittel
50	Quotient
51	vorläufiger Gewichtungsfaktor
52	Maximum/Normierungsfaktor
54	Gewichtungsfaktor
56	zu verarbeitendes Eingangssignal

57	Filterbank	
58	Ausgangssignal	
60	Ausgangsschall	
62	Träger	
63	omnidirektionale Richtcharakteristik	5
64	antikardioid-förmige Richtcharakteristik	
66	Halbraum	
68	Richtungsabhängigkeit	
70	externes Gerät	
71	Mobiltelefon	10
74	Gesprächspartner	
75	Sprachbeiträge	
76	Störquelle	
78	Störquelle	
80	diskreter Wertebereich	15
80a	größter Wert	
80b	mittlerer Wert	
80c	kleinster Wert	
82a	oberes Intervall	
82b	mittleres Intervall	20
82c	unteres Intervall	

Patentansprüche

1. Verfahren zur richtungsabhängigen Rauschunterdrückung für ein Hörsystem (2), welches eine Hörvorrichtung (1) umfasst,

- wobei anhand wenigstens eines ersten Eingangswandlers (21) des Hörsystems (2) und eines zweiten Eingangswandlers (22) des Hörsystems (2) aus einem Schall der Umgebung ein Störsignal (36) und ein Zielsignal (40) erzeugt werden, wobei das Störsignal (36) und/oder das Zielsignal (40) auf eine in einer Ziel-Richtung (38) angeordnete Nutzsignalquelle bezogen sind,
- wobei das Zielsignal (40) mit einer Ziel-Richtcharakteristik erzeugt wird, welche über einen der Ziel-Richtung (38) entgegengesetzten Halbraum (66) hinweg homogen oder im Wesentlichen homogen verläuft,
- wobei für wenigstens eine erste Mehrzahl an Frequenzbändern jeweils eine akustische Kenngröße (42, 46) des Zielsignals (40) mit einer entsprechenden akustischen Kenngröße (42, 44) des Störsignals (36) verglichen werden, und anhand des besagten Vergleichs ein vorläufiger Gewichtungsfaktor (51) ermittelt wird, dessen Wertebereich (80) wenigstens drei Werte (80a, 80b, 80c) aufweist, wobei für das Frequenzband anhand des vorläufigen Gewichtungsfaktors (51) jeweils ein Gewichtungsfaktor (54) für das jeweilige Frequenzband gebildet wird, und

wobei ein zu verarbeitendes Eingangssignal (56)

des Hörsystems (2) frequenzbandweise anhand des jeweiligen Gewichtungsfaktors (54) gewichtet wird, und anhand des so gewichteten zu verarbeitenden Eingangssignals (56) ein Ausgangssignal (58) erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei für eine zweite Mehrzahl an Frequenzbändern jeweils der Gewichtungsfaktor (54) gebildet wird anhand des vorläufigen Gewichtungsfaktors (51) und anhand eines Normierungsfaktors (52), welcher in Abhängigkeit wenigstens eines vorläufigen Gewichtungsfaktors der zweiten Mehrzahl an Frequenzbändern bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Normierungsfaktor (52) für ein Frequenzband bestimmt wird

- anhand eines Zeitmittels der Werte der verwendeten akustischen Kenngrößen (42) und/oder der Werte des vorläufigen Gewichtungsfaktors (51) im selben Frequenzband, und/oder

- anhand eines Maximums (52) und/oder einer Summe der Werte der vorläufigen Gewichtungsfaktoren (51) und/oder eines Signalpegels über alle betreffenden Frequenzbänder.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für wenigstens einige Frequenzbänder der ersten Mehrzahl jeweils ein Quotient (50) anhand der akustischen Kenngröße (42, 46) des Zielsignals (40) als Zähler und anhand der entsprechenden akustischen Kenngröße (42, 44) des Störsignals (36) als Nenner gebildet wird, und anhand des jeweiligen Quotienten (50) der vorläufige Gewichtungsfaktor (51) gebildet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei für die betreffenden Frequenzbänder zur Bildung des vorläufigen Gewichtungsfaktors (51) der Quotient (50) jeweils monoton auf einen wenigstens drei diskrete Werte (80a, 80b, 80c) umfassenden Wertebereich (80) abgebildet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für wenigstens einige Frequenzbänder der ersten Mehrzahl

- die akustische Kenngröße (42, 46) des Zielsignals (40) und die entsprechende akustischen Kenngröße (42, 44) des Störsignals (36) einer Mehrzahl an Größenvergleichen unterzogen werden,

- wobei eine der beiden Kenngrößen für die ein-

- zelen Größenvergleiche unterschiedlich skaliert wird, und
- wobei anhand der Größenvergleiche dem vorläufigen Gewichtungsfaktor (51) der jeweilige Wert aus dem diskreten, wenigstens dreiwertigen Wertebereich (80) zugewiesen wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Zielsignal (40) ein Signal mit einer im Wesentlichen omnidirektionalen Richtcharakteristik (63) erzeugt wird, und wobei als Störsignal (36) ein Richtsignal mit einer relativen Abschwächung in der Ziel-Richtung (38) verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Zielsignal (40) ein in die Ziel-Richtung (38) ausgerichtetes Richtsignal verwendet wird, welches im der Ziel-Richtung (38) entgegengesetzten Halbraum (66) eine nahezu vollständige Abschwächung aufweist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Störsignal (36) wenigstens anhand eines ersten Eingangswandlers (21) erzeugt wird, welcher in einem Gehäuse (6) angeordnet ist, das von einem Träger (62) der Hörvorrichtung (1) wenigstens teilweise hinter einer Pinna getragen wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zu verarbeitende Eingangssignal (56) durch einen Ohrstück-Eingangswandler (26) erzeugt wird, der in einem Ohrstück (8) angeordnet ist, welches vom Träger (62) der Hörvorrichtung (1) wenigstens teilweise in einer Concha und/oder einen Gehörgang eingeführt getragen wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Zielsignal (40) in einem bezüglich der Hörvorrichtung (1) externen Gerät (70) erzeugt wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gewichtungsfaktor (54) jeweils weiter gebildet wird anhand eines Faktors, welcher zwischen dem ersten Eingangswandler (21) und/oder dem zweiten Eingangswandler (22) und/oder einem weiteren Eingangswandler (26) zur Erzeugung des zu verarbeitenden Eingangssignals (56) Lautstärkenunterschiede und/oder Laufzeitunterschiede und/oder spektrale Unterschiede im jeweiligen Frequenzband berücksichtigt.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ausgangssignal (58) gebildet wird anhand des mit den jeweiligen Gewichtungsfaktoren (54) frequenzbandweise gewichteten, zu verarbeitenden Eingangssignals (56) sowie eines weiteren omnidirektionalen Signals und/oder eines weiteren Richtsignals.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bezüglich einer in einer ersten Ziel-Richtung (38) angeordneten ersten Nutzsignalquelle frequenzbandweise erste Gewichtungsfaktoren ermittelt werden, wobei bezüglich einer in einer zweiten Ziel-Richtung angeordneten zweiten Nutzsignalquelle frequenzbandweise zweite Gewichtungsfaktoren ermittelt werden, und wobei das zu verarbeitende Eingangssignal (56) im jeweiligen Frequenzband anhand eines Gewichtungsfaktors (54) gewichtet wird, welcher anhand des jeweiligen ersten Gewichtungsfaktors und anhand des jeweiligen zweiten Gewichtungsfaktors gebildet wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Hörsystem (2) eine weitere Hörvorrichtung aufweist, wobei wenigstens für ein Frequenzband
- in der Hörvorrichtung der vorläufige Gewichtungsfaktor (51) ermittelt wird,
- an die Hörvorrichtung (1) von der weiteren Hörvorrichtung ein contralateraler vorläufiger Gewichtungsfaktor übermittelt wird, und
- der Gewichtungsfaktor oder ein Gewichtungsfaktor für ein von der weiteren Hörvorrichtung übermitteltes contra-laterales Eingangssignal durch einen Vergleich des vorläufigen Gewichtungsfaktors (51) mit dem contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktor ermittelt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei der contra-laterale vorläufige Gewichtungsfaktor als binärer Wert an die Hörvorrichtung (1) übermittelt wird, und wobei dem contra-lateralen Gewichtungsfaktor der Wert des vorläufigen Gewichtungsfaktors zugewiesen wird, wenn eine Abweichung des contra-lateralen vorläufigen Gewichtungsfaktors vom vorläufigen Gewichtungsfaktor einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreitet.
17. Hörsystem (2) mit einer Hörvorrichtung (1), wobei das Hörsystem (2) wenigstens zwei Eingangswandler (21, 22, 26) zur Erzeugung eines Störsignals (36), eines Zielsignals (40) sowie eines zu verarbeitenden Eingangssignals (56) umfasst,

wobei die Hörvorrichtung (1) wenigstens einen Ausgangswandler (10) umfasst, und
wobei das Hörsystem (2) eine Steuereinrichtung (18) umfasst, welche zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet ist. 5

18. Hörsystem (2) nach Anspruch 17,
wobei die Hörvorrichtung (1) als ein Hörgerät (4) ausgebildet ist. 10

19. Hörsystem (2) nach Anspruch 18,
wobei das Hörgerät (4) ein Gehäuse (6) umfasst, in welchem ein erster Eingangswandler (21) und ein zweiter Eingangswandler (22) angeordnet sind, 15
wobei das Hörgerät (4) ein Ohrstück (8) umfasst, in welchem ein weiterer Eingangswandler (26) zur Erzeugung des zu verarbeitenden Eingangssignals (26) angeordnet ist, und
wobei die Steuereinrichtung (18) dazu eingerichtet 20
ist, anhand der Signale des ersten Eingangswandlers (21) und des zweiten Eingangswandlers (22) das Störsignal (36) und das Zielsignal (40) zu bilden.

25

30

35

40

45

50

55

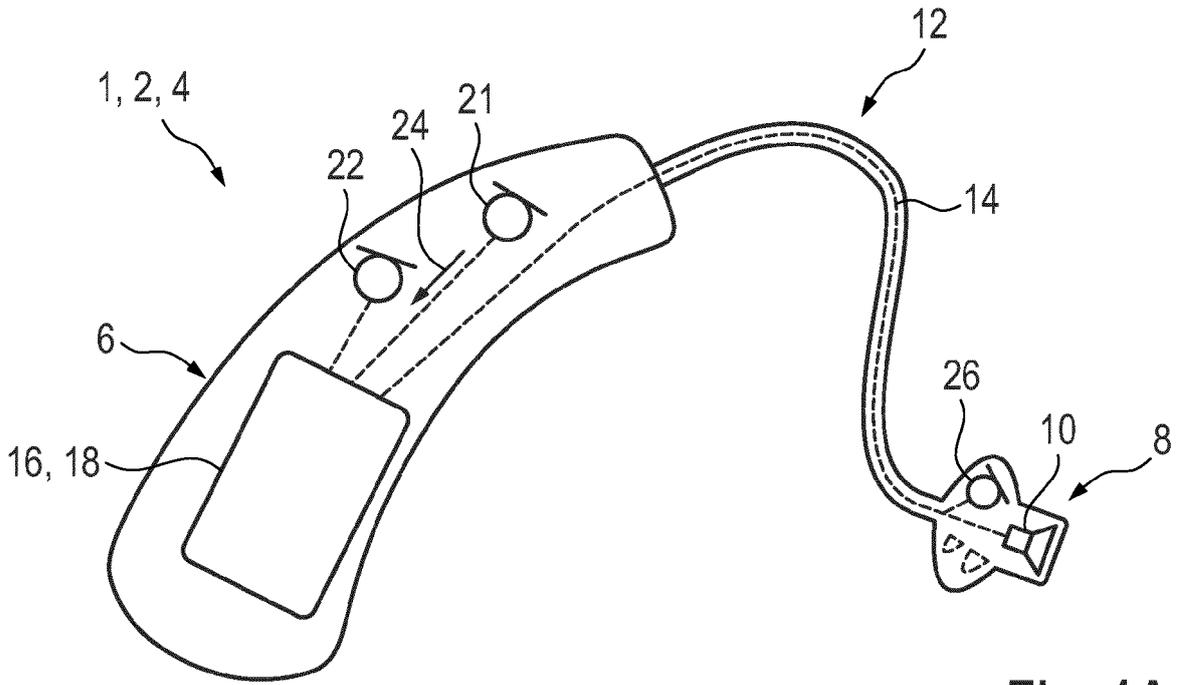


Fig. 1A

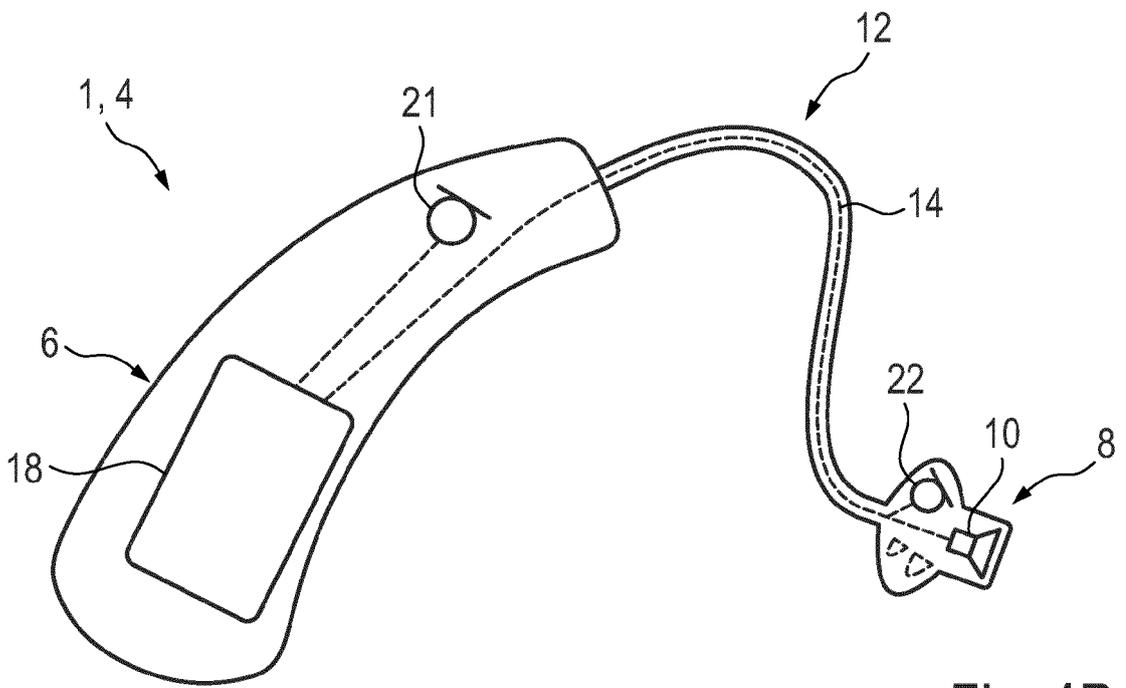


Fig. 1B

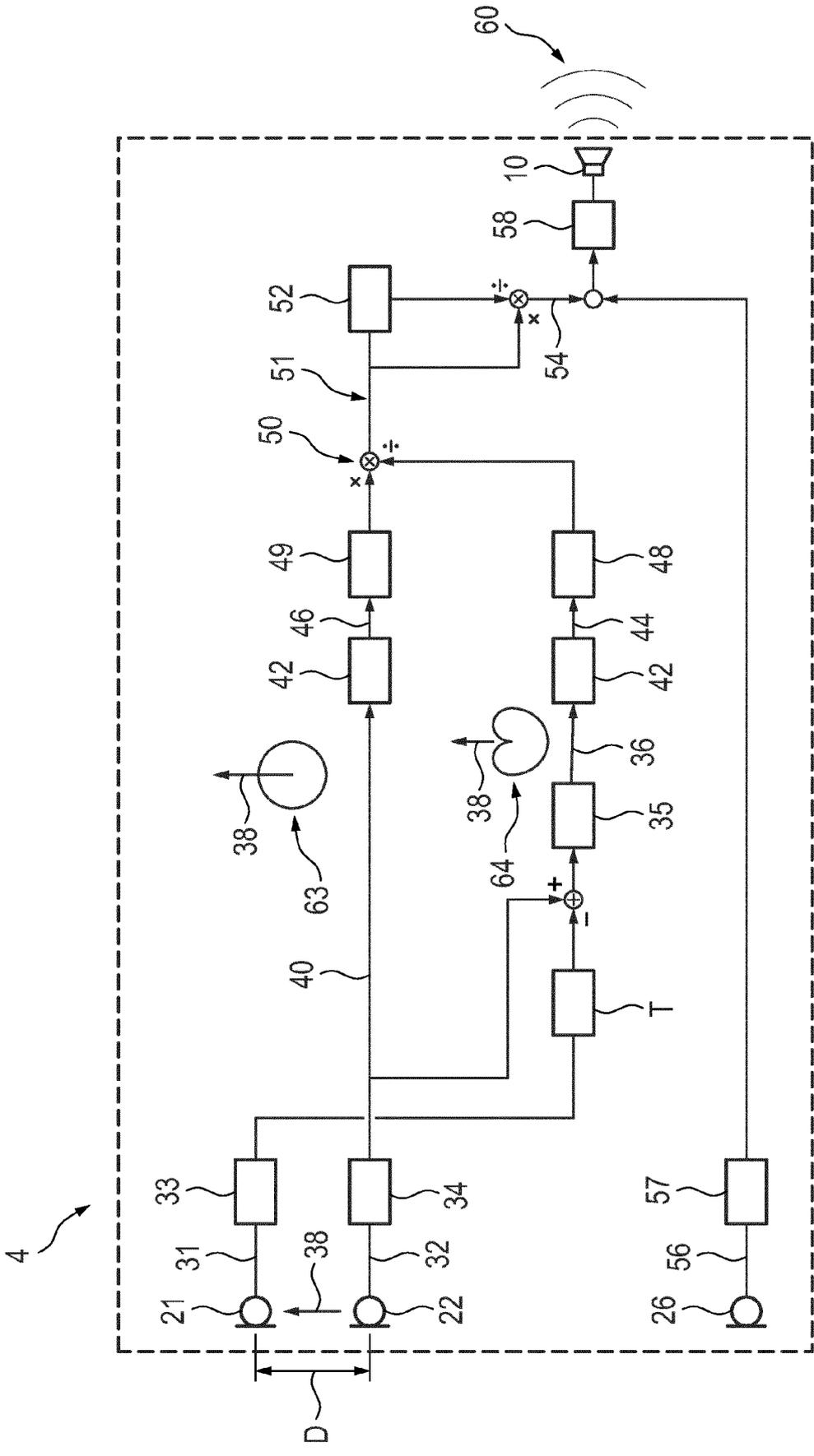


Fig. 2

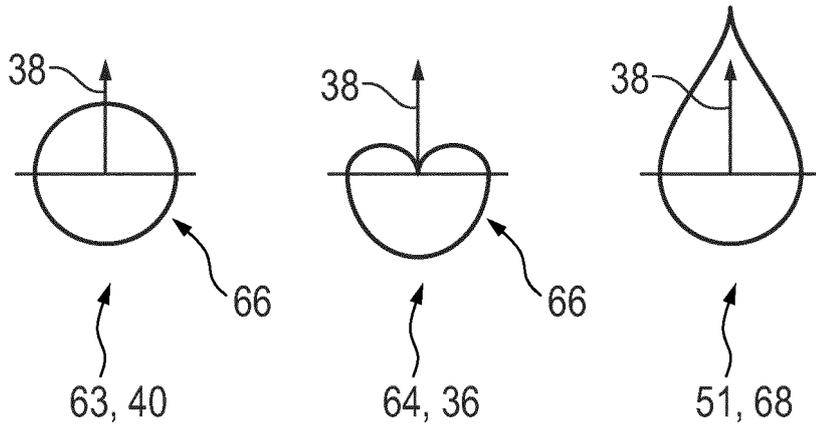


Fig. 3

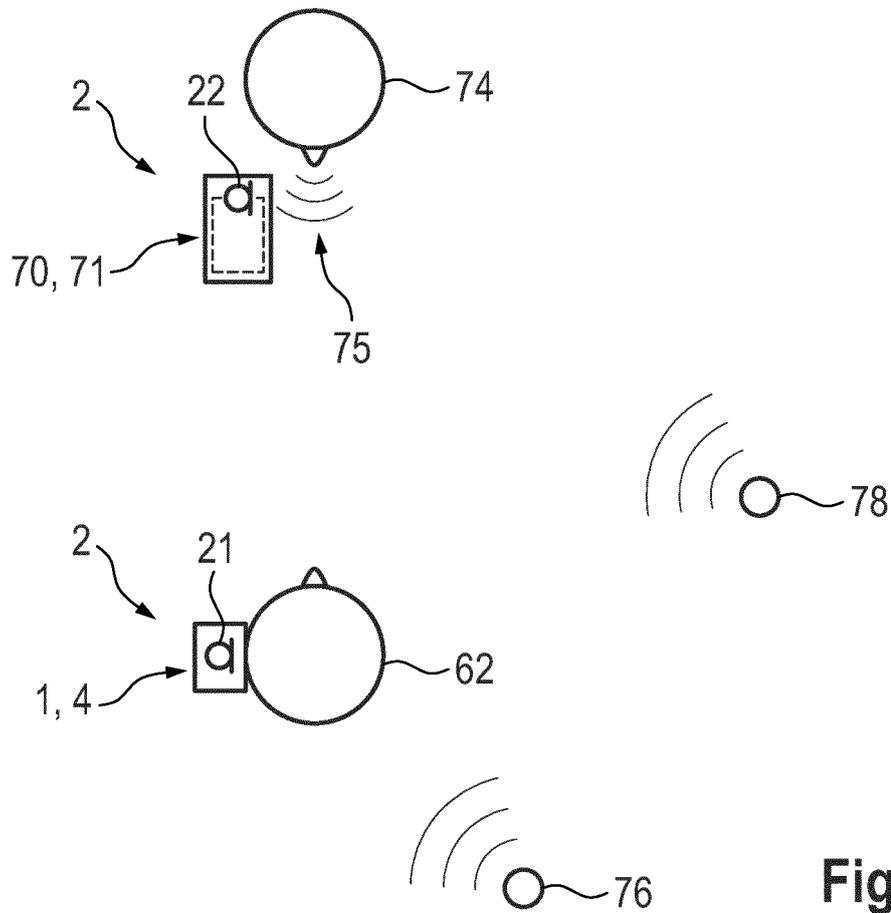


Fig. 4

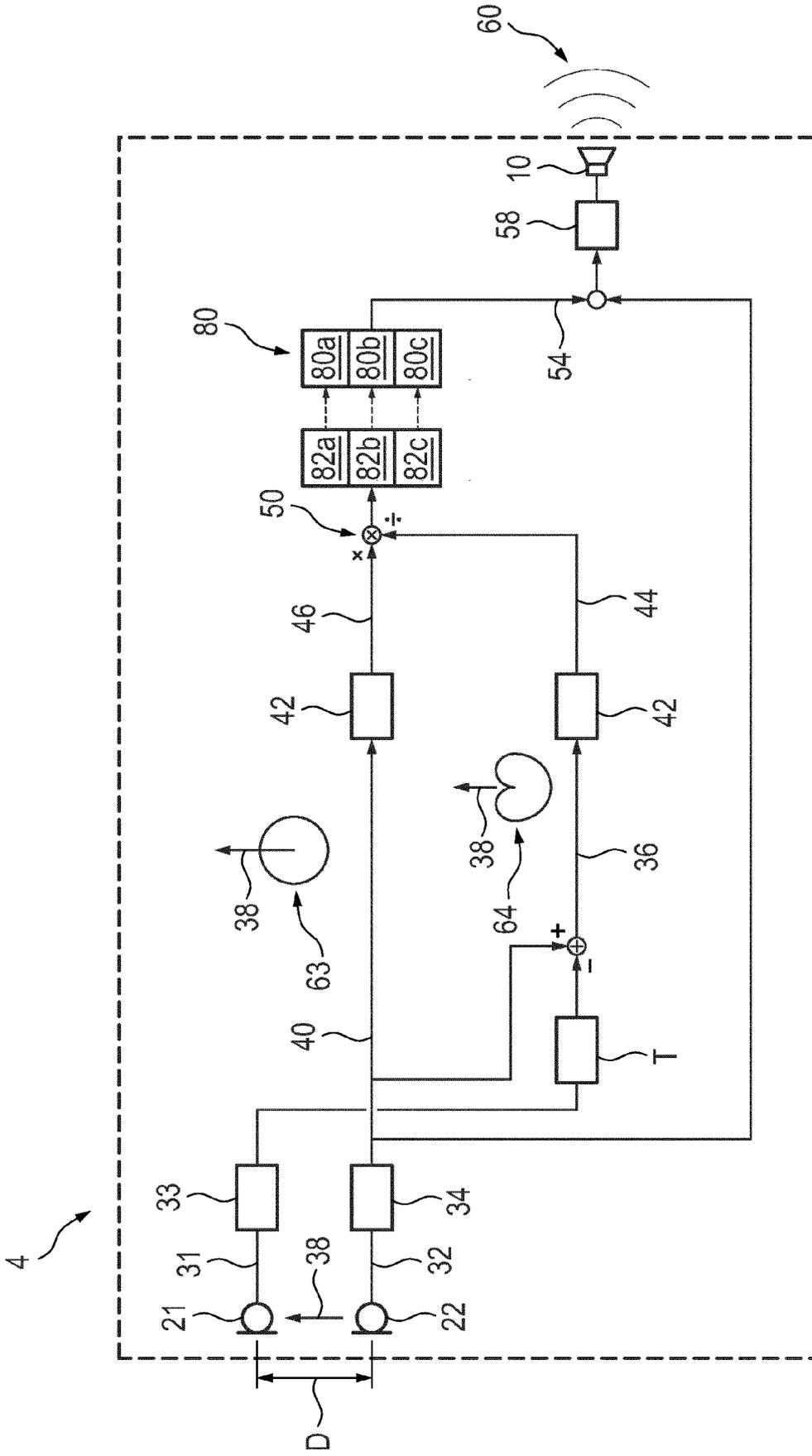


Fig. 5