



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.10.2020 Patentblatt 2020/43

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

(21) Anmeldenummer: **20155945.7**

(22) Anmeldetag: **06.02.2020**

(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:
• **PETRAUSCH, Stefan**
91056 Erlangen (DE)
• **ROSENKRANZ, Tobias Daniel**
91088 Bubenreuth (DE)

(30) Priorität: **18.04.2019 DE 102019205709**

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

(54) **VERFAHREN ZUR DIREKTIONALEN SIGNALVERARBEITUNG FÜR EIN HÖRGERÄT**

(57) Die Erfindung nennt ein Verfahren zur Richtsignalverarbeitung für ein Hörgerät (2), wobei durch einen ersten Eingangswandler (24) des Hörgerätes (2) aus einem Schallsignal (28) der Umgebung ein erstes Eingangssignal (E1) erzeugt wird, wobei durch einen zweiten Eingangswandler (26) des Hörgerätes (2) aus dem Schallsignal (28) der Umgebung ein zweites Eingangssignal (E2) erzeugt wird, wobei anhand des ersten Eingangssignals (E1) und anhand des zweiten Eingangssignals (E2) ein erstes Kalibrations-Richtsignal (12) erzeugt wird, welches in Richtung (6) einer ersten Nutzsinalquelle (14) der Umgebung eine relative Abschwächung aufweist, wobei anhand des ersten Eingangssignals (E1) und anhand des zweiten Eingangssignals (E2) ein zweites Kalibrations-Richtsignal (16) erzeugt wird, welches in Richtung (10) einer zweiten Nutzsinalquelle (18) der Umgebung eine relative Abschwächung aufweist, wobei anhand des ersten Kalibrations-Richtsignals (12) und des zweiten Kalibrations-Richtsignals (16) ein relativer Verstärkungsparameter (GR) bestimmt wird, wobei jeweils anhand sowohl des ersten Eingangssignals (E1) als auch des zweiten Eingangssignals (E2) ein erstes Verarbeitungs-Richtsignal (Y1) sowie ein zweites Verarbeitungs-Richtsignal (Y2) erzeugt werden, wobei anhand des ersten Verarbeitungs-Richtsignals (Y1), des zweiten Verarbeitungs-Richtsignals (Y2) und des relativen Verstärkungsparameters (GR) ein quellensensibles Richtsignal (YQ) erzeugt wird, und wobei anhand des quellensensiblen Richtsignals (YQ) ein Ausgangssignal (52) des Hörgerätes (2) erzeugt wird.

signalquelle (18) der Umgebung eine relative Abschwächung aufweist, wobei anhand des ersten Kalibrations-Richtsignals (12) und des zweiten Kalibrations-Richtsignals (16) ein relativer Verstärkungsparameter (GR) bestimmt wird, wobei jeweils anhand sowohl des ersten Eingangssignals (E1) als auch des zweiten Eingangssignals (E2) ein erstes Verarbeitungs-Richtsignal (Y1) sowie ein zweites Verarbeitungs-Richtsignal (Y2) erzeugt werden, wobei anhand des ersten Verarbeitungs-Richtsignals (Y1), des zweiten Verarbeitungs-Richtsignals (Y2) und des relativen Verstärkungsparameters (GR) ein quellensensibles Richtsignal (YQ) erzeugt wird, und wobei anhand des quellensensiblen Richtsignals (YQ) ein Ausgangssignal (52) des Hörgerätes (2) erzeugt wird.

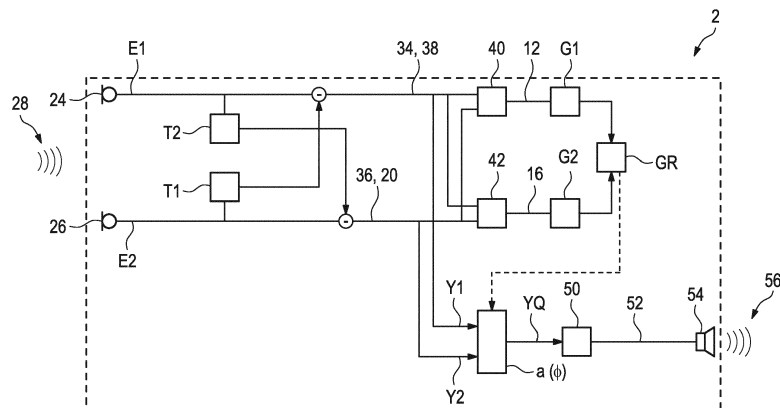


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für ein Hörgerät, wobei durch einen ersten Eingangswandler des Hörgerätes aus einem Schallsignal der Umgebung ein erstes Eingangssignal erzeugt wird, wobei durch einen zweiten Eingangswandler des Hörgerätes aus dem Schallsignal der Umgebung ein zweites Eingangssignal erzeugt wird, wobei anhand des ersten Eingangssignals und anhand des zweiten Eingangssignals ein erstes Richtsignal erzeugt wird, welches in Richtung einer ersten Nutzsignalquelle der Umgebung eine relative Abschwächung aufweist, wobei anhand des ersten Eingangssignals und anhand des zweiten Eingangssignals ein zweites Richtsignal erzeugt wird, welches in Richtung einer zweiten Nutzsignalquelle der Umgebung eine relative Abschwächung aufweist, wobei anhand des ersten Richtsignals, des zweiten Richtsignals und des relativen Verstärkungsparameters ein quellensensibles Richtsignal erzeugt wird.

[0002] In einem Hörgerät wird ein Umgebungsschall mittels wenigstens eines Eingangswandlers in ein Eingangssignal umgewandelt, welches in Abhängigkeit einer zu korrigierenden Hörschwäche des Trägers frequenzbandspezifisch und hierbei insbesondere individuell auf den Träger abgestimmt verarbeitet und dabei auch verstärkt wird. Das verarbeitete Signal wird über einen Ausgangswandler des Hörgerätes in ein Ausgangsschallsignal umgewandelt, welches zum Gehör des Trägers geleitet wird. Im Rahmen der Signalverarbeitung wird dabei auf das Eingangssignal oder auf ein bereits vorverarbeitetes Zwischensignal oftmals eine automatische Lautstärkenregelung ("automatic gain control", AGC) und auch eine Dynamik-Kompression angewandt, bei welcher das Eingangssignal meist nur bis zu einem bestimmten Grenzwert linear verstärkt wird, und oberhalb des Grenzwertes eine geringere Verstärkung angewandt wird, um dadurch Pegelspitzen des Eingangssignals auszugleichen. Dies soll insbesondere verhindern, dass plötzliche, laute Schallergebnisse durch die zusätzliche Verstärkung im Hörgerät zu einem zu für den Träger lauten Ausgangsschallsignal führen.

[0003] Eine derartige AG mit integrierter Dynamik-Kompression reagiert hierbei jedoch zunächst auf Schallereignisse unabhängig von ihrer Richtung. Befindet sich der Träger eines Hörgerätes in einer komplexen Hörsituation, z.B. in einem Gespräch mit mehreren Gesprächspartnern, kann ein Gesprächspartner z.B. durch einen kurzen Aufschrei oder lautes Lachen die Kompression auslösen, wodurch die Gesprächsbeiträge eines anderen Gesprächsteilnehmers merklich abgesenkt werden, worunter für den Träger die Verständlichkeit leiden kann.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Signalverarbeitung in einem Hörgerät anzugeben, welches insbesondere in Verbindung mit AGC und Dynamik-Kompression auch für komplexe Hörsituationen geeignet ist.

[0005] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für ein Hörgerät, wobei durch einen ersten Eingangswandler des Hörgerätes aus einem Schallsignal der Umgebung ein erstes Eingangssignal erzeugt wird, wobei durch einen zweiten Eingangswandler des Hörgerätes aus dem Schallsignal der Umgebung ein zweites Eingangssignal erzeugt wird, wobei anhand des ersten Eingangssignals und anhand des zweiten Eingangssignals ein erstes Kalibrations-Richtsignal erzeugt wird, welches in Richtung einer ersten Nutzsignalquelle der Umgebung eine relative Abschwächung aufweist, wobei anhand des ersten Eingangssignals und anhand des zweiten Eingangssignals ein zweites Kalibrations-Richtsignal erzeugt wird, welches in Richtung einer zweiten Nutzsignalquelle der Umgebung eine relative Abschwächung aufweist, wobei anhand des ersten Kalibrations-Richtsignals und des zweiten Kalibrations-Richtsignals ein relativer Verstärkungsparameter bestimmt wird, wobei jeweils anhand sowohl des ersten Eingangssignals als auch des zweiten Eingangssignals ein erstes Verarbeitungs-Richtsignal sowie ein zweites Verarbeitungs-Richtsignal erzeugt werden, wobei anhand des ersten Verarbeitungs-Richtsignals, des zweiten Verarbeitungs-Richtsignals und des relativen Verstärkungsparameters ein quellensensibles Richtsignal erzeugt wird, und wobei anhand des quellensensiblen Richtsignals ein Ausgangssignal des Hörgerätes erzeugt wird, welches bevorzugt durch einen Ausgangswandler des Hörgerätes in ein Ausgangsschallsignal umgewandelt wird. Vorteilhafte und teils für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

[0006] Unter einem Eingangswandler ist hierbei insbesondere ein elektroakustischer Wandler umfasst, welcher dazu eingerichtet ist, aus einem Schallsignal ein entsprechendes elektrisches Signal zu erzeugen. Insbesondere kann bei der Erzeugung des ersten bzw. zweiten Eingangssignals durch den jeweiligen Eingangswandler auch eine Vorverarbeitung erfolgen, z.B. in Form einer linearen Vorverstärkung und/oder einer A/D-Konvertierung.

[0007] Die Erzeugung anhand des ersten bzw. des zweiten Kalibrations-Richtsignals anhand des ersten und des zweiten Eingangssignals umfasst bevorzugt, dass die Signalanteile des ersten und des zweiten Eingangssignals unmittelbar in das jeweilige Kalibrations-Richtsignal eingehen, und somit insbesondere das erste und das zweite Eingangssignal nicht beide gleichzeitig lediglich für eine Erzeugung von Steuerparametern o.ä. verwendet werden, welche auf Signalanteile anderer Signale angewandt werden. Bevorzugt gehen dabei wenigstens die Signalanteile des ersten Eingangssignals, und besonders bevorzugt auch die Signalanteile des zweiten Eingangssignals, linear in das erste Kalibrations-Richtsignal ein. Vergleichbares gilt bevorzugt auch für das zweite Kalibrations-Richtsignal.

[0008] Das erste und das zweite Kalibrations-Richtsignal können hierbei insbesondere anhand von Zwischensignalen gebildet werden, welche jeweils anhand des ersten und des zweiten Eingangssignals erzeugt werden. So kann beispielsweise anhand des ersten und des zweiten Eingangssignals ein gerichtetes erstes Zwischensignal gebildet werden,

und überdies ein gerichtetes zweites Zwischensignal, wobei bevorzugt die Richtcharakteristiken des ersten und des zweiten Zwischensignals zueinander eine Symmetrie aufweisen, z.B. als Kardioid und Anti-Kardioid. Das erste Kalibrations-Richtsignal kann dann anhand von adaptiver Richtmikrofonie aus dem ersten und dem zweiten Zwischensignal derart erzeugt werden, dass durch die adaptive Richtmikrofonie, wie gefordert, eine relative Abschwächung in Richtung

der ersten Nutzsignalquelle eintritt. Vergleichbares gilt für das zweite Kalibrations-Richtsignal.
[0009] Unter einer relativen Abschwächung des ersten bzw. zweiten Kalibrations-Richtsignals ist hierbei insbesondere zu verstehen, dass die betreffende Richtcharakteristik in Richtung des jeweiligen Nutzsignals eine Empfindlichkeit aufweist, welche gegenüber der über alle Richtungen gemittelten Empfindlichkeit verringert ist, und insbesondere ein lokales, bevorzugt ein globales Minimum aufweist.

[0010] Der relative Verstärkungsparameter ist anhand des ersten und des zweiten Kalibrations-Richtsignals bevorzugt derart zu erzeugen, dass sich bei einer entsprechenden Überlagerung der Signalanteile des ersten und des zweiten Kalibrations-Richtsignals, gewichtet mit dem relativen Verstärkungsparameter, ein aus einer derartigen Überlagerung resultierendes Ausgangssignal möglichst über eine gemeinsame AGC und insbesondere über eine gemeinsame Dynamik-Kompression gesteuert werden kann, und dafür die aus wenigstens zwei Richtungen auftreffenden Signalanteile möglichst optimal berücksichtigt und gewichtet.

[0011] Der relative Verstärkungsparameter kann dann insbesondere für eine Überlagerung des ersten Verarbeitungs-Richtsignals mit dem zweiten Verarbeitungs-Richtsignal verwendet werden. Bevorzugt werden dabei das erste und das zweite Verarbeitungs-Richtsignal anhand derselben Zwischensignale erzeugt, wie das erste und das zweite Kalibrations-Richtsignal. Insbesondere kann jedoch sowohl dem ersten als auch dem zweiten Zwischensignal bei der Erzeugung der Verarbeitungs-Richtsignale jeweils ein weiterer, bevorzugt gemeinsamer Freiheitsgrad, z.B. in Form eines zusätzlichen Anpassungsparameters o.ä. eingefügt werden, welcher bei den Kalibrations-Richtsignalen nicht vorliegt. Ein derartiger zusätzlicher Freiheitsgrad erlaubt es, über eine Variation des besagten Anpassungsparameters, insbesondere in Abhängigkeit vom relativen Verstärkungsparameter, die Empfindlichkeit der Richtcharakteristik des quellensensiblen Richtsignals in Richtung sowohl der ersten als auch der zweiten Nutzsignalquelle einzustellen, was eine anschließende Behandlung des quellensensiblen Richtsignals oder des hieraus erzeugten Ausgangssignals über eine AGC und eine entsprechende Dynamik-Kompression in einer die beiden Nutzsignale der genannten Nutzsignalquellen berücksichtigenden Weise ermöglicht. Alternativ zum besagten Anpassungsparameter kann der hierfür benötigte Freiheitsgrad jedoch auch in eine Überlagerung der beiden Verarbeitungs-Richtsignale eingeführt werden, z.B. in Form eines komplexwertigen Überlagerungsparameters bei der Erzeugung des quellensensiblen Richtsignals.

[0012] Um nun also bei komplexen Hörsituationen, insbesondere Gespräche mit mehreren Gesprächspartnern, eine AGC und ggf. eine entsprechende Dynamik-Kompression in einem Hörgerät anwenden zu können, ohne dabei einzelne Signale (z.B. Gesprächsbeiträge) infolge der Pegelspitzen eines anderen Schallsignals zu dämpfen, werden vorliegend das erste und das zweite Kalibrations-Richtsignal bevorzugt derart bestimmt, dass dadurch die Schallereignisse einer Nutzsignalquelle (wie z.B. Sprachbeiträge jeweils eines Gesprächspartners) möglichst hervorgehoben und die Schallereignisse einer weiteren Nutzsignalquelle (z.B. Sprachbeiträge eines weiteren Gesprächspartners) möglichst unterdrückt werden, wobei für die beiden Kalibrations-Richtsignale die Rollen der jeweils zu unterdrückenden und hervorzuhebenden Schallereignisse vertauscht sind.

[0013] Anhand dieser beiden Kalibrations-Richtsignale wird nun der relative Verstärkungsparameter bevorzugt derart ermittelt, dass eine entsprechende Überlagerung der beiden Kalibrations-Richtsignale - also z.B. eine Überlagerung des ersten Kalibrations-Richtsignals mit dem zweiten Kalibrations-Richtsignal, welches mit dem relativen Verstärkungsparameter gewichtet ist - infolge der beschriebenen Unterdrückungen und Hervorhebungen der jeweiligen Schallereignisse durch einen gemeinsamen AGC-Wert gesteuert werden kann, wobei im überlagerten Signal übermäßige Beeinflussungen eines Schallereignisses durch das jeweils andere Schallereignis vermieden werden können.

[0014] Nun wird das quellensensible Richtsignal, aus welchem ggf. durch zusätzliche Signalverarbeitung das Ausgangssignal erzeugt wird, nicht aus einer Überlagerung der beiden Kalibrations-Richtsignale erzeugt, sondern anhand der beiden Verarbeitungs-Richtsignale. Dies erfolgt aus dem Grund, dass eine Überlagerung der beiden Kalibrations-Richtsignale für eine Weiterverarbeitung dazu führen könnte, dass die Richtung maximaler Abschwächung des überlagerten Signals in Abhängigkeit der Schallereignisse der Nutzsignalquellen in einem breiteren Winkelbereich von bis zu 90° fluktuiert, wie dies z.B. bei adaptiver Richtmikrofonie auftreten kann. Insbesondere koinzidiert diese Richtung nicht mehr mit der Richtung einer der Nutzsignalquellen.

[0015] Über die beiden Verarbeitungs-Richtsignale kann nun, wie oben beschreiben, ein zusätzlicher Freiheitsgrad in Abhängigkeit des anhand der Kalibrations-Richtsignale ermittelten relativen Verstärkungsparameters eingeführt werden, wodurch im quellensensiblen Richtsignal die Richtung der maximalen Abschwächung stabilisiert werden kann. Eine plötzliche Veränderung im Schall einer Nutzsignalquelle führt nun über eine entsprechende Veränderung des relativen Verstärkungsparameters und eine daraus resultierende andere Gewichtung der beiden Verarbeitungs-Richtsignale dazu, dass die Signalbeiträge der anderen Nutzsignalquelle im quellensensiblen Richtsignal von dieser Veränderung bei einer AGC mit Dynamik-Kompression nicht oder nur minimal betroffen sind.

[0016] Bevorzugt kann durch einen dritten Eingangswandler des Hörgerätes ein drittes Eingangssignal erzeugt werden,

sodass anhand der vorliegenden Eingangssignale insgesamt drei Kalibrations-Richtsignale erzeugt werden, welche jeweils in Richtung einer anderen von drei Nutzsignalquellen eine relative Abschwächung aufweisen. Es können dann zwei relative Verstärkungsparameter anhand der drei Kalibrations-Richtsignale ermittelt werden, sodass eine Überlagerung von drei Verarbeitungs-Richtsignalen, die ihrerseits anhand der drei Eingangssignale erzeugt werden, anhand der beiden relativen Verstärkungsparameter erfolgt. Das Verfahren lässt sich auf Systeme noch höherer Ordnung in den Eingangswandlern erweitern.

[0017] Günstigerweise wird anhand des ersten Kalibrations-Richtsignals ein erster instantaner Verstärkungsparameter und anhand des zweiten Kalibrations-Richtsignals ein zweiter instantaner Verstärkungsparameter ermittelt, wobei der relative Verstärkungsparameter anhand des ersten instantanen Verstärkungsparameters und des zweiten instantanen Verstärkungsparameters, insbesondere als ein Quotient hieraus, ermittelt wird. Bevorzugt werden dabei der erste instantane Verstärkungsparameter und der zweite instantane Verstärkungsparameter als "isolierte" Werte einer AGC bzw. einer Dynamik-Kompression für das jeweilige Kalibrations-Richtsignal ermittelt. Hierdurch wird also jede der beiden Nutzsignalquellen mittels des entsprechenden, das jeweils andere Nutzsignal abschwächenden Kalibrations-Richtsignals "für sich" über eine entsprechende AGC "kalibriert", und anhand dieser isolierten AGC-Werte der relative Verstärkungsparameter ermittelt.

[0018] Zweckmäßigerweise werden jeweils anhand sowohl des ersten Eingangssignals als auch des zweiten Eingangssignals ein erstes Zwischensignal sowie ein zweites Zwischensignal erzeugt. Dies ermöglicht es, die Kalibrations-Richtsignale und/oder die Verarbeitungs-Richtsignale anhand von adaptiver Richtmikrofonie zu erzeugen, wobei in der adaptiven Richtmikrofonie die Zwischensignale verwendet werden.

[0019] Bevorzugt weist das erste Kalibrations-Richtsignal in Richtung der ersten Nutzsignalquelle eine maximale Abschwächung auf und/oder das zweite Kalibrations-Richtsignal in Richtung der zweiten Nutzsignalquelle eine maximale Abschwächung auf. Hierdurch lassen sich die Einflüsse der jeweiligen Nutzsignale auf das jeweils andere Kalibrations-Richtsignal und somit auf den relativen Verstärkungsparameter besonders effektiv minimieren.

[0020] Vorteilhafterweise wird das erste Kalibrations-Richtsignal mittels adaptiver Richtmikrofonie insbesondere anhand des ersten und des zweiten Zwischensignals erzeugt, und/oder das zweite Kalibrations-Richtsignal mittels adaptiver Richtmikrofonie insbesondere anhand des ersten und des zweiten Zwischensignals erzeugt wird. Hierdurch kann erreicht werden, dass das betreffende Kalibrations-Richtsignal einerseits in Richtung einer der beiden Nutzsignalquellen eine möglichst geringe, bevorzugt minimale Empfindlichkeit aufweist, sodass in dieser Richtung eine hohe, bevorzugt maximale Abschwächung erfolgt, und in Richtung der jeweils anderen Nutzsignalquelle eine möglichst hohe, bevorzugt maximale Empfindlichkeit.

[0021] Als weiter vorteilhaft erweist sich dabei, wenn das erste Zwischensignal anhand einer mittels eines ersten Verzögerungsparameters implementierten zeitverzögerten Überlagerung des ersten Eingangssignals mit dem zweiten Eingangssignal erzeugt wird, und/oder das zweite Zwischensignal anhand einer mittels eines zweiten Verzögerungsparameters implementierten zeitverzögerten Überlagerung des zweiten Eingangssignals mit dem ersten Eingangssignal erzeugt wird. Insbesondere können dabei der erste und der zweite Verzögerungsparameter identisch zueinander gewählt werden, und insbesondere kann das erste Zwischensignal bzgl. einer Vorzugsebene des Hörgerätes symmetrisch zum zweiten Zwischensignal erzeugt werden, wobei die Vorzugsebene der Frontalebene des Trägers bevorzugt beim Tragen des Hörgerätes zugeordnet ist. Eine Ausrichtung der Richtsignale an der Frontalrichtung des Trägers erleichtert die Signalverarbeitung, da hierdurch die natürliche Blickrichtung des Trägers berücksichtigt wird.

[0022] Bevorzugt wird dabei das erste Zwischensignal als ein vorwärtsgerichtetes Kardioid-Richtsignal und/oder das zweite Zwischensignal als ein rückwärtsgerichtetes Kardioid-Richtsignal erzeugt. Ein Kardioid-Richtsignal lässt sich bilden, indem die beiden Eingangssignale zueinander mit der dem Abstand der Eingangswandler entsprechenden akustischen Laufzeitverzögerung überlagert werden. Hierdurch liegt -je nach Vorzeichen dieser Laufzeitverzögerung bei der Überlagerung - die Richtung der maximalen Abschwächung in Frontalrichtung (rückwärtsgerichtetes Kardioid-Richtsignal) oder in der Gegenrichtung dazu (vorwärtsgerichtetes Kardioid-Richtsignal). Die Richtung maximaler Empfindlichkeit ist der Richtung der maximalen Abschwächung entgegengesetzt. Dies erleichtert die weitere Signalverarbeitung, da sich ein derartiges Zwischensignal besonders für adaptive Richtmikrofonie eignet.

[0023] Bevorzugt werden dabei das erste Kalibrations-Richtsignal und das zweite Kalibrations-Richtsignal beide jeweils anhand sowohl des ersten Zwischensignals als auch des zweiten Zwischensignals erzeugt.

[0024] In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung wird das erste Verarbeitungs-Richtsignal aus dem ersten Zwischensignal, und insbesondere "identisch" zu diesem generiert, und/oder das zweite Verarbeitungs-Richtsignal aus dem zweiten Zwischensignal insbesondere "identisch" zu diesem generiert. Unter einem Generieren des ersten bzw. zweiten Verarbeitungs-Richtsignals aus dem ersten bzw. zweiten Zwischensignal ist hierbei (und im Folgenden analog) insbesondere zu verstehen, dass außer den Signalanteilen des besagten, "generierenden" Signals keine Signalanteile anderer Signale in das generierte Signal eingehen. Signalanteile anderer Signale werden allenfalls als Steuersignale für Parameter bei der Generierung des jeweiligen Verarbeitungs-Richtsignals verwendet. Das erste Verarbeitungs-Richtsignal wird hierbei identisch zum ersten Zwischensignal generiert, indem das erste Zwischensignal für die nachfolgenden Verfahrensschritte als das erste Verarbeitungs-Richtsignal weiterverwendet wird. Es ist hierbei für eine Verringerung

der Komplexität von Vorteil, wenn sowohl die Kalibrations-Richtsignale als auch die Verarbeitungs-Richtsignale auf denselben Zwischensignalen basieren.

[0025] Als weiter vorteilhaft erweist es sich, wenn das erste Verarbeitungs-Richtsignal anhand einer zeitverzögerten, mittels asymmetrischen ersten Gewichtungsfaktoren implementierten Überlagerung des ersten Eingangssignals mit dem zweiten Eingangssignal als ein erstes asymmetrisches Überlagerungssignal gebildet wird, und/oder das zweite Verarbeitungs-Richtsignal anhand einer zeitverzögerten, mittels asymmetrischen zweiten Gewichtungsfaktoren implementierten Überlagerung des zweiten Eingangssignals mit dem ersten Eingangssignal als ein zweites asymmetrisches Überlagerungssignal gebildet wird. Dies bedeutet insbesondere, dass für eine Erzeugung des ersten Verarbeitungs-Richtsignals das erste Eingangssignal E1 mit dem zweiten Eingangssignal E2 gemäß $E1 - w1 \cdot E2$ überlagert wird, wobei die Gewichtung der beiden Eingangssignale nicht identisch ist, sondern sich anhand der ersten asymmetrischen Gewichtungsfaktoren $w1$ ($w1 \neq 1$) bemisst. Überdies kann noch eine Zeitverzögerung $T1$ beispielsweise des zweiten Eingangssignals erfolgen, sodass sich im Zeitraum das erste Verarbeitungs-Richtsignal $Y1(t)$ darstellen lässt als

$$Y1(t) = E1(t) - w1 \cdot E2(t - T1).$$

[0026] Das zweite Verarbeitungs-Richtsignal $Y2(t)$ lässt sich (je nach Wahl der globalen Phase) entsprechend darstellen als

$$Y2(t) = E2(t) - w2 \cdot E1(t - T2) \text{ bzw. } -E2(t) + w2 \cdot E1(t - T2).$$

[0027] Über derartige erste und zweite asymmetrische Gewichtungsfaktoren $w1$, $w2$ ($w1$, $w2$ jeweils $\neq 1$) lässt sich ein zusätzlicher Freiheitsgrad einfügen, um so die Richtung maximaler Abschwächung im quellensensiblen Richtsignal wie oben beschrieben zu fixieren.

[0028] In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung wird in Richtung der zweiten Nutzsignalquelle, insbesondere anhand des ersten instantanen Verstärkungsfaktors, eine Referenz-Signalstärke festgelegt, wobei anhand des relativen Verstärkungsparameters und anhand der Referenz-Signalstärke eine abgeleitete Signalstärke in Richtung der ersten Nutzsignalquelle festgelegt wird, und wobei anhand der abgeleiteten Signalstärke ein komplexer Überlagerungsparameter für eine Überlagerung des ersten Verarbeitungs-Richtsignals mit dem zweiten Verarbeitungs-Richtsignal ermittelt wird, und anhand der zugehörigen Überlagerung das quellensensible Richtsignal erzeugt wird. Auf diese Weise lässt sich mittels des komplexen Überlagerungsparameters der zusätzliche Freiheitsgrad einfügen, um so die Richtung maximaler Abschwächung im quellensensiblen Richtsignal wie oben beschrieben zu fixieren.

[0029] Zweckmäßigerweise wird in Richtung der zweiten Nutzsignalquelle, insbesondere anhand des ersten instantanen Verstärkungsfaktors, eine Referenz-Signalstärke festgelegt, wobei anhand des relativen Verstärkungsparameters und anhand der Referenz-Signalstärke eine abgeleitete Signalstärke in Richtung der ersten Nutzsignalquelle festgelegt wird, und wobei anhand der abgeleiteten Signalstärke die asymmetrischen ersten und/oder zweiten Gewichtungsfaktoren für das erste und/oder das zweite asymmetrische Überlagerungssignal ermittelt werden, und wobei das quellensensible Richtsignal anhand des ersten und/oder des zweiten asymmetrischen Überlagerungssignals als erstes bzw. zweites Verarbeitungs-Richtsignal erzeugt wird. Dies ist eine weitere Möglichkeit, einen zusätzlichen Freiheitsgrad einfügen, um so die Richtung maximaler Abschwächung im quellensensiblen Richtsignal wie oben beschrieben zu fixieren. Wird das quellensensible Richtsignal anhand des ersten und/oder des zweiten asymmetrischen Überlagerungssignals erzeugt, kann dies auch durch eine entsprechende Überlagerung mittels eines reellwertigen Überlagerungsparameters erfolgen. Insbesondere können dabei die Referenz-Signalstärke und die abgeleitete Signalstärke für die Ermittlung des reellen Überlagerungsparameters und der jeweiligen asymmetrischen Gewichtungsfaktoren als gleich verwendet werden.

[0030] Die Erfindung nennt weiter ein Hörsystem mit einem Hörgerät, welches einen ersten Eingangswandler zur Erzeugung eines ersten Eingangssignals aus einem Schallsignal der Umgebung sowie einen zweiten Eingangswandler zur Erzeugung eines zweiten Eingangssignals aus dem Schallsignal der Umgebung aufweist, und einer Steuereinheit, welche dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen. Insbesondere kann die Steuereinheit im Hörgerät integriert sein. In diesem Fall ist das Hörsystem direkt durch das Hörgerät gegeben. Die für das Verfahren und für seine Weiterbildungen genannten Vorteile können sinngemäß auf das Hörsystem übertragen werden.

[0031] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 eine Gesprächssituation eines Trägers eines Hörgerätes mit zwei Gesprächspartnern,

Fig. 2 eine bevorzugte, direktionale Signalverarbeitung für das Hörgerät in der Gesprächssituation nach Fig. 1,

Fig. 3 den Verlauf einer Kerbtiefe eines Richtsignals beim maximalen Abschwächungswinkel im Verfahren nach Fig. 2 in Abhängigkeit eines Bogenparameters für den entsprechenden Überlagerungsparameter,

Fig. 4 eine alternative Ausgestaltung der direktionalen Signalverarbeitung gemäß Fig. 2.

[0032] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0033] In Figur 1 ist schematisch in einer Draufsicht ein Träger 1 eines Hörgerätes 2 dargestellt, welcher sich in einer Gesprächssituation mit einem ersten Gesprächspartner 4 und einem zweiten Gesprächspartner 8 befindet. Der erste Gesprächspartner 4 ist bezüglich dem Träger 1 in einer ersten Richtung 6 positioniert, der zweite Gesprächspartner 8 in einer zweiten Richtung 10 relativ zum Träger 1. Der zweite Gesprächspartner 8 ist hierbei der Hauptgesprächspartner des Trägers 1, der erste Gesprächspartner 4 nimmt an diesem Gespräch lediglich durch vereinzelte Sprachbeiträge teil. Die beschriebene Gesprächssituation ist hierbei für das obere und das untere Bild von Figur 1 identisch.

[0034] Um nun die Pegelspitzen der Sprachbeiträge des ersten Gesprächspartners 4 und des zweiten Gesprächspartners 8 für den Träger 1 des Hörgerätes 2 in einem Ausgangsschallsignal des Hörgerätes 2 abzumildern, wird nun, wie im oberen Bild von Figur 1 dargestellt, zunächst mittels adaptiver Richtmikrofonie ein erstes Kalibrations-Richtsignal 12 derart erzeugt, dass selbiges in der ersten Richtung 6, in welcher der erste Gesprächspartner 4 positioniert ist, eine maximale und bevorzugt vollständige Abschwächung aufweist. Dies bedeutet, dass die Sprachbeiträge des ersten Gesprächspartners 4 vom ersten Kalibrations-Richtsignal 12 nicht erfasst werden. Ein Kompressionsfaktor, welcher also anhand des ersten Kalibrations-Richtsignals 12 berechnet wird, reagiert infolgedessen hinsichtlich der beiden Nutzsignalquellen 14, 18, welche durch den ersten bzw. zweiten Gesprächspartner 4 und 8 gegeben sind, lediglich auf letzteren. Hierbei wird ein erster instantaner Verstärkungsparameter G_1 ermittelt, welcher hinsichtlich der Signalbeiträge der zweiten Nutzsignalquelle 18 (also des zweiten Gesprächspartners 8) für jeden Moment die optimale Signalverstärkung und somit implizit auch ein entsprechendes Kompressionsverhältnis bestimmt.

[0035] Im unteren Bild von Figur 1 ist, analog zum oberen Bild, ein zweites Kalibrations-Richtsignal 16 gezeigt, welches in der zweiten Richtung 10, also der Richtung des zweiten Gesprächspartners 8, eine maximale und bevorzugt vollständige Abschwächung aufweist. Da die zweite Richtung 10 mit der Frontalrichtung des Trägers 1 zusammenfällt, ist das zweite Kalibrations-Richtsignal 16 als ein rückwärtsgerichtetes Kardiod-Richtsignal 20 ausgestaltet. Der anhand des zweiten Kalibrations-Richtsignals 16 ermittelte und diesem zugeordnete zweite instantane Verstärkungsparameter G_2 stellt also in jedem Moment die hinsichtlich des ersten Gesprächspartners 4 optimale Verstärkung und insbesondere ein zugehöriges Kompressionsverhältnis dar.

[0036] Um nun in einem Ausgangsschallsignal des Hörgerätes 2 für dessen Träger 1 die Pegelspitzen durch die Gesprächsbeiträge sowohl des ersten Gesprächspartners 4 als auch des zweiten Gesprächspartners 8 auf ein für den Träger 1 angenehmes Niveau mittels Kompression absenken zu können, könnte nun einerseits ein solches Ausgangsschallsignal gebildet werden aus einer Linearkombination des ersten und des zweiten Kalibrations-Richtsignals 12, 16, welche jeweils mit ihrem entsprechenden instantanen Verstärkungsparametern G_1 , G_2 gewichtet werden. Da auch das erste Kalibrations-Richtsignal 12 mittels adaptiver Richtmikrofonie anhand eines vorwärtsgerichteten Kardiod-Richtsignals und anhand des rückwärts gerichteten Kardiod-Richtsignals 20 gebildet wird, würde eine derartige lineare Kombination zu einem Ausgangsschallsignal führen, dessen Richtcharakteristik der Form nach der des ersten Kalibrations-Richtsignals 12 ähnelt, wobei jedoch die Kerbe 22 der maximalen Abschwächung von der ersten Richtung 6 weg verschoben wird. Dies führt einerseits zu einem möglicherweise unerwünschten, völlig "tauben" Bereich abseits der ersten Nutzsignalquelle 14, welcher andererseits infolge der Abhängigkeit einer derartigen Linearkombination von den Sprachbeiträgen des zweiten Gesprächspartners 8 auch noch in seiner Ausrichtung fluktuieren kann.

[0037] In Figur 2 ist schematisch in einem Blockdiagramm ein Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für das Hörgerät 2 nach Figur 1 in der dort beschriebenen Situation dargestellt, welches insbesondere die Pegelspitzen der beiden durch die jeweiligen Gesprächspartner 4, 8 gegebenen Nutzsignalquellen 14, 18 abmildern soll. Im Hörgerät 2 sind ein erster Eingangswandler 24 und ein zweiter Eingangswandler 26 angeordnet, welche aus einem Schallsignal 28 jeweils ein erstes Eingangssignal E_1 bzw. ein zweites Eingangssignal E_2 erzeugen. Das Schallsignal 28 ist dabei der Umgebungsschall, welcher also auch die Gesprächsbeiträge des ersten Gesprächspartners 4 und die Gesprächsbeiträge des zweiten Gesprächspartners 8 beinhaltet. Eine mögliche Vorverarbeitung wie zum Beispiel eine A/D-, Wandlung oder Vergleichbares soll hierbei bereits in die Eingangswandler 24, 26 inkorporiert sein, welche zudem jeweils ein Mikrofon aufweisen.

[0038] Das erste Eingangssignal E_1 wird nun mit dem zweiten Eingangssignal E_2 , welches um eine ersten Verzögerungsparameter T_1 verzögert wurde, überlagert, und hieraus ein erstes Zwischensignal 34 gebildet. Analog dazu wird das zweite Eingangssignal E_2 mit dem ersten Eingangssignal E_1 , welches um eine zweiten Verzögerungsparameter T_2 verzögert wurde, überlagert und hierdurch ein zweites Zwischensignal 36 gebildet. Vorliegend und ohne Beschränkung der Allgemeinheit werden der erste und der zweite Verzögerungsparameter T_1 , T_2 jeweils identisch ($T_1 = T_2$) und

überdies derart gewählt, dass das erste Zwischensignal, 34 durch ein vorwärtsgerichtetes Kardiod-Richtsignal 38 gegeben ist, und das zweite Zwischensignal 36 durch das rückwärtsgerichtete Kardiod-Richtsignal 20. Anhand des ersten Zwischensignals 34 und des zweiten Zwischensignals 36 wird nun das erste Kalibrations-Richtsignal 12 nach Figur 1 mittels einer adaptiven Richtmikrofonie 40 derart erzeugt, dass die Beiträge des ersten Gesprächspartners 4 im ersten Kalibrations-Richtsignal 12 maximal unterdrückt sind. Der zum ersten Kalibrations-Richtsignal 12 ermittelte, erste instantane Verstärkungsparameter G1 repräsentiert also die optimale Verstärkung und Kompression der Signalbeiträge des zweiten Gesprächspartners 8. Mittels adaptiver Richtmikrofonie 42 wird aus dem ersten Zwischensignal 34 und dem zweiten Zwischensignal 36 das zweite Kalibrations-Richtsignal 16 erzeugt, welches die Beiträge des zweiten Gesprächspartners 8 maximal unterdrückt. Da selbiger in Frontalrichtung zum Träger 1 steht, ist, wie bereits erwähnt, dass zweite Kalibrations-Richtsignal 16 durch das rückwärtsgerichtete Kardiod-Richtsignal 20 gegeben. Dieser Sachverhalt kann sich jedoch auch ändern, sodass mittels der adaptiven Richtmikrofonie 42 auch eine Positionsänderung des zweiten Gesprächspartners 8 berücksichtigt werden kann.

[0039] Anhand des zweiten Kalibrations-Richtsignals 16 wird nun der zweite instantane Verstärkungsparameter G2 bestimmt, und aus letzterem sowie dem ersten instantanen Verstärkungsparameter G1 ein relativer Verstärkungsparameter GR gebildet, welcher vorliegend durch den Quotienten G2/G1 gegeben ist. Der relative Verstärkungsparameter GR würde sich aus der vorhin erwähnten Linearkombination des ersten Kalibrations-Richtsignals 12 mit dem zweiten Kalibrations-Richtsignal 16, jeweils gewichtet mit ihren entsprechenden instantanen Verstärkungsparametern G1 bzw. G2, ergeben, wenn man den ersten instantanen Verstärkungsparameter G1 als globalen Verstärkungsparameter für das resultierende Signal der Linearkombination verwenden würde, wobei durch den relativen Verstärkungsparameter GR in der ersten Richtung 6 genau die für die Sprachbeiträge des ersten Gesprächspartners 4 korrekte Signalstärke entsteht.

[0040] Für eine Erzeugung des Ausgangssignals 52 wird in den nachfolgenden Signalverarbeitungsschritten das erste Zwischensignal 34 als ein erstes Verarbeitungs-Richtsignal Y1, und das zweite Zwischensignal 36 als ein zweites Verarbeitungs-Richtsignal Y2 verwendet. Das erste Verarbeitungs-Richtsignal Y1 und das zweite Verarbeitungs-Richtsignal Y2 werden nun mit einem komplexen Überlagerungsparameter a, welcher anhand des relativen Verstärkungsparameters GR bestimmt wird, in einer Form $YQ = Y1 + a \cdot Y2$ überlagert. Als Resultat dieser Überlagerung wird ein quellensensibles Richtsignal YQ erzeugt, welches gegebenenfalls noch weiteren, nicht näher spezifizierten Signalbearbeitungsschritten 50 unterzogen werden kann, wie beispielsweise zusätzliche, frequenzbandspezifische Verstärkung etc. Aus dem quellensensiblen Richtsignal YQ wird dadurch ein Ausgangssignal 52 generiert, welches durch einen Ausgangswandler 54 des Hörgerätes 2 in ein Ausgangsschallsignal 56 umgewandelt wird. Der Ausgangswandler 54 kann dabei beispielsweise einen Lautsprecher umfassen. Das Ausgangsschallsignal 56 wird dann dem Gehör des Trägers 1 zugeführt.

[0041] Für ein Schallsignal, welches aus einem Winkel von α gegen die Frontalrichtung auf die beiden Eingangswandler 24, 26 auftrifft, lassen sich das erste und das zweite Verarbeitungs-Richtsignal Y1, Y2 darstellen als

$$\begin{aligned} Y1(\omega) &= A \cdot \{1 - \exp[-i\omega T(1 + \cos\alpha)]\} \cdot X(\omega), \\ (i) \quad Y2(\omega) &= A \cdot \{-\exp(i\omega T) - \exp(-i\omega T \cdot \cos\alpha)\} \cdot X(\omega) \end{aligned}$$

wobei $T = T1 = T2$ der erste bzw. zweite Verzögerungsparameter ist, $X(\omega)$ der Frequenzgang des Schallsignals 28, ω die jeweilige Frequenz, A ein Normierungsfaktor und i die imaginäre Einheit. T ist hierbei derart, dass Y1 und Y2 als das gewünschte vorwärts- bzw. rückwärtsgerichtete Cardiod-Richtsignal 38 bzw. 20 resultieren. Es lässt sich nun anhand der Formeln

$$\begin{aligned} YQ &= Y1 + a \cdot Y2, \\ (ii) \quad |YQ(\omega)|^2 &= |H(\omega)|^2 \cdot |X(\omega)|^2 \end{aligned}$$

das Betragsquadrat der Übertragungsfunktion $H(\omega)$ für das quellensensible Richtsignal YQ in Abhängigkeit des komplexwertigen Überlagerungsparameters a ermitteln:

$$|H(\omega)|^2 = 2A^2 \cdot \left[1 + |a|^2 + \right. \\ \left. + 2\operatorname{Re}\{a\} [\cos(\omega T) - \cos(\omega T \cos \alpha)] - \right. \\ \left. - |a|^2 \cos[\omega T(1 - \cos \alpha)] - \cos[\omega T(1 + \cos \alpha)] \right]$$

Bevorzugt wird hierbei gefordert, dass für einen Einfallswinkel $\alpha = 0^\circ$ der Betrag der Übertragungsfunktion $|H(\omega)|$ unabhängig von der Frequenz ω sein soll, um also in Frontalrichtung ein flaches Frequenzspektrum zu erreichen. Diese bevorzugte Wahl stellt jedoch keinerlei Einschränkung dar. Hierdurch wird der Normierungsfaktor A in den beiden Gleichungen (i) festgelegt. Es lässt sich nun zeigen, dass sämtliche Parameter a, für welche $|H(\omega)|^2$ beim selben Winkel α zu einem Minimum führt, jeweils auf einem Kreis in der komplexen Ebene liegen, und somit eine Kreisposition für die Tiefe des Minimums bei a, also für die Unterdrückung von YQ bei diesem Winkel relevant ist:

$$a(\varphi) = \frac{\sin(\omega T)}{\sin(\omega T(1 - \cos \alpha))} (\cos \varphi + j \sin \varphi) + \frac{\sin(\omega T \cos \alpha)}{\sin(\omega T(1 - \cos \alpha))}$$

Die Kreisposition lässt sich durch einen Bogenparameter $\varphi \in [0, 2\pi)$ parametrisieren, sodass die relative Tiefe D des Minimums von $|H(\omega)|$ bei einem gegebenen Winkel α für unterschiedliche φ auf diesem Kreis in der komplexen Ebene variiert. Die relative Tiefe D der durch besagte Abschwächung erzeugten Kerbe in der Richtcharakteristik des quellensensiblen Richtsignals YQ in Abhängigkeit dieses Bogenparameters φ ist in Fig. 3 dargestellt. Die dort gezeigten Abhängigkeiten $D(\varphi)$ lassen sich tabellieren, so dass ein Zusammenhang zwischen einer gewünschten Einkerbung und des Bogenparameter φ für a möglich ist. Es lassen sich somit über die beiden Freiheitsgrade des Betrags $|a|$ und des Bogenparameters φ von a der relative Verstärkungsparameter GR, welcher die relative Abschwächung in der Richtcharakteristik des quellensensiblen Richtsignals YQ bestimmt (anhand der besagten tabellierten Abhängigkeiten vom Bogenparameter φ von a), und der erste instantane Verstärkungsparameter G1 bestimmen. Aus Figur 3 ist zudem erkennbar, dass für $\varphi=0$, was, wie sich zeigen lässt, einem reellwertigen a entspricht, die tiefstmögliche Kerbe entsteht.

[0042] In Figur 4 ist schematisch in einem Blockdiagramm eine alternative Ausgestaltung des Verfahrens zur gerichteten Signalverarbeitung nach Figur 2 dargestellt. Die Bestimmung des relativen Verstärkungsparameters GR läuft hierbei völlig identisch zum in Figur 2 gezeigten Verfahren, lediglich die Erzeugung des Ausgangssignals 52 ist vorliegend verändert. Das erste und das zweite Verarbeitungs-Richtsignal Y1 bzw. Y2 werden nun jeweils gebildet anhand des ersten und des zweiten Eingangssignals E1, E2, welche zueinander mit dem Verzögerungsparameter T ($= T1 = T2$) verzögert überlagert werden, wobei jedoch noch ein zusätzlicher Freiheitsgrad über einen reellwertigen Anpassungsparameter m bei der Überlagerung eingeführt wird. Die den Gleichungen (i) nach Figur 2 entsprechenden Gleichungen für das erste und das zweite Verarbeitungs-Richtsignal Y1, Y2 in Abhängigkeit von der Frequenz ω , dem Frequenzgang $X(\omega)$ des Schallsignals 28 und vom Anpassungsparameter m lauten nun:

$$Y1(\omega) = A \cdot \{1 - m \cdot \exp[-i\omega T(1 + \cos \alpha)]\} \cdot X(\omega), \\ (iii) \quad Y2(\omega) = A \cdot \{\exp(-i\omega T) - m \cdot \exp(-i\omega T \cdot \cos \alpha)\} \cdot X(\omega)$$

[0043] Anhand des ersten und des zweiten Verarbeitungs-Richtsignals Y1, Y2 wird nun gemäß $YQ = Y1 + a \cdot Y2$ das quellensensible Richtsignal YQ gebildet, wobei nun der Überlagerungsparameter a reellwertig gewählt wird. Wie oben in Gleichung (ii) kann nun die Übertragungsfunktion $H(\omega)$ in Abhängigkeit des Überlagerungsparameters a und des Anpassungsparameters m bestimmt werden:

$$|H(\omega)|^2 = A^2 \cdot \left[1 + m^2 + |a|^2 + a^2 m^2 \right. \\ \left. - 4ma \cdot \cos(\omega T \cos \alpha) + 2a(1 + m^2) \cos(\omega T) - \right. \\ \left. - 2ma^2 \cdot \cos[\omega T(1 - \cos \alpha)] - 2m \cdot \cos[\omega T(1 + \cos \alpha)] \right]$$

Anschließend wird der Normierungsfaktor A bevorzugt so gewählt, dass in Frontalrichtung, also für $\alpha = 0^\circ$, der Betrag der Übertragungsfunktion $|H(\omega)|$ unabhängig von der Frequenz ω ist. Hierdurch wird der Normierungsfaktor A in den beiden Gleichungen (iii) festgelegt als

$$A = \frac{1}{\sqrt{1 + m^2 + a(1 - m)^2 (a + 2 \cos(\omega T)) - 2m \cos(2\omega T)}}$$

Es lässt sich nun zeigen, dass für alle reellwertigen Überlagerungsparameter a das Minimum von $|H(\omega)|^2$ in α , also der Winkel der maximalen Abschwächung, unabhängig vom Anpassungsparameter m ist. Somit können die Werte des Überlagerungsparameters a und des Anpassungsparameters m in Abhängigkeit vom ersten instantanen Verstärkungsparameter G1 und vom relativen Verstärkungsparameter GR derart gewählt werden, dass einerseits die instantane Gesamtlautstärke und ggf. ein hieraus resultierendes Kompressionsverhältnis den korrekten Wert aufweist, und andererseits in der ersten Richtung 6 - durch Gleichsetzen derselben mit α in den entsprechenden Gleichungen - die korrekte relative Abschwächung der Sprachbeiträge des ersten Gesprächspartners 4 in Figur 1 erfolgt, um die Sprachsignale beider Gesprächspartner 4, 8 über den instantanen ersten Verstärkungsparameter G1 zu steuern. Hierbei ist von großem Nutzen, dass das Minimums des Betragsquadrates bzw. des Betrags der Übertragungsfunktion $|H(\omega)|$ unabhängig vom Anpassungsparameter m ist, sodass sich über letzteren die relative Abschwächung in Abhängigkeit vom relativen Verstärkungsparameter GR steuern lässt, beispielsweise über entsprechend tabellierte Werte.

[0044] Anhand des wie beschrieben aus dem ersten und dem zweiten Verarbeitungs-Richtsignal Y1, Y2 erzeugten quellensensiblen Richtsignal YQ wird nun erneut das Ausgangssignal 52 erzeugt. Als eine weitere, nicht näher dargestellte alternative Ausführungsform ist es ebenso denkbar, den Anpassungsparameter m, anders als in Gleichung (iii), lediglich in einem der beiden Verarbeitungs-Richtsignale Y1, Y2 anzuwenden (beispielsweise in Y2), und das andere Verarbeitungs-Richtsignal (beispielsweise Y1) als das entsprechende Kardioid-Richtsignal (z.B. das vorwärtsgerichtete 38) zu verwenden.

[0045] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0046]

- 1 Träger
- 2 Hörgerät
- 4 erster Gesprächspartner
- 6 erste Richtung
- 8 zweiter Gesprächspartner
- 10 zweite Richtung
- 12 erstes Kalibrations-Richtsignal
- 14 erste Nutzsignalquelle
- 16 zweites Kalibrations-Richtsignal
- 18 zweite Nutzsignalquelle
- 20 rückwärtsgerichtetes Kardioid-Richtsignal
- 22 Kerbe
- 24 erster Eingangswandler
- 26 zweiter Eingangswandler
- 28 Schallsignal
- 34 erstes Zwischensignal
- 36 zweites Zwischensignal
- 38 vorwärtsgerichtetes Kardioid-Richtsignal
- 40 adaptive Richtmikrofonie
- 42 adaptive Richtmikrofonie
- 50 Signalverarbeitungsschritte
- 52 Ausgangssignal
- 54 Ausgangswandler
- 56 Ausgangsschallsignal

a	Überlagerungsparameter
D	relative Tiefe
E1	erstes Eingangssignal
E2	zweites Eingangssignal
5 G1	erster instantaner Verstärkungsparameter
G2	zweiter instantaner Verstärkungsparameter
GR	relativer Verstärkungsparameter
T1	erster Verzögerungsparameter
T2	zweiter Verzögerungsparameter
10 Y1	erstes Verarbeitungs-Richtsignal
Y2	zweites Verarbeitungs-Richtsignal
YQ	quellensensibles Richtsignal
φ	Bogenparameter

Patentansprüche

1. Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für ein Hörgerät (2),
wobei durch einen ersten Eingangswandler (24) des Hörgerätes (2) aus einem Schallsignal (28) der Umgebung ein
erstes Eingangssignal (E1) erzeugt wird, wobei durch einen zweiten Eingangswandler (26) des Hörgerätes (2) aus
dem Schallsignal (28) der Umgebung ein zweites Eingangssignal (E2) erzeugt wird, wobei anhand des ersten
Eingangssignals (E1) und anhand des zweiten Eingangssignals (E2) ein erstes Kalibrations-Richtsignal (12) erzeugt
wird, welches in Richtung (6) einer ersten Nutzsignalquelle (14) der Umgebung eine relative Abschwächung aufweist,
wobei anhand des ersten Eingangssignals (20) und anhand des zweiten Eingangssignals (E2) ein zweites Kalibra-
tions-Richtsignal (16) erzeugt wird, welches in Richtung (10) einer zweiten Nutzsignalquelle (18) der Umgebung
eine relative Abschwächung aufweist,
wobei anhand des ersten Kalibrations-Richtsignals (12) und des zweiten Kalibrations-Richtsignals (16) ein relativer
Verstärkungsparameter (GR) bestimmt wird, wobei jeweils anhand sowohl des ersten Eingangssignals (E1) als
auch des zweiten Eingangssignals (E2) ein erstes Verarbeitungs-Richtsignal (Y1) sowie ein zweites Verarbeitungs-
Richtsignal (Y2) erzeugt werden,
wobei anhand des ersten Verarbeitungs-Richtsignals (Y1), des zweiten Verarbeitungs-Richtsignals (Y2) und des
relativen Verstärkungsparameters (GR) ein quellensensibles Richtsignal (YQ) erzeugt wird, und
wobei anhand des quellensensiblen Richtsignals (YQ) ein Ausgangssignal (52) des Hörgerätes (2) erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei anhand des ersten Kalibrations-Richtsignals (12) ein erster instantaner Verstärkungsparameter (G1) ermittelt
wird,
wobei anhand des zweiten Kalibrations-Richtsignals (16) ein zweiter instantaner Verstärkungsparameter (G2) er-
mittelt wird, und
wobei der relative Verstärkungsparameter (GR) anhand des ersten instantanen Verstärkungsparameters (G1) und
des zweiten instantanen Verstärkungsparameters (G2) ermittelt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder Anspruch 2,
wobei jeweils anhand sowohl des ersten Eingangssignals (E1) als auch des zweiten Eingangssignals (E2) ein erstes
Zwischensignal (34) sowie ein zweites Zwischensignal (36) erzeugt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das erste Kalibrations-Richtsignal (12) in der Richtung (6) der ersten Nutzsignalquelle (14) eine maximale
Abschwächung aufweist, und/oder wobei das zweite Kalibrations-Richtsignal (16) in der Richtung (10) der zweiten
Nutzsignalquelle (18) eine maximale Abschwächung aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das erste Kalibrations-Richtsignal (12) mittels adaptiver Richtmikrofonie (40) erzeugt wird, und/oder
wobei das zweite Kalibrations-Richtsignal (16) mittels adaptiver Richtmikrofonie (42) erzeugt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
wobei das erste Zwischensignal (34) anhand einer mittels eines ersten Verzögerungsparameters (T1) implemen-
tierten zeitverzögerten Überlagerung des ersten Eingangssignals (E1) mit dem zweiten Eingangssignal (E2) erzeugt

wird, und/oder wobei das zweite Zwischensignal (36) anhand einer mittels eines zweiten Verzögerungsparameters (T2) implementierten zeitverzögerten Überlagerung des zweiten Eingangssignals (E2) mit dem ersten Eingangssignal (E1) erzeugt wird.

- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6,
wobei das erste Zwischensignal (34) als ein vorwärtsgerichtetes Kardiod-Richtsignal (38) erzeugt wird, und/oder
wobei das zweite Zwischensignal (36) als ein rückwärtsgerichtetes Kardiod-Richtsignal (20) erzeugt wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 7,
wobei das erste Kalibrations-Richtsignal (12) und das zweite Kalibrations-Richtsignal (16) beide jeweils anhand
sowohl des ersten Zwischensignals (34) als auch des zweiten Zwischensignals (36) erzeugt werden.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8,
wobei das erste Verarbeitungs-Richtsignal (Y1) aus dem ersten Zwischensignal (34) generiert wird, und/oder
wobei das zweite Verarbeitungs-Richtsignal (Y2) aus dem zweiten Zwischensignal (36) generiert wird.
- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9,
wobei das erste Verarbeitungs-Richtsignal (Y1) anhand einer zeitverzögerten, mittels asymmetrischen ersten Ge-
wichtungsfaktoren (m) implementierten Überlagerung des ersten Eingangssignals (E1) mit dem zweiten Eingangs-
signal (E2) als ein erstes asymmetrisches Überlagerungssignal gebildet wird, und/oder wobei das zweite Verarbei-
tungs-Richtsignal (Y2) anhand einer zeitverzögerten, mittels asymmetrischen zweiten Gewichtungsfaktoren (m)
implementierten Überlagerung des zweiten Eingangssignals (E2) mit dem ersten Eingangssignal (E1) als ein zweites
asymmetrisches Überlagerungssignal gebildet wird.
- 25 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10,
wobei in Richtung (10) der zweiten Nutzsignalquelle (18) eine Referenz-Signalstärke festgelegt wird,
wobei anhand des relativen Verstärkungsparameters (GR) und anhand der Referenz-Signalstärke eine abgeleitete
Signalstärke in Richtung (6) der ersten Nutzsignalquelle (14) festgelegt wird, und
wobei anhand der abgeleiteten Signalstärke ein komplexer Überlagerungsparameter (a) für eine Überlagerung des
30 ersten Verarbeitungs-Richtsignals (Y1) mit dem zweiten Verarbeitungs-Richtsignal (Y2) ermittelt wird, und anhand
der zugehörigen Überlagerung das quellensensible Richtsignal (YQ) erzeugt wird.
- 35 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder Anspruch 11,
wobei in Richtung (10) der zweiten Nutzsignalquelle (18) eine Referenz-Signalstärke festgelegt wird,
wobei anhand des relativen Verstärkungsparameters (GR) und anhand der Referenz-Signalstärke eine abgeleitete
Signalstärke in Richtung (6) der ersten Nutzsignalquelle (14) festgelegt wird, und
wobei anhand der abgeleiteten Signalstärke die asymmetrischen ersten (w1) und/oder zweiten Gewichtungsfaktoren
(w2) für das erste und/oder das zweite asymmetrische Überlagerungssignal ermittelt werden, und
wobei das quellensensible Richtsignal (YQ) anhand des ersten und/oder des zweiten asymmetrischen Überlage-
40 rungssignals als erstes bzw. zweites Verarbeitungs-Richtsignal (Y1, Y2) erzeugt wird.
13. Hörsystem mit
- einem Hörgerät (2), welches einen ersten Eingangswandler (24) zur Erzeugung eines ersten Eingangssignals
45 (E1) aus einem Schallsignal (28) der Umgebung sowie einen zweiten Eingangswandler (26) zur Erzeugung
eines zweiten Eingangssignals (E2) aus dem Schallsignal (28) der Umgebung aufweist, und
- einer Steuereinheit, welche dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
durchzuführen.

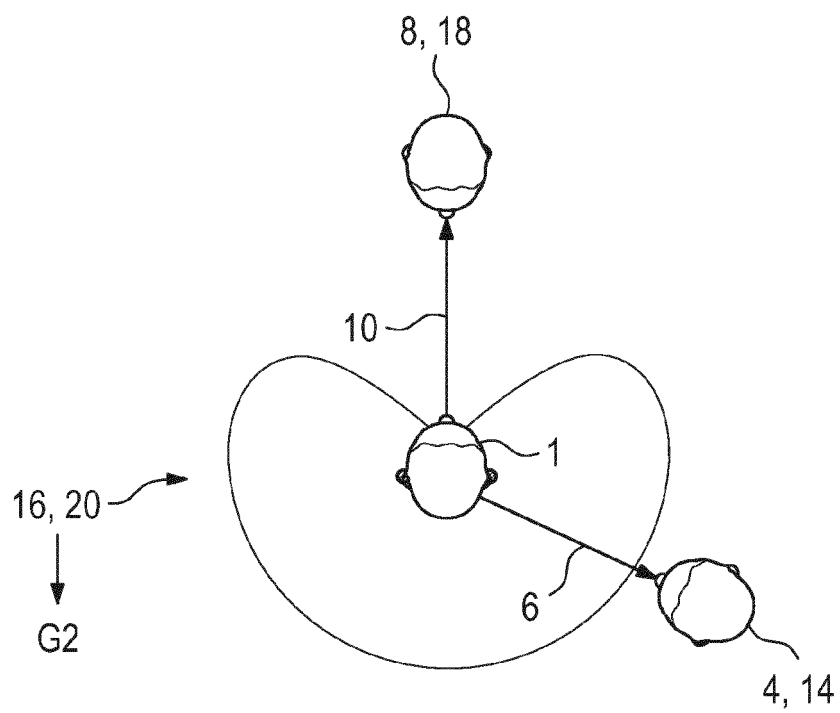
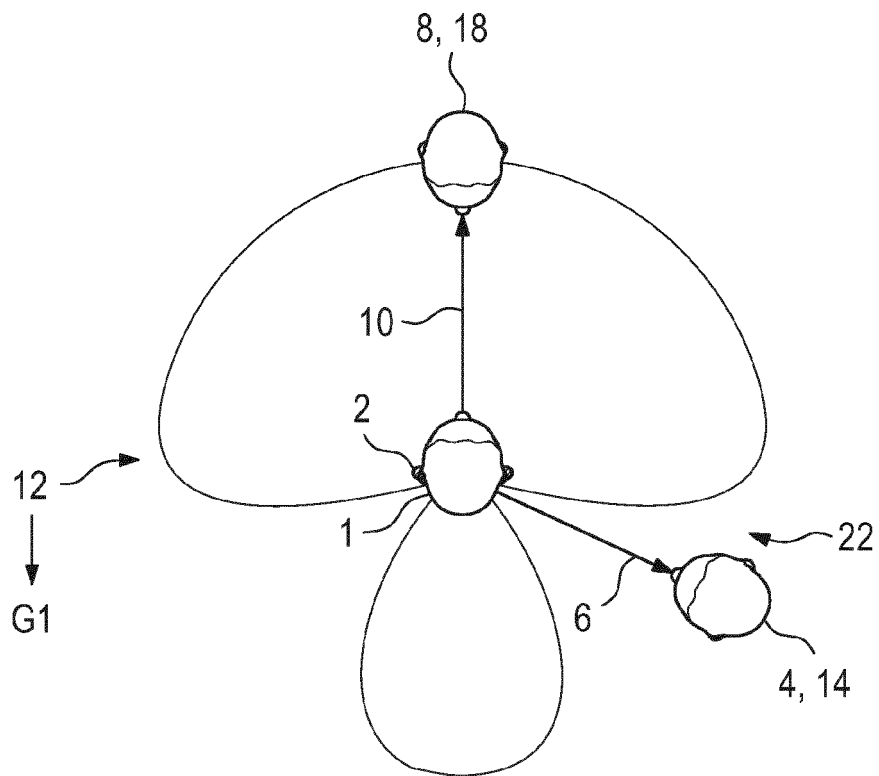


Fig. 1

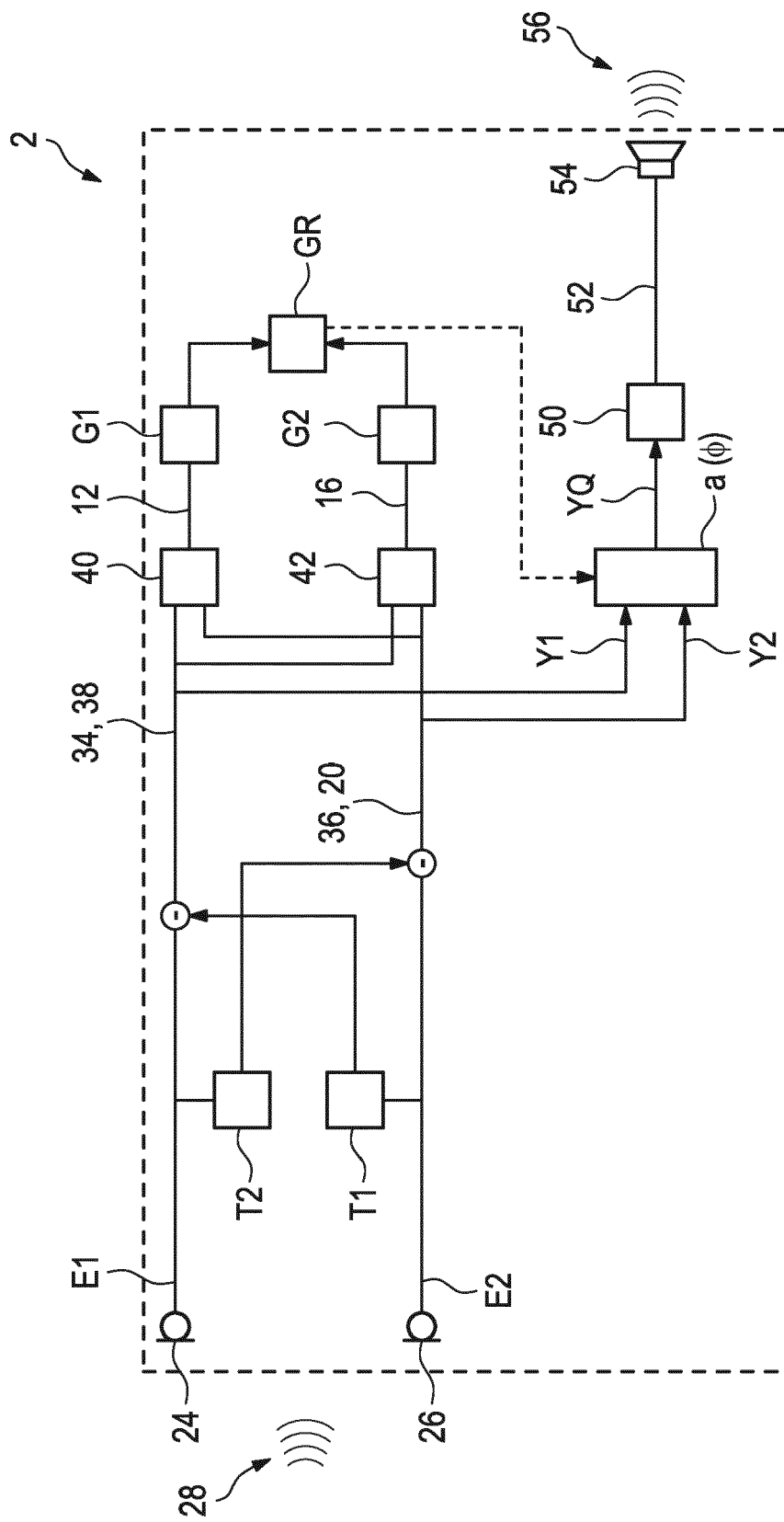


Fig. 2

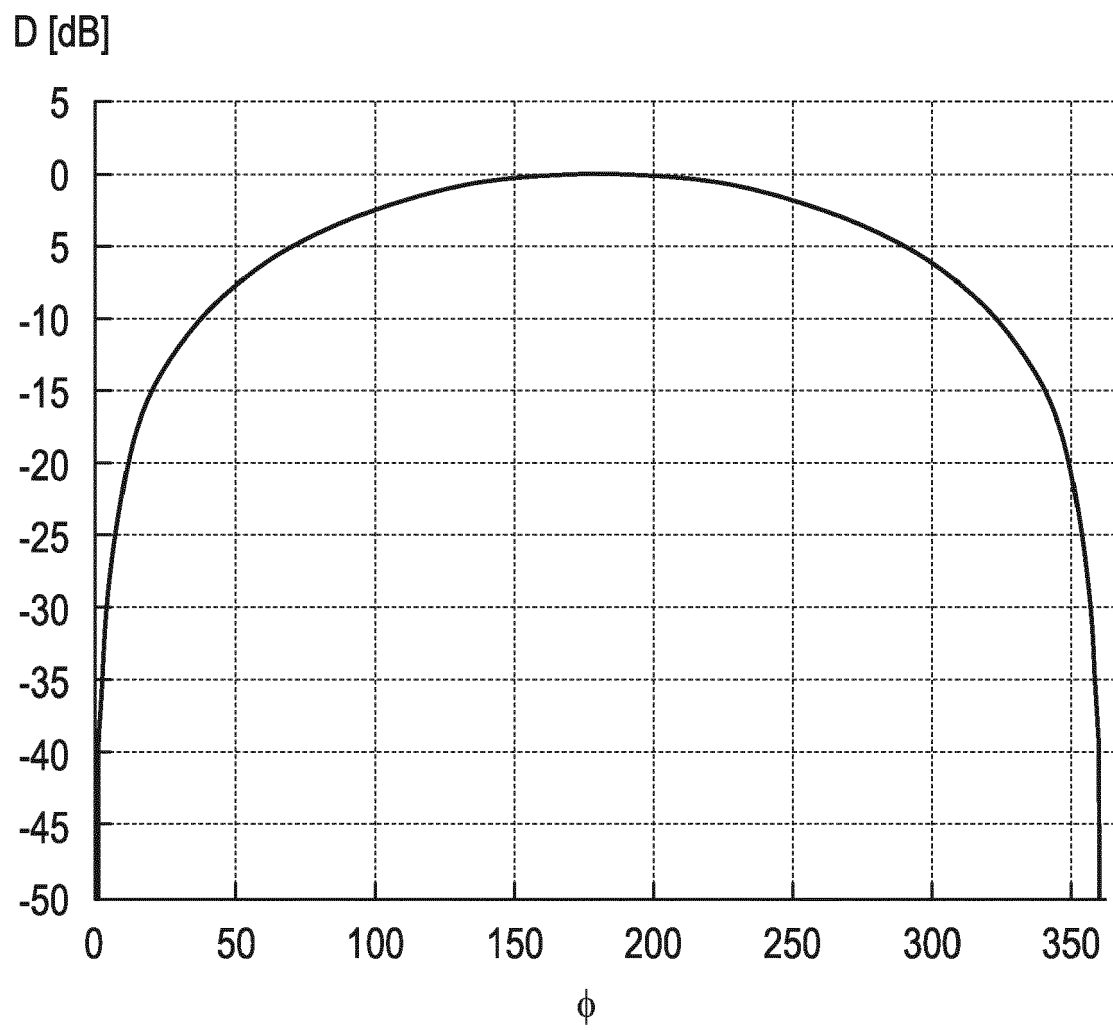


Fig. 3

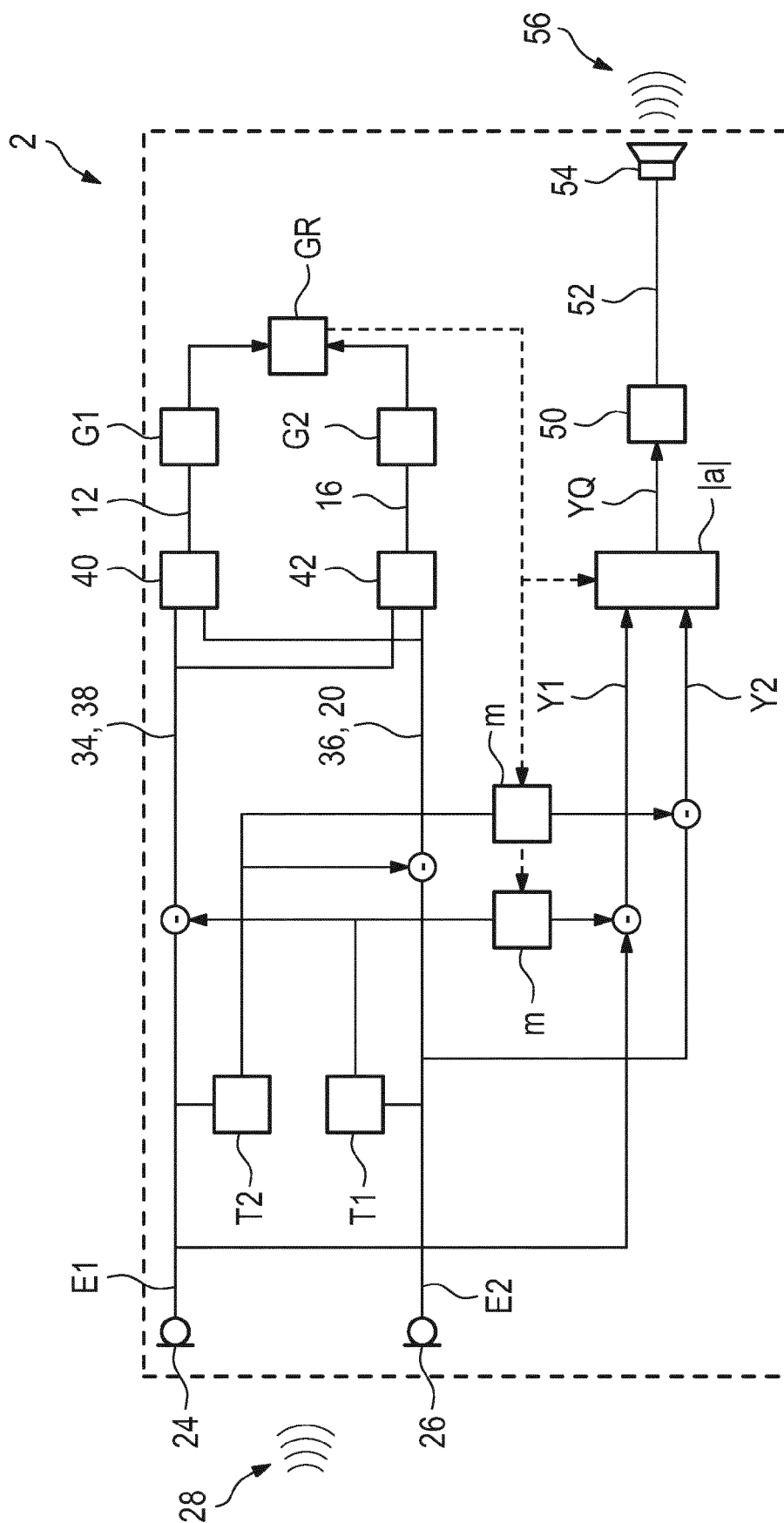


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 15 5945

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 337 188 A1 (SIVANTOS PTE LTD [SG]) 20. Juni 2018 (2018-06-20) * das ganze Dokument *	1-13	INV. H04R25/00
A	EP 3 104 627 A1 (SIVANTOS PTE LTD [SG]) 14. Dezember 2016 (2016-12-14) * das ganze Dokument *	1-13	
A	US 6 865 275 B1 (ROECK HANS-UELI [CH]) 8. März 2005 (2005-03-08) * das ganze Dokument *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2020	Prüfer Borowski, Michael
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 15 5945

5 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.

03-07-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 3337188	A1	20-06-2018	AU 2017272165 A1		05-07-2018
				CN 108235209 A		29-06-2018
				DE 102016225207 A1		21-06-2018
				EP 3337188 A1		20-06-2018
				JP 6692788 B2		13-05-2020
				JP 2018098798 A		21-06-2018
				US 2018176697 A1		21-06-2018
20	-----					
	EP 3104627	A1	14-12-2016	CN 107708045 A		16-02-2018
				DE 102015210652 A1		15-12-2016
				EP 3104627 A1		14-12-2016
				US 2016366523 A1		15-12-2016
				US 2018213337 A1		26-07-2018
25	-----					
	US 6865275	B1	08-03-2005	KEINE		

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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