



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2018 Patentblatt 2018/25

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

(21) Anmeldenummer: **17201673.5**

(22) Anmeldetag: **14.11.2017**

(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:
MA MD

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

(72) Erfinder:
• **KAMKAR-PARSI, Homayoun**
91058 Erlangen (DE)
• **LUGGER, Marko**
91056 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **15.12.2016 DE 102016225207**

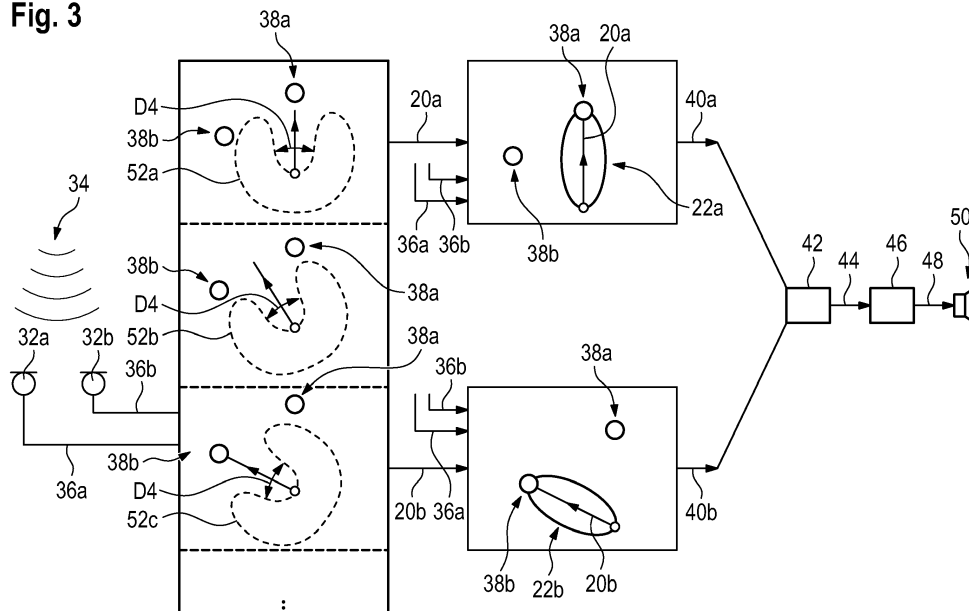
(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**
Nordostpark 16
90411 Nürnberg (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES HÖRGERÄTES**

(57) Die Erfindung nennt ein Verfahren (30) zum Betrieb eines Hörgerätes (4), welches wenigstens einen ersten Eingangswandler (32a), einen zweiten Eingangswandler (32b) und wenigstens einen Ausgangswandler (50) umfasst, wobei der erste Eingangswandler (32a) aus einem Schallsignal der Umgebung ein erstes Eingangssignal (36a) generiert und der zweite Eingangswandler (32b) aus dem Schallsignal ein zweites Eingangssignal (36b) generiert, wobei einer ersten Nutzsignalquelle (38a) eine erste Richtung (20a) und einer zweiten Nutzsignalquelle (38b), welche von der ersten Nutzsignal-

quelle (38a) räumlich getrennt ist, eine zweite Richtung (20b) zugeordnet wird, wobei anhand des ersten Eingangssignals (36a) und des zweiten Eingangssignals (36b) ein in der ersten Richtung (20a) ausgerichtetes erstes Richtsignal (40a) und ein in der zweiten Richtung (20b) ausgerichtetes zweites Richtsignal (40b) gebildet werden, und wobei anhand des ersten Richtsignals (40a) und des zweiten Richtsignals (40b) ein Ausgangssignal (48) gebildet wird, welches vom Ausgangswandler (50) des Hörgerätes (4) in ein Schallsignal umgewandelt wird.

Fig. 3



Beschreibung

[0001] Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes, welches wenigstens einen ersten Eingangswandler, einen zweiten Eingangswandler und wenigstens einen Ausgangswandler umfasst, wobei der erste Eingangswandler aus einem Schallsignal der Umgebung ein erstes Eingangssignal generiert und der zweite Eingangswandler aus dem Schallsignal ein zweites Eingangssignal generiert, und wobei anhand von einer Anzahl an Signalen, welche aus dem ersten Eingangssignal und dem zweiten Eingangssignal abgeleitet werden, ein Ausgangssignal gebildet wird, welches wenigstens vom Ausgangswandler des Hörgeräts in ein Schallsignal umgewandelt wird.

[0002] In der Anwendung von Hörgeräten stellt die Handhabung von Gesprächssituationen eines der Kernprobleme dar. Dies liegt zunächst einmal an dem Umstand, dass dem Benutzer eines Hörgerätes wichtige Informationen oftmals im persönlichen Gespräch vermittelt werden. Schon allein zum Zweck einer möglichst zuverlässigen Informationsübertragung gilt es daher, der Verständlichkeit von Sprachen für den Benutzer eines Hörgeräts eine besondere Bedeutung beizumessen. Andererseits wird jedoch gerade die Sprachverständlichkeit oftmals schon dadurch beeinträchtigt, dass typische Gesprächssituationen von einem hohen Anteil an Neben- und Störgeräuschen überlagert sind, wie es beispielsweise bei einer Konversation mit mehreren Gesprächspartnern der Fall sein kann, welche sich nicht nur geordnet nacheinander äußern, oder bei einem Zwiegespräch in einem geschlossenen Raum, in welchem weitere Personengruppen ihrerseits durch Gespräche zu einem erhöhten Geräuschpegel beitragen (sogenannte "Cocktail-Party"-Hörsituation).

[0003] Zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit des Signals eines Gesprächspartners wird in modernen Hörgeräten häufig ein Richtmikrophonie-Algorithmus angewandt, durch welchen ein schmaler Richtkegel in Frontalrichtung des Benutzers ausgerichtet wird. Da sich in Zwiegesprächen die Gesprächspartner üblicherweise frontal zueinander befinden, also z.B. gegenüber sitzen bzw. stehen, führt ein derartiger Richtkegel als Filter über die Eingangssignale des Hörgerätes dazu, dass das Sprachsignal des frontalen Gesprächspartners verstärkt wird, während Geräusche, welche aus einer anderen Richtung stammen, erheblich unterdrückt werden.

[0004] Ein derartiges Vorgehen, wie es für viele und insbesondere für binaurale Hörgeräte üblich ist, liefert jedoch ggf. nicht zufriedenstellende Ergebnisse, wenn der Benutzer des Hörgerätes ein Gespräch mit mehreren Gesprächspartnern in einer lauten Umgebung führt, so dass Hintergrundgeräusche gegen mehr als einen Sprecher auszublenzen sind. Um ein maximal verständliches Signal des jeweiligen Gesprächsbeitrages zu erhalten, müsste hier der Benutzer des Hörgerätes seinen Kopf immer sofort auf den gerade aktiven Gesprächspartner richten, da sonst dessen Gesprächsbeitrag durch den frontal ausgerichteten Richtkegel abgeschwächt würde.

Dies ist jedoch in der Praxis nicht wirklich realisierbar. Eine alternative Lösung wäre, beim Erkennen einer derartigen, komplexeren Gesprächssituation den Richtkegel, mit welchem die Umgebungsgeräusche aus den Eingangssignalen gefiltert werden, einfach zu verbreitern. Dies würde jedoch auch zu einem der Verbreiterung entsprechend erhöhten Anteil an Hintergrundrauschen in den zu verarbeitenden Eingangssignalen führen, wodurch das Signal-zu-Rausch-Verhältnis verschlechtert wurde.

[0005] Zudem kann es auch Hörsituationen geben, in welchen es dem Benutzer aufgrund der räumlichen Anordnung des bzw. der Gesprächspartner nicht möglich ist bzw. nicht zugemutet werden kann, seine Blickrichtung zur Ausrichtung des Richtkegels dauerhaft von der Frontalrichtung seines Körpers weg auf einen Gesprächspartner auszurichten.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes anzugeben, mit welchem für eine Mehrzahl an Nutzsignalen, welche von räumlich voneinander getrennten Nutzsignalquellen stammen, ein möglichst gutes Signal-zu-Rausch-Verhältnis erzielt werden kann.

[0007] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes, welches wenigstens einen ersten Eingangswandler, einen zweiten Eingangswandler und wenigstens einen Ausgangswandler umfasst, wobei der erste Eingangswandler aus einem Schallsignal der Umgebung ein erstes Eingangssignal generiert und der zweite Eingangswandler aus dem Schallsignal ein zweites Eingangssignal generiert, wobei einer ersten Nutzsignalquelle eine erste Richtung und einer zweiten Nutzsignalquelle, welche von der ersten Nutzsignalquelle räumlich getrennt ist, eine zweite Richtung zugeordnet wird, wobei anhand des ersten Eingangssignals und des zweiten Eingangssignals ein in der ersten Richtung ausgerichtetes erstes Richtsignal und ein in der zweiten Richtung ausgerichtetes zweites Richtsignal gebildet werden, und wobei anhand des ersten Richtsignals und des zweiten Richtsignals ein Ausgangssignal gebildet wird, welches vom Ausgangswandler des Hörgeräts in ein Schallsignal umgewandelt wird. Vorteilhafte und teils für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen und in der nachfolgenden Beschreibung dargelegt.

[0008] Als Eingangswandler ist hierbei generell ein akusto-elektrischer Wandler umfasst, welcher dazu eingerichtet ist aus einem Schallsignal ein entsprechendes elektrisches Signal zu generieren, also beispielsweise ein Mikrofon. Als Ausgangswandler ist generell ein elektrischer-akustischer Wandler umfasst, welcher dazu eingerichtet ist aus einem elektrischen Signal ein entsprechendes Schallsignal zu erzeugen, beispielsweise ein Lautsprecher oder ein Schallerzeuger zur Knochenleitung. Unter einer räumlichen Trennung der ersten Nutzsignalquelle von der zweiten Nutzsignalquelle ist hierbei insbesondere eine räumliche Trennung im Rahmen des

Auflösungsvermögens des Hörgerätes umfasst. Insbesondere bedeutet dies, dass die erste Nutzsignalquelle und die zweite Nutzsignalquelle bezüglich einer Frontalrichtung des Hörgerätes jeweils unterschiedliche Polarwinkel aufweisen, wobei insbesondere das Hörgerät dazu eingerichtet ist, zwei Richtsignale mit einem entsprechenden Winkelunterschied zu bilden, also der Abstand der Polarwinkel der beiden Nutzsignalquellen durch die jeweils darauf auszurichtenden Richtsignale abgebildet werden kann. Unter einem Richtsignal ist hierbei ein Signal zu verstehen, welches für einen Referenzschall einer Referenzschallquelle in einem bestimmten Winkelbereich eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweist, und bei einer Anordnung der Referenzschallquelle außerhalb des gegebenen Winkelbereiches bezüglich des Referenzschalls eine erheblich reduzierte Empfindlichkeit aufweist. Insbesondere kann dabei das Richtsignal bei einem gegebenen Zentralwinkel ein Maximum in seiner Empfindlichkeit bezüglich des Referenzschalls aufweisen, wobei mit einem zunehmenden Winkelabstand vom Zentralwinkel die Empfindlichkeit gegenüber dem Referenzschall nachlässt.

[0009] Die Zuordnung einer ersten Richtung zur ersten Nutzsignalquelle und/oder einer zweiten Richtung zur zweiten Nutzsignalquelle kann dabei insbesondere anhand von einer Mehrzahl an Richtsignalen erfolgen. Insbesondere können hierbei aus dem ersten Eingangssignal und aus dem zweiten Eingangssignal Richtsignale gebildet werden, deren Empfindlichkeitsmaxima jeweils in unterschiedliche Raumrichtungen ausgerichtet sind. Anhand von Signalanteilen oder von hieraus abgeleiteten akustischen Größen in den einzelnen Richtsignalen werden dann der ersten Nutzsignalquelle und der zweiten Nutzsignalquelle als erste Richtung bzw. als zweite Richtung jeweils eine Richtung zugewiesen, für welche eines der Richtsignale ein Empfindlichkeitsmaximum aufweist. Als erstes Richtsignal und als zweites Richtsignal werden dann direkt die zur Lokalisierung der ersten Nutzsignalquelle und der zweiten Nutzsignalquelle verwendeten Richtsignale weiter verwendet, welche der ersten Richtung bzw. der zweiten Richtung entsprechen.

[0010] Unter einer Bildung des Ausgangssignals anhand des ersten Richtsignals und des zweiten Richtsignals ist insbesondere zu verstehen, dass in die für das Hörgerät spezifische Signalverarbeitung das erste Richtsignal und das zweite Richtsignal unmittelbar als Eingangsgrößen verwendet werden, wobei als resultierendes Signal der für das Hörgerät spezifischen Signalverarbeitung das Ausgangssignal steht.

[0011] Die Bildung des Ausgangssignals anhand des ersten Richtsignals und anhand des zweiten Richtsignals erlaubt es, für ein von der ersten Nutzsignalquelle erzeugtes erstes Nutzsignal und für ein von der zweiten Nutzsignalquelle erzeugtes zweite Nutzsignal das Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu verbessern, indem Störgeräusche, welche insbesondere aus einem Winkelbereich zwischen der ersten Nutzsignalquelle und der zweiten Nutzsignalquelle stammen, sowohl durch das erste

Richtsignal als auch durch das zweite Richtsignal entsprechend unterdrückt werden können und somit in das Ausgangssignal keinen merklichen Eingang finden. Insbesondere verbessert sich hierdurch für einen Benutzer des Hörgerätes die Qualität des Ausgangssignals bezüglich eines in das erste Eingangssignal und in das zweite Eingangssignal eingehenden Umgebungsrauschens, wenn der Benutzer sich in einem Gespräch mit mehr als einem Gesprächspartner befindet, und das Gespräch von Hintergrundgeräuschen begleitet ist. Zwei Gesprächspartner werden dabei als erste bzw. zweite Nutzsignalquelle identifiziert, und das erste bzw. zweite Richtsignal auf jeweils einen Sprecher ausgerichtet, sodass die Sprachbeiträge eines Sprechers durch das betreffende Richtsignal gegenüber den Umgebungsgeräuschen verstärkt werden. Durch die Ausrichtung des ersten Richtsignals und des zweiten Richtsignals auf jeweils einen Sprecher wird zudem erreicht, dass der Benutzer Sprachaktivitäten der Gesprächspartner nicht durch Kopfbewegungen mit zu verfolgen braucht, um so beispielsweise über eine fest vorgegebene Richtcharakteristik eine Verbesserung der Sprachverständlichkeit aufrecht erhalten zu können.

[0012] Als vorteilhaft erweist es sich, wenn das erste Richtsignal und das zweite Richtsignal als eine Superposition in das Ausgangssignal eingehen. Insbesondere bedeutet dies, dass dabei eine für das Hörgerät spezifische Signalverarbeitung des ersten Richtsignals und des zweiten Richtsignals erfolgen kann, und aus den jeweils resultierenden Signalen über eine Superposition, insbesondere eine lineare Superposition, das Ausgangssignal gebildet wird, oder dass eine Superposition des ersten Richtsignals und des zweiten Richtsignals in die für das Hörgerät spezifische Signalverarbeitung eingeht, und über die Signalverarbeitung das Ausgangssignal gebildet wird. Hierbei sei auch eine Superposition der Form umfasst, dass am ersten Richtsignal und/oder am zweiten Richtsignal anhand der beiden Richtsignale zur Verbesserung der räumlichen Wahrnehmung eine Phasenrekonstruktion erfolgt.

[0013] Günstigerweise werden dabei für die Superposition jeweils Linearfaktoren für das erste Richtsignal und für das zweite Richtsignal frequenzbandweise bestimmt. Insbesondere heißt das, dass die Superposition in unterschiedlichen Frequenzbändern eine unterschiedliche Gewichtung des ersten Richtsignals und des zweiten Richtsignals vorsehen kann. Hierdurch kann möglichen spektralen Unterschieden zwischen der ersten Nutzsignalquelle und der zweiten Nutzsignalquelle Rechnung getragen werden, sodass beispielsweise in einem Frequenzband, in welchem nur eine der beiden Nutzsignalquellen nennenswerte Signalanteile aufweist, die entsprechende Gewichtung des auf die Nutzsignalquelle ausgerichteten Richtsignals höher ausfällt. Insbesondere im Fall, dass es sich bei der ersten bzw. der zweiten Nutzsignalquelle jeweils um Gesprächspartner handelt, können somit auch charakteristische spektrale Gegebenheiten der Stimmen der Gesprächspartner mit be-

rücksichtigt werden. Gerade für zwei oder mehr Nutzsignalquellen ist zudem eine lineare Superposition der auf die Nutzsignalquellen ausgerichteten Richtsignale eine besonders gute Entsprechung der realen Hörsituation, in welcher das erste Nutzsignal und das zweite Nutzsignal auch einer Superposition unterliegen, und das resultierende Schallsignal für den Benutzer durch das Hörgerät zur Verbesserung der Signalqualität vom Hintergrundrauschen zu bereinigen ist.

[0014] Bevorzugt weisen das erste Richtsignal und/oder das zweite Richtsignal eine kegel- oder keulenförmige Richtcharakteristik auf. Derartige Richtcharakteristiken lassen sich auch schon bei nur zwei Eingangssignalen durch einfache "sum and delay"-Methoden erzeugen.

[0015] Als vorteilhaft erweist es sich hierbei, wenn die Richtcharakteristik des ersten Richtsignals und/oder des zweiten Richtsignals bei einem Zentralwinkel eine maximale Empfindlichkeit aufweist, und bei einer Winkelabweichung von 10 Grad vom jeweiligen Zentralwinkel eine um wenigstens 3 dB, bevorzugt um 5 dB abgeschwächte Empfindlichkeit aufweist. Die Empfindlichkeit ist dabei beispielsweise bezüglich eines Referenzsignals zu definieren. Eine Richtcharakteristik mit dem beschriebenen Verlauf der Empfindlichkeit ist einerseits in Hörgeräten aus zwei Eingangssignalen ohne größeren Aufwand erzeugbar, und vermag andererseits dennoch ein Nutzsignal einer Nutzsignalquelle hinreichend gegen Hintergrundgeräusche aus anderen Raumrichtungen abzusetzen.

[0016] In einer vorteilhaften Ausgestaltung werden die erste Richtung und die zweite Richtung zur Zuordnung anhand des ersten Eingangssignals und des zweiten Eingangssignals ermittelt. Je nach Beschaffenheit der Nutzsignalquellen und Art der Hörsituation kann eine Zuordnung einer Raumrichtung zu einer Nutzsignalquelle beispielsweise auch über eine Voreinstellung erfolgen, beispielsweise anhand der Annahme, dass ein Benutzer des Hörgerätes in den meisten Fällen seines Blickrichtung in Richtung einer der Nutzsignalquellen liegen wird, sodass als eine erste Richtung die Frontalrichtung vorgegeben werden kann. Dies ist jedoch für viele Hörsituationen nicht zweckmäßig. Daher weist es sich von Vorteil, die erste Nutzsignalquelle und die zweite Nutzsignalquelle anhand des ersten Eingangssignals und des zweiten Eingangssignals zu lokalisieren, welche ohnehin zur Verfügung stehen. Die Ermittlung der ersten Richtung und der zweiten Richtung kann dabei insbesondere näherungsweise erfolgen, beispielsweise in Form eines Scans über eine Mehrzahl von Winkelbereichen.

[0017] Als vorteilhaft erweist es sich, wenn anhand des ersten Eingangssignals und des zweiten Eingangssignals eine Mehrzahl an winkelabhängigen Richtcharakteristiken mit einem jeweils festen Zentralwinkel und einer jeweils gegebenen Winkelaufweitung gebildet werden, wobei die Signalanteile zu den einzelnen Richtcharakteristiken auf das Vorhandensein eines Nutzsignals von einer Nutzsignalquelle hin untersucht werden, und wobei

zu einer in einer bestimmten Richtcharakteristik ermittelten ersten Nutzsignalquelle der entsprechende Zentralwinkel als erste Richtung vorgegeben wird. Dies erlaubt eine besonders präzise und gegen Hintergrundrauschen robuste Lokalisierung der ersten Nutzsignalquelle, da hierfür keine störungsanfälligen Laufzeit- oder Phasemessungen verwendet werden, und die erste Richtung für die erste Nutzsignalquelle anhand der vorliegenden Signale - des ersten Eingangssignals und des zweiten Eingangssignals - vorgegeben werden kann, ohne dass dafür weitere Annahmen - z.B. frontale Positionierung - notwendig wären, welche ggf. nicht der realen Hörsituation entsprechen.

[0018] Zweckmäßigerweise entspricht hierbei ein Winkelabstand zweier bezüglich ihrer jeweiligen Zentralwinkel benachbarter Richtcharakteristiken der halben Winkelaufweitung. Insbesondere weisen dabei beide benachbarten Richtcharakteristiken die gleiche Winkelaufweitung auf. Für den Fall, dass die einzelnen Richtcharakteristiken durch Richtkegel gebildet werden, deren Empfindlichkeit in Richtung des Zentralwinkels maximal ist, und mit zunehmendem Winkelabstand vom Zentralwinkel abnimmt, bedeutet dies insbesondere, dass zu jeder einzelnen Richtcharakteristik ein Winkel angegeben werden kann, für welchen die Empfindlichkeit bezüglich eines Testsignals um einen bestimmten Faktor gegenüber dem Maximalwert beim Zentralwinkel abgesunken ist, zum Beispiel 6 dB oder 10 dB. Ein derartiger Winkel wird nun der entsprechenden Richtcharakteristik als halbe Winkelaufweitung zugeordnet, und der Zentralwinkel der benachbarten Richtcharakteristik wird entsprechend in einem Winkelabstand einer halben Winkelaufweitung gewählt. Für den Fall, dass als einzelne Richtcharakteristiken jeweils kerbenförmige Abschwächungen der Empfindlichkeit mit einem Minimum beim Zentralwinkel gewählt werden, kann entsprechendes gelten, wobei für die Definition der Winkelaufweitung anstatt der Abschwächung der Empfindlichkeit gegenüber dem Maximalwert beim Zentralwinkel ein Anheben der Empfindlichkeit gegenüber dem Minimalwert beim Zentralwinkel herangezogen wird. Hierdurch kann für einen gewünschten, breiteren Winkelbereich eine weitgehend vollständige Überdeckung durch die einzelnen Richtcharakteristiken erzielt werden, während infolge Überlapps der einzelnen Richtcharakteristiken bis zum jeweils nächsten Zentralwinkel eine Nutzsignalquelle immer wenigstens einer der Richtcharakteristiken klar zugeordnet werden kann, wobei durch den Überlapp auch Winkelpositionen zwischen zwei benachbarten Zentralwinkeln auflösbar sind.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung werden die einzelnen Richtcharakteristiken jeweils durch eine kerbenförmige Empfindlichkeitscharakteristik bestimmt, welche durch wenigstens zwei Bedingungen bestimmt ist, sodass durch die wenigstens zwei Bedingungen jeweils ein Zentralwinkel und eine Winkelaufweitung der Empfindlichkeitscharakteristik festgelegt sind, wobei die Signalanteile zu den einzelnen Richtcharakteristiken je-

weils anhand einer relativen Abschwächung durch die Empfindlichkeitscharakteristik auf das Vorhandensein eines Nutzsignals untersucht werden.

[0020] Unter einer kerbenförmigen Empfindlichkeitscharakteristik ist hierbei eine Richtcharakteristik zu verstehen, welche bezüglich eines Testsignals von gegebener Lautstärke beim Zentralwinkel die maximale Abschwächung der Empfindlichkeit aufweist, wobei die Empfindlichkeit mit zunehmendem Winkelabstand vom Zentralwinkel zunimmt. Der Grad dieser Zunahme der Empfindlichkeit in Abhängigkeit vom Winkelabstand zum Zentralwinkel definiert dann die Winkelaufweitung. Befindet sich eine Nutzsignalquelle in Richtung eines Zentralwinkels einer derartigen Richtcharakteristik, oder im Rahmen der Winkelaufweitung in unmittelbarer Nähe zum Zentralwinkel, also innerhalb der "Kerbe" der Empfindlichkeitscharakteristik, so werden die Signalanteile des Nutzsignals durch die Richtcharakteristik wesentlich abgeschwächt, während Signalanteile von anderen Nutzsignalquellen, welche sich außerhalb der Winkelaufweitung um den Zentralwinkel der besagten Richtcharakteristik befinden, weitgehend erhalten bleiben. Dies kann nun zum Ermitteln einer Präsenz einer Nutzsignalquelle im Bereich der entsprechenden Richtcharakteristik herangezogen werden.

[0021] Als vorteilhaft erweist es sich weiterhin, wenn das Hörgerät von einem Benutzer getragen wird, wobei das erste Eingangssignal und das zweite Eingangssignal auf bezüglich des Kopfes des Benutzers unterschiedlichen Seiten erzeugt werden. Hierbei ist als Hörgerät insbesondere ein binaurales Hörgerät umfasst. Durch die Erzeugung der beiden Eingangssignale an unterschiedlichen Seiten des Kopfes des Benutzers weisen das erste Eingangssignal und das zweite Eingangssignal einen Laufzeitunterschied bezüglich eingehender Schallsignale auf, welche infolge der Breite des menschlichen Kopfes bis zu einer halben Millisekunde betragen kann.

[0022] Ein derartiger Laufzeitunterschied erlaubt es, das erste bzw. zweite Richtsignal auf einen vergleichsweise engen Winkelbereich zu konzentrieren, wodurch das Signal-zu-Rausch-Verhältnis verbessert werden kann.

[0023] In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung generiert ein weiterer Eingangswandler aus dem Schallsignal ein weiteres Eingangssignal wobei das erste Richtsignal und das zweite Richtsignal anhand des ersten Eingangssignals, des zweiten Eingangssignals und des weiteren Eingangssignals gebildet werden. Die Verwendung des weiteren Eingangssignals erhöht dabei die zur Verfügung stehende akustische Information, insbesondere die Phaseninformation, und ermöglicht so eine Bildung besonders schmaler Richtsignale als erstes bzw. zweites Richtsignal.

[0024] Günstigerweise wird einer weiteren Nutzsignalquelle, welche von der ersten Nutzsignalquelle und von der zweiten Nutzsignalquelle räumlich getrennt ist, eine weitere Richtung zugeordnet, wobei anhand des ersten Eingangssignals und des zweiten Eingangssignals ein

in der weiteren Richtung ausgerichtetes weiteres Richtsignal gebildet wird, und wobei das erste Aussignal anhand des ersten Richtsignals, des zweiten Richtsignals und des weiteren Richtsignals gebildet wird. Insbesondere kann das weitere Richtsignal auch anhand weiterer Eingangssignale gebildet werden, falls mehr als zwei Eingangssignale vorliegen. Insbesondere kann das Ausgangssignal anhand einer linearen Superposition des ersten Richtsignals, des zweiten Richtsignals und des weiteren Richtsignals gebildet werden, wobei bevorzugt das erste Richtsignal, das zweite Richtsignal und das weitere Richtsignal als lineare Superposition in die für das Hörgerät spezifische Signalverarbeitung eingehen, und durch die Signalverarbeitung das Ausgangssignal gebildet wird. Dies ermöglicht den Umgang mit mehr als zwei Nutzsignalquellen, ohne dass eine der Nutzsignalquellen vom Verfahren nicht als solche, sondern als Hintergrundgeräusch behandelt wird und fälschlicherweise das betreffende Nutzsignal abgeschwächt werden würde.

[0025] Die Erfindung nennt weiter ein Hörgerät, insbesondere ein binaurales Hörgerät, umfassend wenigstens ein erstes Mikrofon zur Erzeugung eines ersten Eingangssignals aus einem Schallsignal der Umgebung, ein zweites Mikrofon zur Erzeugung eines zweiten Eingangssignals aus dem Schallsignal, wenigstens einen ersten Lautsprecher, und eine Signalverarbeitungseinheit, welche zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens eingerichtet ist. Die für das Verfahren und für seine Weiterbildungen angegebenen Vorteile können dabei sinngemäß auf das Hörgerät übertragen werden.

[0026] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1a in einer Draufsicht für einen Benutzer eines binauralen Hörgerätes eine Hörsituation mit zwei Gesprächspartnern und einem Betrieb des Hörgerätes nach Stand der Technik,

Fig. 1b in einer Draufsicht die Hörsituation nach Fig. 1a mit einem Betrieb des Hörgerätes mittels einzelner, jeweils auf einen Gesprächspartner ausgerichteter Richtsignale,

Fig. 2 in einem Blockdiagramm der Ablauf des Verfahrens zum Betrieb des Hörgerätes gemäß Fig. 1b, und

Fig. 3 in einem Blockdiagramm ein alternativer Ablauf des Verfahrens gemäß Fig. 2 zum Betrieb des Hörgerätes gemäß Fig. 1b.

[0027] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0028] In Fig. 1a und Fig. 1b ist jeweils in einer Draufsicht eine Hörsituation 1 von einem Benutzer 2 eines

Hörgerätes 4 dargestellt. Der Benutzer 2 befindet sich dabei in einem Gespräch mit einem ersten Gesprächspartner 6 und einen zweiten Gesprächspartner 8, wobei ihm der erste Gesprächspartner 6 frontal gegenüber sitzt, während der zweite Gesprächspartner bezüglich der Frontalrichtung 10 des Benutzers 2 in einem Winkel von ca. 45° positioniert ist. Die Hörsituation 1 ist dabei derart, dass das Gespräch des Benutzers 2 mit dem ersten Gesprächspartner 6 und dem zweiten Gesprächspartner 8 von Hintergrundgeräuschen überlagert wird, welche von in der Umgebung verteilten Rauschquellen 12 stammen. In FIG. 1a ist nun dargestellt, wie für eine bessere Sprachverständlichkeit der Beiträge des ersten Gesprächspartners 6 und des zweiten Gesprächspartners 8 im Hörgerät 4 ein Richtsignal mit einer Richtcharakteristik 14 nach Stand der Technik gebildet wird. Die Richtcharakteristik 14 ist dabei bezüglich ihres Empfindlichkeitsmaximums in der Frontalrichtung 10 des Benutzers 2 ausgerichtet, wobei die Winkelaufweitung D1 der Richtcharakteristik 14 ausreichend groß ist, dass der zweite Gesprächspartner 8 noch von der Richtcharakteristik 14 erfasst wird. Die große Winkelaufweitung D1 führt jedoch nun auch dazu, dass die Rauschquellen 12a und 12b von der Richtcharakteristik erfasst werden, und entsprechend die von den Rauschquellen 12a und 12b ausgesandten Störgeräusche nicht über das gemäß der Richtcharakteristik 14 gebildete Richtsignal unterdrückt werden, sondern lediglich durch die natürliche Abschwächung der Störgeräusche infolge der größeren Distanz der Rauschquellen 12a und 12b zum Benutzer 2. Eine derartige Abschwächung ist jedoch in vielen Fällen unzureichend. Auch die Bildung einer alternativen Richtcharakteristik 16, deren Richtung maximaler Empfindlichkeit 18 gegenüber der Frontalrichtung 10 des Benutzers 2 um einen Winkelbetrag α verschoben ist und somit zwischen dem ersten Gesprächspartner 6 und dem zweiten Gesprächspartner 8 liegt, kann trotz der geringeren Winkelaufweitung D2 das von der Rauschquelle 12a emittierte Störgeräusch nicht ausblenden.

[0029] Dem gegenüber wird nun, wie in FIG. 1b dargestellt, vorgeschlagen, den ersten Gesprächspartner 6 als erste Nutzsignalquelle zu identifizieren, und seiner Position eine erste Richtung 20a zuzuweisen, und den zweiten Gesprächspartner 8 als zweite Nutzsignalquelle, und seiner Position eine zweite Richtung 20b zuzuweisen. Nun wird im Hörgerät 4 ein erstes Richtsignal mit einer ersten Richtcharakteristik 22a sowie ein zweites Richtsignal mit einer zweiten Richtcharakteristik 22b gebildet. Die erste Richtcharakteristik 22a und die zweite Richtcharakteristik 22b weisen dabei jeweils die gleiche Winkelaufweitung D3 auf, welche hinreichend gering ist, dass von der ersten beziehungsweise zweiten Richtcharakteristik 22a, 22b jeweils nur ein schmaler Winkelbereich um die erste beziehungsweise zweite Richtung 20a, 20b herum erfasst wird. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass im anhand der ersten Richtcharakteristik 22a gebildeten ersten Richtsignal in wesentlichen nur die Gesprächsbeiträge des ersten Gesprächspart-

ners 6 als nennenswerte Signalanteile auftreten, und sämtliche Störgeräusche der Rauschquellen 12, 12a, 12b wirksam unterdrückt werden. Vergleichbares gilt dann für das anhand der zweiten Richtcharakteristik 22b gebildete zweite Richtsignal bezüglich der Gesprächsbeiträge des zweiten Gesprächspartners 8. Die für den Benutzer 2 hörbaren Ausgangssignale des Hörgerätes 4 werden nun als eine lineare Superposition des ersten Richtsignals und des zweiten Richtsignals gebildet, wodurch in Folge der räumlichen Empfindlichkeit der ersten Richtcharakteristik 22a und der zweiten Richtcharakteristik 22b nun auch die von der Rauschquelle 12a stammenden Störgeräusche unterdrückt werden.

[0030] In Fig. 2 ist in einem Blockdiagramm ein Verfahren 30 zum Betrieb eines Hörgerätes 4 während einer Hörsituation 1 nach Fig. 1b dargestellt. Das Hörgerät 4 weist einen ersten Eingangswandler 32a und einen zweiten Eingangswandler 32b auf, welche jeweils als Mikrophone ausgebildet sind. Der erste Eingangswandler 32a beziehungsweise der zweite Eingangswandler 32b erzeugen aus einem Schallsignal 34 der Umgebung ein erstes Eingangssignal 36a beziehungsweise ein zweites Eingangssignal 36b. Durch eine räumliche Filterung werden nun aus dem ersten beziehungsweise zweiten Eingangssignal 36a, 36b Richtsignale mit unterschiedlichen Richtcharakteristiken 22 gebildet. Die einzelnen Richtcharakteristiken 22 weisen dabei jeweils einen Zentralwinkel α_j bezüglich der Frontalrichtung 10 des Benutzers 2 sowie eine Winkelaufweitung D3 auf. Der Zentralwinkel α_j wird dabei jeweils definiert durch den Winkel zwischen der Richtung 18 der maximalen Empfindlichkeit einer Richtcharakteristik 22 und der Frontalrichtung 10 des Benutzers 2. Anhand der Richtsignale mit den Richtcharakteristiken 22 wird nun über die entsprechenden Signalpegel die Präsenz einer ersten Nutzsignalquelle 38a in einer ersten Richtung 20a sowie die Präsenz einer zweiten Nutzsignalquelle 38b in einer zweiten Richtung 20b ermittelt. Dabei wird den Richtungen 18a, 18b maximale Empfindlichkeit der Richtcharakteristiken 22a, 22b, deren entsprechende Richtsignale die größten Pegelanteile aufweisen, die erste beziehungsweise zweite Richtung 20a, 20b zugewiesen. Das erste Richtsignal 40a und das zweite Richtsignal 40b, welche jeweils die erste Richtcharakteristik 22a beziehungsweise die zweite Richtcharakteristik 22b aufweisen, werden nun durch eine lineare Superposition 42 miteinander gemischt, sodass das aus der linearen Superposition 42 resultierende Signal 44 einem Signalverarbeitungsblock 46 zugeführt wird, in welchem alle weiteren, für das Hörgerät 4 spezifischen Signalverarbeitungsalgorithmen durchgeführt werden. Der Signalverarbeitungsblock 46 gibt ein Ausgangssignal 48 aus, welches von einem Ausgangswandler 50, der im vorliegenden Fall durch einen Lautsprecher gebildet wird, in ein für den Benutzer 2 hörbares Schallsignal umgewandelt wird.

[0031] In Fig. 3 ist schematisch in einen Blockdiagramm ein alternativer Ablauf des Verfahrens 30 nach Fig. 2 dargestellt. Über das erste beziehungsweise zweite Ein-

gangssignal 36a, 36b wird hier nun eine Mehrzahl an kerbenförmigen Empfindlichkeitscharakteristiken 52a bis 52d gelegt, welche jeweils die gleiche Winkelaufweitung D4 aufweisen und bei einem Zentralwinkel α_j ein Empfindlichkeitsminimum haben. Die Bestimmung der Position der ersten und zweiten Nutzsignalquelle 38a, 38b erfolgt nun anhand der Ermittlung derjenigen Richtsignale, für welche durch die entsprechende Empfindlichkeitscharakteristik 52a bis 52d der relative Signalpegel, normiert über den Gesamtsignalpegel, am meisten abgesenkt wird. Die beiden Zentralwinkel α_j der betreffenden Empfindlichkeitscharakteristiken 52a, 52b werden dann als erste und zweite Richtung 20a, 20b der ersten beziehungsweise zweiten Nutzsignalquelle 38a, 38b zugewiesen. Daraufhin werden aus dem ersten und dem zweiten Eingangssignal 36a, 36b das erste Richtsignal 40a und das zweite Richtsignal 40b gebildet, welche die erste beziehungsweise zweite Richtcharakteristik 22a, 22b aufweisen. Die nun folgenden Schritte der linearen Superposition 42 des ersten und zweiten Richtsignals 40a, 40b sind zur in Fig. 2 dargestellten Ausführungsformen des Verfahrens 30 identisch.

[0032] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht durch dieses Ausführungsbeispiel eingeschränkt. Andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0033]

1	Hörsituation
2	Benutzer
4	Hörgerät
6	erster Gesprächspartner
8	zweiter Gesprächspartner
10	Frontalrichtung
12	Rauschquelle
12a	Rauschquelle
12b	Rauschquelle
14	Richtcharakteristik
16	Richtcharakteristik
18	Richtung maximaler Empfindlichkeit
20a	erste Richtung
20b	zweite Richtung
22	Richtcharakteristik
22a	erste Richtcharakteristik
22b	zweite Richtcharakteristik
30	Verfahren
32a	erster Eingangswandler
32b	zweiter Eingangswandler
34	Schallsignal
36a	erstes Eingangssignal
36b	zweites Eingangssignal
38a	erste Nutzsignalquelle
38b	zweite Nutzsignalquelle

40a	erstes Richtsignal
40b	zweites Richtsignal
42	Superposition
44	resultierendes Signal
46	Signalverarbeitungsblock
48	Ausgangssignal
50	Ausgangswandler
52a-d	Empfindlichkeitscharakteristik
D1-D4	Winkelaufweitung
α	Winkelbetrag
α_j	Zentralwinkel

15 Patentansprüche

1. Verfahren (30) zum Betrieb eines Hörgerätes (4), welches wenigstens einen ersten Eingangswandler (32a), einen zweiten Eingangswandler (32b) und wenigstens einen Ausgangswandler (50) umfasst, wobei der erste Eingangswandler (32a) aus einem Schallsignal der Umgebung ein erstes Eingangssignal (36a) generiert und der zweite Eingangswandler (32b) aus dem Schallsignal ein zweites Eingangssignal (36b) generiert, wobei einer ersten Nutzsignalquelle (38a) eine erste Richtung (20a) und einer zweiten Nutzsignalquelle (38b), welche von der ersten Nutzsignalquelle (38a) räumlich getrennt ist, eine zweite Richtung (20b) zugeordnet wird, wobei anhand des ersten Eingangssignals (36a) und des zweiten Eingangssignals (36b) ein in der ersten Richtung (20a) ausgerichtetes erstes Richtsignal (40a) und ein in der zweiten Richtung (20b) ausgerichtetes zweites Richtsignal (40b) gebildet werden, und wobei anhand des ersten Richtsignals (40a) und des zweiten Richtsignals (40b) ein Ausgangssignal (48) gebildet wird, welches vom Ausgangswandler (50) des Hörgerätes (4) in ein Schallsignal umgewandelt wird.
2. Verfahren (30) nach Anspruch 1, wobei das erste Richtsignal (40a) und das zweite Richtsignal (40b) als eine Superposition in das Ausgangssignal (48) eingehen.
3. Verfahren (30) nach Anspruch 2, wobei für die Superposition jeweils Linearfaktoren für das erste Richtsignal (40a) und für das zweite Richtsignal (40b) frequenzbandweise bestimmt werden.
4. Verfahren (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Richtsignal (40a) und/oder das zweite Richtsignal (40b) eine kegel- oder keulenförmige Richtcharakteristik (22a, 22b) aufweisen.

5. Verfahren (30) nach Anspruch 4,
wobei die Richtcharakteristik (22a, 22b) des ersten Richtsignals (40a) und/oder des zweiten Richtsignals (40b) bei einem Zentralwinkel (α_j) eine maximale Empfindlichkeit aufweist, und bei einer Winkelabweichung von 10° vom jeweiligen Zentralwinkel (α_j) eine um wenigstens 3 dB abgeschwächte Empfindlichkeit aufweist.
6. Verfahren (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste Richtung (20a) und die zweite Richtung (20b) zur Zuordnung anhand des ersten Eingangssignals (36a) und des zweiten Eingangssignals (36b) ermittelt werden.
7. Verfahren (30) nach Anspruch 6,
wobei anhand des ersten Eingangssignals (36a) und des zweiten Eingangssignals (36b) eine Mehrzahl an winkelabhängigen Richtcharakteristiken (22, 22a, 22b, 52a-52d) mit einem jeweils festen Zentralwinkel (α_j) und einer jeweils gegebenen Winkelaufweitung (D3, D4) gebildet werden,
wobei die Signalanteile zu den einzelnen Richtcharakteristiken (22, 22a, 22b, 52a-52d) auf das Vorhandensein eines Nutzsignals von einer Nutzsignalquelle (38a, 38b) hin untersucht werden, und
wobei zu einer in einer bestimmten Richtcharakteristik (22, 22a, 22b, 52a-52d) ermittelten ersten Nutzsignalquelle (38a) der entsprechende Zentralwinkel (α_j) als erste Richtung (20a) vorgegeben wird.
8. Verfahren (30) nach Anspruch 7,
wobei ein Winkelabstand zweier bezüglich ihrer jeweiligen Zentralwinkel (α_j) benachbarter Richtcharakteristiken (22, 22a, 22b, 52a-52d) der halben Winkelaufweitung (D3, D4) entspricht.
9. Verfahren (30) nach Anspruch 7 oder Anspruch 8,
wobei die einzelnen Richtcharakteristiken jeweils durch eine kerbenförmige Empfindlichkeitscharakteristik (52a-52d) bestimmt werden, welche durch wenigstens zwei Bedingungen bestimmt ist, sodass durch die wenigstens zwei Bedingungen jeweils ein Zentralwinkel (α_j) und eine Winkelaufweitung (D4) der Empfindlichkeitscharakteristik (52a-52d) festgelegt sind, und wobei die Signalanteile zu den einzelnen Richtcharakteristiken jeweils anhand einer relativen Abschwächung durch die Empfindlichkeitscharakteristik (52a-52d) auf das Vorhandensein eines Nutzsignals untersucht werden.
10. Verfahren (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Hörgerät (4) von einem Benutzer (2) getragen wird, und
wobei das erste Eingangssignal (36a) und das zweite Eingangssignal (36b) auf bezüglich des Kopfes des Benutzers (2) unterschiedlichen Seiten erzeugt werden.
11. Verfahren (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei ein weiterer Eingangswandler aus dem Schallsignal ein weiteres Eingangssignal generiert, und
wobei das erste Richtsignal (40a) und das zweite Richtsignal (40b) anhand des ersten Eingangssignals (36a), des zweiten Eingangssignals (36b) und des weiteren Eingangssignals gebildet werden.
12. Verfahren (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei einer weiteren Nutzsignalquelle, welche von der ersten Nutzsignalquelle und von der zweiten Nutzsignalquelle räumlich getrennt ist, eine weitere Richtung zugeordnet wird,
wobei anhand des ersten Eingangssignals (36a) und des zweiten Eingangssignals (36b) in der weiteren Richtung ausgerichtetes weiteres Richtsignal gebildet wird, und
wobei das Ausgangssignal (48) anhand des ersten Richtsignals (40a), des zweiten Richtsignals (40b) und des weiteren Richtsignals gebildet wird.
13. Hörgerät (4), insbesondere binaurales Hörgerät, umfassend wenigstens einen ersten Eingangswandler (32a) zur Erzeugung eines ersten Eingangssignals (36a) aus einem Schallsignal der Umgebung, einen zweiten Eingangswandler (32b) zur Erzeugung eines zweiten Eingangssignals (36b) aus dem Schallsignal, wenigstens einen Ausgangswandler (50), und eine Signalverarbeitungseinheit, welche zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorgehenden Ansprüche eingerichtet ist.

Fig. 1a

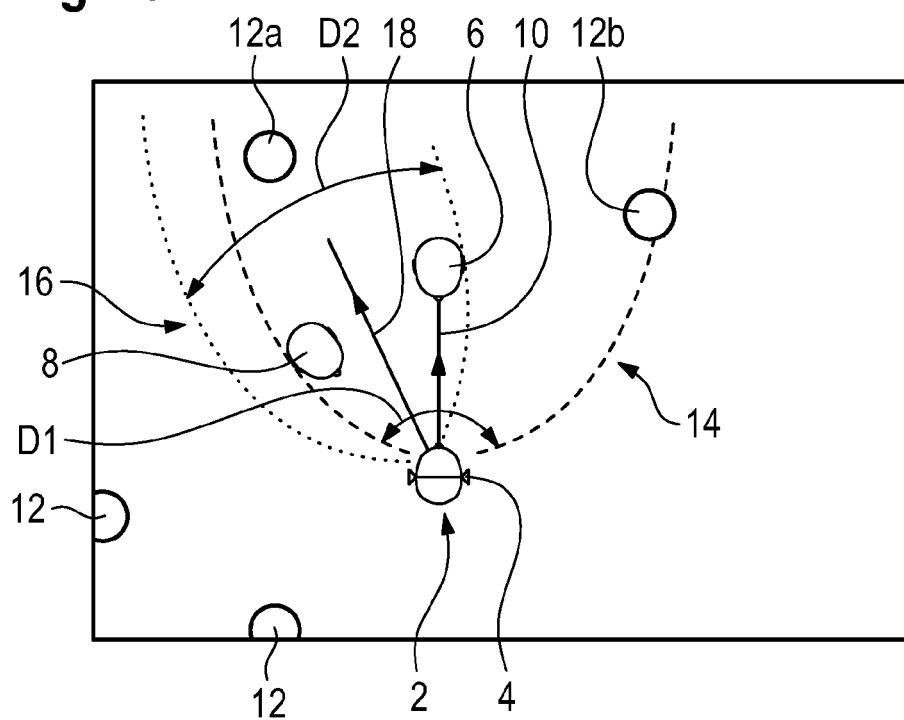


Fig. 1b

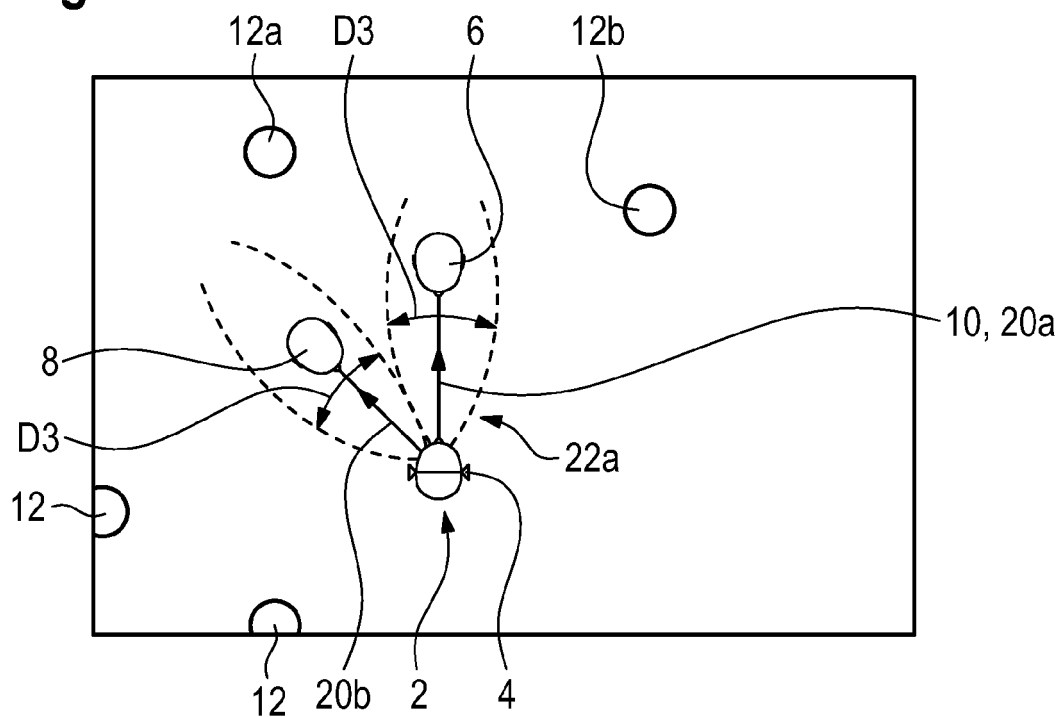


Fig. 2

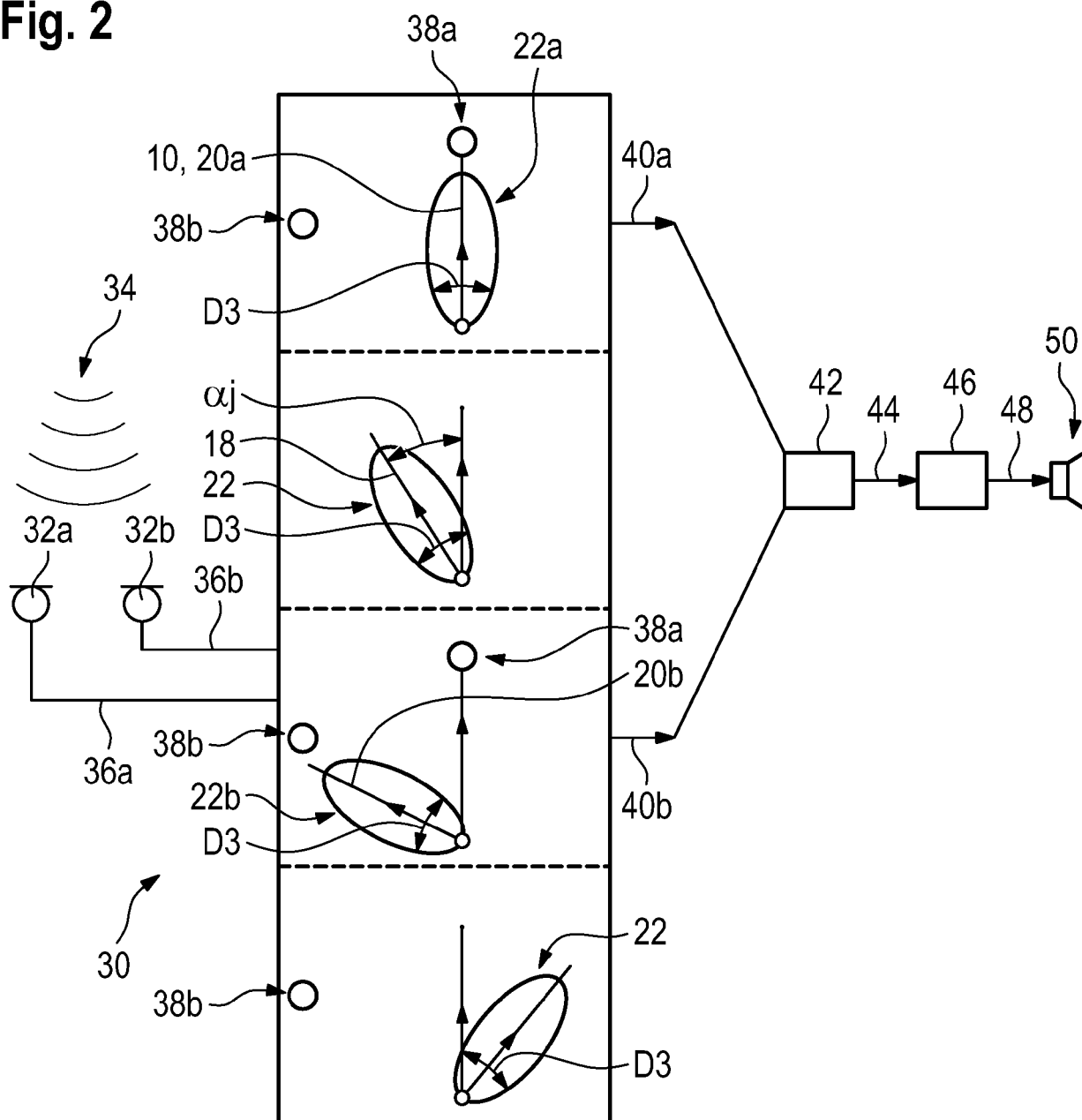
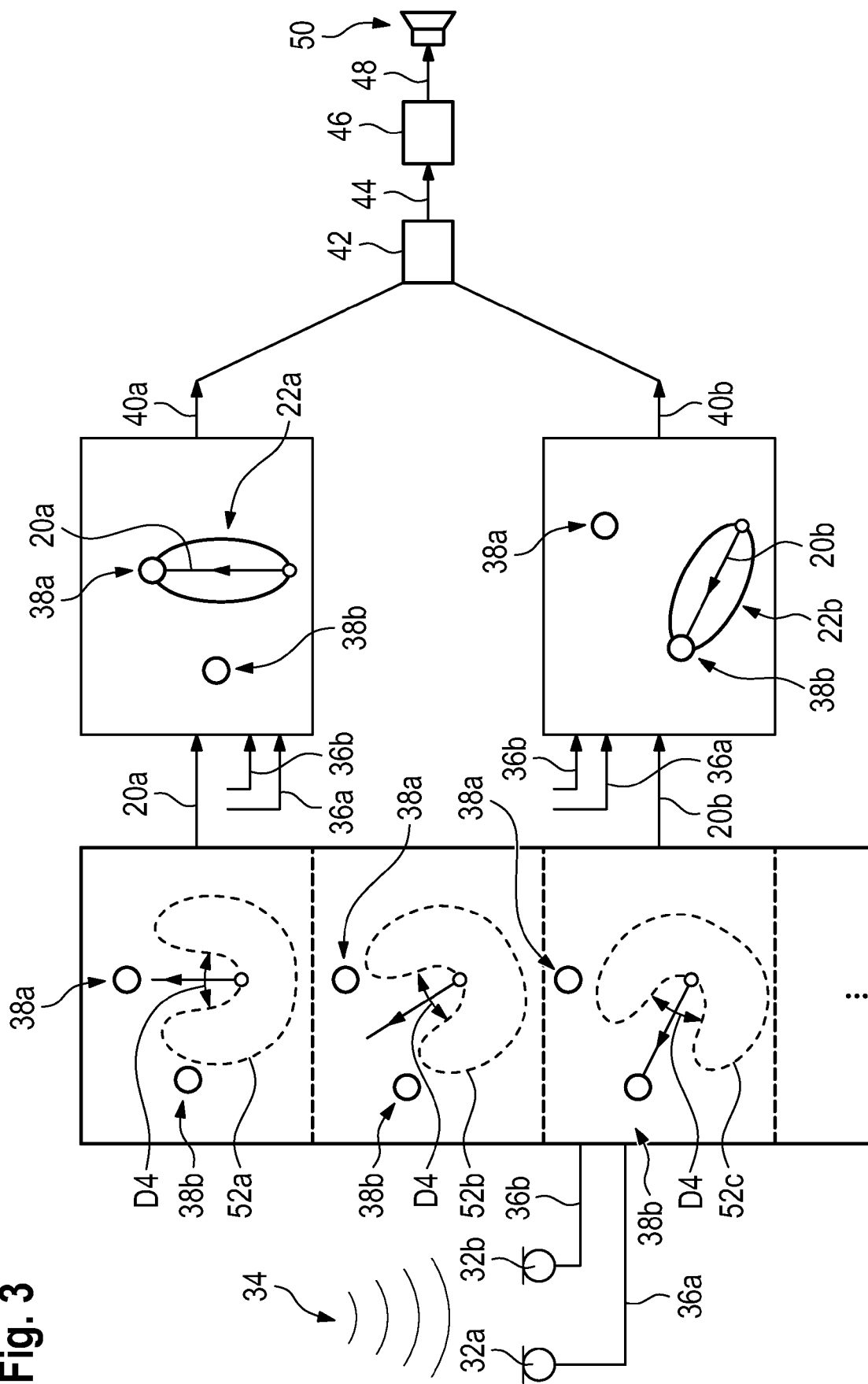


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 20 1673

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	WO 2008/043758 A1 (SIEMENS AUDIOLOGISCHE TECHNIK [DE]; FISCHER EGHART [DE]; FROEHLICH MAT) 17. April 2008 (2008-04-17) * Seite 12 - Seite 14; Abbildung 3 * * Seite 11, Zeile 22 - Zeile 35 * * Seite 6, Zeile 24 - Zeile 30 * -----	1-13	INV. H04R25/00
A	DE 10 2013 215131 A1 (SIEMENS MEDICAL INSTR PTE LTD [SG]) 5. Februar 2015 (2015-02-05) * Absätze [0020], [0040], [0042] * -----	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. April 2018	Prüfer Betgen, Benjamin
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 03.92 (P04C03)

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

EP 17 20 1673

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.

12-04-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2008043758 A1	17-04-2008	AU 2007306366 A1	17-04-2008
			EP 2080410 A1	22-07-2009
			JP 5130298 B2	30-01-2013
			JP 2010506526 A	25-02-2010
			US 2010027821 A1	04-02-2010
			WO 2008043758 A1	17-04-2008
20	DE 102013215131 A1	05-02-2015	DE 102013215131 A1	05-02-2015
			EP 2833651 A1	04-02-2015
			US 2015036850 A1	05-02-2015
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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