



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.10.2024 Patentblatt 2024/41

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H04R 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24163479.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**H04R 25/407; H04R 25/552; H04R 2225/43;
H04R 2430/21; H04R 2430/23**

(22) Anmeldetag: **14.03.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **MÜLLER-WEHLAU, Matthias**
91058 Erlangen (DE)
• **HARLANDER, Niklas**
91058 Erlangen (DE)
• **LUEKEN, Tammo Sebastian**
61191 Rosbach vor der Höhe (DE)

(30) Priorität: **20.03.2023 DE 102023202437**

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

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

(54) **VERFAHREN ZUR LOKALISIERUNG EINER SCHALLQUELLE FÜR EIN BINAURALES HÖRSYSTEM**

(57) Die Erfindung nennt ein Verfahren zur Lokalisierung einer Schallquelle (4) für ein binaurales Hörsystem (BIN) mit einem ersten Hörinstrument (HI1) und einem zweiten Hörinstrument (HI2), wobei durch eine Mehrzahl an ersten bzw. zweiten Eingangswandlern (Mv1, Mh1, Mv2, Mh2) des ersten bzw. zweiten Hörinstrumentes (HI1, HI2) aus einem Schallsignal (10) der Umgebung jeweils eine entsprechende Mehrzahl an ersten bzw. zweiten Eingangssignalen (Ev1, Eh1, Ev2, Eh2) erzeugt wird, wobei anhand der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) mittels einer Richtungs-Signalverarbeitung (24) jeweils eine Mehrzahl an ersten Richtsignalen (R1a-z) derart erzeugt wird, dass jedes der ersten Richtsignale (R1a-z) bezüglich einer Vorzugsrichtung (9) des binauralen Hörsystems (BIN) jeweils in einer anderen Minimalrichtung (DirMin1a-z) eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der ersten Richtsignale (R1a-z) eine erste Quellenrichtung (Q1) der Schallquelle (4) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (9), ausgehend vom ersten Hörinstrument (HI1), ermittelt wird, wobei anhand der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) mittels einer Richtungs-Signalverarbeitung (25) jeweils eine Mehrzahl an zweiten Richtsignalen (R2a-z) derart erzeugt wird, dass jedes der zweiten Richtsignale (R2a-z) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (9) jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der zweiten Richtsignale (R2a-z) eine zweite Quellenrichtung (Q2) der Schallquelle (4) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (9), ausgehend vom zweiten Hörinstrument (HI2), ermittelt wird, und wobei anhand der ersten Quellenrichtung (Q1), der zweiten

Quellenrichtung (Q2) und einer Distanz zwischen dem ersten Hörinstrument (HI1) und dem zweiten Hörinstrument (HI2) ein Abstand der besagten Schallquelle (4) bezüglich eines Referenzpunktes (11) des binauralen Hörsystems (BIN) sowie eine Hauptrichtung (a) der besagten Schallquelle (4) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (9) ermittelt wird, und die Schallquelle (4) hierdurch lokalisiert wird.

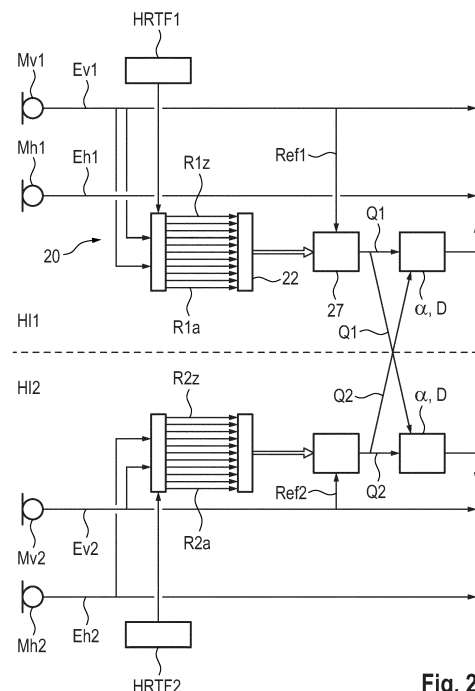


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lokalisierung einer Schallquelle für ein binaurales Hörsystem, wobei aus einem Schallsignal der Umgebung eine Mehrzahl an ersten Eingangssignalen erzeugt wird, und wobei anhand der ersten Eingangssignale mittels einer direktionalen Signalverarbeitung jeweils eine Mehrzahl an ersten Richtsignalen derart erzeugt wird, dass jedes der ersten Richtsignale bezüglich einer Vorzugsrichtung des binauralen Hörsystems jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der ersten Richtsignale eine erste Quellenrichtung einer Schallquelle bezüglich der besagten Vorzugsrichtung ermittelt wird.

[0002] Als Hörinstrument wird allgemein ein elektronisches Gerät bezeichnet, das das Hörvermögen einer das Hörinstrument tragenden Person (die nachfolgend als "Träger" oder "Benutzer" bezeichnet ist) unterstützt. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf Hörinstrumente, die dazu eingerichtet sind, einen Hörverlust eines hörgeschädigten Nutzers ganz oder teilweise zu kompensieren. Ein solches Hörinstrument wird auch als "Hörgerät" bezeichnet. Daneben gibt es Hörinstrumente, die das Hörvermögen von normalhörenden Nutzern schützen oder verbessern, zum Beispiel in komplexen Hörsituationen ein verbessertes Sprachverständnis ermöglichen sollen, oder auch in Form von Kommunikationsgeräten (also etwa Headsets o.ä., ggf. mit Ohrstöpsel-förmigen Kopfhörern).

[0003] Hörinstrumente im Allgemeinen, und Hörgeräte im Speziellen, sind meist dazu ausgebildet, am Kopf und hier insbesondere in oder an einem Ohr des Benutzers getragen zu werden. Im Betrieb des Hörinstruments nimmt einer oder mehrere (akusto-elektrische) Eingangswandler einen Umgebungsschall auf und wandelt diesen Umgebungsschall jeweils in ein entsprechendes elektrisches Eingangssignal um, dessen Spannungsschwankungen bevorzugt Informationen zu den in der Luft durch den Umgebungsschall hervorgerufenen Oszillationen des Luftdrucks tragen. In einer Signalverarbeitungseinrichtung (einem Signalprozessor) wird das oder jedes Eingangssignal verarbeitet (d. h. hinsichtlich seiner Schallinformation modifiziert), um insbesondere das Hörvermögen des Nutzers zu unterstützen, also besonders bevorzugt um einen Hörverlust des Nutzers auszugleichen. Die Signalverarbeitungseinrichtung gibt ein entsprechend verarbeitetes Audiosignal als Ausgangssignal an einen Ausgangswandler (z.B. einen Lautsprecher) aus, welcher das Ausgangssignal in ein Ausgangsschallsignal umwandelt. Das Ausgangsschallsignal kann dabei in einem Luftschall bestehen, welcher in den Gehörgang des Nutzers abgegeben wird. Das Ausgangsschallsignal kann z.B. auch in den Schädelknochen des Nutzers abgegeben werden.

[0004] Hierbei können insbesondere einzelne Schallquellen durch direktionale Signalverarbeitung (z.B. Richtmikrofonie) mehrerer Eingangssignale hervorgeho-

ben werden, oder Störschallquellen abgesenkt oder auch ganz ausgeblendet werden. Gerade in komplexeren Hörsituationen mit mehreren Schallquellen, von denen ggf. nur eine oder wenige als Nutzsignalquellen zu betrachten sind, kann hierbei der Träger durch eine mögliche Verbesserung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses ("Signal-to-Noise Ratio", SNR) profitieren. Ein Problem hierbei ist jedoch, gerichtete Störschallquellen sauber von Nutzsignalquellen zu unterscheiden, um mittels der beschriebenen direktionalen Signalverarbeitung die Signale der ermittelten Nutzsignalquellen hervorzuheben.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für ein Hörinstrument oder ein Hörsystem mit einem Hörinstrument anzugeben, mittels dessen eine möglichst präzise räumliche Lokalisierung einer Nutzsignalquelle möglich ist.

[0006] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Lokalisierung einer Schallquelle für ein binaurales Hörsystem mit einem ersten Hörinstrument und einem zweiten Hörinstrument, wobei durch eine Mehrzahl an ersten Eingangswandlern des ersten Hörinstruments aus einem Schallsignal der Umgebung eine entsprechende Mehrzahl an ersten Eingangssignalen erzeugt wird, und wobei durch eine Mehrzahl an zweiten Eingangswandlern des zweiten Hörinstruments aus dem Schallsignal der Umgebung eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Eingangssignalen erzeugt wird.

[0007] Verfahrensgemäß ist hierbei vorgesehen, dass anhand der ersten Eingangssignale mittels einer direktionalen Signalverarbeitung jeweils eine Mehrzahl an ersten Richtsignalen derart erzeugt wird, dass jedes der ersten Richtsignale bezüglich einer Vorzugsrichtung des binauralen Hörsystems jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der ersten Richtsignale eine erste Quellenrichtung der Schallquelle bezüglich der besagten Vorzugsrichtung, ausgehend vom ersten Hörinstrument, ermittelt wird, dass weiter anhand der zweiten Eingangssignale mittels einer direktionalen Signalverarbeitung jeweils eine Mehrzahl an zweiten Richtsignalen derart erzeugt wird, dass jedes der zweiten Richtsignale bezüglich der besagten Vorzugsrichtung jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der zweiten Richtsignale eine zweite Quellenrichtung der Schallquelle bezüglich der besagten Vorzugsrichtung, ausgehend vom zweiten Hörinstrument, ermittelt wird, und dass anhand der ersten Quellenrichtung, der zweiten Quellenrichtung und eines Abstandes zwischen dem ersten Hörinstrument und dem zweiten Hörinstrument ein Abstand der besagten Schallquelle bezüglich eines Referenzpunktes des binauralen Hörsystems sowie eine Hauptrichtung der besagten Schallquelle bezüglich der besagten Vorzugsrichtung ermittelt wird, und die Schallquelle hierdurch lokalisiert wird. Vorteilhafte und für sich gesehen erfinderische Ausgestal-

tungen sind Gegenstand der Unteransprüche und der nachfolgenden Beschreibung.

[0008] Als ein Hörinstrument ist hierbei generell jedwede Vorrichtung umfasst, welche dazu eingerichtet ist, aus einem elektrischen Signal ein Schallsignal zu erzeugen und einem Gehör eines Trägers dieser Vorrichtung zuzuführen, also insbesondere ein Kopfhörer (z.B. als "Earplug"), ein Headset, eine Datenbrille mit Lautsprecher, etc. Als ein Hörinstrument ist aber auch ein Hörgerät im engeren Sinne umfasst, also ein Gerät zur Versorgung einer Hörschwäche des Trägers, in welchem ein aus einem Umgebungssignal mittels eines Mikrofons erzeugtes Eingangssignal zu einem Ausgangssignal verarbeitet und dabei insbesondere frequenzbandabhängig verstärkt wird, und ein aus dem Ausgangssignal mittels eines Lautsprechers o.ä. erzeugtes Ausgangsschallsignal dazu geeignet ist, insbesondere benutzerspezifisch die Hörschwäche des Trägers zumindest teilweise zu kompensieren.

[0009] Der Begriff "binaurales Hörsystem" bezeichnet ein System, welches zwei Hörinstrumente im o.g. Sinn umfasst, von denen jedes einzelne zur Versorgung eines Ohrs des Trägers dient (also des linken oder des rechten Ohrs) und im bestimmungsgemäßen Betrieb vom Träger am oder im jeweiligen Ohr getragen wird, sodass beide Ohren des Trägers durch jeweils ein Hörinstrument versorgt werden.

[0010] Unter einem Eingangswandler ist hierbei insbesondere jedwede Vorrichtung umfasst, welche 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. Das entsprechend erzeugte Eingangssignal ist dabei insbesondere durch ein elektrisches Signal gegeben, dessen Strom- und/oder Spannungsschwankungen im Wesentlichen die Schalldruck-Schwankungen der Luft repräsentieren.

[0011] In jedem der beiden Hörinstrumente wird also aus dem Umgebungsschall, welcher bevorzugt wenigstens ein Nutzsignal einer entsprechenden Nutzsignalquelle umfasst, jeweils eine Mehrzahl an ersten bzw. zweiten Eingangssignalen durch entsprechende erste bzw. zweite Eingangswandler erzeugt, wobei die konkrete Anzahl nicht notwendigerweise für beide Hörinstrumente identisch zu sein braucht. Bevorzugt werden jedoch in beiden Hörinstrumenten jeweils dieselbe Anzahl an Eingangssignalen erzeugt.

[0012] Der Begriff einer direktionalen Signalverarbeitung umfasst insbesondere eine Abbildung der jeweils durch die direktionale Signalverarbeitung zu verarbeitenden Signale auf wenigstens ein aus der direktionalen Signalverarbeitung resultierendes Signal, welches eine nicht-triviale Richtcharakteristik aufweist, also als Folge der direktionalen Signalverarbeitung in wenigstens zwei verschiedenen Raumrichtungen unterschiedliche Emp-

findlichkeiten aufweist. Insbesondere kann die direktionale Signalverarbeitung mittels einer ggf. mehrstufigen (also kaskadierten) zeitverzögerten Überlagerung der zu verarbeitenden Signale erzielt werden, wobei ggf. zunächst mittels einer primären zeitverzögerten Überlagerung eines oder mehrere Zwischensignale erzeugt werden, welche ihrerseits (ggf. erneut zeitverzögert) überlagert werden können, um so das resultierende Signal zu generieren.

[0013] Die ersten Eingangssignale werden nun mittels einer solchen direktionalen Signalverarbeitung zu einer Mehrzahl an ersten Richtsignalen als resultierenden Signalen derart verarbeitet, dass für jedes der ersten Richtsignale die Richtung minimaler Empfindlichkeit, also die Minimalrichtung bezüglich einer vorgegebenen Vorzugsrichtung des binauralen Hörsystems um einen anderen Winkel verschwenkt ist, und somit also die Minimalrichtung (im durch die Vorzugsrichtung gegebenen Bezugssystem) für jedes der ersten Richtsignale eine andere ist.

[0014] Dies kann insbesondere über die Parameter der direktionalen Verarbeitung (bspw. Zeitkonstanten und/oder Gewichte der Überlagerung) implementiert werden. Vergleichbares gilt zudem für die Erzeugung der zweiten Richtsignale aus den zweiten Eingangssignalen hinsichtlich der zweiten Richtsignale, und der entsprechenden Minimalrichtungen für diese.

[0015] Insbesondere wird hierbei die besagte Vorzugsrichtung des binauralen Hörsystems anhand einer Frontalrichtung des Trägers beim bestimmungsgemäßen Tragen der Hörinstrumente des Hörsystems bestimmt, wobei unter dem bestimmungsgemäßen Tragen hierbei insbesondere die für den Betrieb vorgesehene, der Anatomie entsprechende Anordnung der Hörinstrumente im bzw. am jeweiligen Ohr umfasst ist. Die Vorzugsrichtung kann dabei direkt als die Frontalrichtung bestimmt werden, oder abhängig von dieser, etwa über eine nicht zu überschreitende relative Winkelabweichung.

[0016] Anhand der ersten Richtsignale wird nun für das erste Hörinstrument eine erste Quellenrichtung der Schallquelle ermittelt. Dies kann insbesondere dadurch erfolgen, dass dasjenige der ersten Richtsignale herangezogen wird, welches den geringsten Signalpegel aufweist, und entsprechend ein Schallsignal der Schallquelle durch dieses erste Richtsignal am meisten abgeschwächt wird. Hieraus lässt sich bevorzugt schließen, dass eine Richtung der betreffenden Schallquelle der Minimalrichtung des genannten ersten Richtsignals am nächsten liegt. Anhand dieser Minimalrichtung lässt sich dann, wenigstens als eine Näherung für eine Richtung der besagten Schallquelle, die erste Quellenrichtung für das erste Hörinstrument bestimmen.

[0017] Hierbei kann jedoch insbesondere auch eine Gewichtung mit den Minimalrichtungen von anderen ersten Richtsignalen dahingehend erfolgen, dass z.B. bei einer maximalen Abschwächung durch ein bestimmtes erstes Richtsignal, welche dennoch lediglich "moderat" ist (im Sinne von Vergleichen relativer Werte mit entspre-

chenden Grenzwerten, bezogen etwa auf einen Gesamtpegel durch ein bevorzugt omnidirektionales Referenzsignal, oder jeweils auf alle anderen der ersten Richtsignale) auch die Minimalrichtung eines benachbarten ersten Richtsignals noch herangezogen werden kann. Die erste Quellenrichtung kann dann insbesondere anhand mehrerer Minimalrichtungen sowie anhand einer entsprechenden Gewichtung gemäß der jeweiligen Signalpegel der zugrunde liegenden ersten Richtsignale bestimmt werden.

[0018] Bevorzugt werden hierbei die ersten Richtsignale derart erzeugt, dass ihre Minimalrichtungen möglichst gleichmäßig über den Raum oder wenigstens über einen zusammenhängenden Teilbereich des Raumes (z.B. vorderer oder linker oder rechter Halbraum, vorderer linker oder vorderer rechter Quadrant o.ä.) verteilt sind. Vorzugsweise gilt das hier gesagte auch für das Ermitteln der zweiten Quellenrichtung anhand der zweiten Richtsignale.

[0019] Anhand der ersten und der zweiten Quellenrichtung sowie anhand des Abstands zwischen den beiden Hörinstrumenten kann dann, insbesondere über entsprechende Triangulation, ein Abstand der Schallquelle bezüglich eines

[0020] Referenzpunktes des binaurales Hörsystems sowie eine Hauptrichtung der Schallquelle bezüglich der besagten Vorzugsrichtung ermittelt werden. Insbesondere wird hierbei der besagte Referenzpunkt des binauralen Hörsystems anhand eines Mittelpunktes zwischen dem ersten Hörinstrument und dem zweiten Hörinstrument beim bestimmungsgemäßen Tragen bestimmt, z.B. direkt als besagter Mittelpunkt oder abhängig von diesem, etwa über eine nicht zu überschreitende relative Abweichung.

[0021] Üblicherweise unterscheiden sich bei einer Schallquelle im Nahfeld (also z.B. bis zu ca. 2m, ggf. auch bis zu 2,5 oder 3m) die erste und die zweite Quellenrichtung infolge der Distanz der beiden Hörinstrumente zueinander. Anhand dieser Distanz, welche für den Träger individuell gemessen werden kann, oder aus allgemeinen Statistiken vorgegeben werden kann, und der beiden Quellenrichtungen kann nun also die Schallquelle im Raum bezüglich des Referenzpunktes lokalisiert werden, also ihr Abstand zum Referenzpunkt und ihre Hauptrichtung zur Vorzugsrichtung ermittelt werden. Bevorzugt wird hierfür jeweils eine Quellenrichtung vom Hörinstrument der Ermittlung zum jeweils anderen Hörinstrument übertragen, sodass in beiden Hörinstrumenten jeweils beide Quellenrichtungen vorliegen, und die Lokalisierung in beiden Hörinstrumenten anhand derselben Algorithmen erfolgen kann. In Abhängigkeit dieser Lokalisierung kann dann eine entsprechende direktionale Signalverarbeitung zur Anhebung der Schallquelle erfolgen (oder auch zur Absenkung, wenn die Schallquelle als Störquelle identifiziert wird), also insbesondere anhand des ermittelten Abstands und der ermittelten Hauptrichtung der besagten Schallquelle eine Hervorhebung oder Unterdrückung der lokalisierten Schallquelle durch-

geführt werden.

[0022] Bevorzugt wird in jedem der ersten und/oder zweiten Richtsignale anhand von spektralen und/oder temporalen Merkmalen eine Spracherkennung durchgeführt, wobei die erste bzw. zweite Quellenrichtung anhand von in den ersten bzw. zweiten Richtsignalen erkannten Sprachanteilen durchgeführt wird, und wobei als Schallquelle ein erster Sprecher lokalisiert wird. Insbesondere kann hierbei ermittelt werden, wie sehr ein anhand der spektralen und/oder temporalen Merkmale in den jeweiligen ersten bzw. zweiten Richtsignalen erkannter Sprachanteil jeweils abgeschwächt wird.

[0023] Vorteilhafterweise wird hierbei jeweils ein bestimmtes erstes und/oder Eingangssignal eines bestimmten ersten bzw. zweiten Eingangswandlers als erstes bzw. zweites Referenzsignal des ersten bzw. zweiten Hörinstruments verwendet, wobei eine Spracherkennung im ersten bzw. zweiten Referenzsignal durchgeführt wird, und wobei die erste bzw. zweite Quellenrichtung anhand von Unterschieden von hierbei im ersten bzw. zweiten Referenzsignal erkannten Sprachanteilen bezüglich der jeweils in den ersten bzw. zweiten Richtsignalen erkannten Sprachanteile ermittelt wird. Die in den ersten Richtsignalen anhand der Spracherkennung jeweils erkannten Sprachanteile werden somit mit den im bevorzugt omnidirektionalen ersten Referenzsignal erkannten Sprachanteilen verglichen, um gezielt die Abschwächung eines Sprechers durch das jeweilige erste Richtsignal zu bestimmen. Vergleichbares gilt für die Sprachanteile der zweiten Richtsignale bzgl. des zweiten Referenzsignals.

[0024] Günstigerweise wird dabei zusätzlich in jedem der ersten bzw. zweiten Richtsignale eine Spracherkennung bezüglich eines zweiten Sprechers anhand von entsprechenden spektralen und/oder temporalen Merkmalen durchgeführt, und besagter zweiter Sprecher als eine weitere Schallquelle lokalisiert. Dies umfasst insbesondere, dass die Spracherkennung anhand der spektralen und/oder temporalen Merkmale einen konkreten Sprecher (aus mehreren) identifizieren kann (z.B. über charakteristische Merkmale bei Formanten/Konsonanten, Sprechpausen etc.), und die Spracherkennung in den ersten und zweiten Richtsignalen sowie im ersten und zweiten Referenzsignal unabhängig voneinander jeweils bezüglich zweier konkreter Sprecher durchgeführt wird, um diesen beiden jeweils erste und zweite Quellenrichtungen zuzuordnen.

[0025] Vorzugsweise wird jedes der ersten Richtsignale anhand einer zeitverzögerten Überlagerung der ersten Eingangssignale erzeugt, und hierbei jeweils die Minimalrichtung anhand wenigstens einer Zeitkonstante und/oder wenigstens eines Gewichtungsfaktor der besagten Überlagerung eingestellt. Entsprechend wird bevorzugt jedes der zweiten Richtsignale anhand einer zeitverzögerten Überlagerung der zweiten Eingangssignale erzeugt, und hierbei jeweils die Minimalrichtung anhand wenigstens einer Zeitkonstante und/oder wenigstens eines Gewichtungsfaktor der besagten Überlagerung ein-

gestellt. Zeitverzögerte Überlagerungen haben als lineare Signalverarbeitungsprozesse den Vorteil einer einfachen Implementierung sowie einer leicht nachvollziehbaren Steuerung der jeweiligen Winkelgrößen.

[0026] Als weiter vorteilhaft erweist es sich hierbei, wenn als Mehrzahl an ersten Eingangssignalen jeweils ein vorderes erstes Eingangssignal und ein hinteres erstes Eingangssignal durch einen entsprechenden vorderen bzw. hinteren ersten Eingangswandler erzeugt wird, und/oder als Mehrzahl an zweiten Eingangssignalen jeweils ein vorderes zweites Eingangssignal und ein hinteres zweites Eingangssignal durch einen entsprechenden vorderen bzw. hinteren zweiten Eingangswandler erzeugt wird. Während für das Verfahren auch mehr als zwei Eingangssignale pro Hörinstrument verwendet werden können, so ist einerseits die Verwendung lediglich zweier Eingangssignale pro Hörinstrument bereits ausreichend, und zudem hinreichend für eine Lokalisierung von brauchbarer Qualität. Zudem sind am bzw. im Ohr zu tragende Hörinstrumente oftmals erheblichen Einschränkungen beim für einzelne Komponenten verfügbaren Platz unterworfen. Beim bestimmungsgemäßen Tragen des betreffenden Hörinstruments ist bevorzugt der jeweilige vordere bzw. hintere Eingangswandler bzgl. der Vorzugsrichtung entsprechend weiter vorne bzw. weiter hinten im Hörinstrument angeordnet (wobei zusätzlich ggf. auch eine Versetzung in Längsrichtung, also kranial bzw. kaudal, für die beiden Eingangswandler desselben Hörinstruments möglich ist).

[0027] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird für das Einstellen der ersten Minimalrichtung und/oder der zweiten Minimalrichtung jeweils eine kopfbezogene Transferfunktion ("Head Related Transfer Function", HRTF) für das erste Hörinstrument bzw. für das zweite Hörinstrument mit herangezogen wird. Eine HRTF beschreibt winkelabhängig die räumliche Filterwirkung der Abschattungseffekte des Kopfes und des Außenohres (Pinna und Concha) für einen zum Gehörgang propagierenden Schall. Derartige Abschattungseffekte können ggf. für die ersten bzw. zweiten Richtsignale jeweils die Minimalrichtung beeinflussen, und die jeweils ermittelte Quellenrichtung verzerren (im Vergleich zu einer realen Richtung der Schallquelle). Die Berücksichtigung dieser Effekte anhand von HRTFs erlaubt somit eine Korrektur einer etwaigen derartigen Verzerrung.

[0028] Als weiter vorteilhaft erweist es sich, wenn die Lokalisierung der Schallquelle in einem Analysepfad des binauralen Hörsystems durchgeführt wird, und eine Erzeugung eines Ausgangssignals des binauralen Hörsystems in einem zum Analysepfad parallelen Verarbeitungspfad erfolgt. Ein derartiges Ausgangssignal wird bevorzugt durch einen Ausgangswandler eines der beiden Hörinstrumente in ein entsprechendes Ausgangsschallsignal umgewandelt. Die genannte Unterteilung umfasst insbesondere, dass die ersten Richtsignale im ersten Hörinstrument anhand der ersten Eingangssignale allesamt im Analysepfad erzeugt werden, und auch die beschriebene Ermittlung der ersten Quellenrichtung

in diesem Analysepfad erfolgt. Vom zweiten Hörinstrument kann dann die zweite Quellenrichtung an das erste Hörinstrument übermittelt werden (vorzugsweise sind für die jeweilige Übertragung beide Hörinstrumente mit entsprechend geeigneten Kommunikationseinrichtungen ausgerüstet), und lokal im Analysepfad des ersten Hörinstruments die Schallquelle lokalisiert werden. Die Verarbeitung der ersten Eingangssignale zu einem ersten Ausgangssignal, welche insbesondere in Abhängigkeit der Lokalisierung erfolgen kann, ist dann in einem Verarbeitungspfad des ersten Hörinstruments implementiert, welcher zum besagten Analysepfad parallel ist. Die hier für das erste Hörinstrument beschriebene Aufteilung von Lokalisierung und Erzeugung des ersten Ausgangssignals auf den Analyse- bzw. Verarbeitungspfad gilt, mutatis mutandis, bevorzugt auch für das zweite Hörinstrument und ein entsprechendes zweites Ausgangssignal.

[0029] Als weiter vorteilhaft erweist es sich, wenn anhand der ersten Eingangssignale mittels einer directionalen Signalverarbeitung ein erstes Verarbeitungs-Richtsignal derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung, ausgehend vom ersten Hörinstrument, einen ersten Gierwinkel bildet, wobei anhand der zweiten Eingangssignale mittels einer directionalen Signalverarbeitung ein zweites Verarbeitungs-Richtsignal derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung, ausgehend vom zweiten Hörinstrument, einen zweiten Gierwinkel bildet, wobei über die directionale Signalverarbeitung der ersten bzw. zweiten Eingangssignale der erste Gierwinkel und der zweite Gierwinkel derart eingestellt werden, dass eine Überlagerung des ersten Verarbeitungs-Richtsignals des ersten Hörinstruments mit dem zweiten Verarbeitungs-Richtsignal des zweiten Hörinstruments eine maximale Empfindlichkeit in einem Überlappungsbereich aufweist, welcher die über den Abstand und die Hauptrichtung lokalisierte Schallquelle umfasst, und wobei durch die besagte Überlagerung die besagte Schallquelle hervorgehoben wird.

[0030] Dies umfasst insbesondere, dass durch die Überlagerung der beiden Verarbeitungs-Richtsignale des ersten und zweiten Hörinstrumente ein Signal resultiert, welches konstruktionsbedingt im Abstand und der Hauptrichtung, welche jeweils bei der vorbeschriebenen Lokalisierung ermittelt wurden, ein Maximum seiner Empfindlichkeit aufweist. Dies kann insbesondere über eine Triangulation anhand der beiden Gierwinkel erreicht werden.

[0031] Bevorzugt wird dabei das erste bzw. zweite Verarbeitungs-Richtsignal anhand der ersten bzw. zweiten Eingangssignale derart erzeugt, dass es eine jeweilige erste bzw. zweite Winkelbreite um den ersten bzw. zweiten Gierwinkel aufweist, innerhalb derer die Empfindlichkeit einen vorgegebenen Mindestwert nicht unterschreitet. Insbesondere kann dann anhand des geringsten Abstandes des Überlappungsbereiches zum Referenz-

punkt und/oder anhand des größten Abstandes eines Raumpunktes des Überlappungsbereiches zum Referenzpunkt die erste bzw. zweite Winkelbreite festgelegt werden.

[0032] Die Erfindung nennt weiter ein binaurales Hörsystem mit einem ersten Hörinstrument und einem zweiten Hörinstrument, wobei das binaurale Hörsystem dazu eingerichtet ist, das vorbeschriebene Verfahren durchzuführen. Das erfindungsgemäße binaurale Hörsystem teilt die Vorzüge des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die für das Verfahren und für seine Weiterbildungen angegebenen Vorteile können sinngemäß auf das binaurale Hörsystem übertragen werden. Zur Durchführung des Verfahrens ist das binaurale Hörsystem insbesondere mit den entsprechenden Eingangswandlern sowie weiter mit Mitteln zur direktionalen Signalverarbeitung und mit Mitteln zur Übertragung von jeweils erforderlichen Eingangs- und/oder Richtsignalen sowie von Richtungsinformationen zwischen den beiden Hörinstrumenten ausgestattet.

[0033] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 in einer Draufsicht einen Träger eines binauralen Hörsystems in einer Gesprächssituation im Beisein von Störgeräuschen,

Fig. 2 in einem Flussdiagramm der Ablauf eines Verfahrens im binauralen Hörsystem nach Fig. 1 zur Lokalisierung einer Schallquelle,

Fig. 3 in einer Draufsicht Richtsignale des Verfahrens nach Fig. 2, und

Fig. 4 in einem Blockschaltbild ein Anwendung der Lokalisierung einer Schallquelle nach Fig. 2.

[0034] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0035] In Figur 1 ist schematisch in einer Draufsicht ein Träger 1 eines binauralen Hörsystems BIN mit einem ersten Hörinstrument HI1 und einem zweiten Hörinstrument HI2 dargestellt. Der Träger 1 befindet sich hierbei in einer Gesprächssituation mit einem Gesprächspartner 2, welcher für eine Signalverarbeitung des binauralen Hörsystems BIN folglich als eine Nutzsignalquelle 4 interpretiert wird. Der Träger 1 hat vorliegend seinen Kopf 6 und somit seine Frontalrichtung 8 nicht auf den Gesprächspartner 2 ausgerichtet, sondern gegen diese leicht versetzt in einer Hauptrichtung α positioniert (α soll hierbei sowohl die Richtung des Gesprächspartners 2 bezeichnen, als auch den Winkel, welchen diese Richtung mit der Frontalrichtung 8 des Trägers 1 bildet). Die Frontalrichtung 8 bildet hierbei für das binaurale Hörsystem BIN eine Vorzugsrichtung 9.

[0036] Für eine Verbesserung des Klangeindrucks der

Gesprächssituation bei der Wiedergabe durch das Hörinstrument HI wird mittels direktonaler Signalverarbeitung von Eingangssignalen, welche im ersten und zweiten Hörinstrument HI1, HI2 jeweils aus einem Schallsignal 10 der Umgebung des Trägers 1 erzeugt werden, ein Ausgangssignal (nicht dargestellt) erzeugt, und dem Gehör des Trägers 1 zugeführt. Für eine möglichst zielgerichtete Signalverarbeitung zur Erzeugung des besagten Ausgangssignals ist eine möglichst exakte Lokalisierung der Nutzsignalquelle 4 erstrebenswert. Dies umfasst, dass für die Lokalisierung nicht nur die Hauptrichtung α bezüglich der Vorzugsrichtung 9 ermittelt wird, sondern auch, dass ein Abstand D der Nutzsignalquelle 4 (also des Gesprächspartners 2) bezüglich eines Referenzpunktes 11 des binauralen Hörsystems BIN bestimmt wird.

[0037] Dies hat folgenden Hintergrund: Ein in der Hauptrichtung α erzeugtes Richtsignal 14 (charakterisiert durch seinen Richtkegel 16) weist in dieser Richtung seine maximale Empfindlichkeit auf, wobei auch noch innerhalb des dargestellten Richtkegels 16 eine hohe Empfindlichkeit vorliegt. Innerhalb dieses Richtkegels 16 befinden sich jedoch, bezogen auf den Träger 1 etwas weiter entfernt als der Gesprächspartner 2 noch zwei weitere Personen 18, 19 miteinander in einem eigenen Gespräch. Für den Träger 1 des binauralen Hörsystems BIN stellen die Personen 18, 19 jeweils Störquellen N1, N2 dar, da sie durch das Richtsignal 14 mit verstärkt werden, etwa anders als die Störquellen N3, N4, welche durch das Richtsignal 14 abgesenkt werden. Wird ein Ausgangssignal des binauralen Hörsystems BIN also anhand des Richtsignals 14 erzeugt, so wird durch die richtungsbedingte Verstärkung der Störquellen N1, N2 durch das Richtsignal 14 das SNR für das vom Gesprächspartner 2 stammende Nutzsignal geringer. Um ggf. eine andere direktionale Signalverarbeitung als die durch das Richtsignal 14 gegeben zu wählen, wird daher in noch zu beschreibender Weise durch das binaurale Hörsystem BIN nicht nur die Hauptrichtung α einer Schallquelle (also vorliegend der Nutzsignalquelle 4) ermittelt, sondern auch ihr Abstand D zum Referenzpunkt 11.

[0038] In Figur 2 ist schematisch in einem Flussdiagramm der Ablauf eines Verfahrens im binauralen Hörsystem BIN dargestellt, mittels dessen eine Schallquelle wie z.B. die Nutzsignalquelle 4 nach Figur 1 lokalisiert werden kann.

[0039] Das erste Hörinstrument HI1 weist einen vorderen ersten Eingangswandler Mv1 und einen hinteren ersten Eingangswandler Mh1 auf, welche aus dem Schallsignal 10 der Umgebung jeweils ein vorderes erstes Eingangssignal Ev1 bzw. ein hinteres erstes Eingangssignal Eh1 erzeugen. Das zweite Hörinstrument HI2 weist einen vorderen zweiten Eingangswandler Mv2 und einen hinteren zweiten Eingangswandler Mh2 auf, welche aus dem Schallsignal 10 der Umgebung jeweils ein vorderes zweites Eingangssignal Ev2 bzw. ein hinteres zweites Eingangssignal Eh2 erzeugen. Die besagten Eingangswandler Mv1, Mh1, Mv2, Mh2 sind vorlie-

gend jeweils durch entsprechende omnidirektionale Mikrofone gegeben.

[0040] In einem Analysepfad 20 des ersten Hörinstruments HI1 wird anhand des vorderen und hinteren ersten Eingangssignals Ev1, Eh1, sowie unter Berücksichtigung einer ersten HRTF (in Figur 2 als HRTF1 bezeichnet) des ersten Hörinstruments HI1 eine Mehrzahl an ersten Richtsignalen R1a-z erzeugt. Die ersten Richtsignale R1a-z sind dabei so erzeugt, dass sie jeweils in unterschiedlichen Winkelrichtungen im Raum ihre minimale Empfindlichkeit aufweisen ("Minimalrichtungen"), wobei die besagten Minimalrichtungen bevorzugt den Raum oder wenigstens einen zusammenhängenden Teilbereich davon (wie etwa den vorderen Halbraum) möglichst gleichmäßig abdecken. Diese ersten Richtsignale R1a-z "scannen" also jeweils über die Variation ihrer Minimalrichtungen den das erste Hörinstrument HI1 umgebenden Raum (oder ggf. den vorderen Halbraum) nach Schallquellen, wobei eine in einer Minimalrichtung eines bestimmten ersten Richtsignals R1a-z vorhandene Schallquelle durch dieses abgeschwächt wird.

[0041] Zum Ermitteln einer Schallquelle wird nun jeweils eine Spracherkennung 22 auf die ersten Richtsignale R1a-z angewandt, um einen Sprachanteil im jeweiligen ersten Richtsignal R1a-z zu ermitteln. Überdies wird das vordere erste Eingangssignal Ev1 des ersten Hörinstruments HI1 ein erstes Referenzsignal Ref1 für den Analysepfad 20 herangezogen. Das erste Referenzsignal Ref1 wird nun ebenfalls einer Spracherkennung 23 unterzogen, um dort einen Sprachanteil zu ermitteln. Da der zugehörige vordere erste Eingangswandler Mv1 durch ein omnidirektionales Mikrofon gegeben ist, liegt im ersten Referenzsignal Ref1 im Wesentlichen der volle Sprachanteil eines Sprechers als Schallquelle vor. Durch einen Vergleich 27 der jeweils in den ersten Richtsignalen R1a-z ermittelten Sprachanteile mit dem Sprachanteil, der im ersten Referenzsignal Ref1 ermittelt wurde, kann festgestellt werden, durch welches der ersten Richtsignale R1a-z ein Sprecher am stärksten abgeschwächt wird. Anhand der Minimalrichtung des zugehörigen ersten Richtsignals lässt sich somit eine erste Quellenrichtung Q1 für die Schallquelle bezüglich des ersten Hörinstruments HI1 ermitteln.

[0042] Eine vergleichbare Signalverarbeitung erfolgt in einem (nicht näher bezeichneten) Analysepfad des zweiten Hörinstruments HI2, wobei anhand des vorderen und hinteren zweiten Eingangssignals Ev2, Eh2 unter Berücksichtigung der zugehörigen HRTF (HRTF2) eine Mehrzahl an zweiten Richtsignalen R2a-z mit jeweils unterschiedlichen Minimalrichtungen gebildet wird. Anhand dieser zweiten Richtsignale R2a-z sowie anhand des vorderen zweiten Eingangssignals Ev2 als zweitem Referenzsignal Ref2 wird nun in der bereits beschriebenen Weise und unter Verwendung jeweiliger Spracherkennungen eine zweite Quellenrichtung Q2 für die Schallquelle bezüglich des zweiten Hörinstruments HI2 ermittelt.

[0043] Eine Hauptrichtung α und ein Abstand D der

durch den Gesprächspartner 2 der Figur 1 gegebenen Schallquelle bezüglich des binauralen Hörsystems BIN (und dessen Vorzugsrichtung 9) kann dann aus den beiden in den einzelnen Hörinstrumenten HI1, HI2 jeweils ermittelten Quellenrichtungen Q1, Q2 für den Gesprächspartner 2 sowie aus der Distanz der Hörinstrumente HI1, HI2 zueinander bestimmt werden, wofür die ermittelte erste bzw. zweite Quellenrichtung Q1, Q2 an das jeweils andere Hörinstrument HI2, HI1 mittels geeigneter Kommunikationseinrichtungen (wie z.B. Bluetooth- und/oder NFC-fähigen Antennen; nicht dargestellt) übertragen werden, und in beiden Hörinstrumenten HI1, HI2 dieselben Schritte zum Ermitteln der Hauptrichtung α und des Abstands D durchgeführt werden. Hierdurch wird ein Sprecher als Schallquelle (also etwa der Gesprächspartner 2) lokalisiert.

[0044] In Figur 3 sind schematisch in einer Draufsicht beispielhaft einzelne Richtwirkungen von ersten Richtsignalen R1a-z des ersten Hörinstruments HI1 nach Figur 2 anhand ihrer jeweiligen Richtcharakteristik dargestellt. Für eine vereinfachte Darstellung wurde hierbei ein Einfluss der Abschattung durch den Kopf 6 bzw. den Einfluss der HRTF auf die ersten Richtsignale R1a-z unberücksichtigt gelassen. Die prinzipiellen Überlegungen behalten dabei dennoch auch so ihre Gültigkeit.

[0045] Ein nach vorne abgeschwächtes erstes Richtsignal R1a (durchgezogene Linie) weist eine anti-cardioidförmige Richtcharakteristik auf. Entsprechend fällt eine Minimalrichtung DirMin1a, in welcher dieses Richtsignal eine minimale Empfindlichkeit aufweist, mit der Frontalrichtung 8 zusammen. Ein weiteres erstes Richtsignal R1d (gestrichelte Linie) weist eine gegen die Frontalrichtung 8 verdrehte Minimalrichtung DirMin1d auf. Ein zur Seite abgeschwächtes erstes Richtsignal R1z (gepunktete Linie) weist eine Richtcharakteristik in Form einer 8 und entsprechend eine um 90° gegen die Frontalrichtung verdrehte Minimalrichtung DirMin1z auf. Für weitere erste Richtsignale sind nur ihre jeweiligen Minimalrichtungen DirMin1b/c, DirMin1e-y dargestellt, welche vorliegend den vorderen linken Quadranten weitgehend gleichmäßig überdecken.

[0046] In Figur 4 ist schematisch anhand eines Blockschaltbilds ein Anwendung der Lokalisierung einer Schallquelle nach Figur 2 dargestellt. Die Anwendung besteht hierbei darin, die Störquellen N1, N2 nach Figur 1 gegenüber den Gesprächsbeiträgen des Gesprächspartners 2 in einem Ausgangssignal abzusuchen bzw. gar auszublenden.

[0047] Im ersten Hörinstrument HI1 wird hierfür durch eine direktionale Signalverarbeitung 24 anhand des vorderen und des hinteren ersten Eingangssignals Ev1, Eh1 (die entsprechenden Eingangswandler Mv1, Mh1 sind hier schematisch hintereinander eingezeichnet, um ihre räumliche Anordnung zueinander widerzuspiegeln) und anhand der wie beschrieben ermittelten Hauptrichtung α und des Abstands D einer Schallquelle zum Referenzpunkt 11 ein erstes Verarbeitungs-Richtsignal RV1 gebildet. Hierfür wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel

in einem Verarbeitungspfad 21 des ersten Hörinstruments HI1 eine zeitverzögerte Überlagerung aus den besagten Eingangssignalen Ev1, Eh1 gebildet, und insbesondere die erste HRTF (in Figur 4 als HRTF1 bezeichnet) des ersten Hörinstruments HI1 herangezogen. Das erste Verarbeitungs-Richtsignal RV1 wird dabei derart durch die direktionale Signalverarbeitung 24 eingestellt, dass seine Richtung maximaler Empfindlichkeit bzgl. der Vorzugsrichtung 9 einen ersten Gierwinkel y_1 bildet.

[0048] Auf vergleichbare Weise wird im zweiten Hörinstrument HI2 durch eine direktionale Signalverarbeitung 25 anhand des vorderen und des hinteren zweiten Eingangssignals Ev2, Eh2 unter Berücksichtigung einer zweiten HRTF (HRTF2) ein zweites Verarbeitungs-Richtsignal RV2 gebildet, dessen Richtung maximaler Empfindlichkeit bzgl. der Vorzugsrichtung 9 einen zweiten Gierwinkel y_2 bildet. Das zweite Richtsignal R2 wird nun vom zweiten Hörinstrument HI2 an das erste Hörinstrument HI1 übertragen. Hierfür werden bevorzugt die bereits erwähnten Kommunikationseinrichtungen beider Hörinstrumente HI1, HI2 verwendet.

[0049] Im ersten Hörinstrument HI1 wird nun im Verarbeitungspfad 21 eine erste Überlagerung U1 aus dem ersten Verarbeitungs-Richtsignal RV1 und dem zweiten Verarbeitungs-Richtsignal RV2 gebildet (hier soll U1 sowohl den Vorgang der ersten Überlagerung als auch das aus der ersten Überlagerung resultierende Signal bezeichnen). Aus dem Signal der ersten Überlagerung U1 wird im ersten Hörinstrument ein erstes Ausgangssignal A1 erzeugt, welches dann durch einen ersten Ausgangswandler L1 des ersten Hörinstruments HI1 als ein Ausgangsschallsignal (nicht dargestellt) wiedergegeben und dem Gehör des Trägers 1 zugeführt wird. Der erste Ausgangswandler L1 kann hierbei insbesondere als ein Lautsprecher gegeben sein. Der erste Ausgangswandler L1 kann aber auch als ein Knochenleithörer o.ä. gegeben sein. Das Signal der ersten Überlagerung U1 kann dabei für die Erzeugung des ersten Ausgangssignals A1 noch weiteren Signalverarbeitungsschritten (wie etwa einer frequenzbandabhängigen Verstärkung und/oder Kompression) unterliegen.

[0050] Auf vergleichbare Weise wird im zweiten Hörinstrument HI2 aus dem ersten Richtsignal R1 und dem zweiten Richtsignal R2 eine zweite Überlagerung (nicht dargestellt) gebildet, aus welcher, ggf. noch durch zusätzliche Signalverarbeitung (s.o.), ein zweites Ausgangssignal für einen zweiten Ausgangswandler des zweiten Hörinstruments HI2 erzeugt wird.

[0051] Der erste und der zweite Gierwinkel y_1 , y_2 werden dabei unter Berücksichtigung der Distanz zwischen dem ersten und dem zweiten Hörinstrument HI1, HI2 durch die betreffende direktionale Signalverarbeitung 24, 25 jeweils derart eingestellt, dass zugehörige Winkelhalbgeraden, jeweils ausgehend vom ersten bzw. zweiten Hörinstrument HI1, HI2, sich möglichst am durch den Abstand D und die Hauptrichtung α gegebenen Punkt kreuzen. Die erste Überlagerung U1 der Form

$$U1(f, k) = RV1(f, k) + RV2(f, k),$$

wobei k einen diskreten Zeitindex bezeichnet, und f eine Frequenzbandindex, wird hierdurch auf die im Abstand D und in der Hauptrichtung α lokalisierte Schallquelle "fokussiert", wodurch die Schallquelle entsprechend angehoben wird.

[0052] 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 Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0053]

1	Träger
2	Gesprächspartner
4	Nutzsignalquelle
6	Kopf
8	Frontalrichtung
9	Vorzugsrichtung
10	Schallsignal
11	Referenzpunkt
14	Richtcharakteristik
16	Richtkegel
18	Person
19	Person
20	Analysepfad
21	Verarbeitungspfad
22	Spracherkennung
23	Spracherkennung
24	direktionale Signalverarbeitung
25	direktionale Signalverarbeitung
27	Vergleich
A1	erstes Ausgangssignal
BIN	binaurales Hörsystem
D	Abstand
DirMin1a-z	Minimalrichtung (der ersten Richtsignale)
Ev1/2	vorderes erstes/zweites Eingangssignal
Eh1/2	hinteres erstes/zweites Eingangssignal
HI1/2	erstes/zweites Hörinstrument
L1	erster Ausgangswandler
Mv/h1/2	vorderer/hinterer erster/zweiter Eingangswandler
N1-4	Störquelle
Q1/2	erste/zweite Quellenrichtung
R1/2a-z	erste/zweite Richtsignale
RV1/2	erstes/zweites Verarbeitungs-Richtsignal
Ref1/2	erstes/zweites Referenzsignal
U1	erste Überlagerung
α	Hauptrichtung
$y_1/2$	erster/zweiter Gierwinkel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Lokalisierung einer Schallquelle (4) für ein binaurales Hörsystem (BIN) mit einem ersten Hörinstrument (HI1) und einem zweiten Hörinstrument (HI2),

wobei durch eine Mehrzahl an ersten Eingangswandlern (Mv1, Mh1) des ersten Hörinstrumentes (HI1) aus einem Schallsignal (10) der Umgebung eine entsprechende Mehrzahl an ersten Eingangssignalen (Ev1, Eh1) erzeugt wird, wobei durch eine Mehrzahl an zweiten Eingangswandlern (Mv2, Mh2) des zweiten Hörinstrumentes (HI2) aus dem Schallsignal (10) der Umgebung eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Eingangssignalen (Ev2, Eh2) erzeugt wird, wobei anhand der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) mittels einer direktionalen Signalverarbeitung (24) jeweils eine Mehrzahl an ersten Richtsignalen (R1a-z) derart erzeugt wird, dass jedes der ersten Richtsignale (R1a-z) bezüglich einer Vorzugsrichtung (9) des binauralen Hörsystems (BIN) jeweils in einer anderen Minimalrichtung (DirMin1a-z) eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der ersten Richtsignale (R1a-z) eine erste Quellenrichtung (Q1) der Schallquelle (4) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (9), ausgehend vom ersten Hörinstrument (HI1), ermittelt wird, wobei anhand der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) mittels einer direktionalen Signalverarbeitung (25) jeweils eine Mehrzahl an zweiten Richtsignalen (R2a-z) derart erzeugt wird, dass jedes der zweiten Richtsignale (R2a-z) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (9) jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der zweiten Richtsignale (R2a-z) eine zweite Quellenrichtung (Q2) der Schallquelle (4) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (9), ausgehend vom zweiten Hörinstrument (HI2), ermittelt wird, und wobei anhand der ersten Quellenrichtung (Q1), der zweiten Quellenrichtung (Q2) und einer Distanz zwischen dem ersten Hörinstrument (HI1) und dem zweiten Hörinstrument (HI2) ein Abstand der besagten Schallquelle (4) bezüglich eines Referenzpunktes (11) des binauralen Hörsystems (BIN) sowie eine Hauptrichtung (α) der besagten Schallquelle (4) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (9) ermittelt wird, und die Schallquelle (4) hierdurch lokalisiert wird.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei in jedem der ersten und/oder zweiten

Richtsignale (R1a-z, R2a-z) anhand von spektralen und/oder temporalen Merkmalen eine Spracherkennung (22) durchgeführt wird, wobei die erste bzw. zweite Quellenrichtung (Q1, Q2) anhand von in den ersten bzw. zweiten Richtsignalen (R1a-z, R2a-z) erkannten Sprachanteilen durchgeführt wird, und wobei als Schallquelle (4) ein erster Sprecher (2) lokalisiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

wobei ein bestimmtes erstes Eingangssignal (Ev1) eines bestimmten ersten Eingangswandlers (Mv1) als erstes Referenzsignal (Ref1) verwendet wird, wobei eine Spracherkennung (23) im ersten Referenzsignal (Ref1) durchgeführt wird, und wobei die erste Quellenrichtung (Q1) anhand von Unterschieden von hierbei im ersten Referenzsignal (Ref1) erkannten Sprachanteilen bezüglich der jeweils in den ersten Richtsignalen (R1a-z) erkannten Sprachanteile ermittelt wird, und/oder wobei ein bestimmtes zweites Eingangssignal (Ev2) eines bestimmten zweiten Eingangswandlers (Mv2) als zweites Referenzsignal (Ref2) verwendet wird, wobei eine Spracherkennung im zweiten Referenzsignal (Ref2) durchgeführt wird, und wobei die zweite Quellenrichtung (Q2) anhand von Unterschieden von hierbei im zweiten Referenzsignal (Ref2) erkannten Sprachanteilen bezüglich der jeweils in den zweiten Richtsignalen (R2a-z) erkannten Sprachanteile ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3,

wobei in jedem der ersten bzw. zweiten Richtsignale (R1a-z, R2a-z) eine Spracherkennung bezüglich eines zweiten Sprechers anhand von entsprechenden spektralen und/oder temporalen Merkmalen durchgeführt wird, und wobei besagter zweiter Sprecher als eine weitere Schallquelle lokalisiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei jedes der ersten Richtsignale (R1a-z) anhand einer zeitverzögerten Überlagerung der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) erzeugt wird, und hierbei jeweils die Minimalrichtung (DirMin1a-z) anhand wenigstens einer Zeitkonstante und/oder wenigstens eines Gewichtungsfaktor der besagten Überlagerung eingestellt wird, und/oder

- wobei jedes der zweiten Richtsignale (R2a-z) anhand einer zeitverzögerten Überlagerung der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) erzeugt wird, und hierbei jeweils die Minimalrichtung anhand wenigstens einer Zeitkonstante und/oder wenigstens eines Gewichtungsfaktor der besagten Überlagerung eingestellt wird. 5
6. Verfahren nach Anspruch 5, 10
- wobei als Mehrzahl an ersten Eingangssignalen (Ev1, Eh1) jeweils ein vorderes erstes Eingangssignal (Ev1) und ein hinteres erstes Eingangssignal (Eh1) durch einen entsprechenden vorderen bzw. hinteren ersten Eingangswandler (Mv1, Mh1) erzeugt wird, und/oder 15
- wobei als Mehrzahl an zweiten Eingangssignalen (Ev2, Eh2) jeweils ein vorderes zweites Eingangssignal (Ev2) und ein hinteres zweites Eingangssignal (Eh2) durch einen entsprechenden vorderen bzw. hinteren zweiten Eingangswandler (Mv2, Mh2) erzeugt wird. 20
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, 25
- wobei für das Einstellen der jeweiligen Minimalrichtung (DirMin1a-z) für die ersten bzw. zweiten Richtsignale (R1a-z, R2a-z) jeweils eine kopfbezogene Transferfunktion für das erste Hörinstrument (HI1) bzw. für das zweite Hörinstrument (HI2) mit herangezogen wird. 30
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 35
- wobei die Lokalisierung der Schallquelle (4) in einem Analysepfad (20) des binauralen Hörsystems (BIN) durchgeführt wird, und
- wobei eine Erzeugung eines Ausgangssignals (A1) des binauralen Hörsystems (BIN) in einem zum Analysepfad (20) parallelen Verarbeitungspfad (21) erfolgt. 40
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 45
- wobei anhand des ermittelten Abstands (D) und der ermittelten Hauptrichtung (α) der besagten Schallquelle (4) eine Hervorhebung oder Unterdrückung der lokalisierten Schallquelle (4) durchgeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, 50
- wobei anhand der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) mittels einer direktionalen Signalverarbeitung (24) ein erstes Verarbeitungs-Richtsignal (RV1) derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung (9), ausgehend vom ersten Hörinstrument (HI1), einen ersten Gierwinkel (y_1) bildet, 55
- wobei anhand der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) mittels einer direktionalen Signalverarbeitung (25) ein zweites Verarbeitungs-Richtsignal (RV2) derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung (9), ausgehend vom zweiten Hörinstrument (HI2), einen zweiten Gierwinkel (y_2) bildet, 60
- wobei über die direktionale Signalverarbeitung (24, 25) der ersten bzw. zweiten Eingangssignale (Ev1, Eh1, Ev2, Eh2) der erste Gierwinkel (y_1) und der zweite Gierwinkel (y_2) derart eingestellt werden, dass eine Überlagerung (U1) des ersten Verarbeitungs-Richtsignals (RV1) des ersten Hörinstrumentes (HI1) mit dem zweiten Verarbeitungs-Richtsignal (RV2) des zweiten Hörinstrumentes (HI2) eine maximale Empfindlichkeit in einem Überlappungsbereich aufweist, welcher die über den Abstand (D) und die Hauptrichtung (α) lokalisierte Schallquelle (4) umfasst, und 65
- wobei durch die besagte Überlagerung die besagte Schallquelle (4) hervorgehoben wird.
11. Binaurales Hörsystem (BIN) mit einem ersten Hörinstrument (HI1) und einem zweiten Hörinstrument (HI2), wobei das binaurale Hörsystem (BIN) dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen. 70

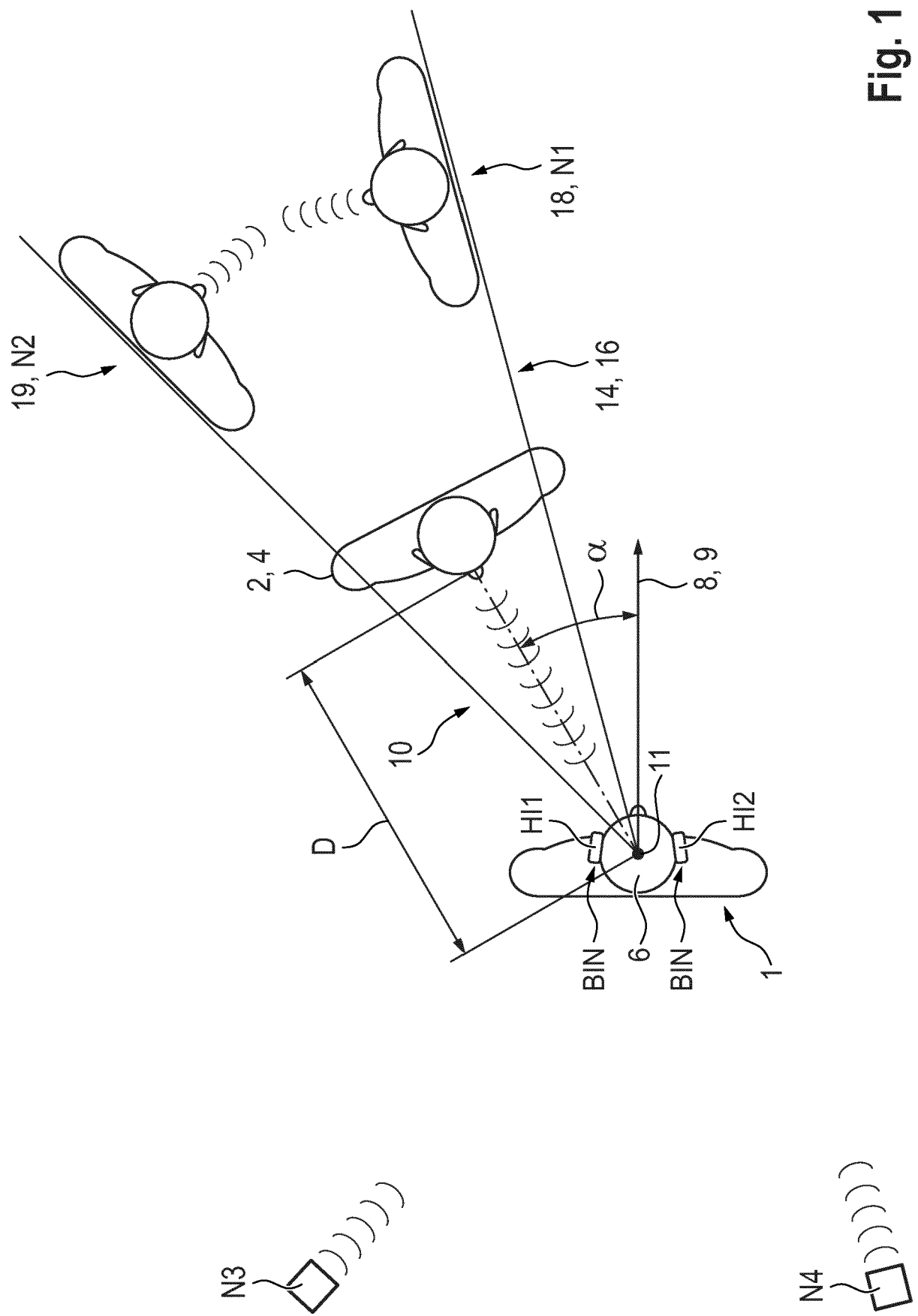


Fig. 1

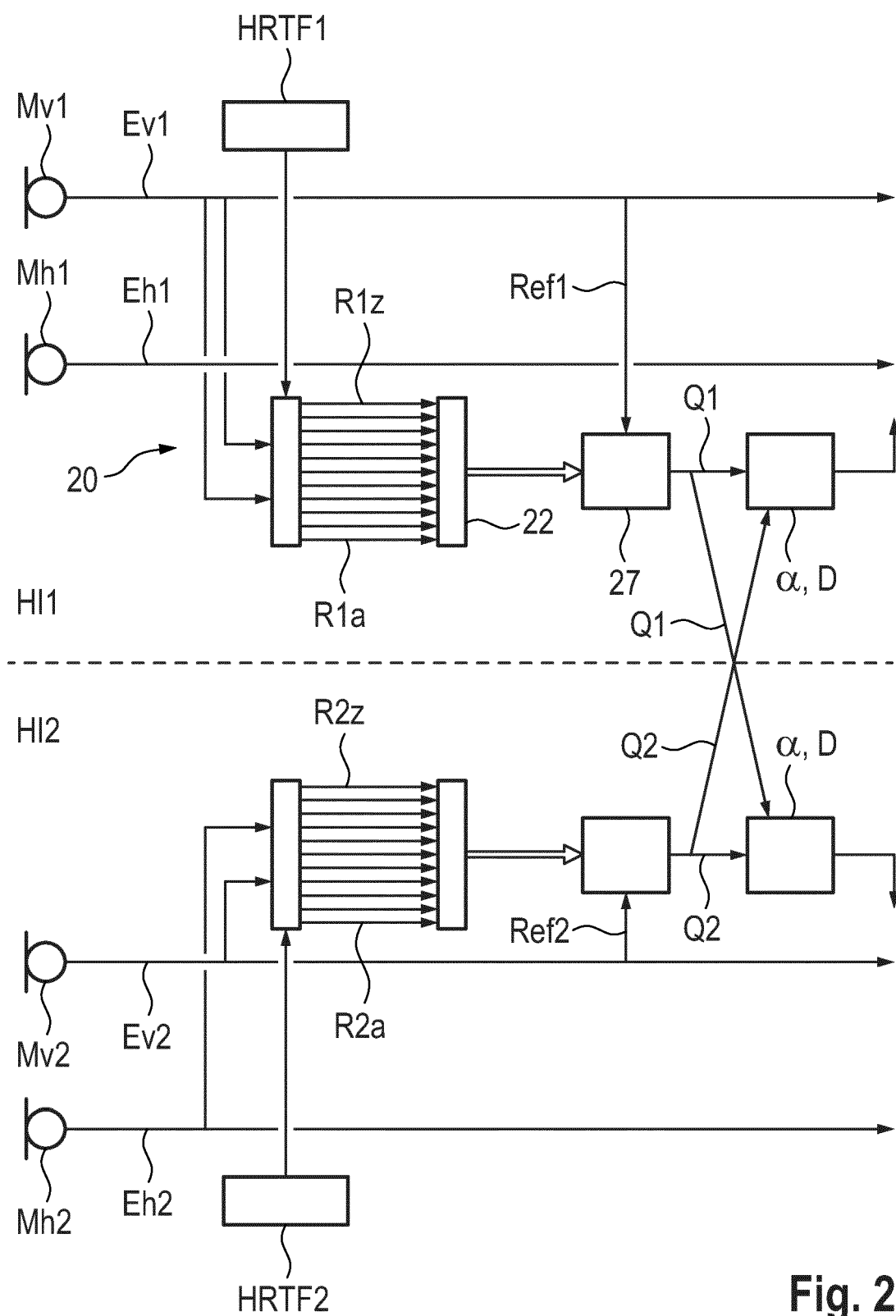


Fig. 2

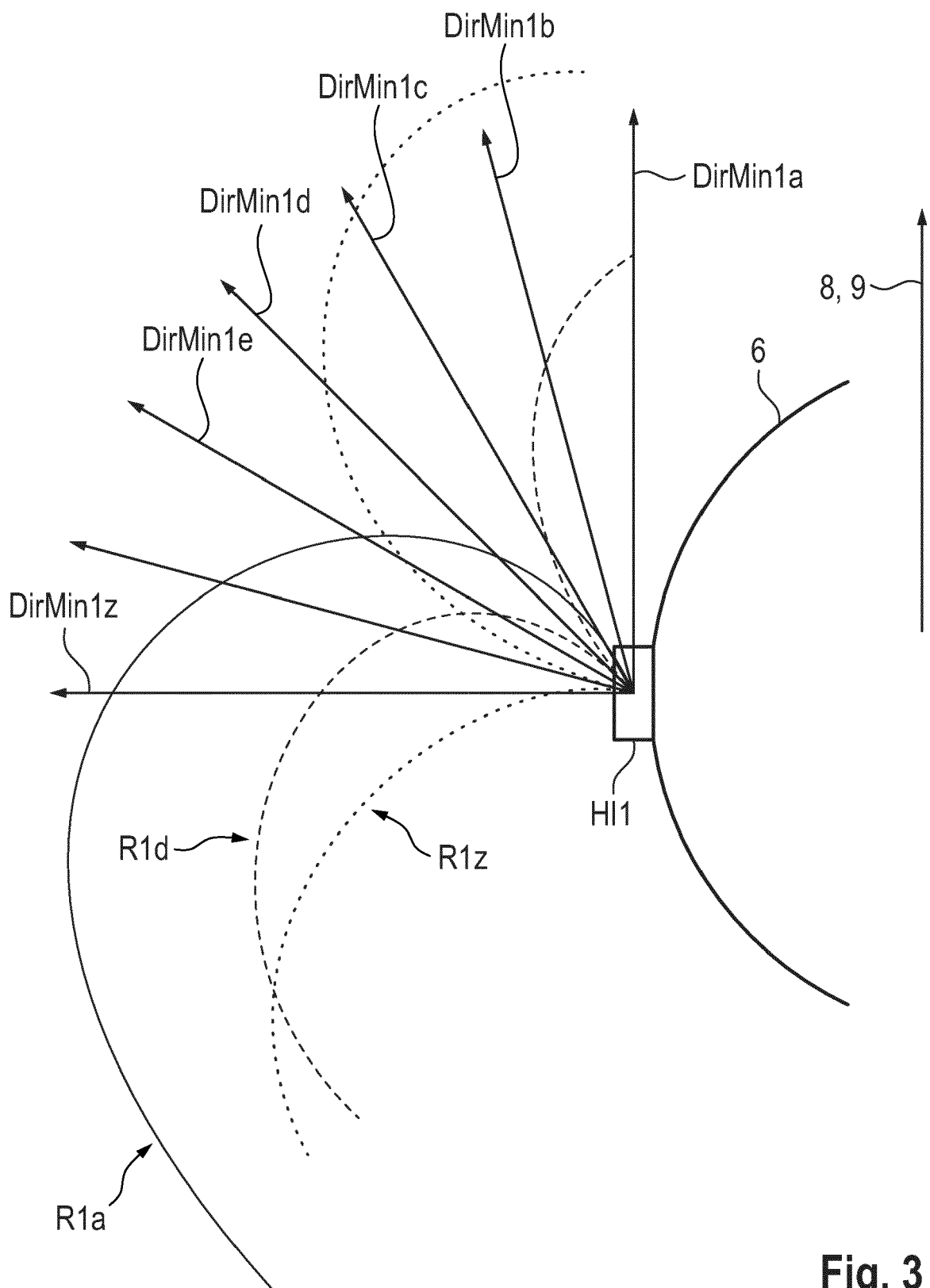


Fig. 3

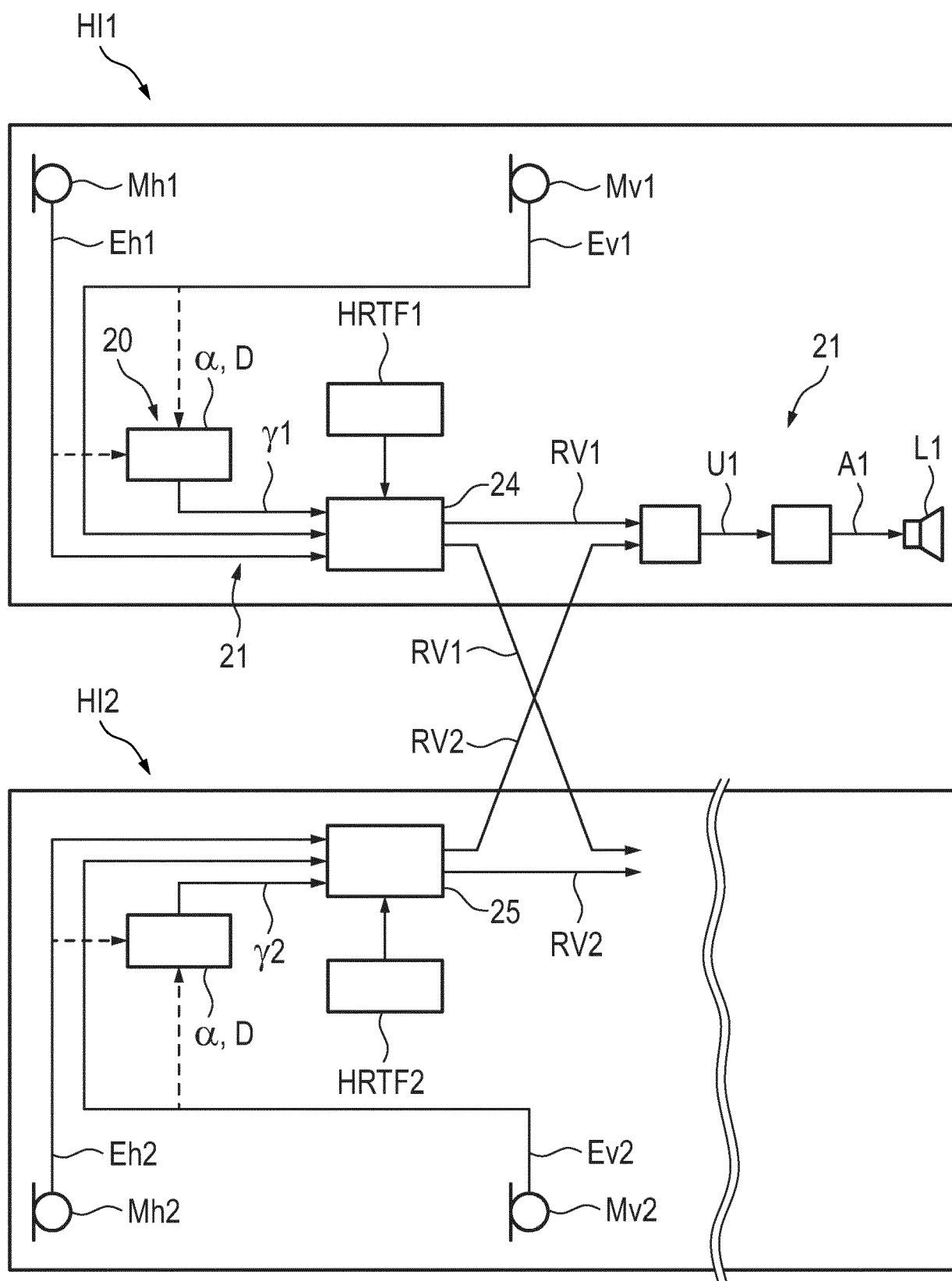


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 16 3479

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 3 506 658 A1 (OTICON AS [DK]) 3. Juli 2019 (2019-07-03) * Absätze [0064] - [0118]; Abbildungen 4-6 *	1-11	INV. H04R25/00
Y	EP 1 657 958 B1 (PHONAK AG [CH]) 13. Juni 2012 (2012-06-13) * Absätze [0025], [0037], [0097] - [0105]; Abbildung 13 *	1-11	
A	DE 10 2016 225205 A1 (SIVANTOS PTE LTD [SG]) 21. Juni 2018 (2018-06-21) * das ganze Dokument *	1-11	
Y	DE 10 2020 202483 A1 (SIVANTOS PTE LTD [SG]) 26. August 2021 (2021-08-26) * das ganze Dokument *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. August 2024	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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 24 16 3479

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.

06-08-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 3506658	A1	03-07-2019	CN	109996165 A	09-07-2019
				DK	3506658 T3	30-11-2020
				EP	3506658 A1	03-07-2019
				EP	3713253 A1	23-09-2020
				US	2019208334 A1	04-07-2019
				US	2020322736 A1	08-10-2020
				US	2023035448 A1	02-02-2023

20	EP 1657958	B1	13-06-2012	AU	2006245680 A1	16-11-2006
				CA	2611846 A1	16-11-2006
				DK	1897409 T3	13-08-2018
				EP	1657958 A1	17-05-2006
				EP	1897409 A1	12-03-2008
				US	2006291680 A1	28-12-2006
				US	2007036280 A1	15-02-2007
				US	2010202638 A1	12-08-2010
				WO	2006120256 A2	16-11-2006
				WO	2007000063 A1	04-01-2007

30	DE 102016225205	A1	21-06-2018	AU	2017272162 A1	05-07-2018
				CN	108235207 A	29-06-2018
				DE	102016225205 A1	21-06-2018
				EP	3337189 A1	20-06-2018
				JP	6612311 B2	27-11-2019
				JP	2018098797 A	21-06-2018
				US	2018176694 A1	21-06-2018

40	DE 102020202483	A1	26-08-2021	CN	113395647 A	14-09-2021
				DE	102020202483 A1	26-08-2021
				EP	3873108 A1	01-09-2021
				US	2021266682 A1	26-08-2021

45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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