



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.10.2024 Patentblatt 2024/41

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

(21) Anmeldenummer: 24163477.3

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H04R 25/552; H04R 25/405; H04R 25/407;
H04S 2420/01

(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

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

(72) Erfinder:
• WILSON, Cecil
91058 Erlangen (DE)
• LÜKEN, Christoph
91058 Erlangen (DE)

(30) Priorität: 20.03.2023 DE 102023202422

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

(54)

VERFAHREN ZUR DIREKTIONALEN SIGNALVERARBEITUNG FÜR EIN BINAURALES HÖRSYSTEM

(57) Die Erfindung nennt ein Verfahren zur Richtsignalverarbeitung für ein binaurales Hörsystem (20) mit einem ersten Hörinstrument (HI1) und einem zweiten Hörinstrument (HI2), wobei durch eine Mehrzahl an 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 eine Richtung (α) bezüglich einer Vorzugsrichtung (24) des binauralen Hörsystems (20) sowie ein Abstand (D) bezüglich eines Referenzpunktes (26) des binauralen Hörsystems (20) vorgegeben werden, und hierdurch ein Fokuspunkt (F) vorgegeben wird, wobei anhand der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) mittels einer Richtsignalverarbeitung (22) ein erstes Richtsignal (R1) derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung (24), ausgehend vom ersten Hörinstrument (HI1), einen ersten Gierwinkel (γ_1) bildet, wobei anhand der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) mittels einer Richtsignalverarbeitung (22) ein zweites Richtsignal (R2) derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung (24), ausgehend vom zweiten Hörinstrument (HI2), einen zweiten Gierwinkel (γ_2) bildet, wobei über die Richtsignalverarbeitung (22) der ersten bzw. zweiten Eingangssignale (Ev1, Eh1, Ev2, Eh2) der erste Gierwinkel (γ_1) und der zweite Gierwinkel (γ_2) derart eingestellt werden, dass eine

Überlagerung (U1) des ersten Richtsignals (R1) mit dem zweiten Richtsignal (R2) eine maximale Empfindlichkeit in einem Überlappungsbereich (28) aufweist, welcher den vorgegebenen Fokuspunkt (F) umfasst, und wobei anhand der besagten Überlagerung (U1) ein Ausgangssignal (A1) des binauralen Hörsystems (20) erzeugt wird.

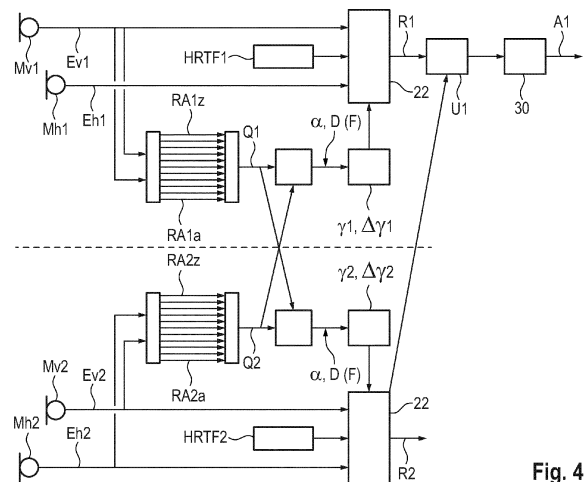


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für ein binaurales Hörsystem mit einem ersten Hörinstrument und einem zweiten Hörinstrument, wobei anhand von ersten Eingangssignalen des ersten Hörinstruments mittels einer direktionalen Signalverarbeitung ein erstes Richtsignal erzeugt wird, und anhand von zweiten Eingangssignalen mittels einer direktionalen Signalverarbeitung ein zweites Richtsignal erzeugt wird, und wobei anhand einer Überlagerung des ersten Richtsignals des ersten Hörinstruments mit dem zweiten Richtsignal des zweiten Hörinstruments ein Ausgangssignal des Hörsystems erzeugt 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 (Richtmikrofonie) mehrerer Eingangssignale hervorgehoben 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 kann hierbei jedoch entstehen, wenn sich eine Störschallquelle in derselben Raumrichtung befindet, wie eine Nutzsignalquelle.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für ein Hörinstrument oder ein Hörsystem mit einem Hörinstrument anzugeben, welches ein gezieltes Hervorheben einer Nutzsignalquelle bei gleichzeitigem Vorhandensein von Störschallquellen in derselben Raumrichtung ermöglicht.

[0006] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für ein binaurales Hörsystem mit einem ersten Hörinstrument und einem zweiten Hörinstrument, wobei durch eine Mehrzahl an Eingangswandlern des ersten Hörinstruments aus einem Schallsignal der Umgebung eine entsprechende Mehrzahl an ersten Eingangssignalen erzeugt wird, wobei durch eine Mehrzahl an zweiten Eingangswandlern des zweiten Hörinstruments aus dem Schallsignal der Umgebung eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Eingangssignalen erzeugt wird, und wobei eine Richtung bezüglich einer Vorzugsrichtung des Hörsystems sowie ein Abstand bezüglich eines Referenzpunktes des binauralen Hörsystems vorgegeben werden, und hierdurch ein Fokuspunkt vorgegeben wird.

[0007] Verfahrensgemäß ist hierbei vorgesehen, dass anhand der ersten Eingangssignale mittels einer direktionalen Signalverarbeitung ein erstes Richtsignal derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung, ausgehend vom ersten Hörinstrument, einen ersten Gierwinkel bildet, und anhand der zweiten Eingangssignale mittels einer direktionalen Signalverarbeitung ein zweites Richtsignal derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung, ausgehend vom zweiten Hörinstrument, einen zweiten Gierwinkel bildet, wobei über die direktionale Signalverarbeitung der ersten bzw. zweiten Eingangssignale der erste Gierwinkel und der zweite Gierwinkel derart eingestellt werden, dass eine Überlagerung des ersten Richtsignals mit dem zweiten Richtsignal eine maximale Empfindlichkeit in einem Überlappungsbereich aufweist, welcher den vorgegebenen Fokuspunkt umfasst, und wobei anhand der besagten Überlagerung ein Ausgangssignal des binauralen Hörsystems erzeugt wird. Vorteilhafte und für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungen 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 - welches auch durch ein internes Signal der Vorrichtung gegeben sein kann - 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] Es wird nun bezüglich eines Referenzpunktes des binauralen Hörsystems für eine ein Abstand vorgegeben, sowie eine Richtung bezüglich einer Vorzugsrichtung des binauralen Hörsystems. Hierdurch wird ein Fokuspunkt definiert, welcher also bezüglich der Vorzugsrichtung, und ausgehend vom Referenzpunkt, in der vorgegebenen Richtung im vorgegebenen Abstand belegen ist. Bevorzugt werden dabei die Richtung und der Abstand für eine Schallquelle vorgegeben, besonders bevorzugt für eine Nutzsignalquelle.

[0013] Insbesondere wird hierbei der besagte Referenzpunkt des binauralen Hörsystems anhand eines Mittelpunktes zwischen dem ersten Hörinstrument und dem

zweiten Hörinstrument beim bestimmungsgemäßen Tragen bestimmt, und/oder die besagte Vorzugsrichtung des binauralen Hörsystems anhand einer Frontalrichtung des Trägers beim bestimmungsgemäßen Tragen der Hörinstrumente des Hörsystems bestimmt. Unter dem bestimmungsgemäßen Tragen ist hierbei insbesondere die für den Betrieb vorgesehene, der Anatomie entsprechende Anordnung der Hörinstrumente im bzw. am jeweiligen Ohr umfasst. Der Referenzpunkt bzw. die Vorzugsrichtung können dabei direkt als der Mittelpunkt bzw. die Frontalrichtung bestimmt werden, oder abhängig von diesen, etwa über eine nicht zu überschreitende relative (Winkel-)abweichung.

[0014] 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 Empfindlichkeiten 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.

[0015] Die ersten Eingangssignale werden nun mittels einer solchen direktionalen Signalverarbeitung zum ersten Richtsignal als resultierendem Signal derart verarbeitet, dass die Richtung maximaler Empfindlichkeit (also insbesondere das Maximum der Richtcharakteristik) des ersten Richtsignals gegen die vorgegebene Vorzugsrichtung des binauralen Hörsystems um einen ersten Gierwinkel verschwenkt ist.

[0016] Dies kann insbesondere über die Parameter der direktionalen Verarbeitung (bspw. Zeitkonstanten und/oder Gewichte der Überlagerung) implementiert werden. Vergleichbares gilt für die Erzeugung des zweiten Richtsignals aus den zweiten Eingangssignalen hinsichtlich des zweiten Gierwinkels.

[0017] Über Parameter der jeweiligen direktionalen Signalverarbeitung sind hierbei der erste und der zweite Gierwinkel des ersten bzw. zweiten Richtsignals derart einzustellen, dass die beiden Richtsignale, als strahlförmig idealisiert und repräsentiert durch ihre Gierwinkel (bzw. entsprechende, vom jeweiligen Hörinstrument ausgehende Halbgeraden, die im zugehörigen Gierwinkel zur Vorzugsrichtung liegen), möglichst im Fokuspunkt oder zumindest in einem abgrenzbaren Bereich in dessen unmittelbarer Nähe kreuzen (ein derartiger Bereich kann etwa durch Grenzwerte für relative Winkelabweichungen der Gierwinkel und/oder für relative Abweichungen von der maximalen Empfindlichkeit definiert werden).

[0018] Eine Überlagerung des so erzeugten ersten Richtsignals mit dem entsprechend erzeugten zweiten Richtsignal weist nun einen Überlappungsbereich auf, in welchem sich die beiden maximalen Empfindlichkeiten der Richtsignale verstärken (etwa im Vergleich zu einer über den gesamten Raum gemittelten Empfindlichkeit dieser Überlagerung). Dieser Überlappungsbereich kann, je nach Vorgabe der Vorzugsrichtung und des Abstands (v. a. im Vergleich zum Abstand der Hörinstrumente zueinander), konstruktionsbedingt nicht nur eine bestimmte Raumrichtung (die Vorzugsrichtung) abdecken, sondern in dieser Raumrichtung (bzw. einem wie oben beschrieben abgrenzbaren Winkelbereich darum) auch eine minimalen und/oder maximale radiale Ausdehnung bzgl. des Referenzpunktes aufweisen. Dies bedeutet insbesondere, dass die maximale Empfindlichkeit des aus der besagten Überlagerung resultierenden Signals in der betreffenden Raumrichtung in einer konkreten Entfernung lokalisiert ist, und mit zunehmender (und insbesondere auch abnehmender) Entfernung in der Raumrichtung (bei gleichbleibender Winkelbreite) die Empfindlichkeit abnimmt, wobei die Raumrichtung und die Entfernung vorzugsweise so gewählt sind, dass sie dem Fokuspunkt entsprechen.

[0019] Auf diese Weise lässt sich durch die Überlagerung ein Signal erzeugen, welches in einem konkret vorgegebenen und insbesondere nicht lediglich angular, sondern auch radial abgrenzbaren räumlichen Bereich Schallquellen hervorheben kann, und dabei selbst in derselben Raumrichtung, jedoch weiter entfernt (also außerhalb der radialen Begrenzung) liegende Schallquellen absenken kann.

[0020] Das aus der besagten Überlagerung des ersten Richtsignals mit dem zweiten Richtsignal resultierende Signal wird dann für die Erzeugung eines Ausgangssignals verwendet, welches bevorzugt durch einen Ausgangswandler des Hörsystems an das Gehör des Trägers ausgegeben wird. Als Ausgangswandler ist dabei jedwede Vorrichtung umfasst, welche dazu vorgesehen und eingerichtet ist, ein elektrisches Signal in ein entsprechendes Schallsignal umzuwandeln, wobei Spannungs- und/oder Stromschwankungen im elektrischen Signal in entsprechende Amplitudenschwankungen des Schallsignals umgesetzt werden, also insbesondere ein Lautsprecher, ein sog. Balanced Metal Case Receiver, aber auch ein Knochenleithörer.

[0021] Insbesondere können für das vorbeschriebene Verfahren die jeweils erforderlichen Eingangs- und/oder Richtsignale sowie Informationen zur vorgegebenen Richtung und dem vorgegebenen Abstand zwischen beiden Hörinstrumenten übertragen werden. Bevorzugt wird hierbei auf der Ebene der Signale lediglich das jeweils contra-laterale Richtsignal vom jeweils anderen Hörinstrument übertragen (also z. B. das zweite Richtsignal vom zweiten Hörinstrument an das erste Hörinstrument).

[0022] Bevorzugt werden anhand des vorgegebenen Abstands und der vorgegebenen Richtung sowie anhand

eines Abstandes des ersten Hörinstrumentes vom zweiten Hörinstrument der erste Gierwinkel und der zweite Gierwinkel derart eingestellt, insbesondere über Parameter der jeweiligen direktionalen Signalverarbeitung, dass ein Schnittpunkt der zugehörigen, von jeweiligen Hörinstrument ausgehenden Winkelgeraden (bzw. Halbgeraden) der beiden Gierwinkel einen vorgegebenen maximalen Abstand vom vorgegebenen Fokuspunkt nicht überschreitet. Der Die Gierwinkel können insbesondere so eingestellt werden, dass der Schnittpunkt den Fokuspunkt im Idealfall exakt trifft. Es kann jedoch, bspw. wenn sich eine hervorzuhebende Schallquelle bewegt, von Vorteil sein, wenn man den Schnittpunkt der als strahlförmig idealisierten Richtsignale nicht zu jedem Zeitpunkt exakt auf den Fokuspunkt legt, sondern eine vorab definierte, maximale Abweichung zulässt.

[0023] Als vorteilhaft erweist es sich, wenn das erste Richtsignal anhand der ersten Eingangssignale derart erzeugt wird, dass es eine erste Winkelbreite (also Winkelauflösung) um den ersten Gierwinkel aufweist, innerhalb derer die Empfindlichkeit einen vorgegebenen Mindestwert nicht unterschreitet, und/oder das zweite Richtsignal anhand der zweiten Eingangssignale derart erzeugt wird, dass es eine zweite Winkelbreite um den zweiten Gierwinkel aufweist, innerhalb derer die Empfindlichkeit einen vorgegebenen Mindestwert nicht unterschreitet. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass der Überlappungsbereich eine bestimmte radiale und angulare Abmessung nicht unterschreitet. Insbesondere für ein sicheres "Einfangen" des Fokuspunktes mit dem Überlappungsbereich ist dies von Vorteil.

[0024] Zweckmäßigerweise wird hierbei wird anhand des geringsten Abstandes des Überlappungsbereiches zum Referenzpunkt und/oder anhand des größten Abstandes eines Raumpunktes des Überlappungsbereiches zum Referenzpunkt die erste Winkelbreite und/oder die zweite Winkelbreite festgelegt. Dies bedeutet insbesondere, dass für den Überlappungsbereich eine radiale Ausdehnung vorgegeben wird, welches vom geringsten Abstandes des Überlappungsbereiches zum Referenzpunkt dem größten Abstandes eines Raumpunktes des Überlappungsbereiches zum Referenzpunkt begrenzt wird, und die erste bzw. zweite Winkelbreite, bevorzugt über Parameter der jeweiligen direktionalen Signalverarbeitung, anhand dieser radialen Ausdehnung eingestellt werden.

[0025] Vorzugsweise wird das erste Richtsignal anhand einer zeitverzögerten Überlagerung der ersten Eingangssignale erzeugt, und hierbei der erste Gierwinkel und ggf. die erste Winkelbreite anhand wenigstens einer Zeitkonstante und/oder wenigstens eines Gewichtungsfaktor der besagten zeitverzögerten Überlagerung eingestellt. Entsprechend wird bevorzugt das zweite Richtsignal anhand einer zeitverzögerten Überlagerung der zweiten Eingangssignale erzeugt, und hierbei der zweite Gierwinkel ggf. die zweite Winkelbreite anhand wenigstens einer Zeitkonstante und/oder wenigstens eines Gewichtungsfaktor der besagten zeitverzögerten Überlage-

rung eingestellt. 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 ein Ausgangssignal von brauchbarer Qualität der Hervorhebung eines Schallsignals im Fokuspunkt. 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 des ersten Gierwinkels und/oder des zweiten Gierwinkels jeweils eine kopfbezogene Transferfunktion ("Head Related Transfer Function", HRTF) für das erste Hörinstrument bzw. für das zweite Hörinstrument mit herangezogen. 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 das erste bzw. zweite Richtsignal jeweils die Richtung maximaler Empfindlichkeit beeinflussen, und somit bzgl. des einzustellenden Gierwinkels verzerren. Die Berücksichtigung dieser Effekte anhand von HRTFs erlaubt somit eine Korrektur einer etwaigen derartigen Verzerrung.

[0028] Als weiter vorteilhaft erweist es sich, wenn als Richtung bezüglich der Vorzugsrichtung des binauralen Hörsystems eine Richtung einer Schallquelle in der Umgebung bezüglich der Vorzugsrichtung vorgegeben wird, und als Abstand bezüglich des Referenzpunktes des binauralen Hörsystems ein Abstand der besagten Schallquelle zum Referenzpunkt vorgegeben wird. Auch wenn das Verfahren grundsätzlich den Überlappungsbereich ungeachtet dessen hervorheben kann, ob im Fokuspunkt (oder in dessen Nähe) eine Nutzsignalquelle angeordnet ist, so ist für den Fall einer Schallquelle für die Vorgabe der Richtung und des Abstands infolge der Möglichkeit einer gezielten Hervorhebung der Schallquelle beson-

ders vorteilhaft. Die Vorgabe kann hierbei insbesondere statisch erfolgen, oder auch in Abhängigkeit von externen Informationen (etwa mittels einer Datenbrille o.ä.).

[0029] Als besonders vorteilhaft erweist es sich für die Vorgabe hingegen, wenn anhand einer Analyse von wenigstens einigen der ersten Eingangssignale und/oder der zweiten Eingangssignale die Richtung der Schallquelle in der Umgebung bezüglich der besagten Vorzugsrichtung und/oder der Abstand der Schallquelle bezüglich des besagten Referenzpunktes für die Vorgabe ermittelt wird. Hierdurch lässt sich die Hervorhebung der Schallquelle dynamisch in Abhängigkeit einer Position derselben gestalten, und insbesondere auch eine Änderung einer Position einer konkreten Schallquelle für eine Aktualisierung des Fokuspunktes berücksichtigen.

[0030] Hierfür wird bevorzugt anhand von besagter Analyse von wenigstens einigen der ersten Eingangssignale und/oder der zweiten Eingangssignale eine Änderung der Richtung und/oder des Abstands der Schallquelle ermittelt, wobei die Vorgabe des Fokuspunktes entsprechend aktualisiert wird, und wobei der erste Gierwinkel und der zweite Gierwinkel entsprechend neu eingestellt werden.

[0031] In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung wird anhand der ersten Eingangssignale mittels einer direktionalen Signalverarbeitung jeweils eine Mehrzahl an ersten Analyse-Richtsignalen derart erzeugt, dass jedes der ersten Analyse-Richtsignale bezüglich der Vorzugsrichtung jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der ersten Analyse-Richtsignale eine erste Quellenrichtung der Schallquelle bezüglich der besagten Vorzugsrichtung, ausgehend vom ersten Hörinstrument, ermittelt, wobei anhand der zweiten Eingangssignale mittels einer direktionalen Signalverarbeitung jeweils eine Mehrzahl an zweiten Analyse-Richtsignalen derart erzeugt wird, dass jedes der zweiten Analyse-Richtsignale bezüglich der Vorzugsrichtung jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der zweiten Analyse-Richtsignale eine zweite Quellenrichtung der Schallquelle bezüglich der besagten Vorzugsrichtung, ausgehend vom zweiten Hörinstrument, ermittelt wird. Weiter wird hierbei der ersten Quellenrichtung, der zweiten Quellenrichtung und des Abstandes zwischen dem ersten Hörinstrument und dem zweiten Hörinstrument der Abstand der besagten Schallquelle bezüglich des Referenzpunktes des binauralen Hörsystems sowie die Richtung der Schallquelle bezüglich der Vorzugsrichtung ermittelt wird. Die so beschriebene Analyse mittels der besagten Analyse-Richtsignale wird dabei jeweils bevorzugt in einem Analysepfad des Hörsystems, insbesondere des jeweiligen Hörinstruments durchgeführt wird, und eine Erzeugung eines Ausgangssignals des Hörsystems in einem zum Analysepfad parallelen Verarbeitungspfad. Die Analyse-Richtsignale "scannen" somit jeweils die Umgebung, um für jedes Hörinstrument jeweils bezüglich der Vorzugsrichtung die Quellenrichtung einer bestimmten Schallquelle, bevor-

zugt eines konkreten Sprechers, zu ermitteln.

[0032] Hierfür wird bevorzugt 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 als Schallquelle ein erster Sprecher lokalisiert wird.

[0033] Insbesondere kann hierbei ein bestimmtes erstes Eingangssignal eines bestimmten ersten bzw. zweiten Eingangswandlers als erstes bzw. zweites Referenzsignal verwendet werden, 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.

[0034] 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 Winkel- und/oder Abstandsinformationen zwischen den beiden Hörinstrumenten ausgestattet.

[0035] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen jeweils schematisch:

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

Fig. 2 in einem Blockschaltbild ein binaurales Hörsystem,

Fig. 3 in einer Draufsicht eine Richtcharakteristik in der Gesprächssituation nach Fig. 1, welche aus einer direktionalen Signalverarbeitung für das binaurale Hörsystem nach Fig. 2 resultiert, und

Fig. 4 in einem Flussdiagramm ein Verfahren für die direktionale Signalverarbeitung des nach Fig. 3 resultierenden Signals.

[0036] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0037] In Figur 1 ist schematisch in einer Draufsicht

ein Träger 1 eines in seinen Details nicht näher dargestellten Hörinstruments HI dargestellt. Der Träger 1 befindet sich hierbei in einer Gesprächssituation mit einem Gesprächspartner 2, welcher für eine Signalverarbeitung des Hörinstruments HI 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 Richtung 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). Für eine Verbesserung des Klangeindrucks der Gesprächssituation bei der Wiedergabe durch das Hörinstrument HI wird mittels direktonaler Signalverarbeitung von Eingangssignalen, welche im Hörinstrument HI jeweils aus einem Schallsignal 10 der Umgebung des Trägers 1 erzeugt werden, ein Ausgangssignal 12 erzeugt, und dem Gehör des Trägers 1 zugeführt. Das Ausgangssignal 12 wird hierbei in Figur 1 durch seine Richtcharakteristik 14 repräsentiert, welches schematisch die Empfindlichkeit des Ausgangssignals 12 gegenüber von generischen Schallsignalen aus den unterschiedlichen Richtungen im Raum darstellt.

[0038] Die Richtcharakteristik 14 weist in der Richtung α und um diese herum seine maximale Empfindlichkeit auf, was in Figur 1 anhand eines Richtkegels 16 dargestellt ist. Innerhalb dieses Richtkegels 16 befinden sich jedoch, bezogen auf den Träger 1 etwas weiter entfernt als der Gesprächspartner 2, welcher in einem Abstand D vom Hörinstrument HI steht, noch zwei weitere Personen 18, 19 miteinander in einem eigenen Gespräch. Für den Träger 1 des Hörinstruments HI stellen die Personen 18, 19 jeweils Störquellen N1, N2 dar, da sie durch das Ausgangssignal 12 mit verstärkt werden, etwa anders als die Störquellen N3, N4, welche durch das Ausgangssignal 12 abgesenkt werden. Durch die richtungsbedingte Verstärkung der Störquellen N1, N2 wird im Ausgangssignal 12 das SNR für das vom Gesprächspartner 2 stammende Nutzsignal geringer.

[0039] In Figur 2 ist schematisch in einem Blockschaltbild ein binaurales Hörsystem 20 dargestellt, welches ein erstes Hörinstrument HI1 und ein zweites Hörinstrument HI2 aufweist, und welches in noch zu beschreibender Weise dazu eingerichtet ist, die Störquellen N1, N2 im Ausgangssignal 12 nach Figur 1 gegenüber den Gesprächsbeiträgen des Gesprächspartners 2 abzusenken bzw. gar auszublenden.

[0040] 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 hin-

teres zweites Eingangssignal Eh2 erzeugen. Die besagten Eingangswandler Mv1, Mh1, Mv2, Mh2 sind vorliegend jeweils durch entsprechende omnidirektionale Mikrofone gegeben.

[0041] Im ersten Hörinstrument HI1 wird nun durch eine direktionale Signalverarbeitung 22 anhand des vorderen und des hinteren ersten Eingangssignals Ev1, Eh1 und anhand einer noch zu beschreibenden Vorgabe einer Richtung α und eines Abstands D, welche einen Fokuspunkt F definieren, ein erstes Richtsignal R1 gebildet. Hierfür wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine zeitverzögerte Überlagerung aus den besagten Eingangssignalen Ev1, Eh1 gebildet, und insbesondere eine erste HRTF (in Figur 2 als HRTF1 bezeichnet) des ersten Hörinstruments herangezogen. Auf vergleichbare Weise wird im zweiten Hörinstrument HI2 durch eine direktionale Signalverarbeitung 24 anhand des vorderen und des hinteren zweiten Eingangssignals Ev2, Eh2 unter Berücksichtigung einer zweiten HRTF (HRTF2) ein zweites Richtsignal R2 gebildet.

[0042] Das zweite Richtsignal R2 wird nun vom zweiten Hörinstrument HI2 an das erste Hörinstrument HI1 übertragen. Hierfür sind beide Hörinstrumente HI1, HI2 mit entsprechenden Kommunikationseinrichtungen (jeweils nicht dargestellt) wie z.B. Bluetooth- und/oder NFC-fähigen Antennen ausgestattet.

[0043] Im ersten Hörinstrument HI1 wird nun eine erste Überlagerung U1 aus dem ersten Richtsignal R1 und dem zweiten Richtsignal R2 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 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.

[0044] 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.

[0045] In noch zu beschreibender Weise lässt sich durch das binaurale Hörsystem 20 nach Figur 2 in der Gesprächssituation nach Figur 1 die Nutzsignalquelle 4 (also den Gesprächspartner 2) gezielt gegenüber den Störsignalquellen N1, N2 anheben kann, welche sich im auch Richtkegel 16 befinden.

[0046] Hierzu ist als eine Erklärung in Figur 3 in einer Draufsicht erneut die Gesprächssituation nach Figur 1 dargestellt, in welcher jedoch nun noch näher zu beschreibende Richtcharakteristiken der einzelnen, für die besagte Anhebung der Nutzsignalquelle 4 verwendeten Richtsignale eingezeichnet sind. Im der Gesprächssituation nach Figur 3 trägt der Träger 1 nun das binaurale Hörsystem 20 nach Figur 2.

[0047] Für dieses bildet beim bestimmungsgemäßen Tragen die Frontalrichtung 8 eine Vorzugsrichtung 24. Ebenso ist beim bestimmungsgemäßen Tragen (also insbesondere der anatomisch korrekten Anordnung der beiden Hörinstrumente HI1, HI2 am jeweiligen Ohr) durch den Mittelpunkt 25 zwischen den beiden Hörinstrumenten HI1, HI2 ein Referenzpunkt 26 des binauralen Hörsystems 20 gegeben. Der Referenzpunkt 26 ist hierbei im Kopf 6 des Trägers 1 gelegen, und dient den nachfolgenden geometrischen Überlegungen sowie entsprechenden Berechnungen.

[0048] Für das gezielte Anheben des Gesprächspartners D wird in zunächst nicht näher beschriebener Weise einerseits dessen Abstand D vom Referenzpunkt 26 sowie seine Richtung α (also die Richtung seiner Position bzgl. der Vorzugsrichtung 24) vorgegeben. Hierdurch wird der Fokuspunkt F als Zielpunkt der Signalverarbeitung definiert. Für das erste Richtsignal R1 wird nun eine Richtung maximaler Empfindlichkeit derart ausgerichtet, dass und das zweite Richtsignal R2 (in Figur 3 jeweils durch ihre gestrichelt angedeuteten Richtkegel repräsentiert) werden nun derart ausgerichtet, dass die erste Überlagerung U1 (welche im ersten Hörinstrument HI1 aus dem ersten Richtsignal R1 und dem vom zweiten Hörinstrument HI2 übertragenen zweiten Richtsignal R2 gebildet wird) einen Überlappungsbereich 28 bildet, welcher den Fokuspunkt F und somit den Gesprächspartner 2 (also die gewünschte Nutzsignalquelle 4) umfasst.

[0049] Für diese besagte Ausrichtung werden ein erster Gierwinkel γ_1 , welcher die Richtung maximaler Empfindlichkeit des ersten Richtsignals 1 angibt, vom ersten Hörinstrument HI1 aus auf den Fokuspunkt ausgerichtet (siehe zugehörigen Pfeil), und ein zweiter Gierwinkel γ_2 , welcher die Richtung maximaler Empfindlichkeit des zweiten Richtsignals 1 angibt, vom zweiten Hörinstrument HI2 aus auf den Fokuspunkt ausgerichtet. Dies kann jeweils über Parameter der direktionalen Signalverarbeitungen 22 des binauralen Hörsystems 20 nach Figur 2 (unter Berücksichtigung von HRTF1 und HRTF2) erfolgen, welche jeweils das erste und zweite Richtsignal R1, R2 aus den zugehörigen Eingangssignalen Ev1, Eh1 bzw. Ev2, Eh2 erzeugen. Weiter werden eine erste Winkelbreite $\Delta\gamma_1$ (also Winkelaufweitung) des ersten Richtsignals R1 (welche insbesondere definiert werden kann anhand eines Grenzwertes für die relative Empfindlichkeit bzgl. der maximalen Empfindlichkeit, welcher innerhalb der ersten Winkelbreite $\Delta\gamma_1$ nicht unterschritten wird) und eine entsprechende zweite Winkelbreite $\Delta\gamma_2$ des zweiten Richtsignals R2 eingestellt, um den Überlappungsbereich 28 so einzustellen, dass die reale Nutz-

signalquelle 4, welche im (idealisierten) Fokuspunkt F angenommen wird, mit hinreichend hoher Sicherheit in diesem belegen ist. Insbesondere wird dabei ein radialer Mindestabstand D_{\min} des Überlappungsbereiches 28 ebenso über die erste und zweite Winkelbreite $\Delta\gamma_1$, $\Delta\gamma_2$ (und somit also ebenso über die jeweilige direktionale Signalverarbeitung 22 zur Erzeugung des ersten bzw. zweiten Richtsignals R1, R2) eingestellt.

[0050] In Figur 4 ist nun schematisch in einem Flussdiagramm der Ablauf eines Verfahrens dargestellt, mittels dessen die anhand von Figur 3 beschriebene Signalverarbeitung zur Ausrichtung der ersten Überlagerung U1 auf den Fokuspunkt F implementiert wird.

[0051] Wie bereits anhand von Figur 2 und Figur 3 beschrieben, werden für das Verfahren der Abstand D der Nutzsignalquelle 4 zum Referenzpunkt 26 des binauralen Hörsystems sowie die Richtung α der Nutzsignalquelle 4 bzgl. der Vorzugsrichtung 24 vorgegeben, wodurch der Fokuspunkt F definiert ist (faktisch in Polarkoordinaten mit dem Referenzpunkt 26 als Ursprung). die Vorgabe erfolgt hierbei in Abhängigkeit der Eingangssignale Ev1, Eh1, Ev2, Eh2 in noch zu beschreibender Weise. Anhand des Fokuspunktes F werden im ersten bzw. zweiten Hörinstrument HI1, HI2 das erste bzw. zweite Richtsignal R1, R2 aus dem vorderen und hinteren ersten bzw. zweiten Eingangssignal Ev1, Eh1 bzw. Ev2, Eh2 erzeugt. Hierbei werden über Parameter der jeweiligen direktionalen Signalverarbeitung 22 und unter Berücksichtigung der jeweiligen HRTF der erste bzw. zweite Gierwinkel γ_1 , γ_2 sowie ggf. die erste bzw. zweite Winkelbreite $\Delta\gamma_1$, $\Delta\gamma_2$ für das jeweilige Richtsignal R1, R2 eingestellt. Die beiden Richtsignale R1, R2 werden jeweils an das andere Hörinstrument HI1, HI2 übertragen. Im ersten Hörinstrument HI1 wird aus den beiden nun lokal vorliegenden Richtsignalen R1, R2 die erste Überlagerung U1 gebildet. Diese kann insbesondere durch eine einfache Summe der Form

$$U1(f, k) = R1(f, k) + R2(f, k)$$

gebildet werden, wobei k einen diskreten Zeitindex bezeichnet, und f eine Frequenzbandindex. Aus der ersten Überlagerung U1 wird dann das erste Ausgangssignal A1 erzeugt, ggf. unter weiteren, nicht näher dargestellten Signalverarbeitungsschritten wie z.B. frequenzbandabhängiger Verstärkung und/oder Kompression o.ä. Das erste Ausgangssignal A1 wird vom ersten Ausgangswandler L1 in ein entsprechendes Ausgangsschallsignal (nicht dargestellt) umgewandelt. Im zweiten Hörinstrument HI2 erfolgt eine nicht näher dargestellte, vergleichbare Erzeugung eines zweiten Ausgangssignals zur Wiedergabe durch einen zweiten Ausgangswandler.

[0052] Für die Vorgabe des Abstands D sowie der Richtung α werden im ersten Hörinstrument HI1 und im zweiten Hörinstrument HI2 anhand des vorderen und hinteren ersten bzw. zweiten Eingangssignals Ev1, Eh1,

Ev2, Eh2 (und ggf. unter jeweiliger Berücksichtigung von HRTF1 bzw. HRTF2; nicht eingezeichnet) jeweils eine Mehrzahl an Analyse-Richtsignalen RA1 a-z, RA2a-z gebildet, die jeweils in unterschiedlichen Winkelrichtungen ihre minimale Empfindlichkeit aufweisen ("Minimalrichtungen"). Diese Analyse-Richtsignale RA1 a-z, RA2a-z "scannen" jeweils über die Variation ihrer Minimalrichtungen den das zugehörige Hörinstrument HI1, HI2 umgebenden Raum nach Schallquellen, wobei eine in einer Minimalrichtung eines bestimmten Analyse-Richtsignals vorhandene Schallquelle durch dieses abgeschwächt wird.

[0053] Zum Ermitteln einer Schallquelle werden hierbei die Analyse-Richtsignale RA1a-z, RA2a-z jeweils lokal mit dem vorderen ersten bzw. zweiten Eingangssignal Ev1 bzw. Ev2 des betreffenden Hörinstruments HI1, HI2 als ein jeweiliges Referenzsignal verglichen (alternativ kann jeweils auch das hintere erste bzw. zweite Eingangssignal Eh1, Eh2 als ein solches lokales Referenzsignal verwendet werden). Anhand der Unterschiede in der jeweiligen Signalleistung kann dann auf das Vorhandensein einer Schallquelle in der Minimalrichtung des betreffenden Analyse-Richtsignals geschlossen werden. Insbesondere kann hierbei zur Erkennung, ob es sich bei eine Schallquelle um eine Nutzsignalquelle handelt, kann hierbei angenommen werden, dass eine solche Nutzsignalquelle durch einen Sprecher gegeben ist, und dann auf die Analyse-Richtsignale RA1a-z, RA2a-z und die jeweiligen lokalen Referenzsignale (also vorliegend das vordere erste bzw. zweite Eingangssignal Ev1, Ev2) jeweils eine Spracherkennung angewandt werden (in Figur 4 nicht dargestellt), um die Sprachanteile an den Signalleistungen der beteiligten Signale sowie die Abschwächung eines solchen Sprachanteils durch ein betreffendes Analyse-Richtsignal zu ermitteln. Bei einer maximalen Abschwächung wird durch ein Analyse-Richtsignal RA1a-z, RA2a-z kann dann die zugehörige Minimalrichtung als die jeweilige erste bzw. zweite Quellenrichtung Q1, Q2 der Nutzsignalquelle bzgl. des betreffenden Hörinstruments HI1, HI2 festgelegt werden. Eine Richtung α und ein Abstand D der Nutzsignalquelle bezüglich des binauralen Hörsystems 20 (und dessen Vorzugsrichtung 24) kann dann aus den beiden in den einzelnen Hörinstrumenten HI1, HI2 jeweils ermittelten Quellenrichtungen Q1, Q2 für die Nutzsignalquelle sowie dem Abstand der Hörinstrumente HI1, HI2 zueinander bestimmt werden, wofür die ermittelte erste bzw. zweite Quellenrichtung Q1, Q2 an das jeweils andere Hörinstrument HI2, HI1 übertragen wird, und in beiden Hörinstrumenten HI1, HI2 dieselben Schritte zum Ermitteln der Richtung α und des Abstands D durchgeführt werden.

[0054] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0055]

1	Träger	5
2	Gesprächspartner	
4	Nutzsignalquelle	
6	Kopf	
8	Frontalrichtung	
10	Schallsignal	10
12	Ausgangssignal	
14	Richtcharakteristik	
16	Richtkegel	
18	Person	
19	Person	15
20	binaurales Hörsystem	
22	direktionale Signalverarbeitung	
24	Vorzugsrichtung	
25	Mittelpunkt	
26	Referenzpunkt	20
28	Überlappungsbereich	
30	weitere Signalverarbeitungsschritte	
A1	erstes Ausgangssignal	
D	Abstand	25
Ev1/2	vorderes erstes/zweites Eingangssignal	
Eh1/2	hinteres erstes/zweites Eingangssignal	
F	Fokuspunkt	
HI1/2	erstes/zweites Hörinstrument	
HI	Hörinstrument	30
HRTF1/2	erste/zweite HRTF	
L1	erster Ausgangswandler	
Mv/h1/2	vorderer/hinterer erster/zweiter Eingangswandler	
N1-4	Störquelle	35
Q1/2	erste/zweite Quellenrichtung	
R1/2	erstes/zweites Richtsignal	
RA1/2a-z	erste/zweite Analyse-Richtsignale	
U1	erste Überlagerung	40
α	Richtung	
y1/2	erster/zweiter Gierwinkel	
$\Delta\gamma$ 1/2	erste/zweite Winkelbreite	45

Patentansprüche

1. Verfahren zur direktionalen Signalverarbeitung für ein binaurales Hörsystem (20) mit einem ersten Hörinstrument (HI1) und einem zweiten Hörinstrument (HI2),
wobei durch eine Mehrzahl an 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 Ein-

gangswandlern (Mv2, Mh2) des zweiten Hörinstrumentes (HI2) aus dem Schallsignal (10) der Umgebung eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Eingangssignalen (Ev2, Eh2) erzeugt wird,
wobei eine Richtung (α) bezüglich einer Vorzugsrichtung (24) des binauralen Hörsystems (20) sowie ein Abstand (D) bezüglich eines Referenzpunktes (26) des binauralen Hörsystems (20) vorgegeben werden, und hierdurch ein Fokuspunkt (F) vorgegeben wird,
wobei anhand der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) mittels einer direktionalen Signalverarbeitung (22) ein erstes Richtsignal (R1) derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung (24), ausgehend vom ersten Hörinstrument (HI1), einen ersten Gierwinkel (γ_1) bildet,
wobei anhand der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) mittels einer direktionalen Signalverarbeitung (22) ein zweites Richtsignal (R2) derart erzeugt wird, dass eine Richtung maximaler Empfindlichkeit mit der besagten Vorzugsrichtung (24), ausgehend vom zweiten Hörinstrument (HI2), einen zweiten Gierwinkel (γ_2) bildet, wobei über die direktionale Signalverarbeitung (22) der ersten bzw. zweiten Eingangssignale (Ev1, Eh1, Ev2, Eh2) der erste Gierwinkel (γ_1) und der zweite Gierwinkel (γ_2) derart eingestellt werden, dass eine Überlagerung (U1) des ersten Richtsignals (R1) mit dem zweiten Richtsignal (R2) eine maximale Empfindlichkeit in einem Überlappungsbereich (28) aufweist, welcher den vorgegebenen Fokuspunkt (F) umfasst, und wobei anhand der besagten Überlagerung (U1) ein Ausgangssignal (A1) des binauralen Hörsystems (20) erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der besagte Referenzpunkt (26) des binauralen Hörsystems (20) anhand eines Mittelpunktes (25) zwischen dem ersten Hörinstrument (HI1) und dem zweiten Hörinstrument (HI2) beim bestimmungsgemäßen Tragen bestimmt wird, und/oder wobei die besagte Vorzugsrichtung (24) des binauralen Hörsystems (20) anhand einer Frontalrichtung (8) eines Trägers (1) beim bestimmungsgemäßen Tragen der Hörinstrumente (HI1, HI2) des Hörsystems (20) bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei anhand des vorgegebenen Abstands (D) und der vorgegebenen Richtung (α) sowie anhand eines Abstandes des ersten Hörinstrumentes (HI1) vom zweiten Hörinstrument (HI2) der erste Gierwinkel (γ_1) und der zweite Gierwinkel (γ_2) derart eingestellt werden, dass ein Schnittpunkt der zugehörigen Winkelgeraden der beiden Gierwinkel (γ_1 , γ_2) einen vor-

gegebenen maximalen Abstand vom vorgegebenen Fokuspunkt (F) nicht überschreitet.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das erste Richtsignal (R1) anhand der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) derart erzeugt wird, dass es eine erste Winkelbreite ($\Delta\gamma_1$) um den ersten Gierwinkel (γ_1) aufweist, innerhalb derer die Empfindlichkeit einen vorgegebenen Mindestwert nicht unterschreitet, und/oder wobei das zweite Richtsignal (R2) anhand der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) derart erzeugt wird, dass es eine zweite Winkelbreite ($\Delta\gamma_2$) um den zweiten Gierwinkel (γ_2) aufweist, innerhalb derer die Empfindlichkeit einen vorgegebenen Mindestwert nicht unterschreitet.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei anhand des geringsten Abstandes des Überlappungsbereiches zum Referenzpunkt (26) und/oder anhand des größten Abstandes eines Raumpunktes des Überlappungsbereiches zum Referenzpunkt (26) die erste Winkelbreite ($\Delta\gamma_1$) und/oder die zweite Winkelbreite ($\Delta\gamma_2$) festgelegt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das erste Richtsignal (R1) anhand einer zeitverzögerten Überlagerung der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) erzeugt wird, und hierbei der erste Gierwinkel (γ_1) anhand wenigstens einer Zeitkonstante und/oder wenigstens eines Gewichtungsfaktor der besagten zeitverzögerten Überlagerung eingestellt wird, und/oder wobei das zweite Richtsignal (R2) anhand einer zeitverzögerten Überlagerung der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) erzeugt wird, und hierbei der zweite Gierwinkel (γ_2) anhand wenigstens einer Zeitkonstante und/oder wenigstens eines Gewichtungsfaktor der besagten zeitverzögerten Überlagerung eingestellt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,

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 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.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei für das Einstellen des ersten Gierwinkels (γ_1) und/oder des zweiten Gierwinkels (γ_2) jeweils eine kopfbezogene Transferfunktion (HRTS1, HIRT2) für das erste Hörinstrument (HI1) bzw. für das zweite Hörinstrument (HI2) mit herangezogen wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei als Richtung (α) bezüglich der Vorzugsrichtung (24) des binauralen Hörsystems (20) eine Richtung einer Schallquelle (4) in der Umgebung bezüglich der Vorzugsrichtung (24) vorgegeben wird, und

wobei als Abstand (D) bezüglich des Referenzpunktes (26) des binauralen Hörsystems (20) ein Abstand der besagten Schallquelle (4) zum Referenzpunkt (26) vorgegeben wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei anhand einer Analyse von wenigstens einigen der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) und/oder der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) die Richtung (α) der Schallquelle (4) in der Umgebung bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (24) und/oder der Abstand (D) der Schallquelle (4) bezüglich des besagten Referenzpunktes (26) für die Vorgabe ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,

wobei anhand von besagter Analyse von wenigstens einigen der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) und/oder der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) eine Änderung der Richtung (α) und/oder des Abstands (D) der Schallquelle (4) ermittelt wird,

wobei die Vorgabe des Fokuspunktes (F) entsprechend aktualisiert wird, und

wobei der erste Gierwinkel (γ_1) und der zweite Gierwinkel (γ_2) entsprechend neu eingestellt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder Anspruch 11,

wobei anhand der ersten Eingangssignale (Ev1, Eh1) mittels einer direktionalen Signalverarbeitung jeweils eine Mehrzahl an ersten Analyse-Richtsignalen (RA1a-z) derart erzeugt wird, dass jedes der ersten Analyse-Richtsignale (RA1a-z) bezüglich der Vorzugsrichtung (24) jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand

der ersten Analyse-Richtsignale (RA1a-z) eine erste Quellenrichtung (Q1) der Schallquelle (4) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (24), ausgehend vom ersten Hörinstrument (HI1), ermittelt wird, 5
wobei anhand der zweiten Eingangssignale (Ev2, Eh2) mittels einer direktionalen Signalverarbeitung jeweils eine Mehrzahl an zweiten Analyse-Richtsignalen (RA2a-z) derart erzeugt wird, dass jedes der zweiten Analyse-Richtsignale (RA2a-z) bezüglich der Vorzugsrichtung (24) jeweils in einer anderen Minimalrichtung eine minimale Empfindlichkeit aufweist, und anhand der zweiten Analyse-Richtsignale (RA2a-z) eine zweite Quellenrichtung (Q2) der Schallquelle (4) bezüglich der besagten Vorzugsrichtung (24), ausgehend vom zweiten Hörinstrument (HI2), ermittelt wird, und 10
wobei anhand der ersten Quellenrichtung (Q1), der zweiten Quellenrichtung (Q2) und des Abstandes zwischen dem ersten Hörinstrument (HI1) und dem zweiten Hörinstrument (HI2) der Abstand (D) der besagten Schallquelle (4) bezüglich des Referenzpunktes (26) des binauralen Hörsystems (20) sowie die Richtung (α) der Schallquelle (4) bezüglich der Vorzugsrichtung (24) ermittelt wird. 15 20 25

13. Binaurales Hörsystem (20) mit einem ersten Hörinstrument (HI1) und einem zweiten Hörinstrument (HI2), wobei das binaurale Hörsystem (20) dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen. 30

35

40

45

50

55

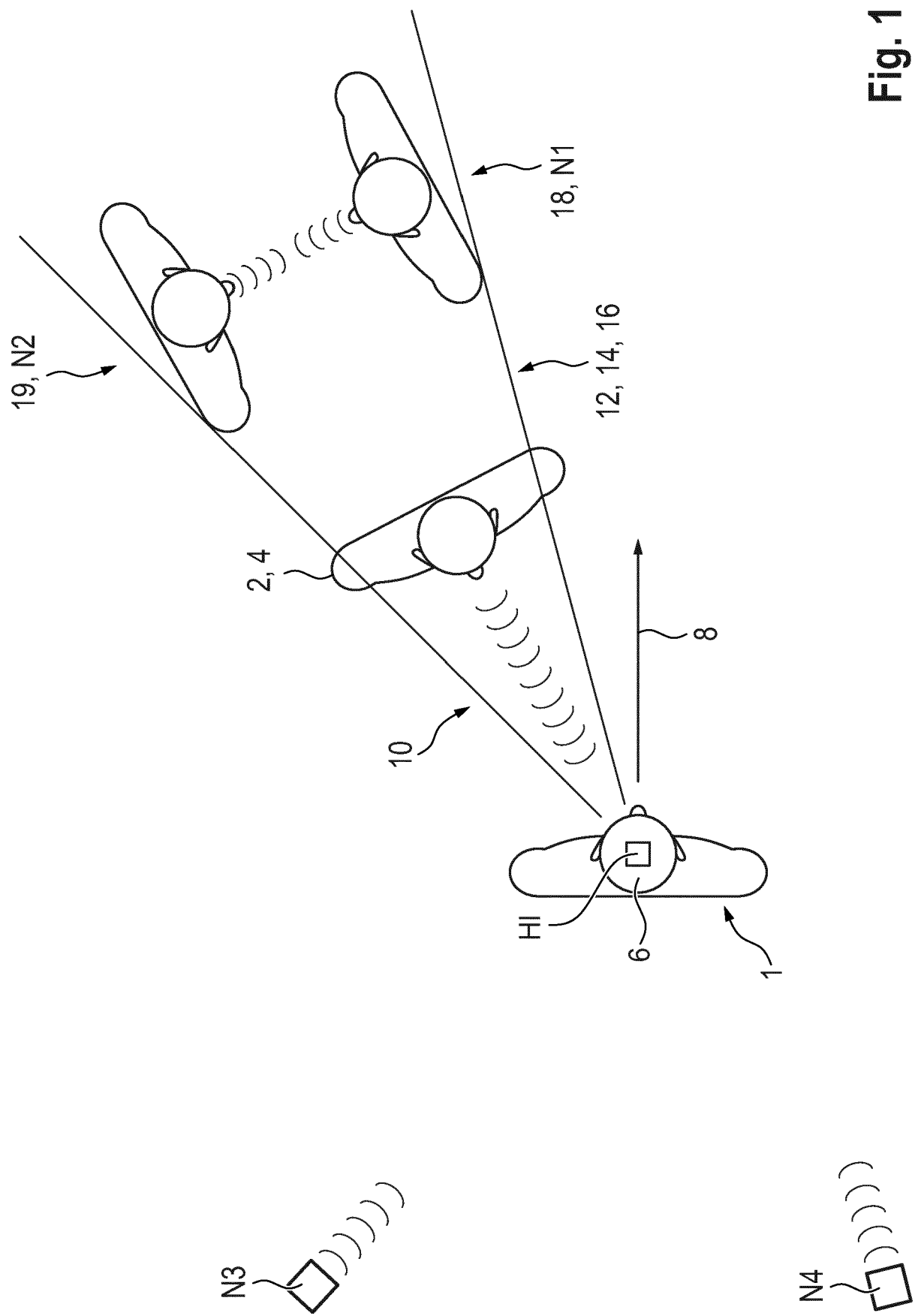


Fig. 1

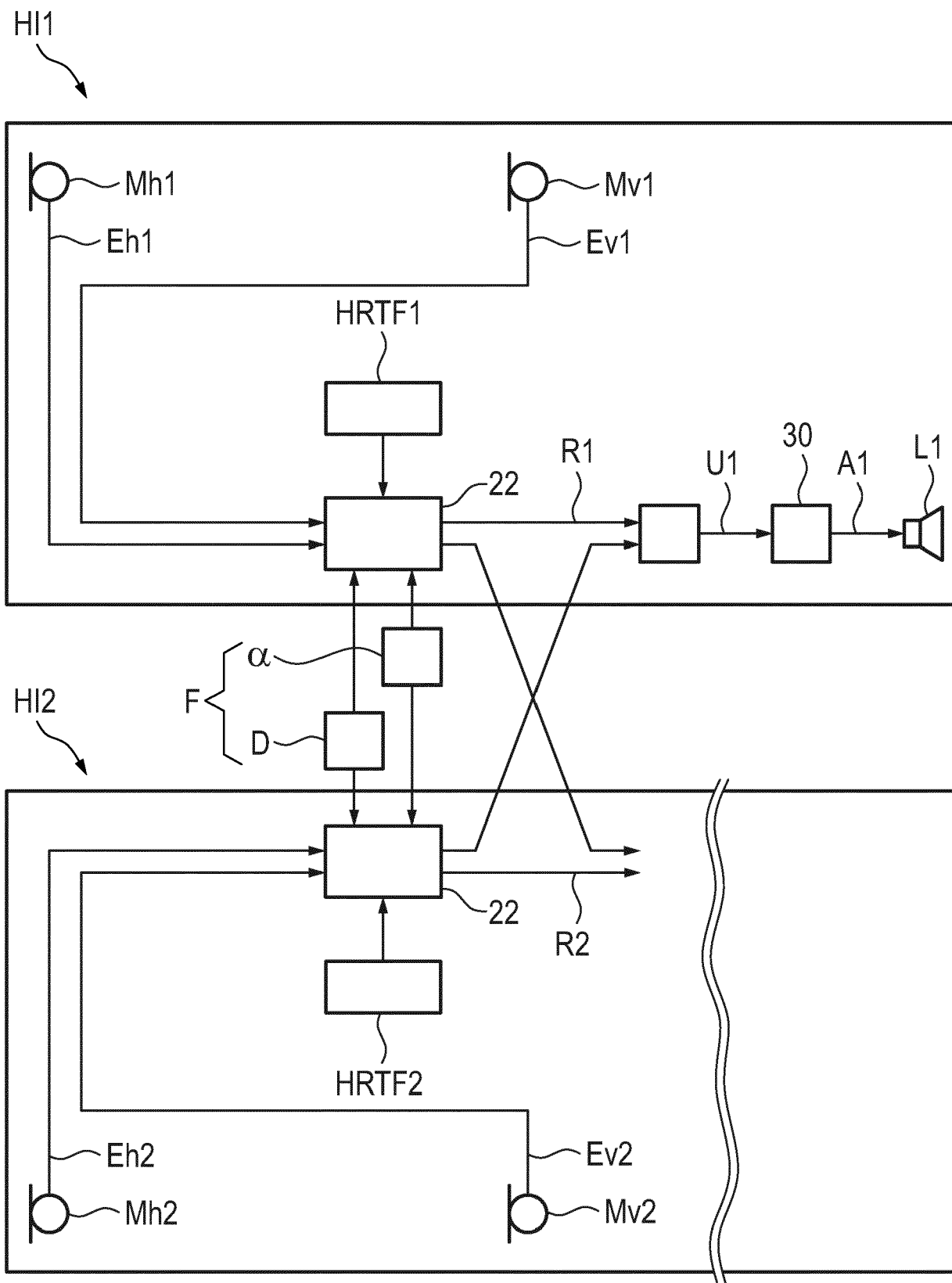


Fig. 2

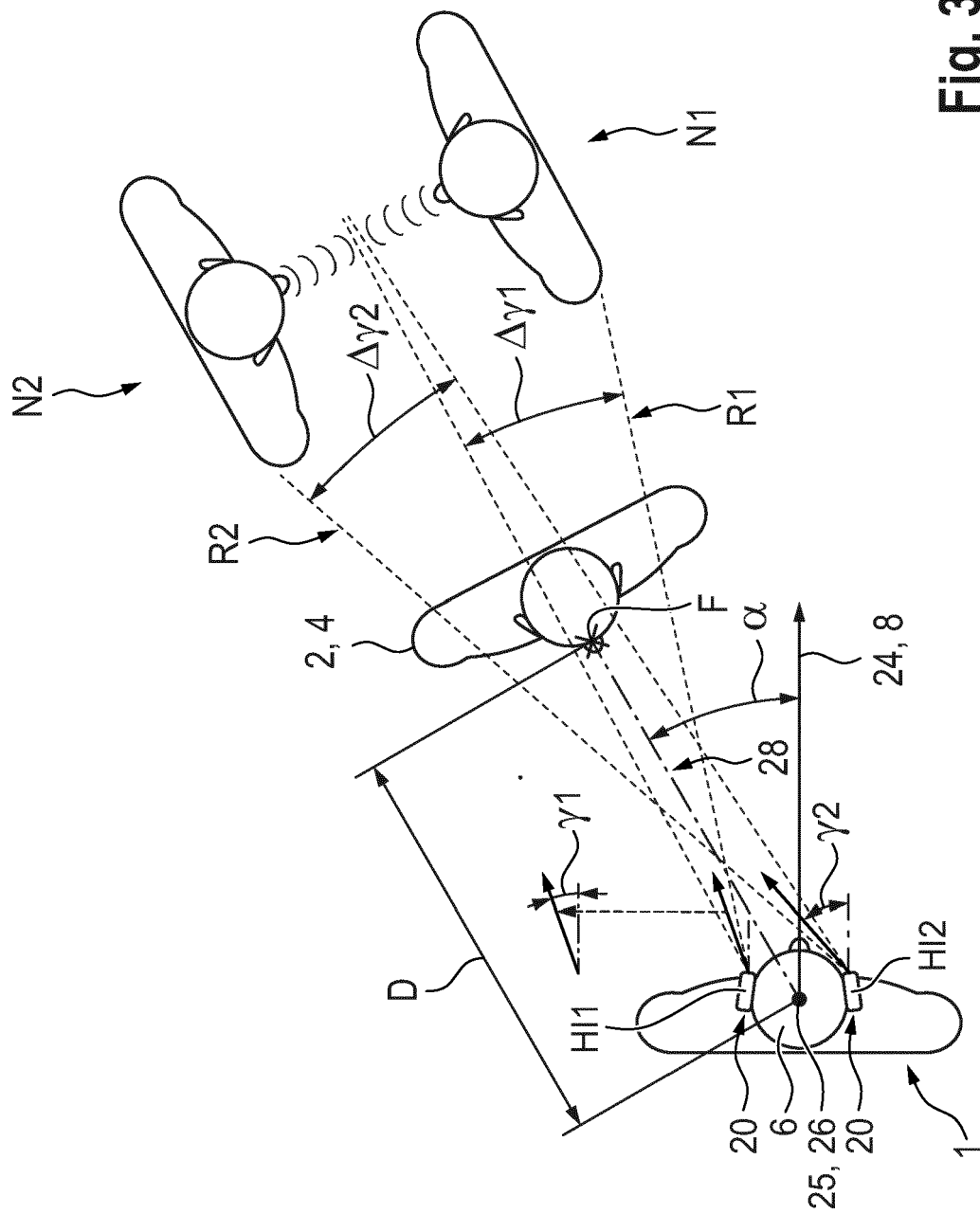


Fig. 3

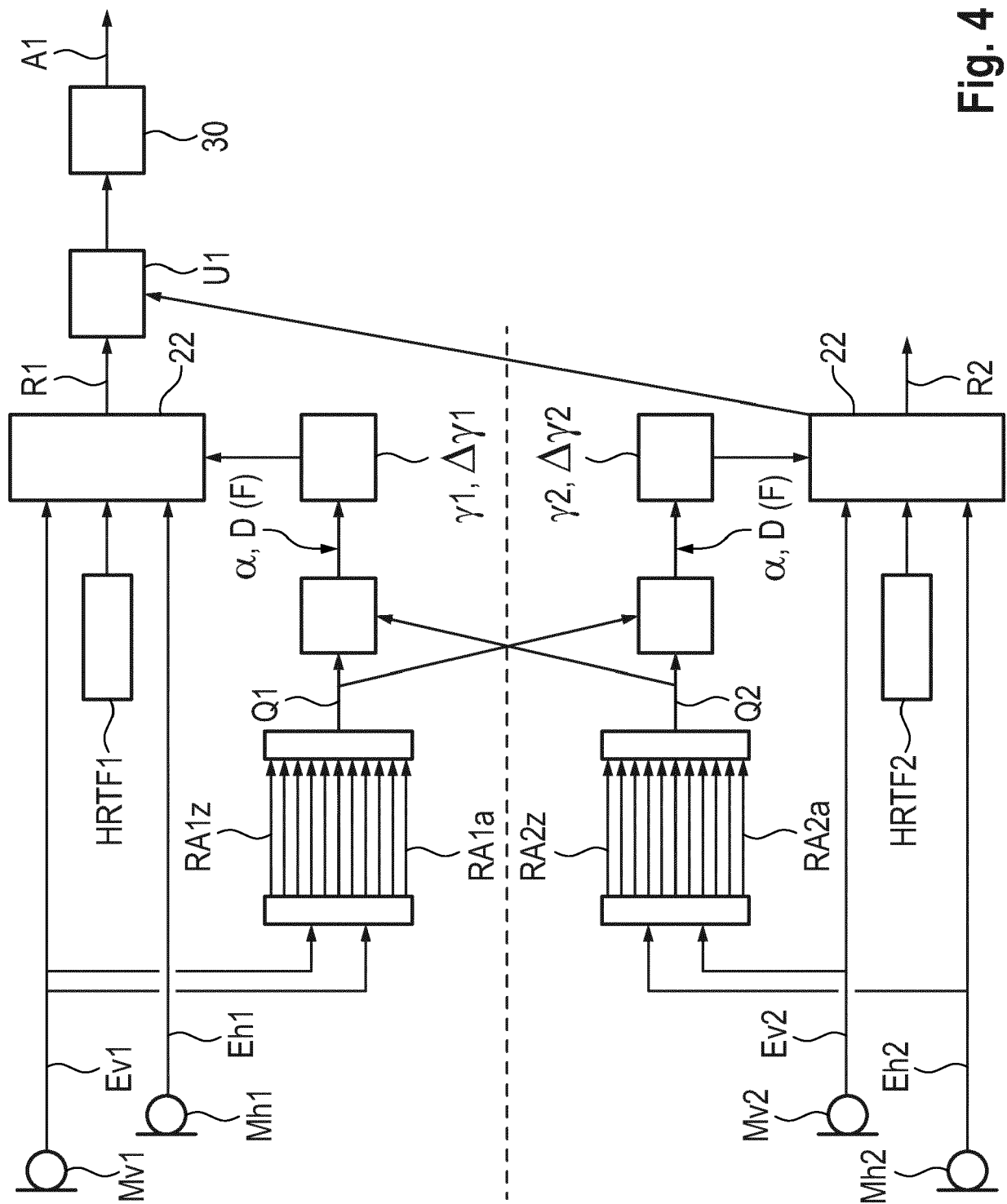


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 16 3477

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)
X	WO 2020/245232 A1 (GN HEARING AS [DK]) 10. Dezember 2020 (2020-12-10) * das ganze Dokument *	1,13	INV. H04R25/00
X	US 10 715 933 B1 (MA CHANGXUE [US] ET AL) 14. Juli 2020 (2020-07-14) * das ganze Dokument *	1,13	
A	As'ad, Hala: "Acoustic Beamformers and Their Applications in Hearing Aids", 7. Dezember 2020 (2020-12-07), University of Ottawa, XP002811625, DOI: http://dx.doi.org/10.20381/ruor-25764 , * das ganze Dokument *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R H04S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. August 2024	Prüfer Sucher, Ralph
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 3477

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

02-08-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	WO 2020245232	A1	10-12-2020	CN	113940097 A	14-01-2022
				EP	3981172 A1	13-04-2022
				JP	2022528579 A	14-06-2022
15				WO	2020245232 A1	10-12-2020

	US 10715933	B1	14-07-2020	KEINE		

20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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