



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 44 032 A1** 2005.06.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 44 032.1**

(22) Anmeldetag: **23.09.2003**

(43) Offenlegungstag: **23.06.2005**

(51) Int Cl.7: **H04R 25/00**

(71) Anmelder:
Schlegel, Udo D., 38527 Meine, DE

(74) Vertreter:
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 199 35 013 C1
DE 195 41 648 C2
DE 43 27 901 C1
DE 198 58 399 A1
DE 296 08 340 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

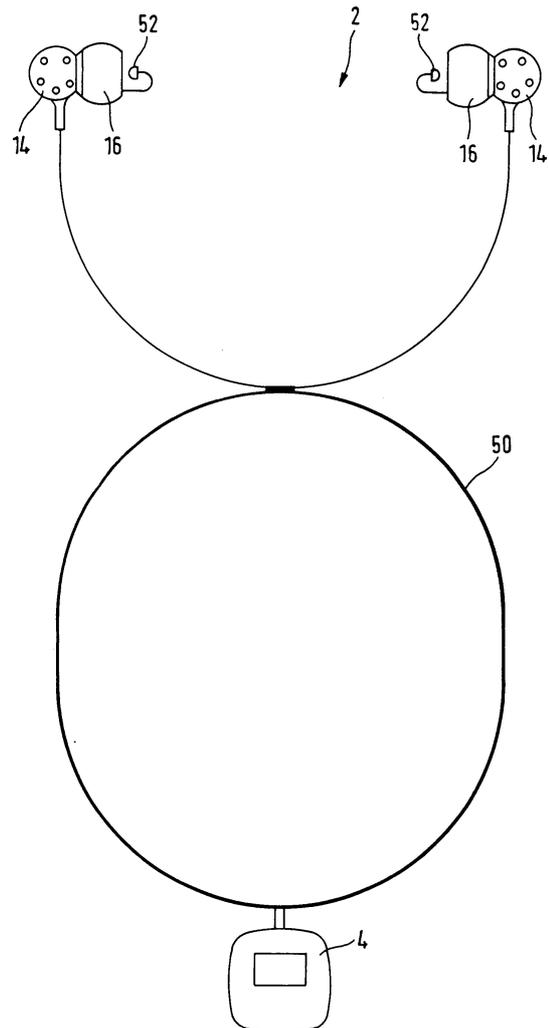
(54) Bezeichnung: **Hörsystem verwendbar für schwerhörige Personen**

(57) Zusammenfassung: Hörsystem zum Heranbringen von aus der Umgebung kommendem Schall an das Ohr einer Person, insbesondere Hörsystem für schwerhörige Personen, aufweisend folgende Merkmale:

(a) eine Zentraleinheit (4), die einen Verstärker (30) und eine Stromquelle zur Speisung des Verstärkers (30) aufweist;

(b) mindestens einen von der Zentraleinheit (4) separierten Ohrschallgeber (16), der für Signalübertragung mit der Zentraleinheit (4) gekoppelt ist;

(c) und mindestens ein von der Zentraleinheit (4) separiertes Mikrofon (14), das für Signalübertragung mit der Zentraleinheit (4) gekoppelt ist und beim Betrieb des Hörsystems (2) in der Nähe eines Ohrs der benutzenden Person platziert ist.



Beschreibung

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein Hörsystem zum Heranbringen von aus der Umgebung kommenden Schall an das Ohr einer Person, insbesondere Hörsystem für schwerhörige Personen, aufweisend folgende Merkmale:

- (a) eine Zentraleinheit (4), die einen Verstärker (30) und eine Stromquelle zur Speisung des Verstärkers (30) aufweist;
- (b) mindestens einen von der Zentraleinheit (4) separierten Ohrschallgeber (16), der für Signalübertragung mit der Zentraleinheit (4) gekoppelt ist;
- (c) und mindestens ein von der Zentraleinheit (4) separiertes Mikrofon (14), das für Signalübertragung mit der Zentraleinheit (4) gekoppelt ist und beim Betrieb des Hörsystems (2) in der Nähe eines Ohrs der benutzenden Person platziert ist.

[0002] Heute gängige Hörsysteme für Schwerhörige werden entweder im Ohr oder hinter dem Ohr getragen, wobei im letztgenannten Fall die Schallübertragung in den Gehörgang durch einen kleinen Luftschlauch erfolgt. Ein derartiges Hörgerät besitzt ein Mikrofon zur Aufnahme des äußeren Schalls, einen von einer Wegwerfbatterie gespeisten Verstärker und einen Schallgeber. Da derartige Hörgeräte systembedingt sehr klein gebaut sein müssen, müssen die genannten Kernkomponenten Mikrofon, Verstärker, Batterie, Schallgeber äußerst klein ausgeführt werden. Die Tonqualität der von dem Schallgeber abgegebenen Schallwellen ist unbefriedigend. Das ist bedauerlich, weil die schwerhörigen Personen gerade durch Erhalt von Schall in hoher Tonqualität die effektivste Hörhilfe erhalten würden.

Aufgabenstellung

[0003] Mit der Erfindung wird das technische Problem gelöst, ein für schwerhörige Personen verwendbares Hörsystem zur Verfügung zu stellen, welches konzeptionsbedingt für Schallabgabe in sehr guter Tonqualität ausgelegt ist und daher sehr effektive Hörhilfe leistet.

[0004] Im Unterschied zu den heute gängigen Hörgeräten besitzt das erfindungsgemäße System eine von dem Mikrofon und dem Ohrschallgeber separierte Zentraleinheit. Für diese Zentraleinheit, aber auch für das Mikrofon und den Ohrschallgeber, gelten nicht mehr die rigiden Raumbeschränkungen wie bei den gängigen Hörgeräten. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für Schallabgabe in sehr guter Tonqualität. Aufgrund der Erfindung ist es möglich, ein Mikrofon und einen Ohrschallgeber jeweils mit einer Schallverarbeitung in sehr hoher Qualität einzusetzen.

[0005] Vorzugsweise sind die hierfür zuständigen Komponenten des Hörsystems derart ausgelegt,

dass die Signalverarbeitung von dem Mikrofon-Eingang bis zu dem Ohrschallgeber-Ausgang mit einer Qualität erfolgt, die im Wesentlichen mindestens auf dem Niveau heutiger guter Musikwiedergabe von einer Musikkassette liegt. Als typisches Beispiel heutiger guter Musikwiedergabe von einer Musikkassette sei ein CD-Spieler mit Lautsprecher oder gutem Kopfhörer genannt. Ein moderner DVD-Spieler mit Lautsprecher oder gutem Kopfhörer liefert eine heutige sehr gute Musikwiedergabe von einer Musikkassette.

[0006] Vorzugsweise sind die hierfür zuständigen Komponenten des Hörsystems derart ausgelegt, dass die Signalverarbeitung von dem Mikrofon-Eingang bis zu dem Ohrschallgeber-Ausgang mindestens den Frequenzbereich 40 Hz bis 16 kHz, bevorzugt 30 Hz bis 18 kHz, stärker bevorzugt 20 Hz bis 20 kHz, umfaßt. Im Vergleich hierzu haben heute gängige Hörgeräte häufig nur einen Frequenzbereich von etwa 80 Hz bis 10 kHz oder weniger.

[0007] Vorzugsweise sind die hierfür zuständigen Komponenten des Hörsystems derart ausgelegt, dass die Signalverarbeitung von dem Mikrofon-Eingang bis zu dem Ohrschallgeber-Ausgang mit sehr geringer Verzerrung erfolgt. Die Verzerrungen können so klein sein, dass sie praktisch nicht mehr meßbar sind. Der Klirrfaktor kann unter 0,09% liegen.

[0008] Vorzugsweise ist die Signalverarbeitung, ausgenommen in dem Mikrofon und in dem Ohrschallgeber, digital.

[0009] Vorzugsweise wird mit einer Abtastfrequenz von mindestens 35 kHz (NYQUIST-Frequenz 17,5 kHz), bevorzugt mindestens 90 kHz (NYQUIST-Frequenz 45 kHz), gearbeitet.

[0010] Vorzugsweise wird mit einer Quantisierung von mindestens 16 bit, bevorzugt mindestens 24 bit, gearbeitet.

[0011] Vorzugsweise wird ein Dynamikbereich von mindestens 100 dB, bevorzugt mindestens 130 dB, erreicht.

[0012] Die Zentraleinheit des erfindungsgemäßen Hörsystems ist – in absoluten Maßstäben – eine recht kleine und leichte Einheit. Typische Abmessungen liegen etwa im Bereich des Volumens einer deutschen Streichholzschachtel, aber flacher. Überhaupt sind wegen der Unterbringbarkeit relativ flache Ausführungen bevorzugt. Die Zentraleinheit wird von dem Benutzer des Hörsystems separat von Mikrofon und dem Ohrschallgeber mitgeführt, besonders typisch ist Mitführen in einer Jackentasche oder Mitführen am Hals hängend mittels eines Bands oder einer Kette, wie man es z.B. vom Mitführen einer nicht ständig benutzten Brille kennt. Es versteht sich, dass

man die Zentraleinheit und ihren "Halshänger" möglichst formschön und schick ausbildet, so dass sie mehr als Schmuck denn als Technikballast empfunden werden. Vorzugsweise sind das Mikrofon und der Ohrschallgeber zu einem Modul zusammengefasst, so dass man nicht mit diesen Komponenten als gesonderten Teilen umgehen muss. Alternativen sind praktikierbar, insbesondere Mikrofon in etwas Abstand von dem Ohrschallgeber an einer Leitung zwischen der Zentraleinheit und dem Ohrschallgeber oder Mikrofon an der Zentraleinheit.

[0013] Um den Ohrschallgeber nahe dem Gehörgang oder im Endbereich des Gehörgangs zu platzieren, gibt es einige bevorzugte Möglichkeiten. Eine erste Möglichkeit besteht darin, ein Tragteil für den Ohrschallgeber nach Art eines Kopfhörerbügels vorzusehen, so dass der Ohrschallgeber wie ein einseitiger Kopfhörer getragen wird. Eine zweite Möglichkeit besteht darin, ein Tragteil nach Art eines Ohrbügels vorzusehen, so dass der Ohrschallgeber von einem Teil des Bügels dicht vor dem Ende des Gehörgangs des Benutzers platziert wird. Eine dritte Möglichkeit besteht darin, dass der Ohrschallgeber so ausgebildet ist, dass er zur Benutzung mindestens zum Teil in den Endbereich des Gehörgangs eingesetzt werden kann (Ohrstöpselgehörer).

[0014] Vorzugsweise sind das Mikrofon und/oder der Ohrschallgeber über eine elektrische Leitung oder eine optische Leitung mit der Zentraleinheit gekoppelt. Die Leitung kann für einen Teil ihrer Länge an bzw. vereinigt mit dem Halshänger verlaufen. Die Leitung ist zwar optisch sichtbar, und ein außen am Kopf des Hörsystembenutzers befindliches Fremdelement. Andererseits ist die Signalübertragung per Leitung technisch außerordentlich einfach machbar. Es ist bei der Erfindung keineswegs ausgeschlossen, die Signalübertragung zwischen dem Mikrofon und/oder dem Ohrschallgeber einerseits und der Zentraleinheit andererseits drahtlos auszuführen, insbesondere durch Funkwellenübertragung. Die Signalübertragung per Leitung vermeidet jede Funkwellenbelastung in Ohrnähe.

[0015] Vorzugsweise ist die Lautstärke des Ohrschallgebers vom Benutzer einstellbar, besonders bevorzugt an der Zentraleinheit, alternativ aber auch an dem Ohrschallgeber oder in der Nähe des Ohrschallgebers.

[0016] Vorzugsweise ist die Stromquelle ein wiederaufladbarer Stromspeicher, z.B. ein Lithiumionen-Akku. Dies ist ein für die Praxis bedeutsamer Unterschied zu der Wegwerfbatterie bei den heute gängigen Hörgeräten, weil sich laufende Betriebskosten in nicht unbeträchtlicher Höhe einsparen lassen.

[0017] Nach einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist das Hörsystem einen Au-

dioprozessor auf, mit dem sich Audiosignale vor Abgabe an den Ohrschallgeber bearbeiten lassen. In diesem Fall werden also die von dem Mikrofon aufgenommenen Schallsignale nicht nur in hoher Qualität in elektrische bzw. optische Signale umgesetzt, verstärkt und wieder in vom Ohrschallgeber abgegebene Schallsignale umgesetzt, sondern dahingehend verbessert, dass der Benutzer des Hörsystems ein besseres Hörergebnis als ohne Bearbeitung hat.

[0018] Für den Audioprozessor gibt es eine ganze Anzahl bevorzugter Funktionen, die teils kumulativ und teils alternativ verwirklicht sein können.

[0019] Als erste Funktion sei das unterschiedliche Verstärken unterschiedlicher Frequenzen genannt. Bei schwerhörigen Personen ist häufig die Schwerhörigkeit nicht gleichmäßig über den gesamten Bereich hörbarer Frequenzen gegeben, sondern bei gewissen Frequenzen stärker ausgeprägt als bei anderen Frequenzen. Diese frequenzabhängigen Unterschiede ("Hörkurve") kann man mittels frequenzabhängiger Verstärkung ausgleichen.

[0020] Eine zweite Funktion ist das Herausfiltern von Nebengeräuschen. Schwerhörige Personen leiden besonders darunter, wenn ihr Hörgerät auch die Nebengeräusche in gleicher Weise verstärkt wie die "gewünschte" Schallinformation, z. B. von einem Gesprächspartner oder von einer Musikquelle. Bei dem erfindungsgemäßen Hörsystem kann der Audioprozessor die Funktion haben, Nebengeräusche – vorzugsweise effektiver als bei heute gängigen Hörgeräten – herauszufiltern, insbesondere mit einer Software. Geeignete Software kennt man insbesondere aus dem Bereich der Mobiltelefone.

[0021] Besonders bevorzugt hat der Audioprozessor die Funktion, situationsspezifische (bzw. berufsspezifische) Nebengeräusche herauszufiltern und/oder Gegenschall gegen einen krankheitsbedingt von dem Benutzer selbst empfundenen Geräuscheindruck aufzuprägen. Hierzu werden insbesondere Zahnärzte (Schall von Turbinenbohrern), Lastwagenfahrer (Motorengeräusch), Piloten (Schall von Strahltriebwerken und/oder Helicopterflügeln), Tinnitus-Patienten und hyperhörempfindliche Personen genannt. Man erkennt unmittelbar, dass es für Benutzer des erfindungsgemäßen Hörsystems mit derartigen Funktion eine große Erleichterung ist, von der ständigen Beschallung mit störendem Nebengeräusch befreit zu werden. Es wird betont, dass unter die Ausdrucksweise "Nebengeräusche herausfiltern" auch das erhebliche Dämpfen der Nebengeräusche subsummiert sein soll.

[0022] Vorzugsweise hat der Audioprozessor mehrere Einstellungen, unter denen ausgewählt werden kann. Als griffiges Beispiel für das Vorhandensein mehrerer Programme, unter denen ausgewählt wer-

den kann, sei genannt: Nebengeräusche Restaurant, Nebengeräusche Arbeitsplatz, Nebengeräusche Autofahrt, "Wohlfühlhören" mit geringerer Verstärkung als bei wichtigen Gesprächen. Vorzugsweise lässt sich die Wahl eines bestimmten Programms durch eine oder mehrere Tasten oder einen oder mehrere Schalter an der Zentraleinheit bewerkstelligen.

[0023] Vorzugsweise ist der Audioprozessor programmierbar, besonders bevorzugt durch den Benutzer selbst. Als besonders prominentes Beispiel für die Programmierbarkeit wird die Abstimmung des Hörsystems auf die persönliche Hörkurve des Benutzers genannt. Der Benutzer kann z.B. auf eine vorhandene Aufnahme seiner Hörkurve zurückgreifen oder auch selbst seine Hörkurve aufnehmen (ein Tongenerator erzeugt für eine ausreichende Anzahl von konkreten Frequenzen über den gesamten Hörfrequenzbereich jeweils einen Ton, dessen Lautstärke zeitlich ansteigt. Der Benutzer drückt einen Knopf, sobald er beginnt, den jeweiligen Ton zu hören. Die Hörkurve gibt an, bei welcher objektiven Lautstärke bei jeder der getesteten Frequenzen die subjektive Hörwahrnehmung beginnt). Aus der aufgenommenen Hörkurve ergibt sich eine frequenzabhängigen Verstärkungskurve für den Verstärker. Diese kann als Programm für den Audioprozessor bzw. für den Verstärker programmiert werden. Einfachstes Beispiel ist das manuelle Eingeben von Verstärkungsfaktoren über eine Taste für eine hinreichend große Anzahl einzelner Frequenzen.

[0024] Eine bei weitem bequemere und deshalb stärker bevorzugte Möglichkeit der Programmierbarkeit ist das Vorsehen einer Schnittstelle an der Zentraleinheit, um den Audioprozessor von außen her programmieren zu können. Die Schnittstelle kann im einfachen Fall eine Steckverbindung sein. Man kann aber auch eine Schnittstelle für drahtlose Datenübertragung vorsehen. Es ist eine bevorzugte Möglichkeit, das jeweilige Programm von einem externen Computer her einzugeben (wo es auf einem Datenträger, z.B. CD oder DVD oder Festplatte zur Verfügung steht oder aus dem Internet heruntergeladen worden ist oder nach Erstellung durch den Benutzer auf einem Speicher zur Verfügung steht). Auch das direkte Laden eines Programms durch Ankoppeln eines Programmspeichers (z.B. Memorycard) an die Zentraleinheit ist eine Möglichkeit.

[0025] Es wird betont, dass das bisher primär am Beispiel der frequenzabhängigen Verstärkung beschriebene Einbringen eines Programms oder mehrerer Programme in die Zentraleinheit entsprechend auch für Programme für andere Funktionen des Audioprozessors gilt. Als besonders prominente Beispiele seien Programme für Nebengeräuschdämpfung bzw. Nebengeräuschunterdrückung (ein Nebengeräusch oder mehrere Nebengeräusche, eines oder mehrere situationsspezifische bzw. berufsspezifische

Nebengeräusche, eines oder mehrere krankheitsspezifische Nebengeräusche) genannt. Bei derartigen Programmen wird die Selbstprogrammierung selten sein und die Beschaffung von Programmen, insbesondere auf Datenträger oder aus dem Internet, mehr der Regelfall sein.

[0026] Es wird betont, dass die Programmierung durch den Benutzer insbesondere bei der Abstimmung des Hörsystems auf seine Hörkurve dem Benutzer die Möglichkeit gibt, mehrere, situationsspezifische Hörkurven aufzunehmen, z.B. eine erste Hörkurve im häuslichen Wohnzimmer und eine zweite Hörkurve am Arbeitsplatz. Das Hörsystem kann dann mit einer entsprechenden Einstellung in der betreffenden Umgebung benutzt werden. Selbst wenn nur mit einer einzigen, selbst aufgenommenen Hörkurve gearbeitet wird, stellt dies eine wesentliche Verbesserung gegenüber der jetzt üblichen Situation dar, bei der durch einen Akustiker eine Hörkurve in einem schallreflektionsarmen Raum aufgenommen wird, was dem späteren praktischen Einsatz des Hörgeräts fremd ist.

[0027] Vorzugsweise weist die Zentraleinheit des Hörsystems einen Funkempfänger, stärker bevorzugt einen Funksender und einen Funkempfänger, für Funksignale mindestens einer Funkfrequenz auf. Dieses Merkmal gibt die Möglichkeit, dem Benutzer des Hörsystems gewisse Arten von Schallinformation nicht mehr über Schallwellen zuzuleiten, sondern direkt über Funk in das Hörsystem einzubringen. Als prominente Beispiele seien genannt: Radiohören, Hören von Musikkonserven, Hören des Fernsehens, Hören des Tons von Videokonserven, Telefonieren, Hausklingel, Hören von Vorträgen oder Simultanübersetzungen in Vortragsräumen/Konferenzräumen, Hören im Kino, Hören im Theater, Hören in der Kirche, Hören im Kaufhaus. Bei all diesen Anwendungen soll in der Regel nicht die "Originalfunkfrequenz" (z.B. des Radiosenders) durch das Hörsystem empfangen werden, sondern eine für Funkübertragung auf vergleichsweise geringe Entfernung ausgelegte Funkfrequenz. Hierfür kennt man insbesondere die unter der Bezeichnung "Bluetooth" bekannten Systeme und die unter "W-LAN" (wireless local area network) bekannten Systeme. Um ein konkretes Beispiel zu nennen: Der häusliche Fernsehempfänger wird mit einem Bluetooth-Sender ausgestattet, und das Hörsystem empfängt die Bluetooth-Signale.

[0028] Wie bereits grundsätzlich angesprochen, ist das Hörsystem besonders bevorzugt für bidirektionalen Funkverkehr ausgerüstet. Bestimmte Funktionen, z.B. Telefonieren, sind nur hiermit möglich.

[0029] Alternativ zu Funkverbindung sind auch andere Arten drahtloser Verbindung, z.B. über Infrarot, möglich.

[0030] Vorzugsweise ist das Hörsystem mit einem Display versehen, besonders bevorzugt an der Zentraleinheit und/oder als LCD (liquid crystal display). Das Display erleichtert die Bedienung des Hörsystems.

[0031] Vorzugsweise ist das Hörsystem mit einem Audiowiedergabegerät (z.B. Abspielgerät für optische Speicherplatten oder Abspielgerät mit Halbleiterspeicher) kombiniert. Auf diese Weise kann der Schwerhörige mobil Musikkonserven hören. Andererseits ist ein Liebhaber für das mobile Hören von Musikkonserven nicht mehr von der Umwelt abgeschnitten, sondern kann von außen her über das Mikrofon des Hörsystems erreicht werden. Typische Beispiele: Musik hörendes, auf einem Gehweg laufendes Kind kann die Warnhupe eines Autos hören; Musik hörender Jogger kann den Zuruf eines anderen, in der Nähe laufenden Joggers hören. Dieses Feature ist ein bedeutsamer Sicherheitsfaktor!

[0032] Vorzugsweise ist das Hörsystem mit einem GPS (Global Positioning System)-Empfänger kombiniert. In diesem Fall "weiß" das Hörsystem, wo sich der das Hörsystem tragende Benutzer befindet. Man kann den GPS-Empfänger – nach Art eines Kraftfahrzeug-Navigationssystems – mit einer Einrichtung für akustische Ansagen koppeln, so daß dem Benutzer akustische Ansagen z.B. der Art "Sie befinden sich jetzt vor dem Überqueren der x-Straße" gegeben werden. Primäre Zielgruppe für die Ausgestaltung des Hörsystems mit GPS-Empfänger sind blinde Personen, denen auf diese Weise laufend Informationen über den genauen Standort gegeben werden können. Man kann das so ausgestaltete Hörsystem auch in der Weise nutzen, dass eine Begleitperson einen Blinden zunächst einmal auf einer bestimmten Strecke (z.B. von der Wohnung des Blinden zu seinem Stamm-Supermarkt) begleitet und an wichtigen Stellen dieses Wegs Informationsansagen der angesprochenen Art auf einen Tonträger spricht. Bei späterer Benutzung ohne Begleitung des Blinden durch eine Begleitperson korreliert das Hörsystem aufgrund des GPS-Empfängers die Informationsansagen mit den Positionen des Blinden.

[0033] Vorzugsweise weist das Hörsystem ein Mikrofon für links und ein Mikrofon für recht und/oder einen Ohrschallgeber für links und einen Ohrschallgeber für rechts auf. Für beidseitig schwerhörige Personen ist dies funktionsnotwendig. Aber auch bei nur einseitig schwerhörigen Personen ist dies unter dem Gesichtspunkt der geschilderten, weiteren Funktionen des Hörsystems von Vorteil. Es wird betont, dass viele der vorstehend beschriebenen Merkmale in diesem Fall zweifach vorhanden sind, nämlich für links und für rechts, z.B. elektrische Leitung zur Zentraleinheit, Lautstärkereglung etc.. Der Verstärker ist dann in der Regel ein Zweikanalverstärker.

[0034] Vorzugsweise weist der Audioprozessor die Funktion "Richtungshören" auf. In der Praxis läßt sich das insbesondere so verwirklichen, dass die Signale des linken Mikrofons und des rechten Mikrofons miteinander verknüpft werden. Der Audioprozessor erkennt einen Laufzeitunterschied und erhöht die Lautstärke des Ohrschallgebers an der "früher ankommenden Seite" des Benutzers und/oder erniedrigt die Lautstärke des Ohrschallgebers an der "später ankommenden Seite" des Benutzers. Dadurch wird der Benutzer veranlaßt, den Kopf so zu drehen, dass der gehörte Lautstärkeunterschied zwischen links und rechts kleiner wird oder verschwindet.

[0035] Vorzugsweise weist der Audioprozessor die Funktion "aktive Schallunterdrückung" auf. In der Praxis läßt sich diese Funktion insbesondere dadurch verwirklichen, dass man (pro Ohr) nicht nur das reguläre Mikrofon für Schallempfang von außen, sondern zusätzlich ein zweites Mikrofon zwischen dem Ohrschallgeber und dem Trommelfell des Benutzers hat. Das zweite Mikrofon erfaßt, welche Schallzufuhr der Benutzer tatsächlich hat. Das Hörsystem kann dann "aktive noise control" machen, d.h. diejenigen Schallanteile, die als nicht zu Sprache oder Musik gehörend erkannt werden, (in die Zukunft projiziert) dämpfen oder eliminieren.

[0036] Man kann das Hörsystem für einseitig taube Personen auslegen. In der Praxis kann dies insbesondere dadurch verwirklicht werden, dass man am tauben Ohr mit dem dortigen Mikrofon dort ankommenden Schall aufnimmt und diese Information am nicht-tauben Ohr mit dem dortigen Ohrschallgeber an den Benutzer gibt. Dies kann der Schall, wie er am tauben Ohr angekommen ist, sein oder einfach ein Warnton oder dergleichen. Der einseitig taube Benutzer kann also "von der tauben Seite her" angesprochen werden und wird dann sein Gesicht mehr der Schallquelle zuwenden.

[0037] Man kann das Hörsystem für "Musiker-Monitoring" auslegen. Hierbei hört ein z. B. auf der Bühne stehender Musiker seinen eigenen Gesang einschließlich Begleitinstrumente (aber nach der üblichen Tonbearbeitung durch einen Equalizer und ggf. Hallgerät und anderes) z.B. von einem vor ihm stehenden Lautsprecher oder per Funkt ihm zugespielt und kann so viel besser seinen eigenen Gesangspart singen. Ähnliche Funktionen gibt es beim Aufspielen von Gesang auf Instrumenten-Hintergrundmusik und beim Singen als Playback.

[0038] Die vorangegangenen Ausführungen haben gezeigt, dass das erfindungsgemäße Hörsystem in vielen Ausführungsformen (aber nicht in allen Ausführungsformen) ein Hörsystem für schwerhörige Personen ist. Es gibt andere Ausführungsformen, bei denen überhaupt keine Schwerhörigenfunktion erforderlich oder vorhanden ist, sondern es um die Funk-

tion "Heranbringen von aus der Umgebung kommenden Schall" handelt, z. B. allseitige Ansprechbarkeit von einseitig tauben Personen, Ansprechbarkeit einer Person, die gerade mittels Kopfhörerpaars eine Musikkassette hört, "Musiker-Monitoring". Es gibt sogar Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Hörsystems, bei denen es weder um Schallverstärkung für Schwerhörige, noch um "Heranbringen von aus der Umgebung kommendem Schall an das Ohr einer Person" geht, z. B. Unterdrückung von berufsspezifischen oder krankheitsbedingten Geräuschen, laufende Positionsansagen bei Blinden; auch derartige Hörsysteme gehören zum Bereich der Erfindung.

[0039] Wenn das erfindungsgemäße Hörsystem ein Mikrofon für links und ein Mikrofon für rechts sowie einen Ohrschallgeber für links und einen Ohrschallgeber für rechts aufweist, wird die Vorteilhaftigkeit des erfindungsgemäßen Hörsystems besonders deutlich. Die beidseitig aufgenommene Schallinformation wird in einer einzigen Zentraleinheit verarbeitet, wohingegen heute gängige Hörgeräte je eine Verarbeitungseinheit für links und für rechts besitzen müssen. Aus der vorangegangenen Beschreibung ist deutlich geworden, dass es Hörsystemausführungen gibt, bei denen eine Verkettung bzw. Verknüpfung der linksseitigen Signale und der rechtsseitigen Signale günstig ist und bei dem erfindungsgemäßen Hörsystem möglich ist.

[0040] Der Erfinder hat herausgefunden, dass die Benutzung des erfindungsgemäßen Hörsystems, abhängig von der Art der Hörbeeinträchtigung des Benutzers, in vielen Fällen gar keine Nebengeräuschunterdrückung benötigt, weil der Benutzer durch die Anwendung der breitesten Lehre der Erfindung schon sehr viel klarer hört. Man kann bei der Erfindung häufig auch mit geringerem Schalldruck (Lautstärke) im Ohr des Benutzers arbeiten, weil durch die hohe Tonqualität das Gehörte auch bei geringerem Schalldruck als deutlich empfunden wird.

[0041] Bisher gängige Hörgeräte waren Geräte, die für den Benutzer geschlossene Systeme darstellten. Er hatte keine Möglichkeit, von sich aus auf die Signalverarbeitung in dem Hörgerät Einfluss zu nehmen, z. B. (hypothetisch) ein neu im Internet verfügbares Programm "Bewältigung der Schwerhörigkeit im Klassenzimmer" selbst zu nutzen. Demgegenüber schafft die Erfindung mit ihren entsprechenden Ausgestaltungen ein offenes System, bei welchem der Benutzer immer wieder neue Programme ausprobieren kann.

[0042] Das erfindungsgemäße Hörsystem stellt eine Umkehrung der bisherigen Denkgewohnheit dar. Schwerhörigkeit wird nicht mehr als Gebrechen versteckt, sondern bewußt nach Außen gezeigt; das Hörsystem wird als Schmuck oder dekoratives Accessoire verstanden.

[0043] Die Erfindung und bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

[0044] [Fig. 1](#) ein Hörsystem;

[0045] [Fig. 2](#) eine Zentraleinheit des Hörsystems von [Fig. 1](#) in Draufsicht;

[0046] [Fig. 3](#) die Zentraleinheit von [Fig. 2](#) in Vorderansicht;

[0047] [Fig. 4](#) Mikrofon-Ohrschallgeber-Module des Hörsystems von [Fig. 1](#);

[0048] [Fig. 5](#) ein Funktionsdiagramm der wesentlichen elektrischen Komponenten der Zentraleinheit;

[0049] [Fig. 6](#) ein anderes Ausführungsbeispiel eines Hörsystems.

[0050] Das in [Fig. 1](#) gezeichnete Hörsystem **2** hat als seine wesentlichen Komponenten: Eine Zentraleinheit **4** und ein Paar von Mikrofon-Ohrschallgeber-Modulen **6**, die im betriebsbereiten Zustand des Hörsystems **2** über elektrische Leitungen **8** mit der Zentraleinheit **4** verbunden sind.

[0051] Die Zentraleinheit **4** hat bei dem gezeichneten Ausführungsbeispiel – grob gesprochen – die Form eines leicht gewölbten Quaders, der in der Draufsicht der [Fig. 2](#) etwa 60 mm lang und 40 mm breit ist und etwa 10 mm dick ist. Die Zentraleinheit **4** hat ein Gewicht von etwa 40 g ohne Stromquelle. Die Zentraleinheit **4** besitzt auf ihrer Oberseite (die in [Fig. 2](#) dem Betrachter zugewandt ist) ein LCD-Display **8** und mehrere Drucktasten **10**. Das Gehäuse der Zentraleinheit **4** kann geöffnet werden, um einen nicht gezeichneten, wiederaufladbaren Stromspeicher einzulegen. Zum Wiederaufladen des Stromspeichers kann vorzugsweise eine nicht gezeichnete Ladeschale vorgesehen sein, die auch der Aufbewahrung der Zentraleinheit **4** in Zeiten der Nichtbenutzung dient.

[0052] In [Fig. 4](#) erkennt man, dass jedes Mikrofon-Ohrschallgeber-Modul **6** (im Folgenden kurz "Ohrmodul") einen Ohrhörer **12** und ein Mikrofon **14** aufweist. Der Ohrhörer **12** ist als Bügelohrhörer ausgebildet, der hinter der Ohrmuschel in die Rinne zwischen der Ohrmuschel und dem Kopf gelegt wird. Von dem entsprechenden Bügelbereich des Ohrhörers **12** ragt ein Fortsatz zum Zentrum, und trägt dort einen eigentlichen Schallgeber **16**. Bei Benutzung des Hörsystems **2** befindet sich der Schallgeber **6** unmittelbar am äußeren Ende des äußeren Gehörgangs. Das Mikrofon **14** ist am unteren Ende des Bügelbereichs an diesem positioniert und so ausgerichtet, dass es bei Benutzung im Wesentlichen nach vorn, also im Wesentlichen in Blickrichtung des Be-

nutzers, ausgerichtet ist. Von jedem Ohrmodul **6** führen vier elektrische Leiter **18** nach unten. Die insgesamt acht Leiter **18** der zwei Ohrmodule **6** sind mittels eines gemeinsamen Steckers **20** elektrisch mit der Zentraleinheit **4** verbunden.

[0053] Bei jedem Ohrmodul **6** ist ein zusätzliches Mikrofon **52** ein kleines Stück vor der Schallabgabeseite des Schallgebers **16** gezeichnet; das zusätzliche Mikrofon **52** ist bei der Funktion "aktive Schallunterdrückung" vorhanden.

[0054] Alternativ zu dem gezeichneten und bisher beschriebenen Ohrmodul **6** kann jeweils ein Ohrmodul vorhanden sein, welches nach Art eines konventionelleren Kopfhörers von außen her gegen die Ohrmuschel anliegend getragen wird. Das Mikrofon kann enger an den Kopfhörer integriert sein.

[0055] In dem Funktionsdiagramm der [Fig. 5](#) sind die wesentlichsten elektrischen Bestandteile der Zentraleinheit **4** dargestellt. An einen digitalen Signalprozessor **30** sind die zwei Mikrofone **14**, jeweils über einen Analog-Digital-Wandler **32** angeschlossen, außerdem die zwei Schallgeber **16** jeweils über einen Digital-Analog-Wandler **34**. Der digitale Signalprozessor **30** hat im einfachsten Fall lediglich die Funktion eines Verstärkers, im komplexeren Fall zusätzlich weitere Funktionen, von denen einige mögliche im allgemeinen Teil der Beschreibung angesprochen worden sind und von denen einige mögliche weiter unten ausgeführt werden.

[0056] Jedes Mikrofon **14** ist von hoher Tonqualität, Frequenzgang 8 Hz bis 23 kHz. Jeder Schallgeber **16** ist von hoher Tonqualität. Insgesamt wird ein Frequenzbereich von mindestens 20 Hz bis 20 kHz praktisch verzerrungsfrei verarbeitet. Die Wandler **32** und **34** haben jeweils eine Bandbreite von 24 bit. Das System hat eine Abtastfrequenz von 96 kHz (NYQUIST-Frequenz 48 kHz) und eine Dynamik von 144 dB.

[0057] Der digitale Signalprozessor **30** wird über einen Microcontroller **36** gesteuert. Getrennte Lautstärkereger **38** für links und rechts sind an den Microcontroller **36** angeschlossen. Außerdem ist ein elektronischer Speicher **40**, vorzugsweise ein EEPROM, an den Microcontroller **36** angeschlossen, ferner das bereits erwähnte Display **8** und ein bidirektionaler Funksender/Funkempfänger **42** vorzugsweise für W-LAN oder für Bluetooth. Schließlich sind Situationstasten **44** und Programmtasten **46** (beide Tastenarten z. B. wie die weiter vorn erwähnten Drucktasten **10**) an den Microcontroller **36** angeschlossen.

[0058] In einem besonders einfachen Fall enthält der Speicher **40** eine Verstärkungskurve, d. h. frequenzabhängige Verstärkungsfaktoren, gewonnen aus der Hörkurve des Benutzers. In einem etwas

komplexeren Fall enthält der Speicher **40** mehrere Verstärkungskurven für den Benutzer, gewonnen aus mehreren Hörkurven, die in unterschiedlichen Räumen aufgenommen worden sind. In einem anderen, komplexeren Fall enthält der Speicher **40** zum Dämpfen/Herausfiltern von Nebengeräuschen in speziellen Situationen bzw. Umgebungen, wie sie im allgemeinen Teil der Beschreibung angesprochen worden sind. Mit den Situationstasten **44** kann der Benutzer des Hörsystems **4** auswählen, mit welchen Maßgaben die von den Mikrofonen **14** aufgenommenen Signale bearbeitet werden und dann über die Schallgeber **16** an seine Ohren abgegeben werden.

[0059] Der Funksender/Funkempfänger **42** dient einerseits dazu, bestimmte Schallinformationen an den Benutzer des Hörsystems **2** ohne Einsatz der Mikrophone **14** zu geben, z. B. Radiohören und vieles andere (im allgemeinen Teil der Beschreibung ausgeführt). Außerdem kann der Funksender/Funkempfänger **42** dazu genutzt werden, bestimmte Programme z. B. über situationspezifische Nebengeräuschdämpfung (weitere Beispiele sind im allgemeinen Teil der Beschreibung genannt), in den Speicher **40** zu laden. Alternativ ist es möglich, für das Laden derartiger Programme eine Steckschnittstelle an der Zentraleinheit **4** vorzusehen. Mit den Programmtasten **46** kann der Benutzer des Hörsystems **2** auswählen, welches der Audioangebote, die über den Funksender/Funkempfänger **42** hereinkommen, er gerade hören möchte.

[0060] Wenn ein Benutzer des Hörsystems **2** nur einseitig schwerhörig ist, kann er naturgemäß mit einem einzigen Ohrmodul **6** auskommen.

[0061] Wenn das Hörsystem **2** mit einem Audiowiedergabegerät und/oder einem GPS-Empfänger kombiniert ist, wird die Zentraleinheit **4** ein Stück größer. Da Audiowiedergabegeräte und GPS-Empfänger heute für sich gesehen kleine Einheiten sind, hält sich die Zunahme der Abmessungen der Zentraleinheit **4** sehr in Grenzen.

[0062] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 6](#) sind die eigentlichen Schallgeber **16** so ausgebildet, dass sie als leichte und bequem zu tragende Stöpsel in den Endbereich des Gehörgangs des Benutzers eingesetzt werden können. Jeder Schallgeber **16** ist mit einem Mikrofon **14** eng integriert in dem Sinne, dass das Mikrofon **14** an der (bei Benutzung des Hörsystems) äußeren Seite des Schallgebers **16** angesetzt ist. Die Leitungen **18** von bzw. zu den Mikrofonen **14** und Schallgebern **16** führen zu dem (bei Benutzung) hinten am Nacken befindlichen Bereich eines Halshängers **50**, z. B. in Form einer Kette. Unten an dem Halshänger **50** hängt die Zentraleinheit **4**.

[0063] Generell ist es so, dass die Leitungen **18** zwischen den Mikrofonen **14** und den Schallgebern **16**

und der Zentraleinheit **4** auf der Rückseite des Halses des Benutzers herabgeführt sein können oder auf der Vorderseite des Halses. Ab dem Halsbereich des Benutzers hängt die weitere Leitungsführung davon ab, wo die Zentraleinheit **4** getragen wird. Im Fall eines Halshängers **50** ist Weiterführung der Leitungen vereint mit dem Halshänger **50** bevorzugt, aber nicht zwingend erforderlich. Die weitere Leitungsführung kann über oder unter der Bekleidung sein.

[0064] Die Tonqualitätswerte bei dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 6](#) sind analog denen des Ausführungsbeispiels gemäß [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#). Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 6](#) kann die Zentraleinheit **4** analog derjenigen beim Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) sein.

Patentansprüche

1. Hörsystem zum Heranbringen von aus der Umgebung kommendem Schall an das Ohr einer Person, insbesondere Hörsystem für schwerhörige Personen, aufweisend folgende Merkmale:

(a) eine Zentraleinheit (**4**), die einen Verstärker (**30**) und eine Stromquelle zur Speisung des Verstärkers (**30**) aufweist;

(b) mindestens einen von der Zentraleinheit (**4**) separierten Ohrschallgeber (**16**), der für Signalübertragung mit der Zentraleinheit (**4**) gekoppelt ist;

(c) und mindestens ein von der Zentraleinheit (**4**) separiertes Mikrofon (**14**), das für Signalübertragung mit der Zentraleinheit (**4**) gekoppelt ist und beim Betrieb des Hörsystems (**2**) in der Nähe eines Ohrs der benutzenden Person platziert ist.

2. Hörsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zuständigen Komponenten (**14**, **32**, **30**, **34**, **16**) des Hörsystems (**2**) derart ausgelegt sind, dass die Signalverarbeitung von dem Mikrofon-Eingang bis zu dem Ohrschallgeber-Ausgang mit einer Qualität erfolgt, die im Wesentlichen mindestens auf dem Niveau heutiger guter Musikwiedergabe von einer Musikkassette liegt.

3. Hörsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zuständigen Komponenten (**14**, **32**, **30**, **34**, **16**) des Hörsystems (**2**) derart ausgelegt sind, dass die Signalverarbeitung von dem Mikrofon-Eingang bis zu dem Ohrschallgeber-Ausgang mindestens den Frequenzbereich 40 Hz bis 16 kHz, bevorzugt 30 Hz bis 18 kHz, stärker bevorzugt 20 Hz bis 20 kHz, umfaßt.

4. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zuständigen Komponenten (**14**, **32**, **30**, **34**, **16**) des Hörsystems (**2**) derart ausgelegt sind, dass die Signalverarbeitung von dem Mikrofon-Eingang bis zu dem Ohrschallgeber-Ausgang mit sehr geringer Verzerrung erfolgt.

5. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitung, ausgenommen in dem Mikrofon (**14**) und in dem Ohrschallgeber (**16**), digital erfolgt.

6. Hörsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mit einer Abtastfrequenz von mindestens 35 kHz, bevorzugt mindestens 90 kHz, gearbeitet wird.

7. Hörsystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass mit einer Quantisierung von mindestens 16 bit, bevorzugt mindestens 24 bit, gearbeitet wird.

8. Hörsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Dynamikbereich von mindestens 100 dB, bevorzugt mindestens 130 dB, erreicht wird.

9. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrofon (**14**) und der Ohrschallgeber (**16**) zu einem Modul (**6**) zusammengefasst sind.

10. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrofon (**14**) über eine elektrische Leitung (**18**) oder eine optische Leitung mit der Zentraleinheit (**4**) gekoppelt ist.

11. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Ohrschallgeber (**16**) über eine elektrische Leitung (**18**) oder eine optische Leitung mit der Zentraleinheit (**4**) gekoppelt ist.

12. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Ohrschallgeber (**16**) mit einem Trageil versehen ist, mit dem er am Kopf des Benutzers gehalten werden kann.

13. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Ohrschallgeber (**16**) so ausgebildet ist, dass er zur Benutzung mindestens zum Teil in den Endbereich des Gehörgangs eingesetzt wird.

14. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Lautstärke des Ohrschallgebers (**16**) vom Benutzer einstellbar ist.

15. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromquelle ein wiederaufladbarer Stromspeicher ist.

16. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentraleinheit (**4**) einen Audioprozessor (**30**, **36**, **40**) aufweist, mit dem sich Audiosignale vor Abgabe an den Ohrschall-

geber bearbeiten lassen.

17. Hörsystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass sich mit dem Audioprozessor (30, 36, 40) steuern lässt, dass unterschiedliche Frequenzen unterschiedlich verstärkt werden.

18. Hörsystem nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass sich mit dem Audioprozessor (30, 36, 40) Nebengeräusche herausfiltern lassen.

19. Hörsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass sich mit dem Audioprozessor (30, 36, 40) situationsspezifische Nebengeräusche herausfiltern lassen.

20. Hörsystem nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass sich mit dem Audioprozessor (30, 36, 40) Gegenschall gegen einen krankheitsbedingt von dem Benutzer selbst empfundenen Geräuscheindruck aufprägen lässt.

21. Hörsystem nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Audioprozessor (30, 36, 40) mehrere Einstellungen hat, und denen ausgewählt werden kann, z.B. Einstellung auf Umgebungsgeräusche, Einstellung auf spezifische Art von Umgebungsgeräuschen, Einstellung auf Schallschutz, Einstellung auf Schutz gegen spezifische Art von Schall, Einstellung auf Tinnitus-Krankheit, Einstellung auf hyper-hörempfindliche Person.

22. Hörsystem nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Audioprozessor (30, 36, 40) programmierbar ist.

23. Hörsystem nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentraleinheit (4) eine Schnittstelle aufweist und der Audioprozessor (30, 36, 40) von außen her programmierbar ist.

24. Hörsystem nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Audioprozessor (30, 36, 40) mittels eines externen Computers programmierbar ist.

25. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentraleinheit (4) einen Funkempfänger für Funksignale auf mindestens einer Funkfrequenz aufweist.

26. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentraleinheit (4) einen Funksender und einen Funkempfänger für Funksignale auf mindestens einer Funkfrequenz aufweist.

27. Hörsystem nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkfrequenz eine

zum Übertragen von Audiosignalen in Gebäuden eingesetzte Funkfrequenz ist, z.B. Verbindung Telefon-Hörsystem, Verbindung Radioempfänger-Hörsystem, Verbindung Audiowiedergabesystem-Hörsystem, Verbindung Videowiedergabesystem-Hörsystem, Verbindung Hausklingel-Hörsystem, Verbindung Audiosystem Vortragsraum/Konferenzraum-Hörsystem.

28. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass ein Display (8) vorgesehen ist.

29. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass es mit einem Audiowiedergabegerät kombiniert ist.

30. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass es mit einem GPS (Global Positioning System)-Empfänger kombiniert ist.

31. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass ein Mikrofon (14) für links und ein Mikrofon (14) für rechts vorhanden sind.

32. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ohrschallgeber (16) für links und ein Ohrschallgeber (16) für rechts vorhanden sind.

33. Hörsystem nach einem der Ansprüche 16 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Audioprozessor (30, 36, 40) die Funktion "aktive Schallunterdrückung" aufweist.

34. Hörsystem nach einem der Ansprüche 16 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Audioprozessor (30, 36, 40) die Funktion "Richtungshören" aufweist.

35. Hörsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass es für einseitig taube Personen ausgelegt ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

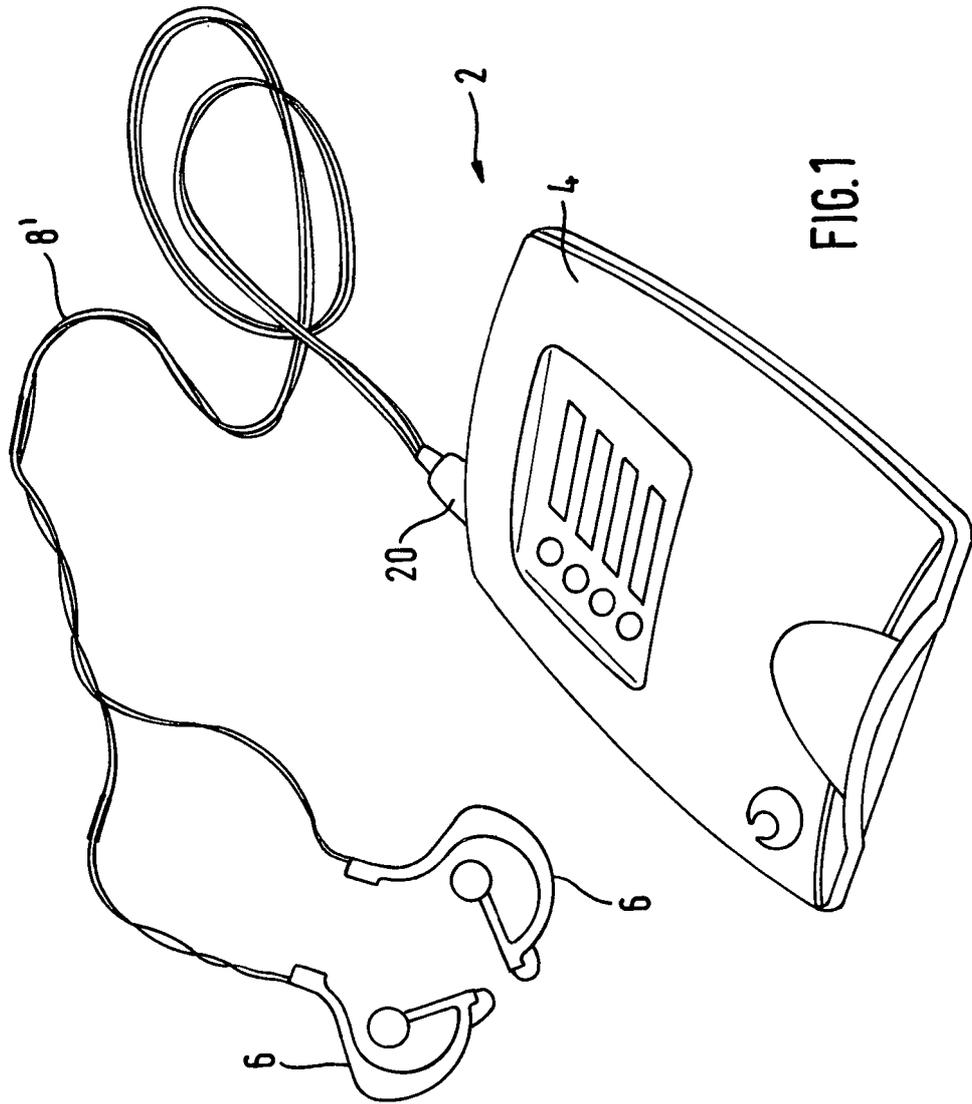


FIG. 1

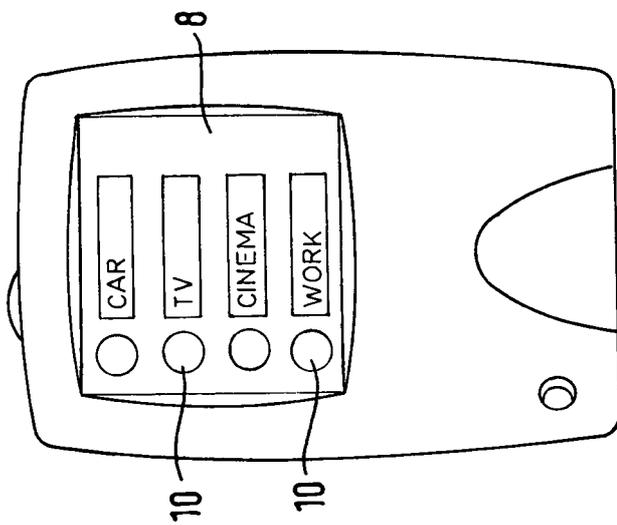


FIG. 2



FIG. 3

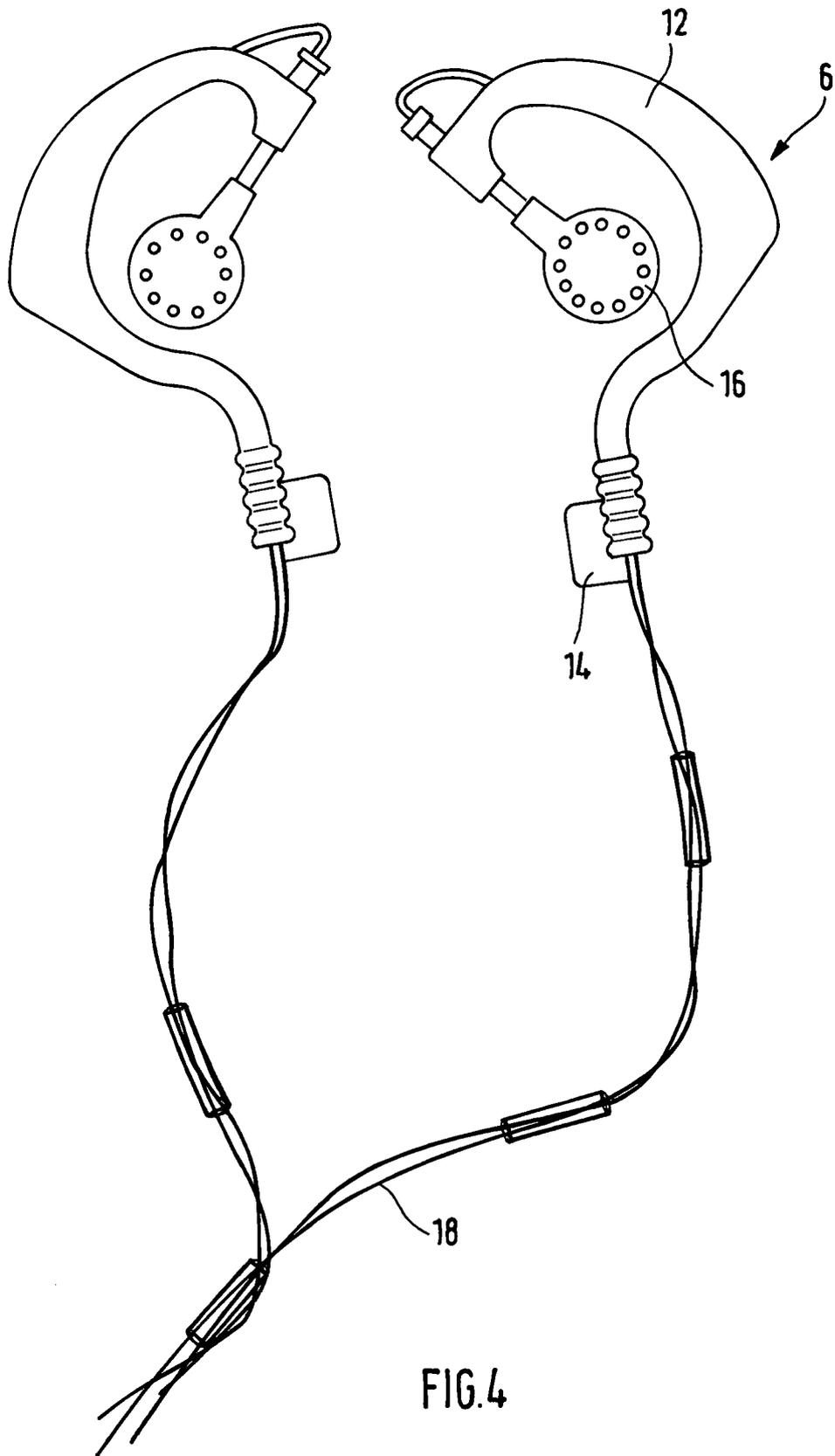


FIG. 4

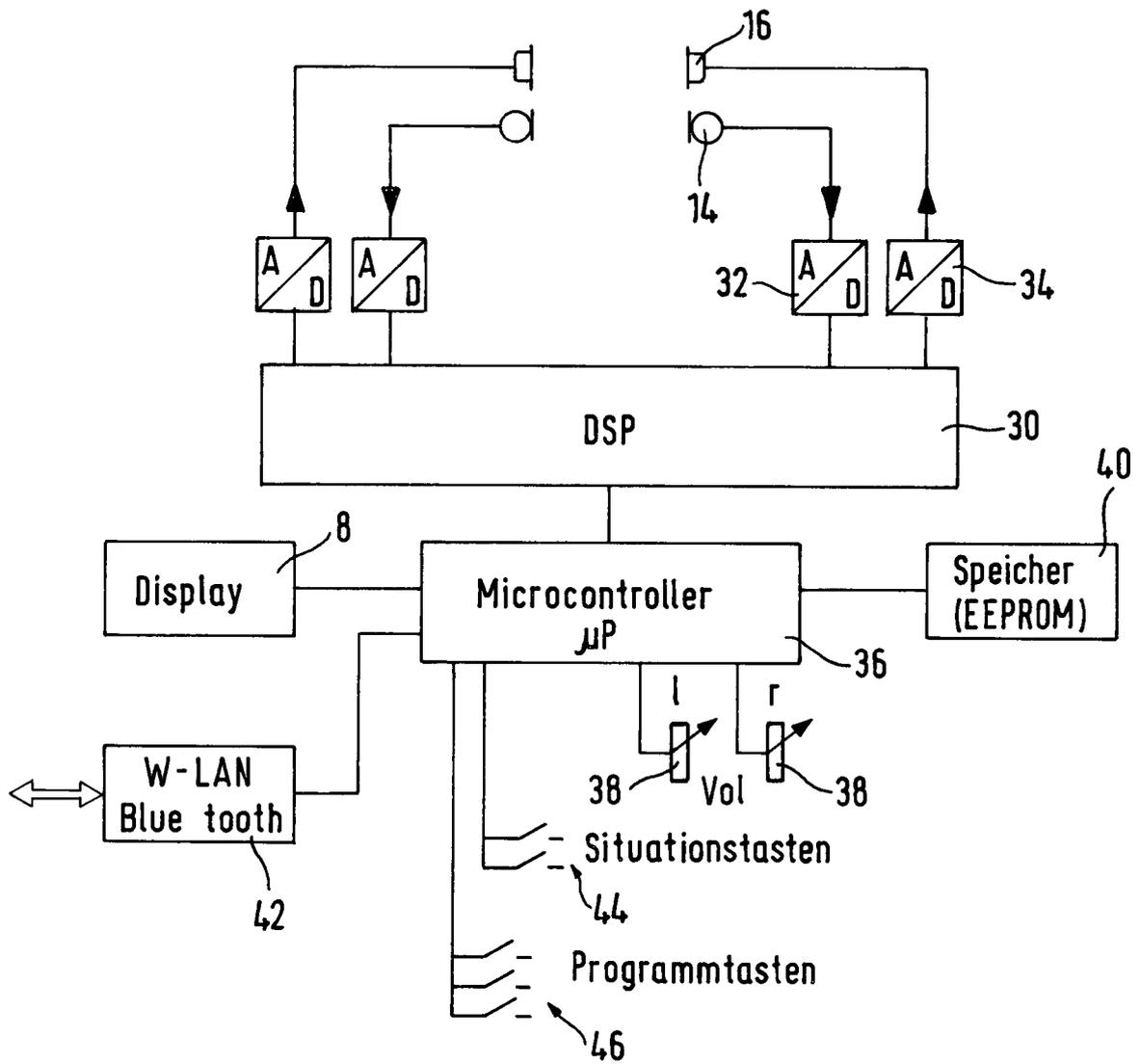


FIG.5

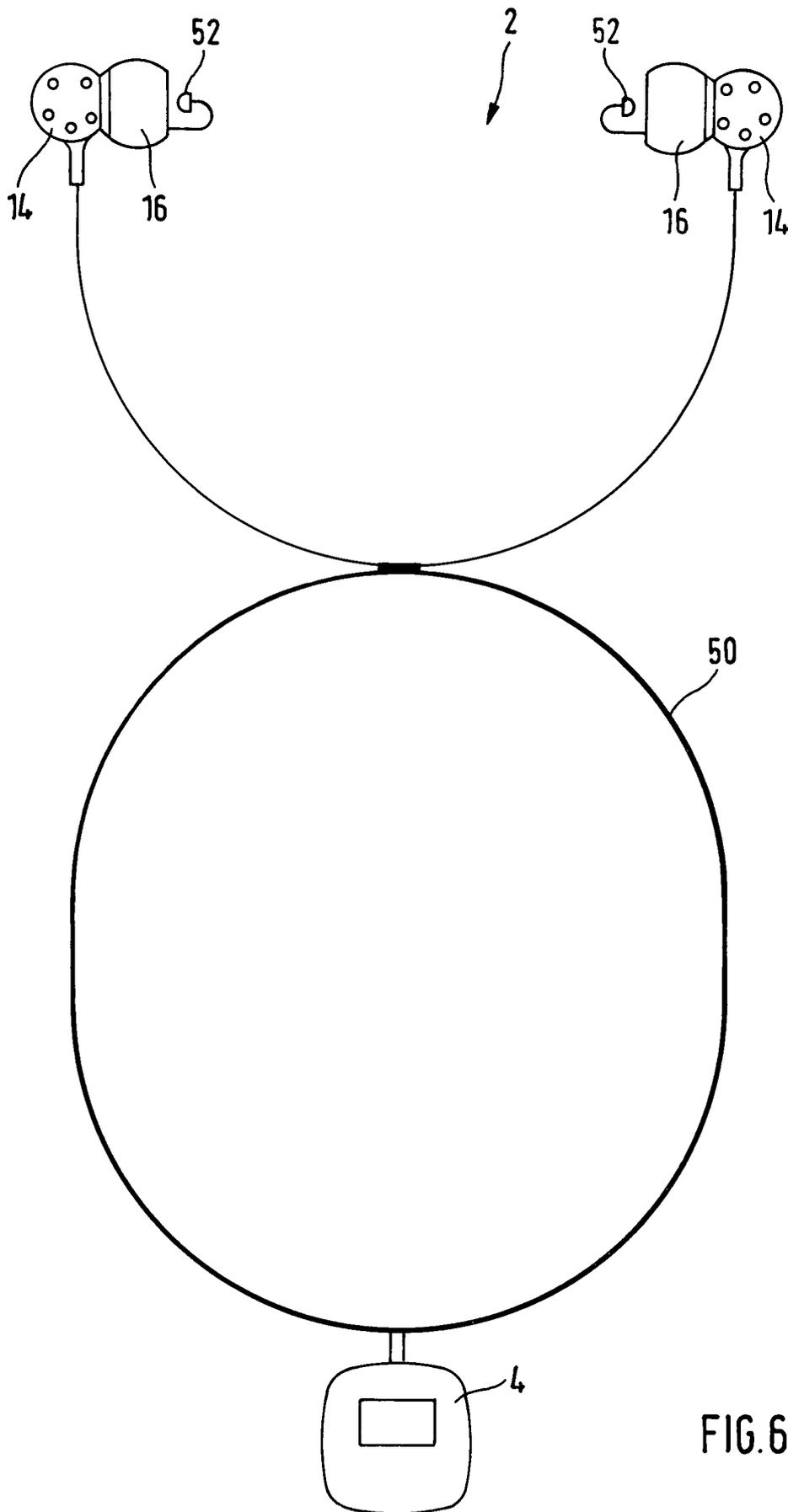


FIG. 6