CH 624 524 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: H 04 R 25/00
H 04 R 3/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

ETH-BIBLIOTHEK ZÜRICH

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11) 624 524

(21) Gesuchsnummer: 14077/77

(22) Anmeldungsdatum: 17.11.1977

(24) Patent erteilt: 31.07.1981

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.07.1981

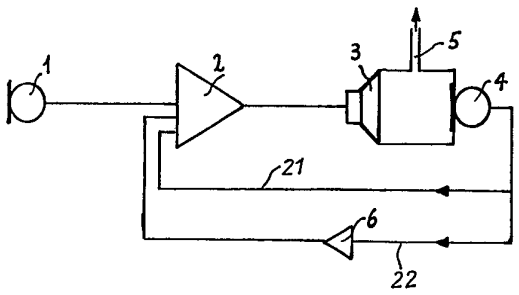
(73) Inhaber:
Phonak AG für Elektro- Akustik, Feldmeilen

(72) Erfinder:
Beda Diethelm, Stäfa

(74) Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

(54) Hörgerät für Schwerhörige.

(57) Dieses Hörgerät umfasst ein Mikrofon, einen Verstärker und einen Lautsprecher, der über eine akustisch dichte Schalleitung mit dem Gehörgang verbindbar ist. Ein Kontrollmikrofon (4) ist im akustisch abgeschlossenen Schallfeld zwischen Lautsprecher (3) und Trommelfell angeordnet, dass die empfangenen akustischen Signale über eine Leitung (21) elektrisch zum Verstärker (2) zurückleitet, um die akustischen Fehler zu kompensieren und die akustische Wiedergabe zu verbessern. Durch diese Massnahme ist eine extreme Miniaturisierung des Gerätes möglich.



PATENTANSPRÜCHE

1. Hörgerät für Schwerhörige mit in einem Gehäuse eingebautem Mikrofon, Verstärker und Lautsprecher, der über eine mit einem Ohrpassstück versehene akustisch dichte Schalleitung mit dem Gehörgang verbindbar ist, um ein abgeschlossenes Schallfeld zwischen Lautsprecher und Trommelfell zu bilden, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wandlerelement (4) im akustisch abgeschlossenen Schallfeld angeordnet ist, das die empfangenen akustischen in elektrische Signale umwandelt und über mindestens eine Leitung (21) zum Verstärker (2) zurückleitet, um die akustischen Fehler zu kompensieren.

2. Hörgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlerelement (4) ein Kontrollmikrofon ist.

3. Hörgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Wandlerelement (4) und Verstärker (2) eine weitere elektrische Leitung (22) vorgesehen ist und dass ein Regelverstärker (6) in die weitere Leitung (22) eingebaut ist, um den Verstärker logarithmisch zu dämpfen.

4. Hörgerät nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontrollmikrofon (10) im Gehäuse des Hörgerätes angeordnet ist.

5. Hörgerät nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontrollmikrofon (10a) im Ohrpassstück (12a) angeordnet ist.

6. Hörgerät nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Lautsprecher (3) und das Kontrollmikrofon (4) in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind, wobei zwischen der Membrane (14) des Lautsprechers und der Membrane (18) des Kontrollmikrofons eine Wand (17a) mit einer Öffnung (17) vorgesehen ist, um den Schall direkt durch die Öffnung (17) von der Membrane (14) des Lautsprechers zur Membrane (18) des Kontrollmikrofons zu leiten.

7. Hörgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlerelement (4) ein Schwingungsaufnehmer (21) ist, der direkt an der Membrane (20) des Lautsprechers montiert ist.

Die Erfindung betrifft ein Hörgerät für Schwerhörige mit in einem Gehäuse eingebautem Mikrofon, Verstärker und Lautsprecher, der über eine mit einem Ohrpassstück versehene akustisch dichte Schalleitung mit dem Gehörgang verbindbar ist, um ein abgeschlossenes Schallfeld zwischen Lautsprecher und Trommelfell zu bilden.

Hörgeräte werden heute aus kosmetischen Anforderungen sehr klein gebaut und meistens am Kopf in Form eines sogenannten «hinter dem Ohr Gerätes», einer Hörbrille oder eines «im Ohr Gerätes» getragen. Durch die extreme Miniaturisierung der Bauteile sind akustische Qualitätseinbussen unumgänglich.

Ein Hörgerät besteht im wesentlichen aus einem Mikrofon, einem Verstärker und einem Lautsprecher, der über eine akustisch dichte Schalleitung mit dem Gehörgang und somit mit dem Trommelfell des Schwerhörigen verbunden ist. Die Übertragungseigenschaften der heutigen Mikrofone und Verstärker sind sehr gut. Die Lautsprecher hingegen weisen aufgrund der extremen Miniaturisierung verschiedene akustische Unzulänglichkeiten auf. Die lineare Wiedergabe der verschiedenen Frequenzen ist durch sehr spitze Resonanzen zum grossen Teil verfälscht. Der Lautsprecher erzeugt auch in hohem Masse unerwünschte nicht lineare Verzerrungen. Ein weiteres Problem ist die wirksame Begrenzung der natürlich vorkommenden Dynamik, da die Schwerhörigen vielfach eine herabgesetzte Lautheits-Schmerzgrenze des Gehörorgans aufweisen.

Ziel der Erfindung ist es die angegebenen Nachteile zu beheben.

Dieses Ziel wird mit dem eingangs genannten Hörgerät erfindungsgemäss dadurch erreicht, dass ein Wandlerelement im akustisch abgeschlossenen Schallfeld angeordnet ist, das die empfangenen akustischen in elektrische Signale umwandelt und über mindestens eine Leitung zum Verstärker zurückleitet, um die akustischen Fehler zu kompensieren.

Es ist von Vorteil, wenn das Wandlerelement ein Kontrollmikrofon ist und wenn der Lautsprecher und das Kontrollmikrofon in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind, wobei zwischen der Membrane des Lautsprechers und der Membrane des Kontrollmikrofons eine Wand mit einer Öffnung vorgesehen ist, um den Schall direkt durch die Öffnung von der Membrane des Kontrollmikrofons zu leiten.

Ferner ist es zweckmässig, wenn das Wandlerelement ein Schwingungsaufnehmer ist, der direkt an der Membrane des Lautsprechers montiert ist.

Im folgenden sind Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschema eines Hörgerätes für Schwerhörige,

Fig. 2a eine schematisch dargestellte Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Hinter-dem-Ohr-Hörgerätes,

Fig. 2b eine Modifikation des in Fig. 2a dargestellten Hörgerätes,

Fig. 3 eine schematisch dargestellte Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Schallwandlers und

Fig. 4 eine Modifikation des in Fig. 3 dargestellten Schallwandlers.

Fig. 1 zeigt schematisch dargestellt ein Hörgerät, bestehend aus einem Mikrofon 1, einem Verstärker 2, einem Lautsprecher 3, einem Kontrollmikrofon 4 und einer akustisch dichten Schalleitung 5, die mit dem Ohr des Schwerhörigen verbunden ist. Nimmt nun das Mikrofon 1 aus dem freien Schallfeld ein akustisches Signal auf, so wird das daraus resultierende elektrische Signal durch den Verstärker 2 verstärkt und im Lautsprecher 3 umgewandelt in ein akustisches Signal, das bei einem normalen Hörgerät über die Leitung 5 zum Ohr geleitet wird. Beim beschriebenen Hörgerät ist in der gleichen Schalleitung das Kontrollmikrofon 4 montiert, das dieses Signal, nachdem es das Hörgerät passiert hat, aufnimmt und zum Verstärker über eine Steuerleitung zurückführt. Dieses zurückgeführte Signal enthält alle Fehler des ganzen Systems, d. h. die Verzerrungen, die Resonanzen des Lautsprechers sowie die Lautheit des Signals. Mit diesem Steuersignal kann nun der Verstärker entsprechend gesteuert werden, wobei die Verzerrungen dem Eingangssignal entgegengesetzt aufmoduliert werden, so dass das Endsignal entsprechend korrigiert wird. Dies kann geschehen z. B. durch die bekannte Art der elektrischen Gegenkoppelung. Gleichzeitig werden durch das selbe Verfahren die akustischen Resonanzen des Lautsprechers gedämpft, was einen geradlinigeren Wiedergabeverlauf ergibt.

Das am Kontrollmikrofon auftretende Signal kann auch durch eine zusätzliche Steuerleitung auf einen Regelverstärker 6 gehen, der die Verstärkung des Verstärkers 2 bei ansteigendem Signalschallpegel logarithmisch dämpft. Dadurch entsteht eine wirksame Dynamikkompression, mit der auch die extremen Resonanzspitzen des Lautsprechers entsprechend stärker gedämpft werden. Gleichzeitig kann durch diese Schaltung ein weiterer Zusatzeffekt bis zu einem gewissen Grade benützt werden. Es handelt sich dabei um den physiologisch beim Patienten vorhandenen Stapediusreflex. Der Stapediusreflex ist eine automatische Schutzfunktion des Gehörs gegen zu hohe Schalldrücke. Er resultiert aus der Kontraktion eines Muskels am Stapes, was eine Versteifung des Trommelfells zur Folge hat. Der Stapediusreflex wird nach den heutigen Erkenntnissen meistens dann ausgelöst, wenn der Schalldruck

die sogenannte Unbehaglichkeitsschwelle übersteigt. Es gilt aber möglichst die Überschreitung der Unbehaglichkeitsschwelle durch zu hohe Schalldrücke zu vermeiden. Im beschriebenen Hörgerät wird der Stapediusreflex als Steuerwirkung für das Regelmikrofon 4 benützt, da im Moment des erfolgten Stapediusreflexes das Trommelfell verhärtet wird, was eine erhöhte Reflexion des Schalles zurück zum Hörgerät bewirkt. Diese erhöhte Reflexion resultiert in einem leicht erhöhten Schalldruck, den wiederum das Mikrofon 4 registriert und über den Regelverstärker 6 den Hauptverstärker 2 entsprechen in der Verstärkung abdämpft. Somit ist eine direkte Verbindung des menschlichen Ohres zur Elektronik des Hörgerätes möglich.

Fig. 2 zeigt eine mögliche Ausführung des beschriebenen Systems in einem Hinter-dem-Ohr-Hörgerät. Das Mikrofon 7 ist so angeordnet, dass der Schall im freien Schallfeld aufgenommen werden kann. Der Verstärker 8 ist ebenfalls im Hörgerät montiert, sowie der Lautsprecher 9 und das Kontrollmikrofon 10. In diesem Falle ist das Kontrollmikrofon 10 im Hörgerät eingebaut und durch eine akustische Leitung mit dem Innenraum des Hörers verbunden. Der Lautsprecher ist über eine akustische Schalleitung 11 mit dem Ohrpassstück 12 verbunden. Diese Ohrpassstücke ermöglichen ein schalldichtes abschliessen am Ohr, um akustische Rückkoppelungen mit dem Mikrofon 7 zu vermeiden. Eine weitere Möglichkeit ist, das Kontrollmikrofon 10a im Ohrpassstück 12a einzubauen und über eine elektrische Leitung mit dem Verstärker 8 zu verbinden.

Fig. 3 zeigt eine mögliche Anordnung der Schallwandler, d. h. des Lautsprechers und des Kontrollmikrofons, als Einheit in einem gemeinsamen Gehäuse. Im Lautsprecherteil des Gehäuses ist unter 13 der Motor zu sehen, der die Membrane 14 antreibt. Der akustische Schall, der im Hohlraum 15 entsteht, wird nun durch den Ausgang 16 zum Gehör des Schwerhörigen geleitet, ebenso durch die Öffnung 17 direkt zur Membrane 18 des Mikrofonteils. Dadurch ist eine direkte akustische Koppelung des Lautsprechers und des Kontrollmikrofons möglich.

Fig. 4 zeigt eine weitere Möglichkeit für die Gestaltung des Lautsprechers. Hier treibt der Motor 19 die Membrane 20, wobei auf der Membrane ein Schwingungsaufnehmer 21 montiert ist. Dieser Schwingungsaufnehmer verwandelt die mechanischen Schwingungen der Lautsprecher-Membrane in elektrische Signale, wobei dieser Schwingungsaufnehmer die Funktion des Kontrollmikrofons für das System übernehmen kann.

Fig. 1

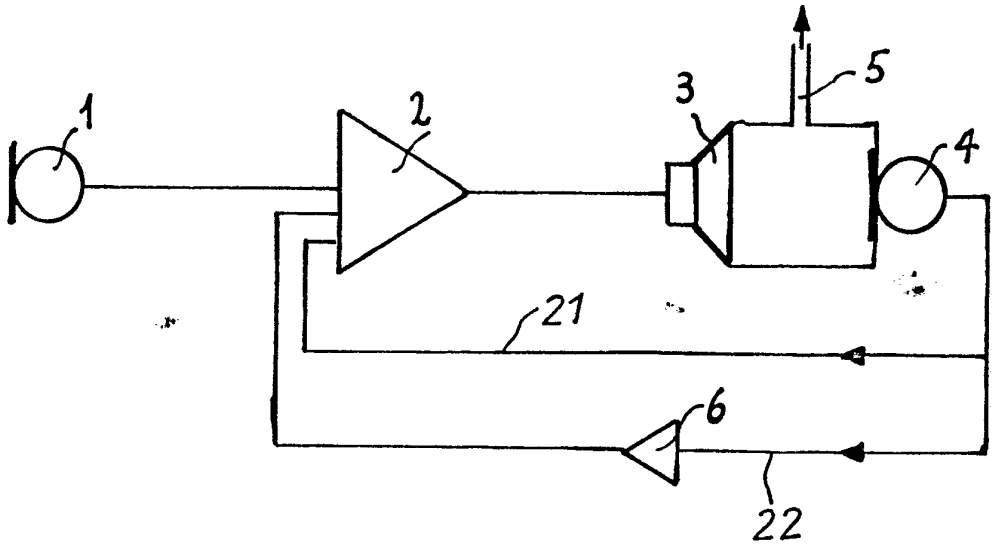


Fig. 2

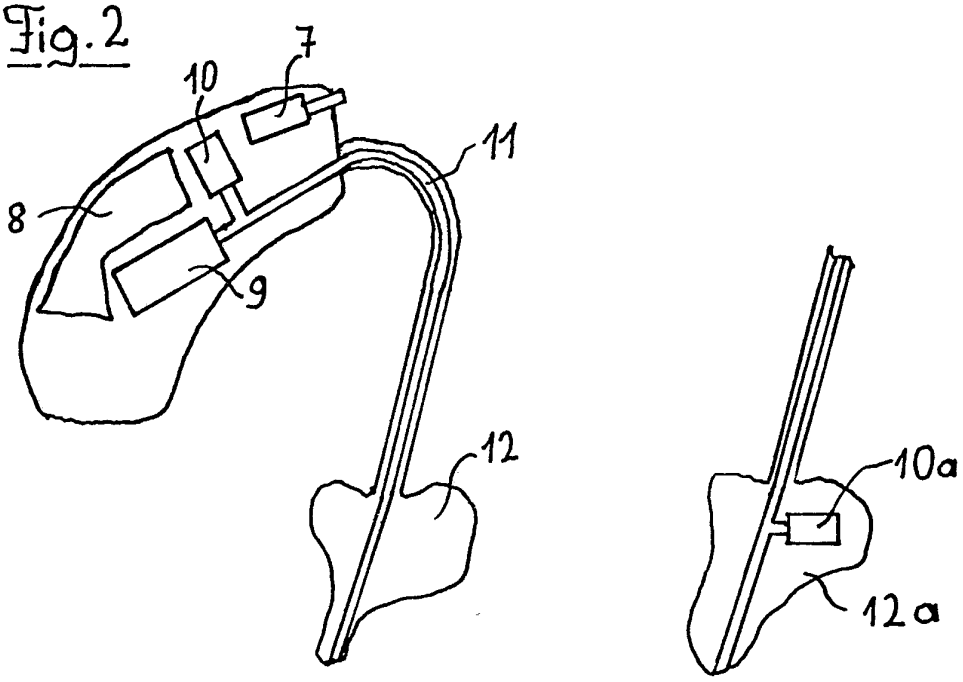


Fig. 3

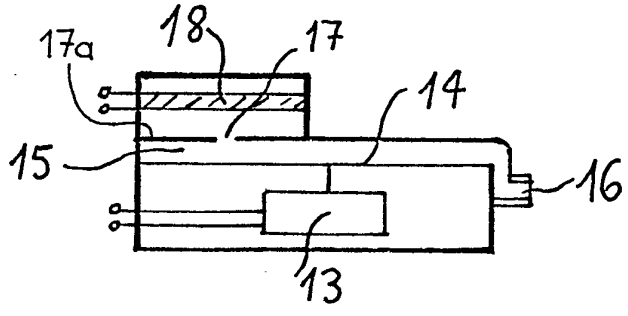


Fig. 4

