

(19)



(11)

EP 2 034 769 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.03.2009 Patentblatt 2009/11

(51) Int Cl.:

H04R 25/00 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **08105071.8**(22) Anmeldetag: **19.08.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

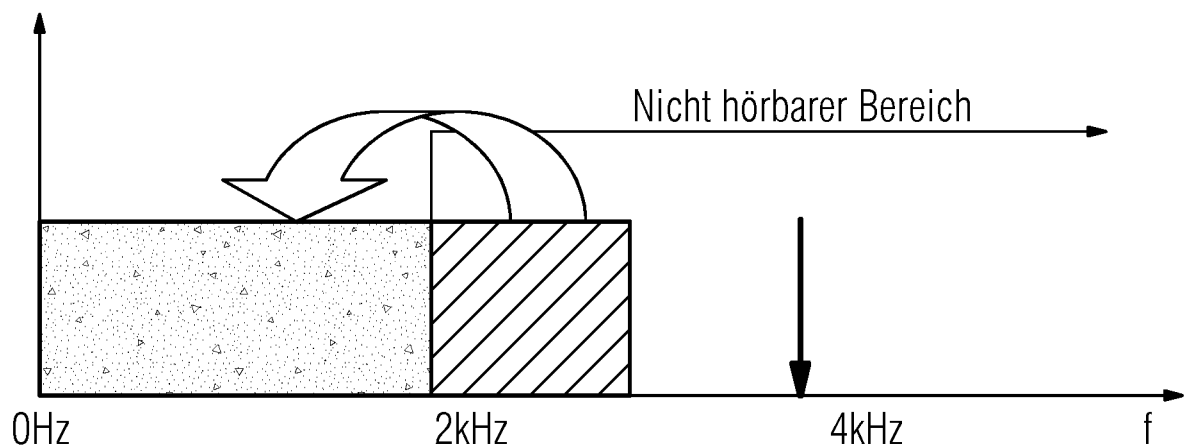
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS(30) Priorität: **05.09.2007 DE 102007042106**(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik
GmbH****91058 Erlangen (DE)**(72) Erfinder: **Latzel, Matthias, Dr,
91330 Eggolsheim (DE)**(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)**(54) **Frequenztransformation durch nichtlineare Prozesse in der Cochlea**

(57) Die Erfindung betrifft ein Hörgerät, aufweisend einen elektroakustischen Ausgangswandler, dadurch gekennzeichnet, dass das Hörgerät einen Tongenerator zur Erzeugung eines Dauertons mit konstanter Frequenz

aufweist. Durch Erzeugen des Dauertons können im Innenohr über nicht-lineare Transformationsprozesse Hochtonfrequenzen in hörbare Bereiche transformiert werden.

FIG 2**EP 2 034 769 A2**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hörgerät und ein zugehöriges Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts.

[0002] Schwerhörigkeit oder Hörverlust kann durch unterschiedliche Ursachen bedingt sein und erfordert dementsprechend ein Hörgerät, welches auf die jeweilige Ursache des Hörverlusts oder der Schwerhörigkeit abgestimmt bzw. angepasst ist. Ein weit verbreitetes Problem, unter welchem viele Schwerhörige leiden, ist der Hochttonverlust. Dieser Hochttonverlust ist physiologisch bedingt. In der Cochlea werden durch die sog. Haarzellen mechanische Schwingungen (Schall) in elektrische Energie umgewandelt, welche dann als Nervenimpuls weiter gegeben werden kann. Bei Hochttonverlust ist dieser Vorgang gestört, dadurch bedingt, dass in den Bereichen, in welchen höhere Frequenzen gewandelt werden, nur noch wenige oder gar keine Haarzellen mehr vorhanden sind. Dies führt mitunter zu sog. Dead-Zones, also Frequenzbereiche, in denen gar keine mechanische Energie mehr in elektrische Energie transformiert werden kann.

[0003] Es ist problematisch, Schwerhörige mit einem derartigen Hörverlust mit Hörgeräten zu versorgen, da auch eine Verstärkung des Schallsignals in diesen Frequenzbereichen nicht mehr weiter hilft. Daher wird versucht, die betroffenen Frequenzbereiche so zu transformieren, dass diese Frequenzbereiche in einen tieferen Frequenzbereich transponiert werden, in welchem noch Haarzellen für eine Übertragung zur Verfügung stehen. In bisherigen Ansätzen wurde dieses Problem technisch, d.h. mittels Signalverarbeitung gelöst. Entsprechende Hörgeräte weisen eine Signalverarbeitungseinrichtung auf, welche Schallwellen mit einem Wandler (Mikrofon) in ein elektrisches Signal verwandelt, dieses Signal rechen-technisch in einen anderen Frequenzbereich transponiert, und als tieferes Signal wieder ausgibt. Dadurch werden mittels Signalverarbeitung die hochfrequenten Anteile des Eingangssignals in einen tief frequenten Bereich verlagert, um so die noch aktiven Bereiche der Basilarmembran bzw. der Haarzellen anzusprechen. Bisherige Versuche waren jedoch nicht besonders erfolgversprechend.

[0004] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Hörgerät und ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts bereitzustellen, welches eine verbesserte Versorgung von Hörgerätträgern bevorzugt mit Hochttonverlust ermöglicht.

[0005] Die vorliegende Erfindung basiert darauf, dass keine Signalverarbeitung zur Durchführung der Transformation verwendet wird, sondern dass diese Transformation durch physiologische Prozesse im Innenohr selber stattfindet.

[0006] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst durch ein Hörgerät gemäß Patentanspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts gemäß Patentanspruch 6. Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung

sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0007] Das erfindungsgemäße Hörgerät weist einen elektro-akustischen Ausgangswandler auf, und ist dadurch gekennzeichnet, dass das Hörgerät einen Tongenerator zur Erzeugung eines Dauertons mit konstanter Frequenz aufweist. Dieser Tongenerator kann den Dauerton über den elektro-akustischen Ausgangswandler, z.B. ein Mikrolautsprecher, ausgeben. Der Tongenerator umfasst dabei bevorzugt ein Schaltelement, welches elektrische Spannungen mit einem charakteristischen Zeitverlauf erzeugt, wodurch ein Dauerton erzeugt werden kann. Dies kann ein Sinus-Wellen-Generator sein, es können aber auch Spannungen mit anderen Zeitverlaufsprofilen erzeugt werden, z.B. Sägezahn, etc.

[0008] Durch Erzeugen des Dauertons können im Innenohr über nichtlineare Transformationsprozesse Hochttonfrequenzen in hörbare Bereiche transformiert werden.

[0009] Ferner umfasst das Hörgerät bevorzugt einen elektroakustischen Eingangswandler, z.B. ein Mikrofon, und eine Verstärkereinrichtung, so dass ebenfalls aufgenommene Schallsignale verstärkt werden können.

[0010] Bevorzugt ist der Tongenerator selektiv aktivierbar, so dass der Hörgerätträger den Tongenerator nur in bestimmten Hörsituationen nutzen kann, z.B. bei Gesprächen. Dabei kann der Tongenerator z.B. über ein Schaltelement am Hörgerät aktiviert werden, oder bevorzugt über eine Fernsteuerung, welche der Hörgerätträger mit sich führen kann, um damit selektiv den Dauertongenerator zu aktivieren.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest phasenweise ein Dauerton mit konstanter Frequenz erzeugt und in das Innenohr des Trägers geleitet wird.

[0012] Ferner können bevorzugt während des Betriebs von außen kommende Schallsignale ebenfalls noch verstärkt werden.

[0013] Bevorzugt ist der Dauerton mit konstanter Frequenz in einem Bereich von 2 - 10 kHz, 2 - 6 kHz, 2 - 4 kHz, 4 - 10 kHz oder 4 - 6 kHz. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung können auch mehrere Dauertöne mit unterschiedlichen Frequenzen erzeugt werden. So wird eine Anpassung auf die individuellen Bedürfnisse des Hörgerätträgers ermöglicht.

[0014] Im Ohr werden bei Erzeugung des Dauertons aufgrund nicht linearer Prozesse Verzerrungen erzeugt, bei denen zusätzliche Frequenzkomponenten erzeugt werden. Bei den im Folgenden beschriebenen Verzerrungen handelt es sich um Intermodulationsverzerrungen, durch die sog. Differenztöne erzeugt werden.

[0015] Diese Funktion kann man sich für eine Frequenztransformation zu nutze machen, in dem ein hoher Ton angeboten wird, der vom Hörgeschädigten selber nicht mehr wahrgenommen werden kann, da dieser in einen Frequenzbereich fällt, in dem die Hörstörung sehr stark ausgeprägt ist. Nun bildet dieser zusätzliche hohe Ton zusammen mit dem Eingangssignal (dem von außen

kommenden Schall oder ggf. dem durch das Hörgerät noch verstärkten Schall) durch die Ausnutzung der nicht linearen Prozesse im inneren Ohr entsprechende Differenztöne, so dass das Eingangssignal in einen niedrigen Frequenzbereich transformiert wird, in der noch innere Haarzellen vorhanden sind, die die Information an die höher Nerven weiterleiten können.

[0016] Hierbei ist insbesondere die kubische Verzerrung von großer Bedeutung. Aus zwei gegebenen Hauptfrequenzen F1 und F2 berechnet sich die Verzerrungsfrequenz oder Differenzfrequenz $FD = 2 \times F1 - F2$. Wenn beispielsweise ein Eingangssignal mit einer Komponente F1 = 1000 Hz und der vom Hörgerät erzeugte Dauerton mit konstanter Frequenz F2 = 1200 Hz vorliegt, dann entsteht im Ohr ein Differenzton von 800 Hz. Das herausragende dieser Verzerrung ist, dass sie in ihrer Lautstärke lediglich 20 bis 30 dB unter der Lautstärke der Hauptfrequenzen liegt. Damit erzeugt die kubische Verzerrung eine Reihe von einfachen Tönen im Bereich der niedrigen Frequenzen. Ist z.B. eine komplexe Wellenform durch F1 = 1000 Hz, F2 = 1200 Hz, F3 = 1400 Hz und F4 = 1600 Hz gegeben, existiert ebenso ein 800 Hz Komponente aus $2 \times F1 - F2$, eine 600 Hz Komponente aus $2 \times F1 - F3$ und eine 1000 Hz Komponente aus $2 \times F2 - F3$.

[0017] Dementsprechend kann auch ein Tongenerator in dem erfindungsgemäßen Hörgerät vorgesehen sein, welcher gleichzeitig mehrere Dauertöne mit konstanter Sequenz aufgeben kann, um entsprechend das Spektrum von Differenztönen zu erweitern.

[0018] Die beschriebene Lösung zeichnet sich zum einen dadurch aus, dass sie wesentlich einfacher als herkömmliche Verfahren funktioniert, da lediglich ein Ton erzeugt werden muss, der durch die Physiologie des Innenohrs die Differenztöne erzeugt. Zusätzlich kann durch die Variation dieser Frequenz dieses zusätzlichen Tones das Gerät auf den Hörverlust des Schwerhörigen angepasst werden, und das Eingangssignal gezielt in die Frequenzbereiche verschoben werden, in der noch funktionierende Haarzellen vorhanden sind. Dementsprechend ist es bevorzugt, dass der Tongenerator des erfindungsgemäßen Hörgeräts derart ausgestaltet ist, dass sich die Frequenz des zu erzeugenden Dauertons einstellen lässt. Auf diese Weise kann, z.B. bei fortschreitendem Hochtönverlust, das Hörgerät kontinuierlich auf den Hörgerätsträger angepasst werden.

[0019] Da das erzeugte Differenzsignal in der Lautstärke etwas unter dem Eingangssignal liegt, ist es bevorzugt, dass das Hörgerät ebenfalls eine Verstärkereinrichtung aufweist, um von außen kommende Schallsignale zu verstärken, so dass im Innenohr ein entsprechend angepasstes stärkeres Differenzsignal erzeugt werden kann.

[0020] Es wird auf die angehängten Figuren verwiesen, in welchen zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung in graphischer Form eines Hochtönverlusts mit einer Dead-

Zone oberhalb von 2 kHz; und

FIG 2 eine schematische Darstellung in graphischer Form der Transformation von Signalen aus einem nicht hörbaren Bereich in einen hörbaren Bereich durch kubische Verzerrung.

[0021] In FIG 1 ist ein Profil eines Hochtönverlustes dargestellt, bei welchem der Betroffene in einem Bereich ab 2 kHz aufwärts keine Schallsignale mehr wahrnehmen kann (sog. Dead-Zone). So können z.B. Signale aus dem schraffiert dargestellten Bereich von 2 bis 3 kHz nicht mehr wahrgenommen werden.

[0022] Nun wird, wie in FIG 2 dargestellt, ein Ton mit der Frequenz F2 = 4 kHz angeboten. Dadurch wird gemäß der Formel $FD = 2 \times F1 - F2$ der Bereich von 2 bis 3 kHz transformiert in den Bereich von 0 bis 2 kHz, in welchem der Betroffene noch Töne wahrnehmen kann.

[0023] Auf diese Weise wird eine Transformation der Signale durch lineare Prozesse im Innenohr des Hörgerätsträgers erreicht. Bevorzugt weist das Hörgerät zusätzlich eine Verstärkereinrichtung auf, welche das Eingangssignal entsprechend verstärken kann, so dass das erzeugte Differenzsignal für den Hörgerätsträger gut hörbar ist. Dabei ist es bevorzugt, dass das Hörgerät eine Signalverarbeitungseinrichtung aufweist, welche eine frequenzspezifische Verstärkung ermöglicht, so dass Frequenzen in bestimmten Bereichen stärker verstärkt werden können, als in anderen Bereichen. Ganz besonders bevorzugt weist das Hörgerät eine digitale Signalverarbeitungseinrichtung auf, welche z.B. von einem Hörgeräte-Akustiker rechnergestützt über eine Software programmiert und auf den Hörgerätsträger angepasst werden kann.

Patentansprüche

1. Hörgerät, aufweisend einen elektroakustischen Ausgangswandler, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hörgerät einen Tongenerator zur Erzeugung eines Dauertons mit konstanter Frequenz aufweist, wobei sich die Frequenz des zu erzeugenden Dauertons einstellen lässt, um das Hörgerät auf einen Hörgerätsträger anzupassen.
2. Hörgerät nach Anspruch 1, wobei der Tongenerator ein Schaltelement umfasst, dass elektrische Spannungen mit einem charakteristischen Zeitverlauf erzeugt.
3. Hörgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Hörgerät ferner eine Verstärkereinrichtung mit einem elektroakustischen Eingangswandler umfasst.
4. Hörgerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Tongenerator selektiv aktivierbar ist.

5. Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Betriebs zumindest phasenweise ein Dauerton mit konstanter Frequenz erzeugt und in das Ohr eines Trägers geleitet wird.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei ferner während des Betriebs von außen kommende Schallsignale verstärkt werden.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

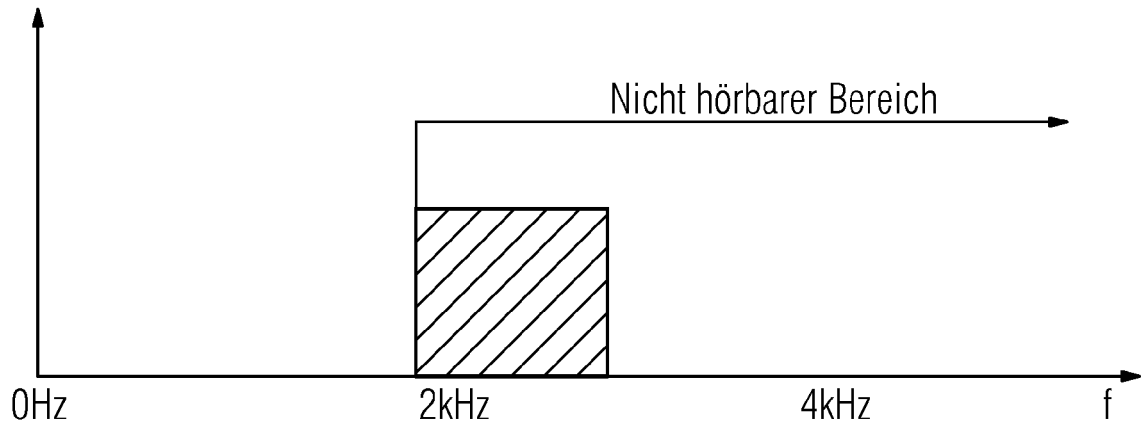


FIG 2

