



(11) **EP 2 169 983 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.03.2010 Patentblatt 2010/13

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09170152.4**

(22) Anmeldetag: **14.09.2009**

(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 MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(30) Priorität: **29.09.2008 DE 102008049466**

(71) Anmelder: **Siemens Medical Instruments Pte. Ltd.
Singapore 139959 (SG)**

(72) Erfinder: **Tiefenau, Andreas
90443, Nürnberg (DE)**

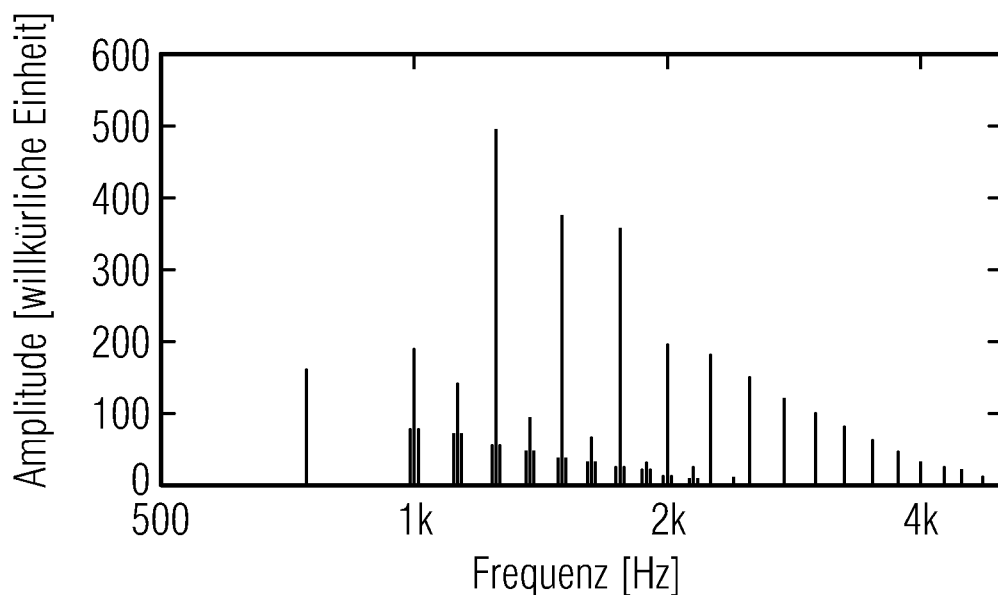
(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver
Siemens Aktiengesellschaft
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)**

(54) **Verfahren zum Betrieb einer Hörhilfe und Hörhilfe**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hörhilfe sowie eine Hörhilfe, die mit einem solchen Verfahren betrieben wird. Das Verfahren umfasst gemäß der Erfindung die Verfahrensschritte Detektieren eines akustischen Ursprungssignals, Ermitteln mindestens einer Ursprungssignalamplitude des Ursprungssignals in der Frequenzdomäne, Verschieben mindestens einer diskreten Transpositionssignalamplitude von ihrer Ursprungsfrequenz auf eine Transpositionsfrequenz, und Aufprägen einer für das menschliche Gehör wahrnehmbaren

Signalveränderung auf die Transpositionssignalamplitude. Die Hörhilfe 1 umfasst ein Mikrofon 5, einen Receiver 6 und eine Signalverarbeitungsvorrichtung 4. Gemäß der Erfindung ist die Signalverarbeitungseinrichtung 4 zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet. Die Erfindung ermöglicht es einem Hörhilfeträger, bei Einsatz einer Frequenztransposition die in einen Überlagerungsbereich frequenztransponierten und die dort von vorneherein vorhandenen untransponierten Signalanteile unterscheidbar zu machen.

FIG 5



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hörhilfe sowie eine Hörhilfe, die mit einem solchen Verfahren betrieben wird.

[0002] Hörhilfen arbeiten üblicherweise nach einem Betriebsverfahren, bei dem ein Anteil eines Eingangssignalspektrums akustischer Signale bei einer bestimmten Frequenz frequenzabhängig verstärkt wird. Dadurch soll dem Umstand Rechnung getragen werden, dass Hörschädigungen meist auf bestimmte Frequenzbereiche beschränkt oder in bestimmten Frequenzbereichen besonders ausgeprägt sind. Zum Beispiel ist häufig das Hörvermögen bei hohen Frequenzen beeinträchtigt, bei niedrigen Frequenzen dagegen annähernd normal.

[0003] Es ist bekannt, insbesondere zur Hörhilfe-Therapie hochgradiger Hörverluste und auch zur Erstversorgung bei Kindern eine sogenannte Frequenztransposition vorzunehmen. Ein Beispiel für derartige hochgradige Hörverluste sind Hörgeschädigte mit sogenannten "Dead-Regions", also Bereichen der Cochlea, in denen akustische Stimulation keine Wahrnehmung auslösen kann. Bei der Frequenztransposition werden Signale aus in einem für den Hörgeschädigten nicht oder kaum wahrnehmbaren Frequenzbereich in andere tiefere Frequenzbereiche transformiert, z.B. Signale in hohe Frequenzen werden in einem tieferfrequenten Bereich abgebildet. Algorithmen zur Frequenztransposition sind bereits in einigen am Markt befindlichen Hörgeräten implementiert.

[0004] Die Frequenztransposition verfälscht das natürliche Klangbild häufig stark, da die frequenztransponierten Signalanteile in Frequenzbereiche mit nicht transponierten Signalanteilen verschoben werden und sich mit diesen überlagern. Die Überlagerungsfrequenzbereiche werden sozusagen gleichzeitig mehrfach benutzt, nämlich zum einen vom nicht-transponierten und zum anderen gleichzeitig vom transponierten Signal.

[0005] Wegen der Verfälschung kommt es vor, dass derartige therapeutische Ansätze vom Hörhilfeträger abgelehnt werden und ein hohes Maß an Nachsorge durch den betreuten Audiologen oder Hörgeräteakustiker erfordern. Im Rahmen der Nachsorge wird der Grad der Frequenztransposition in den einzelnen Sitzungen sukzessive erhöht, bis ein definierter Endwert erreicht ist. In jeder Einzelsitzung muss der Audiologe beziehungsweise Hörgeräteakustiker die im Rahmen der Hörhilfeversorgung verwendeten Algorithmen neu parametrisieren. Dies stellt auch für den Patienten eine unkomfortable Prozedur dar.

[0006] Aus der Druckschrift EP 1 850 635 A1 ist ein Verfahren zum Einstellen einer Hörhilfe bekannt, bei dem ein Anteil eines Eingangssignalspektrums bei einer ersten Frequenz verstärkt und automatische von der ersten Frequenz zu einer zweiten Frequenz verschoben wird. Verstärkung und Verschieben erfolgen in Abhängigkeit von der Zeit. Durch das zeitlich-adaptive Nachregeln der Stärke der Frequenztransposition soll eine hohe Spontanakzeptanz des Hörsystems durch ein zwischen zwei Adaptionsschritten nahezu unverfälschtes Klangbild des Hörsystems erreicht werden. Außerdem soll der Lern- und Akklimatisationsprozess seitens des Hörgeschädigten an die neuen Frequenzmuster unterstützt werden.

[0007] In den Überlagerungsfrequenzbereichen kann es zu Signalverwechslungen durch den Hörhilfeträger kommen, da für den Hörhilfeträger nicht nachvollziehbar ist, welcher Anteil des resultierenden, überlagerten Signals frequenztransponiert und welcher Anteil nicht frequenztransponiert, mithin ursprünglich, ist.

[0008] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, für den Hörhilfeträger frequenztransponierte und untransponierte Signalanteile im Überlagerungsbereich unterscheidbar zu machen.

[0009] Die Erfindung löst dieses Problem durch ein Verfahren sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

[0010] Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, ein Verfahren sowie eine zum Betrieb nach diesem Verfahren ausgebildete Hörhilfe anzugeben, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

- Detektieren eines akustischen Ursprungssignals
- Ermitteln mindestens einer Ursprungssignalamplitude des Ursprungssignals in der Frequenzdomäne
- Verschieben mindestens einer diskreten Transpositionssignalamplitude von ihrer Ursprungsfrequenz auf eine Transpositionsfrequenz
- Aufprägen einer für das menschliche Gehör wahrnehmbaren Signalveränderung auf die Transpositionssignalamplitude.

[0011] Dadurch dass auf das transponierte Signal eine für den Hörgeschädigten wahrnehmbare zusätzliche Charakteristik aufgeprägt wird, werden transponiertes und untransponiertes Signal für ihn unterscheidbar. Hierdurch wird es ihm ermöglicht, transponierte Signale von natürlichen Signalen im Zielbereich der Frequenztransposition, also im Überlagerungsbereich, zu unterscheiden. Z.B. kann er ursprünglich hochfrequente Signale im niedrigerfrequenten Überlagerungsbereich von untransponierten, ursprünglich niedrigerfrequenten Signalen unterscheiden.

[0012] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Signalveränderung eine Amplitudenmodifikation ist. Eine Amplitudenmodifikation bewirkt eine besonders gute und hinsichtlich Signalverfälschungen besonders unproblematische Änderung der Signalcharakteristik.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Amplitudenmodifikation eine Amplitudenmodulation ist. Unter einer Modulation soll hierbei eine Signalveränderung nach einem zeitlichen System oder Muster verstanden werden. Eine geeignete solche Signalveränderung kann zum Beispiel eine wiederkehrende Veränderung mit einer vorbestimmten Modulationsfrequenz und Modulationstiefe sein. Eine solche Amplitudenmodulation ist besonders gut wahrnehmbar und unterscheidbar, und gleichzeitig ist die dadurch bewirkte Verfälschung des Klangbildes verhältnismäßig angenehm für die Hörempfindung des Hörhilfeträgers.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden Modulationstiefe und/oder Modulationsfrequenz der Amplitudenmodulation in Abhängigkeit von einem Maß für den Hörverlust eines Hörhilfeträgers im Bereich der Transpositionsfrequenz ermittelt. Dadurch kann der individuellen Hörschädigung des Hörhilfeträgers angepasster begegnet werden.

[0015] Als weitere Alternativen können die Signalveränderungen auch an die Vorlieben des Hörhilfeträgers angepasst werden. Andere Signalveränderungen neben der Amplitudenmodulation könnten z.B. Frequenzmodulation oder Halbgleichrichtung des Signals sein. Weitere, andere Varianten können im Rahmen der Erfindung ebenfalls verwendet werden.

[0016] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand von Figuren. Es zeigen:

FIG 1 Untransponiertes Frequenzspektrum

FIG 2 Transponiertes Frequenzspektrum

FIG 3 Superposition des untransponierten und des transponierten Frequenzspektrums

FIG 4 Amplitudenmoduliertes transponiertes Frequenzspektrum

FIG 5 Superposition des untransponierten und des amplitudenmodulierten transponierten Frequenzspektrums

FIG 6 Hörhilfe

[0017] In Figur 1 ist beispielhaft ein untransponiertes Frequenzspektrum eines akustischen Signals dargestellt. Aufgetragen ist die Signalamplitude in willkürlichen Einheiten über der akustischen Frequenz in logarithmischer Teilung. Es handelt sich um das Spektrum eines tonalen Klanges, dargestellt sind lediglich wenige, diskrete Amplituden und nicht ein kontinuierlicher Amplitudenverlauf. Die Reduzierung auf diskrete Amplituden dient der besseren Darstellbarkeit.

[0018] In Figur 2 ist eine Frequenztransposition des in der vorangehenden Figur dargestellten Klang-Spektrums dargestellt. Die Frequenzanteile ab 2 kHz des Klanges sind um eine Oktave hin zu tieferen Frequenzen verschoben. Eine Oktave stellt eine Verdoppelung der Frequenz dar, so dass die Frequenzanteile ab 2 kHz in einen Übergangsbereich ab 1 kHz transponiert sind. Für die Ursprungsfrequenz 2 kHz ergibt sich also als Transpositionsfrequenz ein kHz. Die dargestellten Transpositionssignalamplituden entsprechen somit den ursprünglichen Signalamplituden in der vorangehenden Abbildung, die dort ab 2 kHz wiedergegeben sind. Das dargestellte tonale Spektrum wird also durch Detektieren des akustischen Ursprungssignals, Ermitteln der Ursprungssignalamplituden in der Frequenzdomäne, und Verschieben der diskreten Transpositionssignalamplituden von ihrer jeweiligen Ursprungsfrequenz auf eine jeweilige Transpositionsfrequenz im Überlagerungsbereich überzeugt. Der Überlagerungsbereich erstreckt sich deshalb in einem Frequenzbereich ab ein kHz und höher.

[0019] In Figur 3 ist eine Superposition des vorangehend dargestellten untransponierten mit dem ebenfalls vorangehend dargestellten transponierten Spektrum dargestellt. Unter Superposition soll hier eine gegenseitige Überlagerung derart verstanden werden, dass für jede diskrete Frequenz der jeweils höhere der beiden Amplitudenwerte von transponiertem untransponiertem tonalem Spektrum verwendet wird.

[0020] Es ist deutlich zu erkennen, dass es zu Signalverwechslungen kommen kann, wenn das transponierte und das untransponierte Spektrum übereinander gelegt sind. Beispielsweise liegen die diskreten Werte des untransponierten Signals bei seiner Ursprungsfrequenz 1 kHz und des transponierten Signals bei seiner Transpositionsfrequenz von ebenfalls 1 kHz auf vergleichbaren Niveau, so dass eine Unterscheidbarkeit bei 1 kHz ausgeschlossen scheint.

[0021] In Figur 4 ist das transponierte Frequenzspektrum mit aufgeprägter Amplitudenmodulation dargestellt. Die Amplitudenmodulation ist dargestellt durch einen verbreiterten Strich für den jeweiligen diskreten Amplitudenwert. Die Modulationstiefe beträgt dabei 100 %, d.h. die modulierten Amplituden sind halb so hoch wie die nicht-modulierten Amplituden.

[0022] In Figur 5 ist eine Superposition des vorangehend dargestellten untransponierten mit dem vorangehend dargestellten modulierten und transponierten Frequenzspektrums dargestellt. Durch die Superposition, oder Addition beider Spektren wird bei Frequenzen, bei denen sich die originalen und frequenztransponierten Amplituden überlagern, eine Modulationstiefe des Gesamtsignals erreicht, die vom Verhältnis der ursprünglichen und unveränderten zu der frequenztransponierten und modulierten Amplitude abhängt.

[0023] Im gewählten Beispiel wird von einer Frequenztransposition des Signals oberhalb 2 kHz mit folgender Vorschrift ausgegangen:

$$A^{\text{trans}}(f/2) = 0.8 * A^{\text{orig}}(f) \quad f \geq 2 \text{ kHz}$$

[0024] Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass es zur Überlagerung von transponiertem und untransponiertem Signal bei einzelnen Frequenzen kommt, nämlich bei 1 kHz, 1,25 kHz, 1,5 kHz, 1,75 kHz und 2 kHz. Bei diesen Frequenzen im Überlagerungsbereich sind die Amplitudenwerte mehrdeutig, d.h. es nicht ohne weiteres unterscheidbar, ob der jeweilige Amplitudenwert vom transponierten oder vom untransponierten Spektrum stammt. Unterscheidbar wird dies jedoch durch die Amplitudenmodifikation, durch die Amplitudenwerte bei den diskreten Überlagerungsfrequenzen eine hörbare und wahrnehmbare Veränderung erfahren.

[0025] Diese Aufprägung einer hörbaren und wahrnehmbaren akustischen Signalveränderung im Überlagerungsbereich ermöglicht die getrennte Wahrnehmung von transponiertem und untransponiertem Signal für den Hörhilfeträger. Dabei sind neben der beispielhaft angeführten Transpositionsvorschrift auch andere Transpositionsvorschriften vorstellbar, außerdem sind weitere Varianten der Amplitudenmodifikation mit anderen Modulationstiefen sowie Variationen der Modulationsfrequenz möglich. Hinzu kommt die weitere Möglichkeit, anstelle einer Amplitudenmodulation eine Frequenzmodulation oder andere wahrnehmbare Modulationen vorzunehmen.

[0026] Ein Grundgedanke der Erfindung lässt sich wie folgt zusammenfassen: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hörhilfe sowie eine Hörhilfe, die mit einem solchen Verfahren betrieben wird. Das Verfahren umfasst gemäß der Erfindung die Verfahrensschritte Detektieren eines akustischen Ursprungssignals, Ermitteln mindestens einer Ursprungssignalamplitude des Ursprungssignals in der Frequenzdomäne, Verschieben mindestens einer diskreten Transpositionssignalamplitude von ihrer Ursprungsfrequenz auf eine Transpositionsfrequenz, und Aufprägen einer für das menschliche Gehör wahrnehmbaren Signalveränderung auf die Transpositionssignalamplitude. Die Hörhilfe 1 umfasst ein Mikrofon 5, einen Receiver 6 und eine Signalverarbeitungsvorrichtung 4. Gemäß der Erfindung ist die Signalverarbeitungseinrichtung 4 zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet. Die Erfindung ermöglicht es einem Hörhilfeträger, bei Einsatz einer Frequenztransposition die in einen Überlagerungsbereich frequenztransponierten und die dort von vorneherein vorhandenen untransponierten Signalanteile unterscheidbar zu machen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Hörhilfe (1) mit den Verfahrensschritten:

- Detektieren eines akustischen Ursprungssignals
- Ermitteln mindestens einer Ursprungssignalamplitude des Ursprungssignals in der Frequenzdomäne
- Verschieben mindestens einer diskreten Transpositionssignalamplitude von ihrer Ursprungsfrequenz auf eine Transpositionsfrequenz
- Aufprägen einer für das menschliche Gehör wahrnehmbaren Signalveränderung auf die Transpositionssignalamplitude.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Signalveränderung eine Amplitudenmodifikation ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Amplitudenmodifikation eine Amplitudenmodulation ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein von der Ursprungsfrequenz abhängiger Verstärkungsfaktor für eine Verstärkung der Transpositionssignalamplitude ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Modulationstiefe der Amplitudenmodulation bei einer Transpositionsfrequenz in Abhängigkeit vom Verhältnis von Ursprungssignalamplitude bei dieser Frequenz und Transpositionssignalamplitude bei dieser Frequenz ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Modulationstiefe und/oder die Modulationsfrequenz der Amplitudenmodulation in Abhängigkeit von der Transpositionsfrequenz ermittelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Modulationstiefe und/oder die Modulationsfrequenz der Amplitudenmodulation in Abhängigkeit von einem
Maß für den Hörverlust eines Hörhilfeträgers im Bereich der Transpositionsfrequenz ermittelt wird.

5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei ein Verstärkungsfaktor in Abhängigkeit von der Transpositionsfrequenz ermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Verfahren auf alle Ursprungssignalamplituden in einem vorbestimmten Ursprungsfrequenzbereich an-
10 gewendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei Transpositionssignalamplituden und Ursprungssignalamplituden überlagert werden, indem bei einer Trans-
positionsfrequenz die jeweils höhere von Ursprungssignalamplitude und Transpositionssignalamplitude ausgewählt
15 wird.

11. Hörhilfe (1) mit einem Mikrofon (5), einem Receiver (6) und einer Signalverarbeitungsvorrichtung (4),
dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungseinrichtung (4) zur Ausführung eines Verfahrens nach
einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet ist.
20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

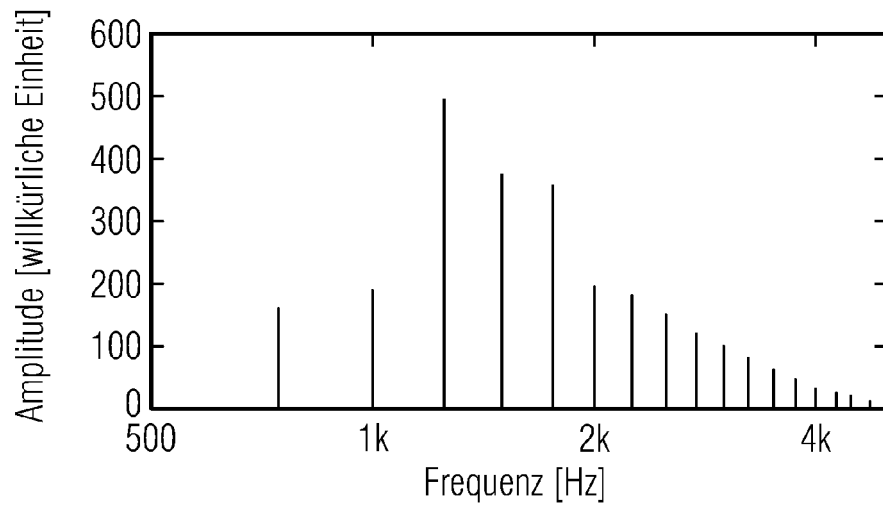


FIG 2

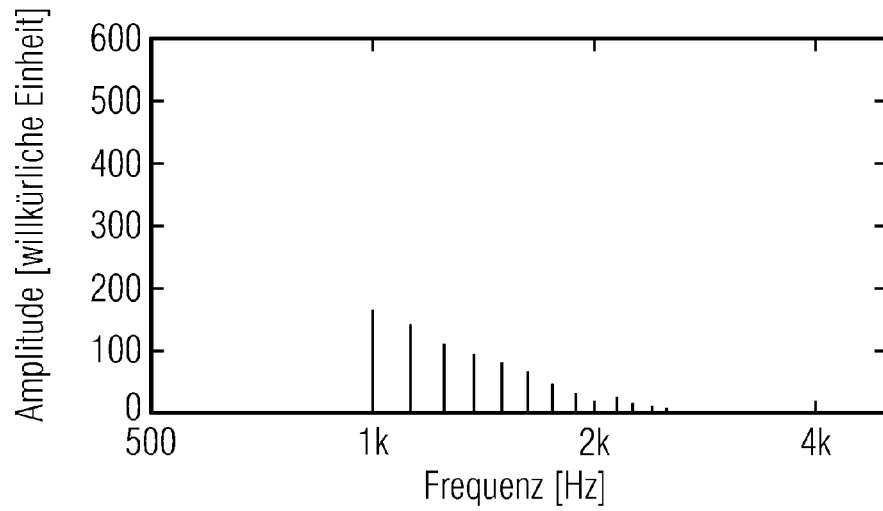


FIG 3

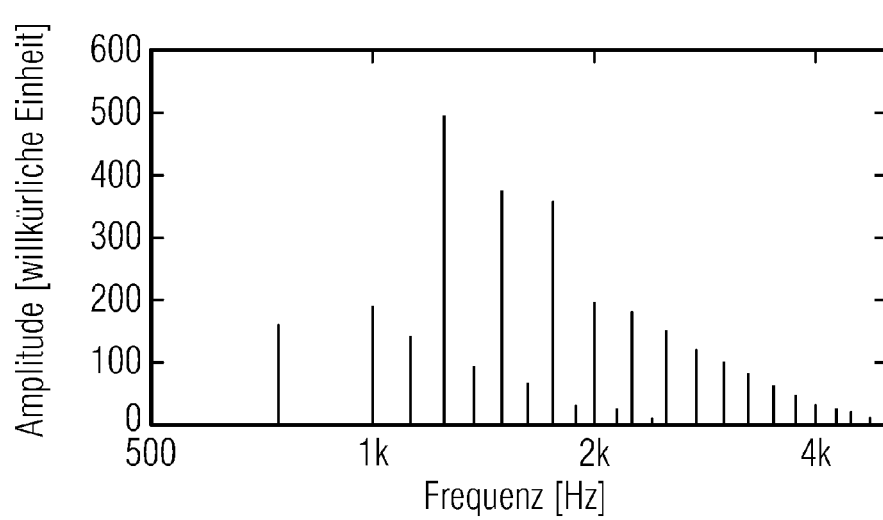


FIG 4

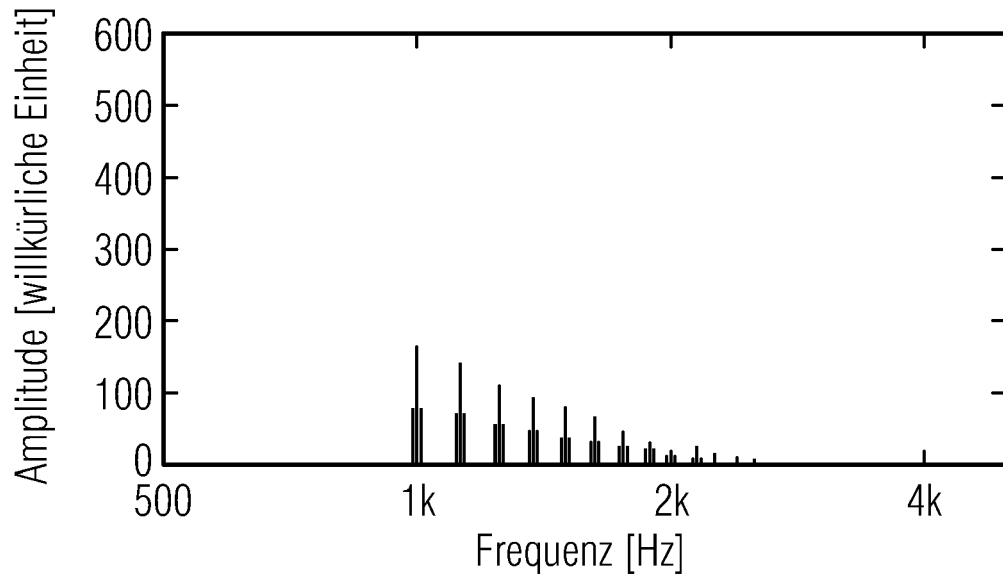


FIG 5

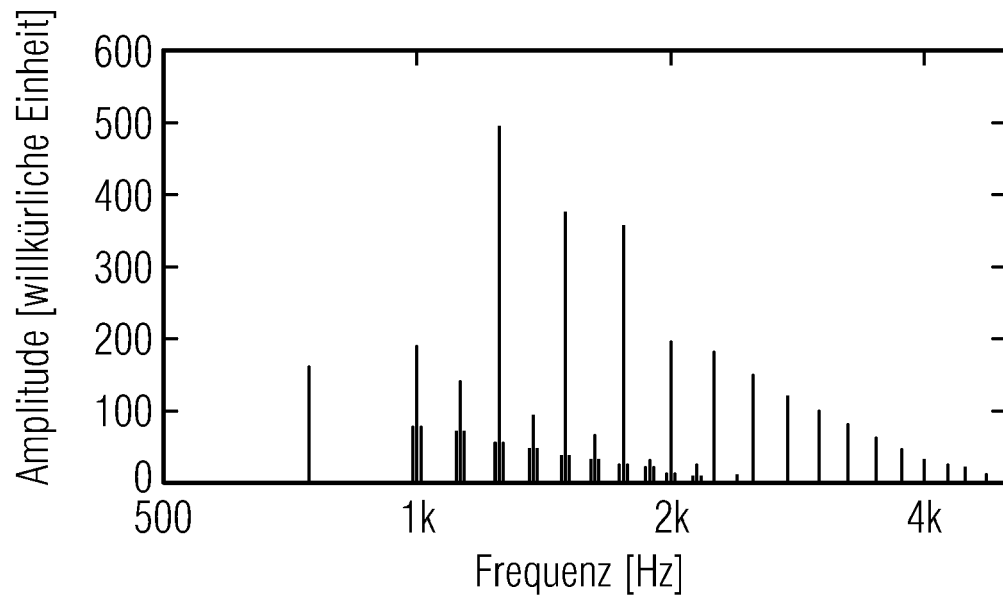
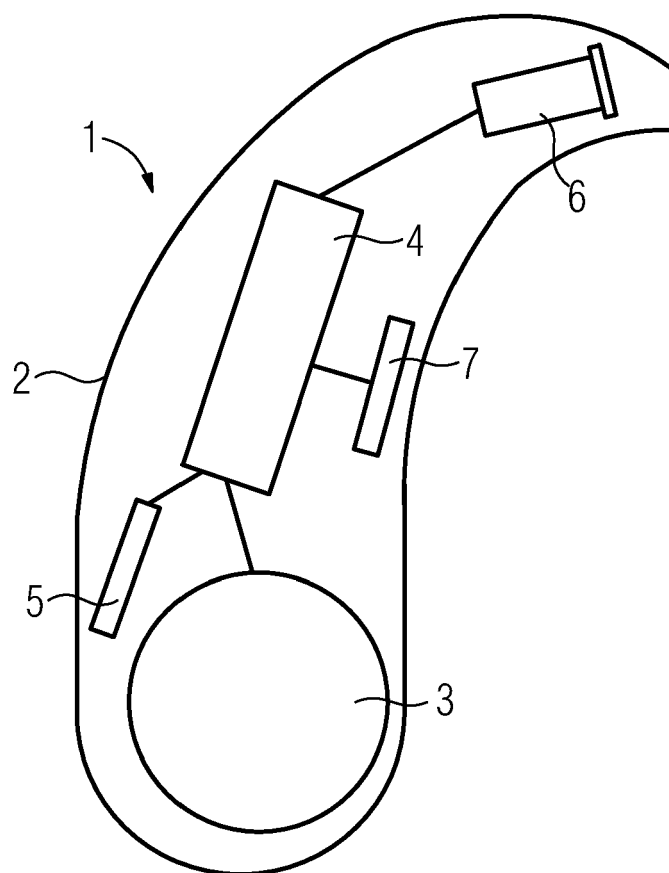


FIG 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1850635 A1 [0006]