



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **717 566 A2**

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

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00769/20

(71) Anmelder:
Sonova AG, Laubisrütistrasse 28
8712 Stäfa (CH)

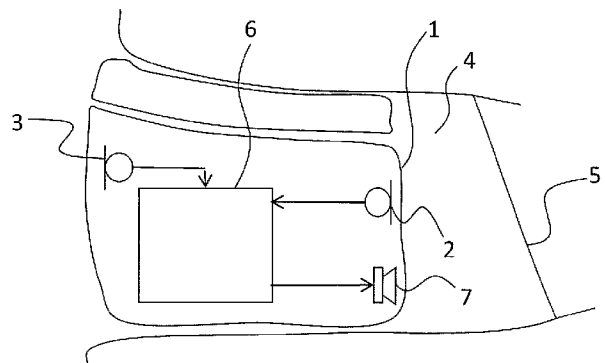
(22) Anmeldedatum: 25.06.2020

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.12.2021

(72) Erfinder:
Eleftheria Georganti, 8702 Zollikon (CH)
Gilles Courtois, 8713 Uerikon (CH)

(54) **Verfahren zum Erkennen eines Zustandes betreffend ein Hörgerät sowie Hörgerät zur Durchführung des Verfahrens.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Zustandes betreffend ein Hörgerät (1) bezüglich eines Gehörganges (4). Es wird der Schall im Gehörgang (4) mit einem Gehörgangsmikrofon (2) aufgenommen. Der Schall wird hinsichtlich otoakustischer Emissionen analysiert. Basierend darauf wird erkannt, ob das Hörgerät eingesetzt ist, ob es korrekt eingesetzt ist und/oder ob es korrekt an den Gehörgang angepasst ist. Letzteres ist wichtig bei Kindern, weil sich der Gehörgang durch Wachstum verändert. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Hörgerät (1) zur Durchführung des Verfahrens.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Hörgeräte. Insbesondere betrifft sie ein Verfahren zum Erkennen eines Zustandes betreffend ein Hörgerät bezüglich eines Gehörganges. Ferner betrifft die Erfindung ein Hörgerät zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] Hörgeräte sind Geräte, welche dazu dienen den Hörverlust eines schwerhörigen Menschen zu kompensieren und sein Hören zu verbessern. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem Mikrofon, einem Verstärker und einem sogenannten Hörer (Lautsprecher) und werden an einem oder beiden Ohren des Schwerhörigen getragen. Aus verschiedenen Gründen kann es wünschenswert sein zu erkennen, ob das Hörgerät gerade getragen wird, ob es korrekt eingesetzt ist, und ob es bezüglich seiner Form korrekt an den Gehörgang angepasst ist.

[0003] Bei den folgenden Patentliteraturangaben wird der Einfachheit halber das „et al.“ jeweils weggelassen.

[0004] Die EP 1 465 117 A1 von Hauser offenbart die Messung von otoakustischen Emissionen (OAE) mit einem Gerät, das wie ein Hörgerät im Ohr getragen wird. Die Messung dient der Identitätserkennung.

[0005] Die EP 1 746 860 A2 von Siltmann offenbart ein Hörgerät mit einem Mikrofon zur Signalaufnahme im Gehörgang. Der Sitz des Hörgerätes wird basierend auf einem passiven akustischen Echo ermittelt.

[0006] Die WO 2007 / 052186 von Arts offenbart ein Hörgerät, welches otoakustische Emissionen misst, zum Zwecke seiner Einstellung.

[0007] Die DE 10 2006 029 268 A1 von Kornagel offenbart eine Hörvorrichtung mit Körperschalldetektion mittels eines Mikrofons im Gehörgang. Die Hörvorrichtung kann so gesteuert werden, ohne dass Steuerelemente wie Drucktaster nötig sind.

[0008] Die WO 2010 / 034 337 A1 von Bächler offenbart ein Hörgerät mit einem Kanalmikrofon, dass zum Beispiel für Tests betreffend otoakustische Emissionen verwendet werden kann.

[0009] Die DE 10 2013 225 760 A1 von Droste offenbart ein Hörgerät mit Sitzerkennung. Hierfür wird ein Testsignal abgespielt.

Darstellung der Erfindung

[0010] Es ist die der Patentanmeldung zugrundeliegende technische Aufgabe ein Verfahren zu schaffen, welches es erlaubt einen Zustand eines Hörgerätes bezüglich eines Gehörganges in einer Weise zu erkennen, welches den Hörgeräteträger nicht wesentlich stört, welches mit ohnehin vorhandenen Sensoren implementiert werden kann und somit kostengünstig ist und welches eine Alternative zu bekannten Verfahren bietet.

[0011] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand von Anspruch 1 gelöst. Ein Gehörgangsmikrofon nimmt Schall im Gehörgang auf. Der Schall wird hinsichtlich otoakustischer Emissionen analysiert und basierend darauf wird der Zustand erkannt. So kann zum Beispiel erkannt werden, wenn das Gerät nicht mehr eingesetzt ist und es kann automatisch ausgeschaltet werden, was Batterien oder Akkuladung spart.

[0012] Gemäss Anspruch 2 wird das Verfahren im Kontext einer teleaudiologischen Sitzung eingesetzt. Bei derartigen Sitzungen besteht das Problem, dass die Hörversorgungsfachperson nicht oder nur über eine Kamera visuell inspizieren kann, ob das Hörgerät korrekt eingesetzt ist und in wie weit das Ohrpassstück, insbesondere im Falle von im Wachstum befindlichen Kindern, noch zum Gehörgang passt. Teleaudiologische Sitzungen sind zum Beispiel dann von Vorteil, wenn geographische Gegebenheiten oder Vorschriften bezüglich sozialer Distanzierung ein physisches Treffen erschweren.

[0013] Gemäss Anspruch 3 wird das Verfahren im Kontext einer Hörgeräteselbstversorgung eingesetzt. Derartige Versorgungen sind wesentlich kostengünstiger und somit für viele Menschen die beste Option. Der Kunde bestellt hierbei die Hörgeräte zum Beispiel im Internet und führt alle sonst von der Fachperson ausgeführte Tätigkeiten selber aus. Wenn das System hierbei erkennen kann, ob und/oder wie das Hörgerät eingesetzt ist, ist das ein wesentlicher Vorteil.

[0014] Gemäss Anspruch 4 wird das Verfahren im Kontext der täglichen Benutzung eingesetzt. Hier kann insbesondere erkannt werden, wenn das Hörgerät aus dem Gehörgang herausgefallen ist. Je schneller der Benutzer darauf hingewiesen wird, desto besser stehen die Chancen, dass er das Hörgerät wiederfindet.

[0015] Gemäss Anspruch 5 wird das Verfahren im Kontext einer pädiatrischen Hörgeräteversorgung eingesetzt. Babys und Kinder wachsen und mit ihnen auch der Gehörgang. Sie benötigen daher von Zeit zu Zeit ein neues, grösseres Ohrpassstück. Das Verfahren erlaubt es die Eltern und/oder die Hörversorgungsfachperson rechtzeitig darüber zu informieren.

[0016] Gemäss Anspruch 6 handelt es sich bei den analysierten otoakustischen Emissionen um spontane otoakustische Emissionen (SOAE). Dies hat den Vorteil, dass der Benutzer im Gegensatz zu einer Lösung mit evozierten otoakustischen Emissionen (EOAE) nicht mit Evokationsstimuli akustisch belästigt wird.

[0017] Gemäss Anspruch 8 wird vorgängig ein OAE-Referenzmuster aufgenommen. Dies hat den Vorteil, dass die otoakustischen Emissionen besonders zuverlässig und auch bei geringer Amplitude und/oder grösserem Hintergrundrauschen erkannt werden können.

[0018] Gemäss Anspruch 9 wird vorgängig abgeklärt, ob der Hörgerätebenutzer für das Verfahren ausreichend deutliche otoakustische Emissionen aufweist. Bei manchen Menschen ist das nicht der Fall. Hier kann ganz oder teilweise auf eine andere Erkennung ausgewichen werden, zum Beispiel auf eine Erkennung basierend auf einem passiven akustischen Echo.

[0019] Anspruch 10 betrifft ein Hörgerät, welches dazu ausgestaltet ist, das Verfahren auszuführen. Das Verfahren ist dazu geeignet vollständig mit einem Hörgerät ausgeführt zu werden, ohne dass weitere Komponenten, wie zum Beispiel ein Smartphone oder ein Server erforderlich sind.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020]

- Fig. 1 zeigt eine Ausführung des erfindungsgemässen Hörgerätes in einem Gehörgang;
- Fig. 2 zeigt ein Diagramm eines teleaudiologischen Systems;
- Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführung der Schallanalyse, wie sie bei einer Ausführungsform der Erfindung angewendet wird;
- Fig. 4 zeigt das Spektrum eines Schalles, welcher otoakustische Emissionen enthält;

[0021] Die Figuren zeigen lediglich exemplarisch einige mögliche Ausführungsformen. Sie und ihre nun folgende Beschreibung sollen den Schutzzumfang der Ansprüche nicht einschränken.

Wege zur Ausführung der Erfindung und gewerbliche Verwendbarkeit

[0022] Fig. 1 zeigt eine Ausführung des erfindungsgemässen Hörgerätes 1 in einem Gehörgang 4. Das Hörgerät 1 weist ein Gehörgangsmikrofon 2 und ein Umgebungsmikrofon 3 auf. Das Gehörgangsmikrofon 2 ist dazu ausgestaltet Schall im Volumen aufzunehmen, welches durch die Wand der Gehörgangs 4, das Hörgerät 1 und das Trommelfell 5 umschlossen ist. Die Mikrofonsignale werden mit einem Prozessor 6 verarbeitet und es wird ein Hörer 7 angesteuert, um im Gehörgang 4 den gewünschten Schall zu erzeugen.

[0023] Fig. 2 zeigt ein Diagramm eines teleaudiologischen Systems, welches der Durchführung einer teleaudiologischen Sitzung dient. Ein Hörgerätebenutzer 23 trägt ein erstes Hörgerät 1 und ein zweites Hörgerät 22. Die Hörgeräte 1, 22 kommunizieren mit einem Smartphone 25. Das Smartphone 25 kommuniziert über das Internet 27 mit einem Fitting- bzw. Hörgeräte-Anpassungscomputer 26, welcher von einer Hörversorgungsfachperson 24 bedient wird.

[0024] Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführung der Schallanalyse, wie sie bei der Erfindung angewendet wird. In einem ersten Schritt 31 wird der Schall aufgenommen (z.B. 20-80ms). In einem zweiten Schritt 32 wird er verstärkt (z.B. 40-80dB). In einem dritten Schritt 33 erfolgt eine Bandpassfilterung (z.B. 500Hz-5kHz oder 1kHz-4kHz). In einem vierten Schritt 34 erfolgt eine Fensterung und Fast Fourier Transformation (z.B. mit einer Auflösung von 0.3-3Hz). In einem fünften Schritt 35 erfolgt eine Mittelung (z.B. mit N=16-64). In einem fünften Schritt 35 erfolgt ein Peak Picking, d.h. ein Identifizieren von Spitzenwerten. Hierbei kann ein Referenzmuster 37 hinzugezogen werden.

[0025] Fig. 4 zeigt das Spektrum eines Schalles, welcher otoakustische Emissionen 41 sowie ein Hintergrundrauschen 43 enthält. Es gibt mehrere Spitzenwerte 42 bei verschiedenen Frequenzen.

[0026] Im Folgenden werden verschiedene Aspekte und Ausführungsformen der Erfindung nach Schlagworten bzw. Ausdrücken geordnet erläutert:

Zustand betreffen ein Hörgerät bezüglich eines Gehörgangs: Der Zustand kann durch verschiedene Zustandsmerkmale beschrieben werden, wobei jedes Zustandsmerkmal gewissermassen ein Bit repräsentiert:

- Ist das Hörgerät in den Gehörgang eingesetzt?
- Ist das Hörgerät im Gehörgang korrekt positioniert?
- Ist das Hörgerät korrekt an den Gehörgang angepasst?

[0027] Otoakustische Emissionen (OAE): Gemäss der Erfindung werden bevorzugt sogenannte spontane otoakustische Emissionen erkannt (SOAE). Daneben kann die Erfindung jedoch auch basierend auf anderen Formen ausgeführt werden, insbesondere auf solchen, welche durch einen Stimulus ausgelöst werden, evozierte otoakustische Emissionen

(EOAE). Dies sind zum Beispiel transitorisch evozierte (TEOAE), stimulusfrequenz- (SFOAE) und/oder distorsivproduzierte (DPOAE) otoakustische Emissionen.

[0028] Teleaudiologische Sitzung: Im einfachsten Fall ist dies ein Telefongespräch zwischen einer Hörversorgungsfachperson und einem Hörgerätebenutzer. Vorzugsweise wird jedoch eine Videoübertragung vorgenommen und eine Fernsteuerung bzw. Fernprogrammierung der Hörgeräte durch die Fachperson ermöglicht. Hierfür wird zu Beginn der Sitzung eine Fernverbindung zwischen einem Computer der Fachperson und den Hörgeräten hergestellt. Bei einer konventionellen audiologischen Sitzung kann die Fachperson visuell bzw. direkt am Ohr kontrollieren, ob und wie das Hörgerät eingesetzt ist. Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt diese Kontrolle auch im Falle der Teleaudiologie. Die Kontrolle kann zu Beginn, während (permanent oder auf Abfrage) und/oder am Ende der Sitzung durchgeführt werden.

[0029] Hörgeräteselbstversorgung: Es gibt Hörgerätekandidaten bzw. -benutzer, die sich keine Hörversorgungsfachperson leisten können oder aus anderen Gründen auf diese Hilfe verzichten wollen. In diesem Fall führt der Hörgerätebenutzer Tätigkeiten, wie das Messen eines Audiogramms, die Hörgerätevorbereitung (mittels einer Anpassformel wird aus dem Hörverlust die frequenz- und lautstärkeabhängige Verstärkung berechnet) oder die Feineinstellung von Parametern für die Signalverarbeitung selbst durch. Hierbei ist es wichtig, dass das System bei Bedarf den Zustand des Hörgerätes bezüglich des Gehörgangs überwachen kann. Dies ist mit dem erfindungsgemässen Verfahren möglich.

[0030] Tägliche Benutzung: Das erfindungsgemässe Verfahren kann vorteilhaft bei der täglichen Benutzung der Hörgeräte eingesetzt werden. So kann erkannt werden, wenn ein Hörgerät aus dem Gehörgang herausfällt. Wenn der Benutzer umgehend darauf hingewiesen wird, stehen die Chancen, dass er das Gerät wieder findet relative gut. Ferner kann der Benutzer darauf hingewiesen werden, wenn das Gerät nicht richtig eingesetzt ist. So kann auch ein Vertauschen von rechtem und linkem Gerät verhindert werden. Falsch positionierte Geräte können zu nicht ausreichender Verstärkung, Rückkopplungen und dem Risiko des Herausfallens führen. Schliesslich kann das Gerät, oder zumindest viel Energie verbrauchende Prozesse, automatisch aus- und eingeschaltet werden.

[0031] Mitteilungen an den Hörgerätebenutzer: Diese können akustisch über das Hörgerät erfolgen, im Falle des Herausfallens eines Hörgerätes über das Partnergerät. Ferner kann die Mitteilung auch über das Smartphone des Benutzers kommuniziert werden, z.B. in dem das Smartphone vibriert und/oder eine Textnachricht oder ein Bild angezeigt wird. Auf dem Smartphone kann hierfür eine spezielle App installiert sein.

[0032] Veränderungen des Gehörgangs: Bei bestimmten Hörgerätebauformen, insbesondere sogenannten Custom-Geräten, wird ein Abdruck des Gehörganges genommen und dann ein Ohrpassstück angepasst an den Gehörgang gefertigt. Wenn sich nun der Gehörgang im Laufe der Zeit verändert, passt das Ohrpassstück nicht mehr und muss ersetzt werden. Dies ist insbesondere bei im Wachstum befindlichen Babys und Kindern der Fall. Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich dazu diesen Zustand zu erkennen und zu signalisieren. Bei erwachsenen Hörgerätebenutzern kann dies durch eine Mitteilung an den Benutzer selbst geschehen. Bei Kindern, oder auch als Alternative bzw. Ergänzung, kann die Mitteilung an eine Bezugsperson oder eine Hörversorgungsfachperson gerichtet werden.

[0033] Mitteilungen an eine Bezugsperson: Diese können beispielsweise über ein Smartphone der Bezugsperson erfolgen, auf dem eine spezielle App installiert ist. Das Smartphone der Bezugsperson kann direkt über Bluetooth mit den Hörgeräten kommunizieren. Es ist auch eine indirekte Kommunikation über ein Smartphone des Hörgerätebenutzers denkbar, wobei die zwei Smartphones vorzugsweise nicht über Bluetooth sondern über das Internet miteinander kommunizieren, so dass die Kommunikation auch über längere Distanzen möglich ist. Die Mitteilungen können als Text oder Bild visuell dargestellt werden. Ferner kann das Smartphone vibrieren oder akustische Signale abgeben.

[0034] Mitteilungen an eine Hörversorgungsfachperson: Hierfür bieten sich besonders E-Mails an oder Mitteilungen über die Fitting- bzw. Hörgeräte-Anpassungssoftware. So kann die Fachperson eine Meldung erhalten, dass das Ohrpassstück nicht mehr korrekt zum Gehörgang passt. Sie kann dann den Hörgerätebenutzer kontaktieren, um einen Termin zu vereinbaren.

[0035] Bezugsperson: Insbesondere bei Kindern oder älteren Menschen erfolgt die Interaktion mit dem System primär durch eine Bezugsperson, welche über den Systemzustand informiert wird und welche darauf reagiert. Bei Kindern können dies Eltern, Lehrer oder Betreuer sein, bei älteren Menschen Familienangehörige oder Pflegepersonen.

[0036] Hörversorgungsfachperson: (Englisch: Hearing Care Professional) Der Begriff soll in diesem Dokument nicht einschränkend verstanden werden. Primär sind dies Akustiker bzw. Audiologen. Es können jedoch auch andere entsprechend geschulte Personen diese Rolle einnehmen, wie zum Beispiel Hals-Nase-Ohren-Ärzte oder Apotheker.

[0037] Hörgerätebenutzer: Wie schon erwähnt, kann es sich hierbei um Babys, Kinder und Erwachsene verschiedener Alters und Geschlechtes handeln. Primär sind dies Menschen mit einem Hörverlust bzw. schwerhörige Menschen und/oder Menschen, die unter einem Tinnitus leiden. Je nach Ausführungsform der Erfindung, z.B. im Falle einer Sprechgarnitur, die auch Menschen ohne Höreinschränkung Nutzen bringt, sollte man besser einfach von „Benutzern“ sprechen. Alternativ kann man auch den Begriff „Endkunde“ verwenden.

[0038] Hörgerätebauformen: Die Erfindung setzt ein Gehörgangsmikrofon voraus oder zumindest einen Sondenschlauch, der in den Gehörgang hineinführt. Das Hörgerät kann ganz im Ohr angeordnet sein, wie das bei In-dem-Ohr (ITE) oder Kanal- (ITC, CIC) Geräten der Fall ist. Ein Teil des Hörgerätes kann auch hinter dem Ohr angeordnet sein, wie das bei sogenannten Ex-Hörer (RIC) Geräten der Fall ist. Bei Hinter-dem-Ohr-Geräten (BTE) befinden sich abgesehen vom Schall-

bzw. Sondenschlauch und der Ankopplung (z.B. dem Ohrpassstück), alle Elemente hinter dem Ohr. Seltener sind sogenannte Brillenhörgeräte oder Taschenhörgeräte, welche auch mit einem Gehörgangsmikrofon versehen werden können, bzw. mit welchen die Erfindung auch ausgeführt werden kann. Die Erfindung kann ferner mit Geräten ausgeführt werden, welche nicht speziell für schwerhörende Menschen vorgesehen sind, z.B. mit einer Bluetooth-Sprechgarnitur oder Ohrhörern, wie sie zum Beispiel zum Musikhören verwendet werden.

[0039] Akustische Ankopplung: Diese erfolgt bei der Erfindung vorzugsweise durch ein sogenanntes Ohrpassstück, welches eigens für den Hörgerätebenutzer basierend auf seiner Ohrkanalgeometrie gefertigt wird. Die Erfindung kann jedoch auch mit sogenannten Domes, Schirmchen oder Ohrlöwen ausgeführt werden, welche in einer begrenzten Anzahl Größen kundenspezifisch vorgefertigt sind. Der Hörer ist entweder direkt im Ohr angeordnet, oder der Schall wird durch einen Schlauch in das Ohr hineingeführt.

[0040] Binaurale Versorgung: In den Ansprüchen ist von einem Hörgerät die Rede. Dies ist als „mindestens ein Hörgerät“ zu verstehen. In der Regel werden schwerhörende Menschen mit zwei Hörgeräten versorgt. Das erfindungsgemäße Verfahren kommt für beiden Hörgeräten zum Einsatz. Vorzugsweise gibt es eine Kommunikation zwischen den beiden Geräten, so dass durch das Zusammenführen der Sensordaten eine zuverlässigere Zustandsermittlung möglich wird.

[0041] Hörgerätesystem: Prinzipiell kann die Erfindung alleine mit einem einzigen Hörgerät ausgeführt werden, wobei dieses ein Gehörgangsmikrofon und Mittel zum Erkennen von otoakustischen Emissionen aufweist. Es kann jedoch, wie schon erwähnt weitere Komponenten geben, die bei der Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens zum Einsatz kommen, zum Beispiel ein zweites Hörgerät, ein Smartphone, eine Fernbedienung, einen Server und/oder einen Hörgeräte-Anpassungscomputer zur Bedienung durch die Fachperson. So können zum Beispiel rechenaufwändige Vorgänge, wie sie bei einem neuronalen Netz vorkommen, auf einem Server durchgeführt werden.

[0042] Schallaufnahme: Der Schall wird mit einem Mikrofon aufgenommen und durch dieses in ein analoges elektrisches Signal gewandelt. Dieses wird wiederum von einem Analog-Digital-Wandler bzw. eine Abtastung in ein digitales Signal gewandelt.

[0043] Schallanalyse: Erfindungsgemäss wird der Schall hinsichtlich des Vorhandenseins otoakustischer Emissionen analysiert. Hierbei können verschiedene Techniken zum Einsatz kommen. Der Schall kann für die Analyse in den Frequenzbereich überführt werden. Es können Störschalle wie das Hintergrundrauschen herausgefiltert werden. Der Schall kann spektral gefiltert werden, zum Beispiel mit einer Bandpassfilterung, insbesondere im Bereich 0.5 bis 5 kHz oder 1 bis 4 kHz.

[0044] Der Schall kann gemittelt werden. Es kann ein Peak Picking (Identifizieren von Spitzenwerten) durchgeführt werden. Der Schall kann mit einem OAE-Referenzmuster verglichen werden. Es kann für die Schallanalyse eine künstliche Intelligenz bzw. ein neuronales Netz eingesetzt werden.

[0045] Künstliche Intelligenz (KI): Hierbei wird ein neuronales Netz (insbesondere ein Deep Neural Network) mit einem sogenannten Training-Set trainiert, wobei das Training als ein dem eigentlichen Verfahren vorgeschalteter Schritt betrachtet werden kann, d.h. wenn der Hörgerätebenutzer das Gerät erhält ist das Training bereits abgeschlossen. Es ist jedoch auch denkbar das Training personenspezifisch mit Daten des jeweiligen Hörgerätebenutzers durchzuführen. Das Training-Set besteht aus Schallen, sowie Informationen darüber, ob der jeweilige Schall nun otoakustische Emissionen enthält oder nicht oder auch Informationen darüber, ob es sich um ein eingesetztes Hörgerät handelt, ob es korrekt eingesetzt ist und/oder ob es korrekt an den Gehörgang angepasst ist. Für die erforderlichen Berechnungen kann das System, insbesondere das Hörgerät oder ein Smartphone, einen speziellen KI-Chip aufweisen.

[0046] Referenzmuster: Wie schon erwähnt ist es bei der Erkennung der otoakustischen Emissionen von Vorteil, wenn zuvor ein Referenzmuster für den jeweiligen Hörgerätebenutzer aufgenommen wurde. Dadurch hat man einen Hinweis, bei welchen Frequenzen und mit welcher Amplitude die Emissionen zu erwarten sind. Das Referenzmuster kann beispielsweise während einer Anpassungssitzung bei einer Hörversorgungsfachperson aufgenommen werden oder auch während einer Hörversorgungsselbstversorgungssitzung. Alternativ kann, wie oben beschrieben, eine künstliche Intelligenz für die Erkennung otoakustischer Emissionen des jeweiligen Benutzers trainiert werden.

[0047] Eignungstest: Nur etwas weniger als die Hälfte aller Menschen hat ausreichend deutliche spontane otoakustische Emissionen um die Erfindung basierend darauf auszuführen. Daher ist es von Vorteil initial, zum Beispiel bei der ersten Anpassungssitzung, abzuklären, für welche Verfahren es eine Eignung gibt. So kann von spontanen zu evozierten otoakustischen Emissionen ausgewichen werden. Oder es kann eine alternative oder komplementäre Zustandserkennung zum Einsatz kommen.

[0048] Alternative Zustandserkennung: Der Zustand eines Hörgerätes bezüglich eines Gehörganges kann auch mit alternativen Methoden erkannt werden. Beispiele hierfür sind: Die Erkennung basierend auf der akustischen Rückkopplung vom Hörer zum Umgebungsmikrofon. Die Erkennung mittels Sensoren auf dem Ohrpassstück, insbesondere Anlagendrucksensoren, kapazitive Sensoren, EEG-Elektroden, Elektroden mit welchen der Hautwiderstand gemessen wird. Das Ohrpassstück kann Sensoren aufweisen, die einen Zustand im Gehörgang messen, wie zum Beispiel Licht, das aufgrund schlechter Passung in den Gehörgang dringt, Feuchte im Gehörgang sowie die Temperatur im Gehörgang. Ein mechanischer Schalter kann durch das Anliegen der Gehörgangswand geschaltet werden. Mit einem Gehörgangsmikrofon kann das passive akustische Echo auf einen mit dem Hörer abgegebenen Prüfschall gemessen werden. Die Nähe zum Partnerhörgerät kann basierend auf der Stärke eines Radiosignals (Received Signal Strength Indicator, RSSI) erkannt werden.

Mit Bewegungs- bzw. Beschleunigungssensoren können für ein getragenes Gerät typische Muster erkannt werden. Ferner können die Bewegungsdaten eines Hörgerätepaars zusammengeführt werden, um so den Tragezustand zu erkennen. Die verschiedenen Zustandserkennungen (eine erfindungsgemässe basierend auf SOAE eingeschlossen) können auch miteinander kombiniert werden, um so eine zuverlässigere Erkennung zu implementieren.

[0049] Obwohl die Ansprüche ein Verfahren und ein Hörgerät für dessen Durchführung betreffen, wird hiermit darauf hingewiesen, dass die Erfindung auch in Form eines Computerprogrammproduktes, Systems, Datenträgers oder eines Signals beansprucht werden kann.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Erkennen eines Zustandes betreffen ein Hörgerät (1) bezüglich eines Gehörganges (4) eines Hörgerätebenutzers (23), wobei mindestens eines der folgenden Zustandsmerkmale erkannt wird:
 - Das Hörgerät (1) ist in den Gehörgang (4) eingesetzt oder nicht;
 - Das Hörgerät (1) ist korrekt im Gehörgang (4) positioniert oder nicht;
 - Das Hörgerät (1) ist korrekt an den Gehörgang (4) angepasst oder nicht
 umfassend die Schritte:
 - Aufnahme eines Schalles im Gehörgang mit einem Gehörgangsmikrofon (2);
 - Analyse des Schalls hinsichtlich otoakustischer Emissionen (41);
 - Erkennen des mindestens einen Zustandsmerkmals basierend auf der Analyse.
2. Das Verfahren gemäss Anspruch 1, wobei es Teil einer teleaudiologischen Sitzung ist umfassend die Schritte:
 - Herstellen einer Fernverbindung zwischen einem Computer (26) einer Hörversorgungsfachperson (24) und dem Hörgerät (1);
 - Erkennung des Zustandes, Übermittlung des Zustandes und Mitteilung des Zustandes an die Hörversorgungsfachperson (24), insbesondere bei einer Anfrage, zu Beginn, während und/oder am Ende der teleaudiologischen Sitzung.
3. Das Verfahren gemäss Anspruch 1, wobei es Teil einer Hörgeräteselbstversorgungssitzung ist, bei welcher der Hörgerätebenutzer (23) eine oder mehrere der folgenden Tätigkeiten durchführt:
 - Messen eines Audiogramms;
 - Durchführung eine Hörgerätevorberechnung, bei welcher aus einem Audiogramm eine lautstärke- und frequenzabhängige Verstärkung ermittelt wird;
 - Durchführen eines Rückkopplungstestes;
 - Feineinstellung von Signalverarbeitungsparametern;
 - Messen von otoakustischen Emissionen.
4. Das Verfahren gemäss Anspruch 1, wobei es während der täglichen Benutzung des Hörgerätes (1) durchgeführt wird und der Hörgerätebenutzer (23) zumindest bei einem der folgenden Zustände eine Mitteilung erhält:
 - Das Hörgerät (1) ist aus dem Gehörgang (4) herausgefallen,
 - Das Hörgerät (1) ist nicht korrekt positioniert,
 wobei die Mitteilung insbesondere wie folgt erfolgt:
 - Über ein Smartphone (25) des Hörgerätebenutzers (23) und/oder
 - Über eine akustische Meldung in einem zweiten Hörgerät (22)
5. Das Verfahren gemäss Anspruch 1, welches dazu verwendet wird, bei Babys oder Kindern zu ermitteln, wann der Gehörgang (4) derart gewachsen ist, dass eine mechanische Veränderung oder ein ganz oder teilweiser Ersatz des Hörgerätes (1) erforderlich ist, wobei dies insbesondere mitgeteilt wird
 - Über ein Endgerät einer Bezugsperson des Babys oder Kindes und/oder
 - Über ein Endgerät (26) einer Hörversorgungsfachperson (24)
6. Das Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schall hinsichtlich spontaner otoakustischer Emissionen analysiert wird.
7. Das Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei der Analyse des Schalls hinsichtlich des Vorhandenseins von otoakustischen Emissionen (41) einer oder mehrere der folgenden Schritte durchgeführt werden:
 - Anwenden einer künstlichen Intelligenz;
 - Anwenden eines Deep Neural Network;
 - Durchführen einer Bandpassfilterung;
 - Durchführen einer Bandpassfilterung im Bereich 0.5 bis 5 kHz;
 - Durchführen einer Bandpassfilterung im Bereich 1 bis 4 kHz;
 - Durchführen eines Peak Picking;
 - Vergleich mit einem OAE-Referenzmuster.
8. Das Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, welches zusätzlich den Schritt aufweist ein OAE-Referenzmuster aufzunehmen und zu speichern, insbesondere
 - Während einer Anpasssitzung bei einer Hörversorgungsfachperson (24) und/oder
 - Während einer Hörgeräteselbstversorgungssitzung.

9. Das Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, welches zusätzlich den Schritt aufweist, zu ermitteln, ob der Hörgerätebenutzer (23) für die Durchführung der Zustandserkennung ausreichend deutliche otoakustische Emissionen aufweist und insbesondere, falls das nicht der Fall ist, eine alternative oder komplementäre Zustandserkennung aktiviert wird.
10. Ein Hörgerät (1), welches dazu ausgestaltet ist das Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen, welches Folgendes aufweist:
 - Ein Gehörgangsmikrofon (2) für die Aufnahme von Schall in einem Gehörgang (4) eines Hörgerätebenutzers (23);
 - Mittel (6) zum Durchführen einer Analyse von mit dem Gehörgangsmikrofon (2) aufgenommenem Schall hinsichtlich otoakustischer Emissionen;
 - Mittel zum Erkennen eines Zustandes des Hörgerätes (1) bezüglich des Gehörganges (4) basierend auf der Analyse, wobei das Hörgerät (1) insbesondere eine oder mehrere der folgenden Bauformeigenschaften hat:
 - In-dem-Ohr;
 - Hörer im Kanal;
 - Gerät mit Dome-Ankopplung;
 - Gerät mit kundenspezifischem Ohrpassstück;
 - Brillenhörgerät;
 - Taschenhörgerät;
 - Sprechgarnitur, insbesondere mit Bluetooth;
 - Ohrhörer, wie er auch für normalhörende Menschen eingesetzt wird.

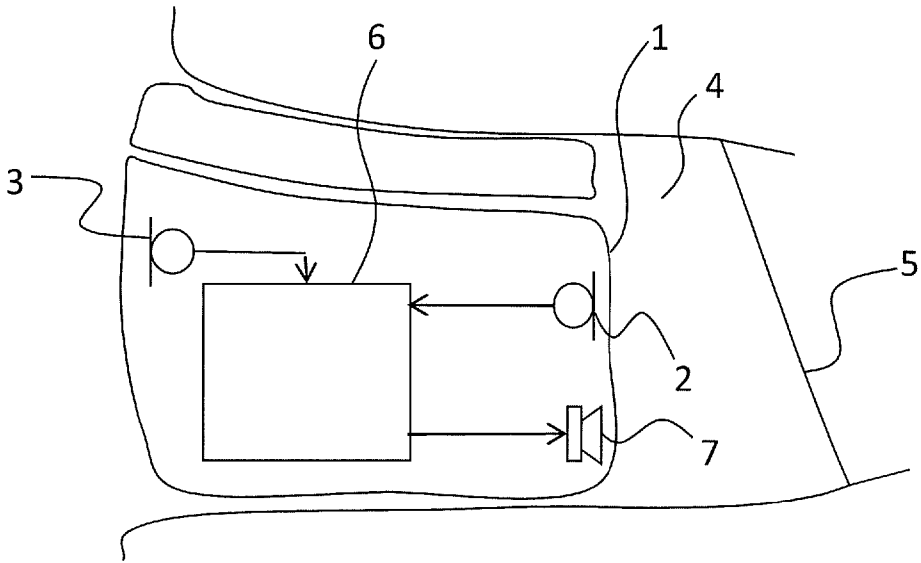


Fig. 1

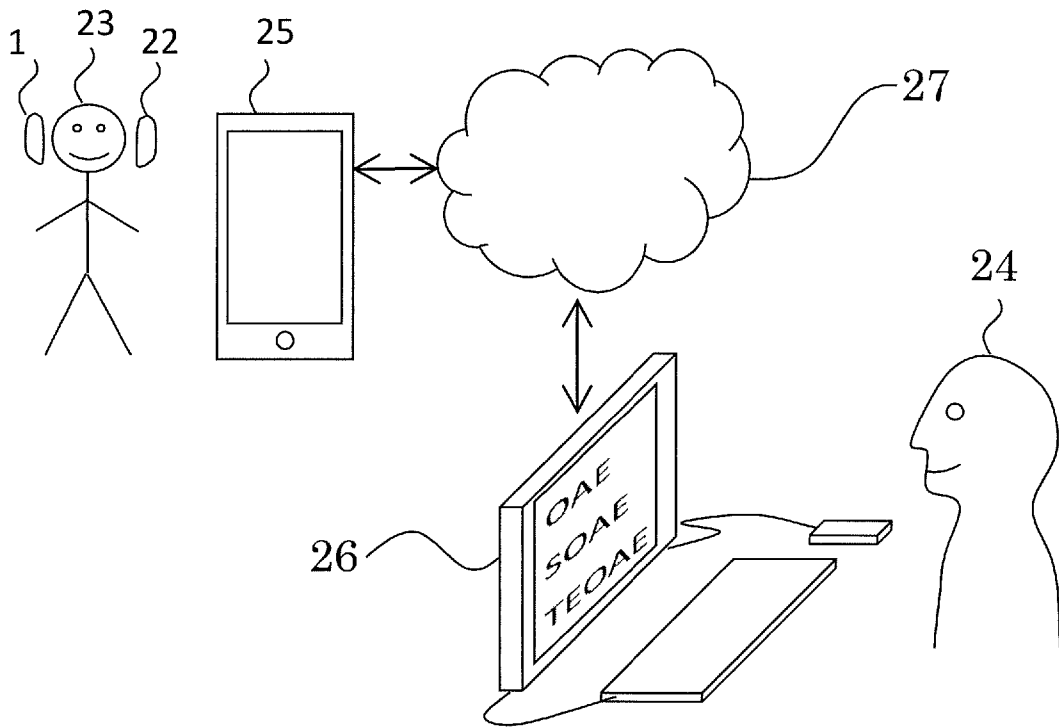


Fig. 2

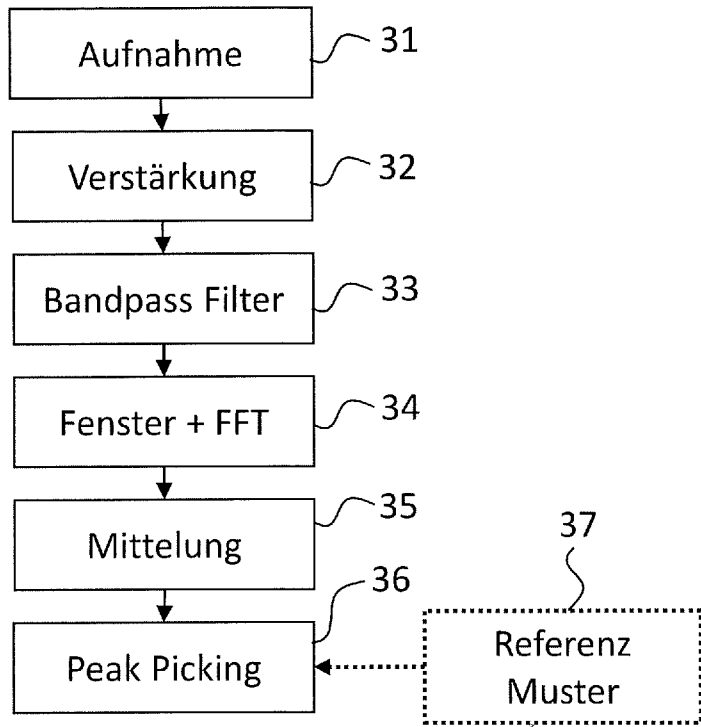


Fig. 3

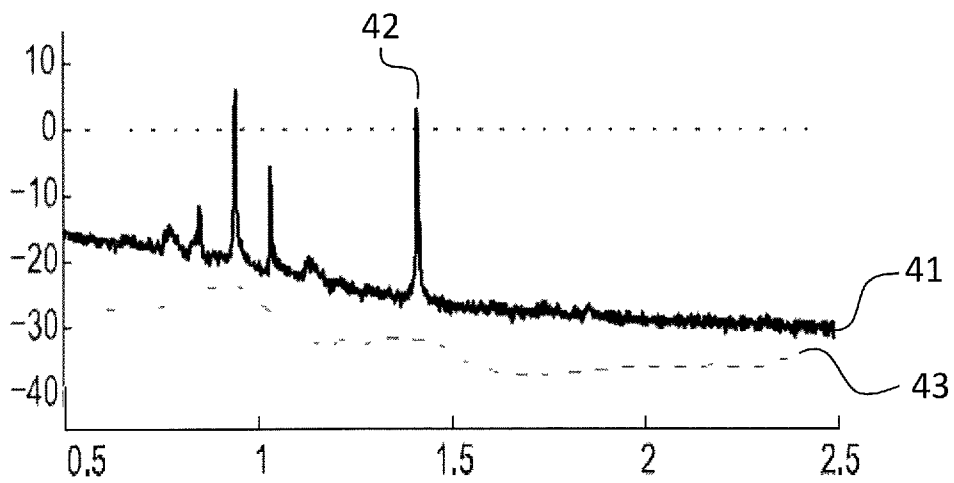


Fig. 4