



(10) **DE 10 2012 207 316 B3** 2013.10.10

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 207 316.7**
 (22) Anmeldetag: **03.05.2012**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **10.10.2013**

(51) Int Cl.: **H04R 25/00 (2012.01)**
H04R 31/00 (2012.01)
H04R 25/02 (2012.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Siemens Medical Instruments Pte. Ltd.,
 Singapore, SG**

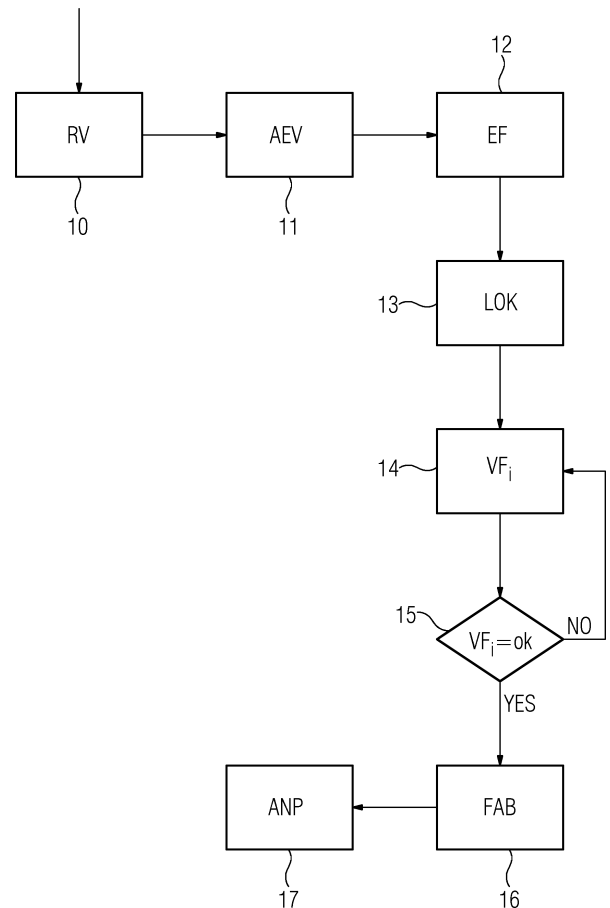
(72) Erfinder:
Boltyenkov, Artem, 90478, Nürnberg, DE

(74) Vertreter:
**Maier, Daniel Oliver, Dipl.-Ing. Univ., 81739,
 München, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

US 2008 / 0 300 703 A1
WO 2009/ 068 696 A2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines Ohrstücks mit Vent**



(57) Zusammenfassung: Die Herstellung eines Ohrstücks für eine Hörvorrichtung und insbesondere für ein Hörgerät soll enger an die Simulation angelehnt werden. Dazu wird ein Verfahren zum Herstellen eines in einem Gehörgang einzusetzenden Ohrstücks einer Hörvorrichtung durch Auswählen eines virtuellen Roh-Vents (RV) und Fertigen (FAB) des Ohrstücks mit einem realen Vent bereitgestellt werden. Es wird eine Eckfrequenz (EF) der akustischen Übertragungsfunktion des virtuellen Roh-Vents (RV) ermittelt. Anschließend wird ein virtueller Vent in Abhängigkeit von der Eckfrequenz (EF) sowie von mindestens einer vorgegebenen Eigenschaft des Gehörgangs oder des Ohrstücks ermittelt. Das Fertigen des Ohrstücks erfolgt dann auf der Basis des virtuellen Vents.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines in einen Gehörgang einzusetzenden Ohrstücks einer Hörvorrichtung durch Auswählen eines virtuellen Roh-Vents und Fertigen des Ohrstücks mit einem realen Vent. Unter einer Hörvorrichtung wird hier jedes im oder am Ohr tragbare, einen Schallreiz erzeugende Gerät verstanden, insbesondere ein Hörgerät, ein Headset, Kopfhörer und dergleichen.

[0002] Hörgeräte sind tragbare Hörvorrichtungen, die zur Versorgung von Schwerhörenden dienen. Um den zahlreichen individuellen Bedürfnissen entgegenzukommen, werden unterschiedliche Bauformen von Hörgeräten wie Hinter-dem-Ohr-Hörgeräte (HdO), Hörgerät mit externem Hörer (RIC: receiver in the canal) und In-dem-Ohr-Hörgeräte (IdO), z. B. auch Concha-Hörgeräte oder Kanal-Hörgeräte (ITE, CIC), bereitgestellt. Die beispielhaft aufgeführten Hörgeräte werden am Außenohr oder im Gehörgang getragen. Darüber hinaus stehen auf dem Markt aber auch Knochenleitungshörhilfen, implantierbare oder vibrotaktile Hörhilfen zur Verfügung. Dabei erfolgt die Stimulation des geschädigten Gehörs entweder mechanisch oder elektrisch.

[0003] Hörgeräte besitzen prinzipiell als wesentliche Komponenten einen Eingangswandler, einen Verstärker und einen Ausgangswandler. Der Eingangswandler ist in der Regel ein Schallempfänger, z. B. ein Mikrofon, und/oder ein elektromagnetischer Empfänger, z. B. eine Induktionsspule. Der Ausgangswandler ist meist als elektroakustischer Wandler, z. B. Miniaturlautsprecher, oder als elektromechanischer Wandler, z. B. Knochenleitungshörer, realisiert. Der Verstärker ist üblicherweise in eine Signalverarbeitungseinheit integriert. Dieser prinzipielle Aufbau ist in [Fig. 1](#) am Beispiel eines Hinter-dem-Ohr-Hörgeräts dargestellt. In ein Hörgerätegehäuse **1** zum Tragen hinter dem Ohr sind ein oder mehrere Mikrofone **2** zur Aufnahme des Schalls aus der Umgebung eingebaut. Eine Signalverarbeitungseinheit **3**, die ebenfalls in das Hörgerätegehäuse **1** integriert ist, verarbeitet die Mikrofonsignale und verstärkt sie. Das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit **3** wird an einen Lautsprecher bzw. Hörer **4** übertragen, der ein akustisches Signal ausgibt. Der Schall wird gegebenenfalls über einen Schallschlauch, der mit einer Otoplastik im Gehörgang fixiert ist, zum Trommelfell des Geräteträgers übertragen. Die Energieversorgung des Hörgeräts und insbesondere die der Signalverarbeitungseinheit **3** erfolgt durch eine ebenfalls ins Hörgerätegehäuse **1** integrierte Batterie **5**.

[0004] Ein Vent ist vielfach ein wesentlicher Bestandteil eines Hörgeräts oder Ohrpastsstücks. Der Vent dient zum Belüften des Raums im Gehörgang zwischen dem Trommelfell und der Hörgeräteschale

bzw. dem Ohrpastsstück. Wenn der Vent zu groß ist, kommt es verstärkt zu Rückkopplungen. Ist der Vent hingegen zu klein, können Okklusionseffekte auftreten. Ein optimaler Vent stellt daher einen entsprechenden Kompromiss dar.

[0005] Mit Hilfe einer Anpasssoftware kann ein Hörgerät an den Hörschaden bzw. das Hörvermögen eines Nutzers angepasst werden. Mit dieser Anpasssoftware lässt sich das akustische Verhalten eines Hörgeräts einschließlich Vent simulieren. Bei der Simulation wird von einem Vent mit rundem Querschnitt ausgegangen. Es ist meist jedoch nicht sicher, dass ein derartiger runder, simulierter Vent in das Ohrpastsstück bzw. die Hörgeräteschale passt. Falls aber beim Fertigen des Ohrpastsstücks bzw. der Hörgeräteschale von der simulierten Form abgewichen wird, ändert sich auch das akustische Verhalten der Hörvorrichtung gegenüber dem simulierten Verhalten.

[0006] Bislang gestaltete sich das Herstellungsverfahren eines Ohrstücks (z. B. Ohrpastsstück oder Hörgeräteschale) mit Vent folgendermaßen: Zunächst wurde beispielsweise durch die Anpasssoftware ein runder Vent gewählt. Anschließend wurde versucht, diesen runden Vent in das Ohrstück einzupassen. Wenn er nicht in die Schale passte, wurde eine andere Gestalt des Vents versucht.

[0007] Hieraus ergaben sich jedoch einige Probleme. Zum einen wurde die Ventlänge überhaupt nicht in Betracht gezogen. Die Ventlänge beeinflusst jedoch die akustische Masse des Vents und damit seine Eckfrequenz im Übertragungsverhalten.

[0008] Ein weiteres Problem bestand darin, dass der resultierende Vent, ob rund oder anders geformt, formbedingt eine undefinierte akustische Masse besaß. Es war nicht garantiert, dass die akustische Masse des realen Vents exakt mit der akustischen Masse des in der Anpasssoftware simulierten Vents übereinstimmte. Dies führte oftmals zu unliebsamen Überraschungen, wenn die Hörvorrichtung in das Ohr des Patienten eingefügt wurde. Die Hörvorrichtung verhielt sich akustisch anders als bei der Simulation. Dies ist mit ein Grund, weshalb viele Hörgerätehändler bislang keine Gerätesimulation verwenden.

[0009] Aus der Druckschrift WO 2009/068696 A2 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Hörgeräts mit einer individuell gefertigten Otoplastik bekannt. Die Otoplastik wird mit Hilfe von Eingangsdaten gegebenenfalls auf der Basis einer Datenbank modelliert. Dieses Modell wird zu einem Hersteller geschickt, der die Otoplastik entsprechend fertigt.

[0010] Darüber hinaus beschreibt die Druckschrift US 2008/0300703 A1 ein Hörgerät mit einem eingebetteten Ventkanal. Das geschilderte Herstellungsverfahren basiert auf einem Computermodell, mit

dem die akustischen Eigenschaften eines Vents simuliert werden können. Optional basiert das ComputermodeLL auf der akustischen Impedanz.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein Verfahren vorzuschlagen, mit dem Ohrstücke von Hörvorrichtungen hinsichtlich vorgegebener Vent-Eigenschaften zuverlässiger hergestellt werden können.

[0012] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Herstellen eines in einen Gehörgang einzusetzenden Ohrstücks einer Hörvorrichtung durch Auswählen eines virtuellen Roh-Vents und Fertigen des Ohrstücks mit einem realen Vent, sowie Ermitteln einer Eckfrequenz der akustischen Übertragungsfunktion des virtuellen Roh-Vents und Ermitteln eines virtuellen Vents in Abhängigkeit von der Eckfrequenz sowie von mindestens einer vorgegebenen Eigenschaft des Gehörgangs oder des Ohrstücks, wobei das Fertigen des Ohrstücks auf der Basis des virtuellen Vents erfolgt. Dabei erfolgt das Auswählen des virtuellen Roh-Vents mittels einer Anpasssoftware zum Anpassen der Hörvorrichtung an ein Hörvermögen des Nutzers.

[0013] In vorteilhafter Weise wird also eine akustische Größe, nämlich die Eckfrequenz der akustischen Übertragungsfunktion des virtuellen Roh-Vents als Basis für die Fertigung genutzt. Dabei ist es zunächst nicht notwendig, die endgültige Gestalt des realen Vents zu kennen. Vielmehr wird diese anhand der Eckfrequenz und anhand von geometrischen Gegebenheiten des Gehörgangs und/oder der Hörvorrichtung ermittelt. Da der reale Vent schließlich die ursprünglich festgesetzte Eckfrequenz besitzt, hat er bekannte akustische Eigenschaften, die bereits zusammen mit den anderen akustischen Eigenschaften der Hörvorrichtung gemeinsam simuliert wurden.

[0014] Vorzugsweise besitzt der virtuelle Roh-Vent einen kreisrunden Querschnitt. Dies hat den Vorteil, dass bei der Simulation von einer einfachen Geometrie ausgegangen werden kann, und sich der Akustiker beim Anpassen keine Gedanken über die Geometrie des Vents zu machen braucht.

[0015] Anstelle der Eckfrequenz kann die akustische Masse des virtuellen Roh-Vents ermittelt und der virtuelle Vent in Abhängigkeit von der akustischen Masse gewonnen werden. Die Eckfrequenz eines röhrenförmigen Vents lässt sich nämlich einer akustischen Masse eindeutig zuordnen oder umgekehrt.

[0016] Die mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Ohrstücks kann der Ort oder der Verlauf des virtuellen Vents in dem Ohrstück sein. Damit kann bei der geometrischen Gestaltung des Vents unmittelbar auf die Platzierung und den Verlauf des virtuellen Vents Rücksicht genommen werden.

[0017] Beim Ermitteln des virtuellen Vents kann gemäß einer Ausgestaltung eine von mehreren vorgegebenen Vent-Geometrien anhand der Eckfrequenz automatisch oder teilautomatisch ausgewählt werden. Derartige vorgegebene Geometrien haben den Vorteil, dass verhältnismäßig rasch eine tatsächlich umsetzbare Geometrie des Vents gefunden werden kann.

[0018] Gemäß einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens können Daten über den virtuellen und/oder realen Vent in der Hörvorrichtung gespeichert werden. Dies hat den Vorteil, dass die Daten über den Vent für spätere Anwendungen stets zur Verfügung stehen.

[0019] Insbesondere können so die Daten über den Vent von der Anpasssoftware zum Anpassen an ein Hörvermögen des Nutzers verwendet werden. Die Vent-Daten sind leicht aus dem Ohrstück bzw. der Hörvorrichtung auslesbar und es steht dadurch eine für die Anpasssoftware unmittelbar verwendbare akustische Größe (Eckfrequenz oder akustische Masse) für die Anpassung zur Verfügung.

[0020] Wie bereits angedeutet wurde, kann es sich bei dem Ohrstück um ein Ohrpassstück bzw. eine Otoplastik handeln. Derartige Ohrpassstücke sind individuell an den Gehörgang angepasst, so dass eine Vent-Lösung vorzusehen ist, um Okklusionseffekte zu vermeiden.

[0021] Die Hörvorrichtung kann beispielsweise auch ein IdO-Hörgerät und das Ohrstück die Schale des IdO-Hörgeräts sein. Somit können also auch IdO-Hörgeräte mit akustisch definiertem Vent hergestellt werden.

[0022] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) den prinzipiellen Aufbau eines Hörgeräts gemäß dem Stand der Technik; und

[0024] [Fig. 2](#) ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Herstellungsprozesses.

[0025] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0026] In [Fig. 2](#) ist ein Ablauf dargestellt, gemäß dem eine Hörvorrichtung und insbesondere ein Hörgerät mit einem Vent zur Belüftung hergestellt werden kann. In Teilen eignet sich ein derartiger Verlauf auch zur Herstellung des Ohrstücks, d. h. eines Ohrpassstücks oder einer IdO-Hörgeräteschale, einer Hörvorrichtung.

[0027] In einem ersten Schritt **10** wählt beispielsweise ein Hörgeräteakustiker in einer Anpasssoftware einen geeigneten Vent für ein Hörgerät eines Patienten bzw. Nutzers aus. Er wählt dabei einen virtuellen Roh-Vent RV aus. Ein derartiger virtueller Roh-Vent besitzt beispielsweise einen einfachen runden Querschnitt. Der Durchmesser und die Länge des Roh-Vents können durch die Anpasssoftware festgelegt werden. Mit dem so festgelegten virtuellen Roh-Vent lässt sich eine akustische Simulation einer entsprechenden Hörvorrichtung realisieren.

[0028] Am Ende der Simulation steht die Geometrie des runden Roh-Vents fest. Da der Akustiker jedoch nicht weiß, ob ein derartiger runder Vent in der Hörvorrichtung verbaut werden kann, gibt er an den Hersteller der Hörvorrichtung eine Bestellung mit einem akustisch äquivalenten Vent AEV gemäß Schritt **11** auf. Als Basis dieses akustisch äquivalenten Vents dienen die Geometriedaten (gegebenenfalls nur der Durchmesser des Roh-Vents) des ursprünglichen runden Roh-Vents RV. Diese Bestellung der Hörvorrichtung mit dem akustisch äquivalenten Vent kann der Akustiker beispielsweise mit Hilfe einer Bestellsoftware ausführen.

[0029] Der Hersteller erhält die Bestellung mit dem akustisch äquivalenten Vent AEV. Diese Bestellung gibt er beispielsweise in eine Schalenmodellierungssoftware ein. Diese berechnet aus den Geometriedaten des Roh-Vents eine Eckfrequenz EF der akustischen Übertragungsfunktion des virtuellen Roh-Vents. Liegt hierzu beispielsweise nur der Durchmesser des Roh-Vents vor, so geht die Schalenmodellierungssoftware beispielsweise von einer durchschnittlichen Schalenlänge aus, die dann die Länge des Vents bestimmt. Liegt auch die Länge des Roh-Vents vor, so kann die Eckfrequenz EF in Schritt **12** entsprechend genauer berechnet werden.

[0030] Anstelle der Eckfrequenz kann die Schalenmodellierungssoftware beispielsweise auch eine andere akustische Größe, wie die akustische Masse, aus den Geometriedaten des Roh-Vents gewinnen. In diesem Fall erfolgt dann die weitere Herstellung anhand der akustischen Masse des Ventraums anstelle der Eckfrequenz des Vents. Eckfrequenz und akustische Masse sind in bekannter Weise ineinander überführbar.

[0031] Weiterhin bestimmt die Schalenmodellierungssoftware in einem Schritt **13** den Ort LOK des Vents in der Schale bzw. dem Ohrstück automatisch oder teilautomatisch. Unter dem „Ort“ wird hier auch der Verlauf (also der gesamte geometrische Ort) des Vents innerhalb der Schale oder dem Ohrstück verstanden.

[0032] Mit dem Ort LOK (gegebenenfalls einschließlich Verlauf) und der Eckfrequenz EF (alternativ

auch akustische Masse) vollführt die Schalenmodellierungssoftware anschließend eine Iterationsschleife mit der Iterationsvariablen i .

[0033] Mit der Iterationsschleife soll ein virtueller Vent gebildet werden auf der Basis der Eckfrequenz EF und des gewünschten Orts LOK in oder an dem Ohrstück. Dazu wird in einem Schritt **14** eine Vielzahl an Ventformen VF_i beispielsweise durch eine Datenbank bereitgestellt. In diesem Schritt wird dann mit einer ersten Ventform VF_1 ein virtueller Vent für die spezifische Eckfrequenz und den gewählten Ort gebildet. In einem anschließenden Schritt **15** wird überprüft, ob der virtuelle modellierte Vent in/an das Ohrstück passt. Wenn der virtuelle Vent nicht passt (NO), d. h. die erste Ventform VF_1 also nicht ok ist, wird zu Schritt **14** zurückgesprungen und es wird die nächste Ventform probiert. Dies wird so lange wiederholt, bis eine geeignete Ventform VF_i in Schritt **15** gefunden ist (YES). Damit ist ein virtueller Vent ermittelt, der auf der gewünschten Eckfrequenz EF basiert und an dem gewünschten Ort LOK in/an dem Ohrstück lokalisiert ist.

[0034] Die Daten des virtuellen Vents werden nun in Schritt **16** für die Fabrikation FAB verwendet, um ein reales Ohrstück mit einem realen Vent herzustellen. Gegebenenfalls werden die Daten des ermittelten virtuellen Vents, der geometrisch dem realen Vent entspricht, in einem Speicher der Hörvorrichtung hinterlegt. Anschließend wird das Ohrstück oder die gesamte Hörvorrichtung an den Akustiker ausgeliefert.

[0035] In Schritt **17** wird die reale Hörvorrichtung beim Akustiker an die Anpasssoftware ANP, mit der bereits in Schritt **10** der Roh-Vent ausgewählt wurde, angeschlossen. Die Anpasssoftware ANP liest dann beispielsweise die in der Hörvorrichtung gespeicherten Ventdaten aus und erkennt daran, dass ein realer Vent vorliegt, der zu dem runden Vent mit dem vom Akustiker bestellten Durchmesser akustisch äquivalent ist. Damit kann eine qualitativ hochwertige Anpassung erfolgen, die auch den ursprünglichen akustischen Vorgaben des Akustikers bei der ersten Simulation (Schritt **10**) Rechnung trägt.

[0036] In obigem Beispiel sind die meisten Verfahrensschritte automatisiert durch eine Software dargestellt. Der eine oder andere Schritt kann aber auch manuell oder manuell unterstützt durchgeführt werden.

[0037] In vorteilhafter Weise lässt sich also in einem automatisierten Prozess ein Ohrstück für eine Hörvorrichtung mit einem Vent zuverlässig herstellen, der vorgegebene akustische Eigenschaften besitzt. Zusammengefasst wird hierzu beispielsweise in einer Anpasssoftware eine eckfrequenz-basierte Ventauswahl getroffen. Die Hörvorrichtung bzw. das Ohrstück wird mit einem akustisch äquivalenten Vent bestellt.

Der Vent wird im obigen Beispiel durch eine Schalenmodelliersoftware entsprechend der geforderten Eckfrequenz bzw. akustischen Masse des Vents entworfen. Gegebenenfalls wird Information über den eingebauten Vent (akustische Masse oder Eckfrequenz) in der Hörvorrichtung gespeichert. Schließlich wird diese Information aus der Hörvorrichtung von der Anpasssoftware ausgelesen und für die korrekte Programmierung der Hörvorrichtung verwendet.

[0038] Es wird also die Ventsimulation in der Simulationssoftware (z. B. Anpasssoftware) über die Eckfrequenz bzw. die akustische Masse mit dem tatsächlich eingebauten Vent verlinkt. Die endgültige Anpassung kann dann dadurch verbessert werden, dass die Information über den tatsächlich eingebauten Vent in der Hörvorrichtung für das Anpassen gespeichert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines in einen Gehörgang einzusetzenden Ohrstücks einer Hörvorrichtung durch

- Auswählen **(10)** eines virtuellen Roh-Vents, Ermitteln **(12)** einer Eckfrequenz der akustischen Übertragungsfunktion des virtuellen Roh-Vents und
- Ermitteln **(13, 14, 15)** eines virtuellen Vents in Abhängigkeit von der Eckfrequenz sowie von mindestens einer vorgegebenen Eigenschaft des Gehörgangs oder des Ohrstücks,
- Fertigen **(16)** des Ohrstücks mit einem realen Vent, wobei das Fertigen **(16)** des Ohrstücks auf der Basis des virtuellen Vents erfolgt,
- **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auswählen **(10)** des virtuellen Roh-Vents mittels einer Anpasssoftware zum Anpassen der Hörvorrichtung an ein Hörvermögen eines Nutzers erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der virtuelle Roh-Vent einen kreisrunden Querschnitt besitzt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei anstelle der Eckfrequenz eine akustische Masse des virtuellen Roh-Vents ermittelt und der virtuelle Vent in Abhängigkeit von der akustischen Masse ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine vorgegebene Eigenschaft des Ohrstücks der Ort oder der Verlauf des virtuellen Vents in dem Ohrstück ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Ermitteln **(13, 14, 15)** des virtuellen Vents eine von mehreren vorgegebenen Vent-Geometrien anhand der Eckfrequenz automatisch oder teilautomatisch ausgewählt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Daten über den virtuellen und/oder realen Vent in der Hörvorrichtung gespeichert werden.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 6, wobei von der Anpasssoftware die Daten über den Vent zum Anpassen **(17)** an ein Hörvermögen eines Nutzers genutzt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ohrstück ein Ohrpassstück ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hörvorrichtung ein In-dem-Ohr-Hörgerät und das Ohrstück eine Schale des In-dem-Ohr-Hörgeräts ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1
(Stand der Technik)

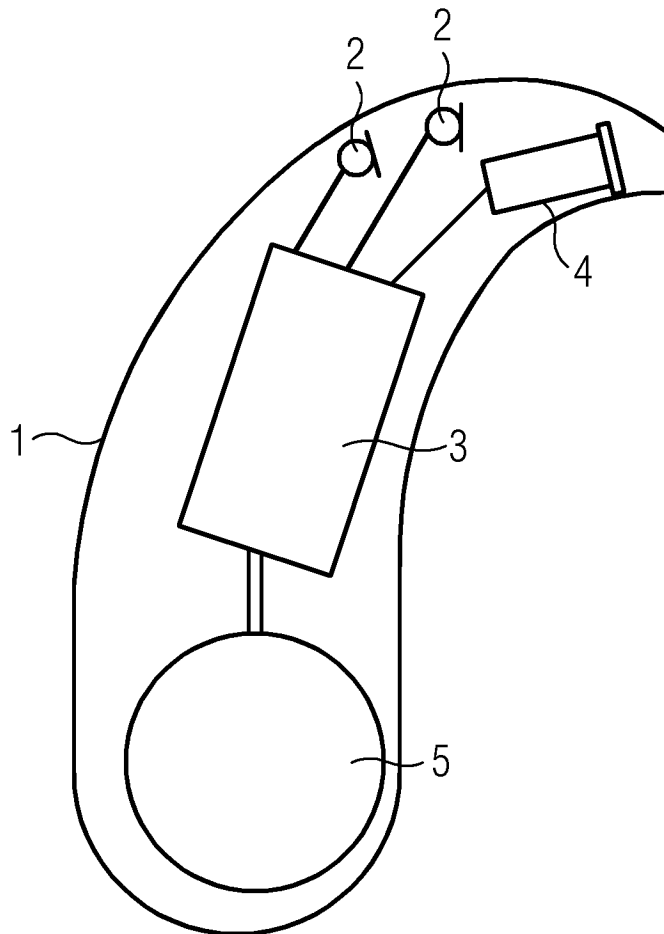


FIG 2

