



(11) EP 2 782 363 A1

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**(43) Veröffentlichungstag:  
**24.09.2014 Patentblatt 2014/39**(51) Int Cl.:  
**H04R 25/00 (2006.01)**      **H01Q 1/27 (2006.01)**  
**H04B 13/00 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **14155314.9**(22) Anmeldetag: **17.02.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(30) Priorität: **18.03.2013 DE 102013204681**

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

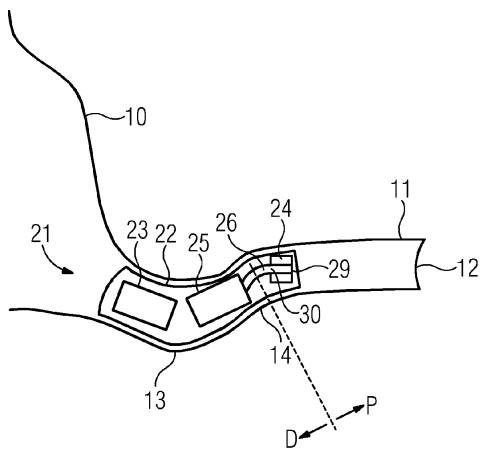
(72) Erfinder: **Nikles, Peter  
91054 Erlangen (DE)**

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

**(54) Binaurales Hörinstrument sowie Ohrstück**

(57) Die Erfindung betrifft ein binaurales Hörinstrument sowie ein Ohrstück für ein binaurales Hörinstrument, das eine breitbandige kabellose Datenübertragung zu einem weiteren binauralen Hörinstrument ermöglicht. Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein Hörinstrument sowie ein Ohrstück für ein Hörinstrument anzugeben, die eine kabellose breitbandige binaurale Datenübertragung mit hoher Bandbreite und geringem Ressourcenbedarf anzugeben, die unaufwändig und kostengünstig herstellbar sind. Ein Grundgedanke der Erfindung besteht in einem Hörinstrument umfassend ein Gehäuse, eine Signalverarbeitungseinrichtung, einen Hörer und eine Antenne zur binauralen Datenübertragung. Das Gehäuse ist derart gestaltet, dass es mindestens teilweise in einem Gehörgang getragen werden kann. Es weist einen distalen Abschnitt auf, in dem Signalverarbeitungseinrichtung und

Hörer angeordnet sind, und einen davon räumlich getrennten proximalen, dem Trommelfell am nächsten gelegenen Abschnitt, in dem die Antenne angeordnet ist. Die Antenne befindet sich zwischen dem Hörer und dem Schallauslass, mithin so tief wie möglich proximal im Gehörgang. Dadurch wird die Distanz zwischen den Antennen der beiden binauralen Hörinstrumente gegenüber herkömmlicher Platzierung um mindestens 1-2 cm reduziert. Bei hoher Datenrate (großer Bandbreite) hat jede noch so kleine Verkürzung der Distanz (beispielsweise 1-2 cm) eine starke Verbesserung der BER (Bit Error Rate) zur Folge. Vorteilhafterweise gewährleistet die Erfindung zudem einen definierten Mindestabstand der Antenne zum Hörer und zum Hybrid, wodurch elektromagnetische Störeinflüsse auf die Antenne von vornherein auf ein Mindestmaß reduziert sind.

**FIG 2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein binaurales Hörinstrument sowie ein Ohrstück für ein binaurales Hörinstrument, das eine breitbandige kabellose Datenübertragung zu einem weiteren binauralen Hörinstrument ermöglicht.

**[0002]** Hörinstrumente können beispielsweise als Hörgeräte ausgeführt sein. Ein Hörgerät dient der Versorgung einer hörgeschädigten Person mit akustischen Umgebungssignalen, die zur Kompensation bzw. Therapie der jeweiligen Hörschädigung verarbeitet und verstärkt sind. Es besteht prinzipiell aus einem oder mehreren Eingangswandlern, aus einer Signalverarbeitungseinrichtung, einer Verstärkungseinrichtung, und aus einem 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 in der Regel als elektroakustischer Wandler, z. B. Miniaturlautsprecher, oder als elektromechanischer Wandler, z. B. Knochenleitungshörer, realisiert. Er wird auch als Hörer oder Receiver bezeichnet. Der Ausgangswandler erzeugt Ausgangssignale, die zum Gehör des Patienten geleitet werden und beim Patienten eine Hörwahrnehmung erzeugen sollen. Der Verstärker ist in der Regel in die Signalverarbeitungseinrichtung integriert. Die Stromversorgung des Hörgeräts erfolgt durch eine ins Hörgerätegehäuse integrierte Batterie. Die wesentlichen Komponenten eines Hörgeräts sind in der Regel auf einer gedruckten Leiterplatine als Schaltungsträger angeordnet bzw. damit verbunden.

**[0003]** Hörinstrumente können außer als Hörgeräte auch als sogenannte Tinnitus-Masker ausgeführt sein. Tinnitus-Masker werden zu Therapie von Tinnitus-Patienten eingesetzt. Sie erzeugen von der jeweiligen Hörbeeinträchtigung und je nach Wirkprinzip auch von Umgebungsgeräuschen abhängige akustische Ausgangssignale, die zur Verringerung der Wahrnehmung störender Tinnitus- oder sonstiger Ohrgeräusche beitragen können.

**[0004]** Hörinstrumente können weiter auch als Telefone, Handys, Headsets, Kopfhörer, MP3-Player oder sonstige Telekommunikations- oder Unterhaltungselektronik-Systeme ausgeführt sein.

**[0005]** Im Folgenden sollen unter dem Begriff Hörinstrument sowohl Hörgeräte, als auch Tinnitus-Masker, vergleichbare derartige Geräte, sowie Telekommunikations- und Unterhaltungselektronik-Systeme verstanden werden.

**[0006]** Hörinstrumente, insbesondere Hörgeräte, sind in verschiedenen grundlegenden Typen bekannt. Bei ITE-Hörgeräten (In-the-Ear, auch IDO bzw. In-dem-Ohr) wird ein Gehäuse, das sämtliche funktionalen Komponenten einschließlich Mikrofon und Receiver enthält, mindestens teilweise im Gehörgang getragen. CIC-Hörgeräte (Completely-in-Canal) sind den ITE-Hörgeräten ähnlich, werden jedoch vollständig im Gehörgang getragen. Bei BTE-Hörgeräten (Behind-the-Ear, auch Hinter-

dem-Ohr bzw. IDO) wird ein Gehäuse mit Komponenten wie Batterie und Signalverarbeitungseinrichtung hinter dem Ohr getragen und ein flexibler Schallschlauch, auch als Tube bezeichnet, leitet die akustischen Ausgangssignale eines Receivers vom Gehäuse zum Gehörgang, wo häufig ein Ohrstück am Tube zur zuverlässigen Positionierung des Tube-Endes im Gehörgang vorgesehen ist. RIC-BTE-Hörgeräte (Receiver-in-Canal Behind-the-Ear) gleichen den BTE-Hörgeräten, jedoch wird der Receiver im Gehörgang getragen und statt eines Schallschlauchs leitet ein flexibler Hörerschlauch elektrische Signale anstelle akustischer Signale zum Receiver, welcher vorne am Hörerschlauch angebracht ist, meist in einem der zuverlässigen Positionierung im Gehörgang dienenden Ohrstück. RIC-BTE-Hörgeräte werden häufig als sogenannte Open-Fit Geräte eingesetzt, bei denen zur Reduzierung des störenden Okklusions-Effekts der Gehörgang für den Durchtritt von Schall und Luft offen bleibt. Deep-Fit-Hörgeräte (Tief-Gehörgang-Hörgeräte) gleichen den CIC-Hörgeräten. Während CIC-Hörgeräte jedoch in der Regel in einem weiter außen (distal) liegenden Abschnitt des äußeren Gehörgangs getragen werden, werden Deep-Fit-Hörgeräte weiter zum Trommelfell hin (proximal) vorgeschoben und mindestens teilweise im innenliegenden Abschnitt des äußeren Gehörgangs getragen. Der außenliegende Abschnitt des Gehörgangs ist ein mit Haut ausgekleideter Kanal und verbindet die Ohrmuschel mit dem Trommelfell. Im außenliegenden Abschnitt des äußeren Gehörgangs, der sich direkt an die Ohrmuschel anschließt, ist dieser Kanal aus elastischem Knorpel gebildet. Im innenliegenden Abschnitt des äußeren Gehörgangs wird der Kanal vom Schläfenbein gebildet und besteht somit aus Knochen. Der Verlauf des Gehörgangs zwischen knorpeligem und knöchernem Abschnitt ist in der Regel in einem (zweiten) Knick abgewinkelt und schließt einen von Person zu Person unterschiedlichen Winkel ein. Insbesondere der knöcherne Abschnitt des Gehörgangs ist verhältnismäßig empfindlich gegen Druck und Berührungen. Deep-Fit-Hörgeräte werden zumindest teilweise im empfindlichen knöchernen Abschnitt des Gehörgangs getragen. Beim Vorschieben in den knöchernen Abschnitt des Gehörgangs müssen sie außerdem den erwähnten zweiten Knick passieren, was je nach Winkel schwierig sein kann. Zudem können kleine Durchmesser und gewundene Formen des Gehörgangs das Vorschieben weiter erschweren.

**[0007]** Allen Hörgerät-Typen ist gemein, dass möglichst kleine Gehäuse bzw. Bauformen angestrebt werden, um den Tragekomfort zu erhöhen, gegebenenfalls die Implantierbarkeit zu verbessern und gegebenenfalls die Sichtbarkeit des Hörgeräts aus kosmetischen Gründen zu reduzieren. Die Miniaturisierung ist offensichtlich insbesondere bei CIC und Deep Fit Hörinstrumenten von besonderer Bedeutung.

**[0008]** Moderne binaurale Hörinstrumente tauschen zwischen rechtem und linkem Hörinstrument Steuerdaten über ein induktives Funksystem aus. Die benötigten

Datenraten steigen stark an, wenn auch akustische Signale oder audiologische Algorithmen (z.B. für Beamforming, Sidelook etc...) ausgetauscht werden sollen. Eine höhere Datenrate erfordert eine größere Bandbreite. Die Bandbreite ist jedoch eine der Haupteinflussgrößen in Bezug auf die Empfindlichkeit der Antenne bzw. der Übertragung gegenüber Störsignalen. Angesichts der hohen Packungsdichte in Hörinstrumenten sind die internen Störsignalquellen das Hauptproblem, das sich bei Vergrößerung der Bandbreite demnach noch zusätzlich verstärkt. Vereinfacht dargestellt würde sich durch Erhöhung der Bandbreite bei gleicher Antenne und gleichem Energiebedarf die überbrückbare Distanz verkürzen. Zwar könnte die Antenne effizienter gestaltet werden, das ist jedoch normalerweise nur durch eine unerwünschte Vergrößerung des Antennenvolumens zu erreichen.

**[0009]** Die Antenne befindet sich typischerweise in unmittelbarer Nachbarschaft zur Leiterplatine und zum Hörer. Die Leiterplatine mit ihren darauf angeordneten elektronischen Komponenten und der Hörer emittieren magnetische und elektrische Felder, die die kabellose Übertragung stark beeinträchtigen können. Angesichts der hohen Packungsdichte und individuellen Platzierung von Leiterplatine, Hörer und weiteren Komponenten im Hörinstrument ist daher eine Schirmung der Komponenten üblich. Die Leiterplatine wird dazu typischerweise mit einer Schirmbox umhüllt. Der Hörer wird typischerweise mit einer Schirmfolie umhüllt oder in anderer Weise magnetisch dicht konzipiert.

**[0010]** Die Orientierung der Antenne zum Hörer und zur Leiterplatine ist mit entscheidend für die Performanz des Übertragungssystems. Bei Hörinstrumenten kleinerer Bauform (z.B. IDO, CIC, Deep Fit) ist die Antenne üblicherweise am oder im Faceplate befestigt. Die Ausrichtung der Antenne kann für unterschiedliche Faceplates solcher Hörinstrumente unterschiedlich sein und wird statistisch aus vielen Ohrgeometrien ermittelt. Die tatsächliche Einbaulage und Ausrichtung der Antenne und Abweichungen gegenüber der kalkulierten optimalen Ausrichtung (Normalverteilungsmaxima) bringen große Verluste im Vergleich zur theoretisch möglichen Datenübertragung mit sich.

**[0011]** Aus der Druckschrift US 7,443,991 B2 ist ein IDO-Hörinstrument bekannt, bei dem eine Verbesserung der kabellosen binauralen Datenübertragung durch günstige Positionierung der Antenne erreicht wird. Zu diesem Zweck ist die Antenne mittels eines entsprechenden gestalteten Haltearms am Faceplate befestigt. Der Halteam ermöglicht eine günstige Einbaulage und Orientierung der Antenne.

**[0012]** In **Figur 1** ist beispielhaft ein CIC-Hörinstrument nach dem Stand der Technik schematisch dargestellt. Das Hörinstrument 1 ist in einem menschlichen Gehörgang eingesetzt. Dargestellt ist der betreffende äußere Gehörgang mit außenliegendem Abschnitt 10 sowie innenliegendem Abschnitt 11. Der proximale Abschnitt 10 des äußeren Gehörgangs ist der weiter innen-

liegende, an das Trommelfell 12 angrenzende Abschnitt. Der Verlauf des äußeren Gehörgangs weist einen ersten Knick 13 sowie einen engeren zweiten Knick 14 auf.

**[0013]** Das Hörinstrument 1 ist bis zum zweiten Knick 14 vorgeschoben. Es umfasst ein Gehäuse 2 in dessen distalem Abschnitt eine Signalverarbeitungseinrichtung 3 sowie eine Antenne 4 angeordnet sind. Die Antenne 4 dient der kabellosen binauralen Datenübertragung zu einem im anderen Gehörgang des Hörinstrument-Trägers angeordneten Hörinstrument (in der Abbildung nicht dargestellt). Die Antenne 4 ist ungefähr in Richtung des anderen, nicht dargestellten Hörinstruments ausgerichtet.

**[0014]** Weiter sind in dem Gehäuse 2 ein Hörer 5 sowie ein Schallkanal 6 zum Leiten der Ausgangssignale des Hörers 5 angeordnet. Weitere Komponenten sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen, beispielsweise eine Energieversorgung, elektrische Verbindungen sowie Abschirmungen zum Schutz der Antenne 4 vor elektromagnetischen Störsignalen der Signalverarbeitungseinrichtung 3 und des Hörers 5.

**[0015]** Das Gehäuse 2 weist schematisch einen distalen Abschnitt und einen proximalen Abschnitt auf, die ineinander übergehen. Dies ist durch eine strichlierte Linie sowie die Buchstaben d (distal) und p (proximal) angedeutet.

**[0016]** Hörinstrumente kleinerer Bauform (z.B. IDO, CIC, Deep Fit) sind bislang normalerweise nicht für kabellose breitbandigen binauralen Datenaustausch eingerichtet, da der Energiebedarf der Datenübertragung angesichts der Störsignalprobleme unverhältnismäßig hoch wäre.

**[0017]** Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein Hörinstrument sowie ein Ohrstück für ein Hörinstrument anzugeben, die eine kabellose breitbandige binaurale Datenübertragung mit hoher Bandbreite und geringem Ressourcenbedarf sowie kleiner Baugröße anzugeben, die unaufwändig und kostengünstig herstellbar sind.

**[0018]** Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Hörinstrument sowie ein Ohrstück mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

**[0019]** Ein Grundgedanke der Erfindung besteht in einem Hörinstrument umfassend ein Gehäuse, eine Signalverarbeitungseinrichtung, einen Hörer und eine Antenne zur binauralen Datenübertragung. Das Gehäuse ist derart gestaltet, dass es mindestens teilweise in einem Gehörgang getragen werden kann. Es weist einen distalen Abschnitt auf, in dem Signalverarbeitungseinrichtung und Hörer angeordnet sind, und einen davon räumlich getrennten proximalen, dem Trommelfell am nächsten gelegenen Abschnitt, in dem die Antenne angeordnet ist.

**[0020]** Die Antenne befindet sich zwischen dem Hörer und dem Schallauslass, mithin so weit wie möglich proximal im Gehörgang. Dadurch wird die Distanz zwischen den Antennen der beiden binauralen Hörinstrumente gegenüber herkömmlicher Platzierung um mindestens 1-2cm reduziert. Bei hoher Datenrate (großer Bandbrei-

te) hat jede noch so kleine Verkürzung der Distanz (beispielsweise 1-2 cm) eine starke Verbesserung der BER (Bit Error Rate) zur Folge. Eine Verkürzung der Distanz kann wiederum eine Reduzierung der Effizienz bzw. des Volumens der Antenne gestatten. Es liegt auf der Hand, dass die Einflüsse von Distanz und Effizienz der Antennen in Bezug auf die mögliche Übertragungs-Bandbreite wechselseitig abhängig sind.

**[0021]** Vorteilhafterweise gewährleistet die Erfindung einen definierten Mindest-Abstand der Antenne zum Hörer und zum Hybrid, wodurch elektromagnetische Störeinflüsse auf die Antenne von vorneherein auf ein Mindestmaß reduziert sind. Darüber hinaus ist die Störbeeinflussung dadurch äußerst stabil und somit kalkulierbar. Zudem bleibt sie weitestgehend unabhängig von unterschiedlichen Signalverarbeitungs-Algorithmen auf der Leiterplatine (jede Konfiguration bzw. Firmware hat unterschiedliches Störpotential und Störcharakteristika). Auch müssen keine Schirmfolien oder Schirmboxen verbaut werden.

**[0022]** Eine vorteilhafte Weiterbildung des Grundgedankens besteht darin, dass die Antenne eine Durchführung mit einer distalen und einer proximalen Öffnung aufweist, die als Schallkanal ausgebildet ist, und dass die distale Öffnung mit einem Ausgang des Hörers verbunden ist.

**[0023]** Die Antenne hat eine durchgehende Öffnung, die als Schallkanal dient. Die Öffnung befindet sich im Sinne einer einfachen Konstruktion vorteilhaft in der Mitte der Antenne. Falls die Antenne in üblicher Ausführung einen Ferritkernes oder eine Ferrithülse oder Ferritmateriale umschließt, kann die Öffnung in konstruktiv einfacher Weise vom Ferrit umgeben sein. Die Kombination von Antenne und Schallkanal ermöglicht eine besonders unaufwändige und platzsparende Anordnung. Von besonderem Vorteil ist dabei, dass Antenne, Ferrit und Öffnung integriert mit besonders kleiner Baugröße ausgeführt sind. Dabei hat sich in der Praxis gezeigt, dass die Öffnung durch das Ferritmaterial hindurch nur minimale Verluste bzw. Performance-Einbußen mitsich bringt. Damit erlaubt diese Anordnung von Antenne, Ferrit und Öffnung eine besonders geringe Baugröße bei gleichzeitig besonders hoher Performance.

**[0024]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Grundgedankens besteht darin, dass der distale und proximale Abschnitt gemeinsam ein im Gehörgang zu tragendes IDO-Gehäuse bilden.

**[0025]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Grundgedankens besteht darin, dass der distale und proximale Abschnitt getrennt ausgebildet und durch einen elektrischen und einen akustischen Leiter miteinander verbunden sind.

**[0026]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Grundgedankens besteht darin, dass der proximale Abschnitt einen flexiblen Dome oder ein expansibles Element umfasst, mittels dessen der proximale Abschnitt im Gehörgang positioniert werden kann.

**[0027]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des

Grundgedankens besteht darin, dass Durchmesser und Kontur des proximalen Abschnitts derart gestaltet sind, dass der proximale Abschnitt im Bereich des zweiten Knicks oder tiefer (weiter proximal) in einem menschlichen Gehörgang positioniert werden kann.

**[0028]** Die Art der Antenne und ihre Platzierung ermöglicht es, im Gehörgang zu tragende Hörinstrumente kleinerer Bauformen, insbesondere ITE, Deep Fit und CIC, binaural mit hoher Audiobandbreite zu koppeln. Dabei werden gleichzeitig ein geringer Energiebedarf, geringere Kosten und eine hohe und stabile Übertragungssystems-Qualität gewährleistet.

**[0029]** Um eine eventuelle Vergrößerung des Antennenvolumens zu kompensieren, ist die Antenne so gestaltet, dass sie ein Volumen im Hörinstrument verwendet, dass ansonsten ungenutzt brach liegen würde. Dazu ist die Antenne in einem Volumen im Hörinstrument angeordnet, das für andere Komponenten, beispielsweise den Hörer, nicht nutzbar ist, und zwar tief im Gehörgang.

**[0030]** Das Volumen am und nach dem 2. Knick des Gehörgangs bleibt normalerweise ungenutzt, da beispielsweise ein Hörer zu lang ist, um den 2. Knick zu passieren oder darin unterzukommen. Die Antenne jedoch kann kürzer ausgeführt werden. Daher ist es möglich, sie im Bereich des zweiten Knicks oder tiefer im Gehörgang zu platzieren, um dieses Volumen zu nutzen. Durch Nutzung eines ansonsten nicht nutzbaren Volumens kann das vergrößerte Antennenvolumen einer effizienter gestalteten Antenne mindestens teilweise kompensiert werden.

**[0031]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Grundgedankens besteht darin, dass die Form des proximalen Abschnitts und die Anordnung der Antenne im proximalen Abschnitt derart an den Gehörgang angepasst sind, dass die Antenne des in den Gehörgang eingesetzten Hörinstruments auf den jeweils anderen Gehörgang eines Trägers des Hörinstruments ausgerichtet ist.

**[0032]** Die Orientierung (Ausrichtung) der Antennen ist von großem Einfluss auf die mögliche Übertragungs-Bandbreite zwischen binaural gekoppelten Hörinstrumenten. Die Antenne wird in Richtung des knöchernen Bereiches ausgerichtet und befindet sich bei bestimmungsgemäß in den Gehörgang eingesetztem Hörinstrument am 2. Knick oder tiefer im Gehörgang, so dass sich ein Teil oder das komplette Antennenvolumen im knöchernen Bereich des Gehörgangs befindet. Die Platzierung der Antenne hängt von der Form und/oder dem zur Verfügung stehenden Volumen am 2. Knick des Gehörgangs ab. Die Platzierung wird in der Rapid-Shell-Manufacturing Software so festgelegt, dass dem Hörinstrumentträger ein einfaches Einsetzen und Herausnehmen des Hörinstruments ermöglicht wird. Dies wird durch einen tiefen Abdruck des Gehörgangs, der die räumliche Information der Richtung des knöchernen Bereiches umfasst, ermöglicht.

**[0033]** Letztlich gewährleistet somit die Gestalt des 2. Knicks und des knöchernen Abschnitts des Gehörgangs

eine stabile Ausrichtung der Antenne. Die dadurch erreichte Ausrichtung der beiden binauralen Antennen zueinander ist aufgrund der Gestalt des menschlichen Gehörgangs nahezu optimal. Daher kann das Übertragungs-System mit sehr geringen Winkelverlusten kalkuliert werden und es entstehen kaum Schwankungen durch individuell unterschiedliche Ohrgeometrien.

**[0033]** Ein weiterer Grundgedanke der Erfindung besteht in einem Ohrstück für ein Hörinstrument, das einen flexiblen Dome oder ein expansibles Element umfasst, mittels dessen es im Gehörgang positioniert werden kann. In dem Ohrstück ist eine Antenne zur binauralen Datenübertragung angeordnet, die eine Durchführung mit einer distalen und einer proximalen Öffnung aufweist, die als Schallkanal ausgebildet ist. Die distale Öffnung ist dazu ausgebildet, mit einem Ausgang eines Höfers verbunden zu werden.

**[0034]** Die Antenne befindet sich zwischen dem Hörer und dem Schallauslass, mithin so tief wie möglich proximal im Gehörgang. Dadurch wird die Distanz zwischen den Antennen der beiden binauralen Hörinstrumente gegenüber herkömmlicher Platzierung um mindestens 1-2 cm reduziert. Bei hoher Datenrate (großer Bandbreite) hat jede noch so kleine Verkürzung der Distanz (beispielsweise 1-2 cm) eine starke Verbesserung der BER (Bit Error Rate) zur Folge. Eine Verkürzung der Distanz kann wiederum eine Reduzierung der Effizienz bzw. des Volumens der Antenne gestatten. Es liegt auf der Hand, dass die Einflüsse von Distanz und Effizienz der Antennen in Bezug auf die mögliche Übertragungs-Bandbreite wechselseitig abhängig sind.

**[0035]** Der Antennenkern hat ein durchgehendes Loch, das als Schallkanal dient. Das Loch befindet sich im Sinne einer einfachen Konstruktion vorteilhaft in der Mitte des Ferritkernes, kann aber auch davon abweichen. Die Kombination von Antenne und Schallkanal ermöglicht eine besonders unaufwändige und platzsparende Anordnung.

**[0036]** Vorteilhafterweise gewährleistet die Erfindung einen definierten Mindest-Abstand der Antenne zum Hörer und zum Hybrid, wodurch elektromagnetische Störreinflüsse auf die Antenne von vorneherein auf ein Mindestmaß reduziert sind. Darüber hinaus ist die Störbeeinflussung dadurch äußerst stabil und somit kalkulierbar. Zudem bleibt sie weitestgehend unabhängig von unterschiedlichen Signalverarbeitungs-Algorithmen auf der Leiterplatine (jede Konfiguration bzw. Firmware hat unterschiedliches Störpotential und Störcharakteristika). Auch müssen keine Schirmfolien oder Schirmboxen verbaut werden.

**[0037]** Eine vorteilhafte Weiterbildung des Grundgedankens besteht darin, dass Durchmesser und Kontur des Ohrstücks derart gestaltet sind, dass es im Bereich des zweiten Knicks oder tiefer in einem menschlichen Gehörgang positioniert werden kann.

**[0038]** Die Art der Antenne und ihre Platzierung ermöglicht es, im Gehörgang zu tragende Hörinstrumente kleinerer Bauformen, insbesondere ITE, Deep Fit und CIC,

binaural mit hoher Audiobandbreite zu koppeln. Dabei werden gleichzeitig ein geringer Energiebedarf, geringeren Kosten und eine hohe und stabile Übertragungssystems-Qualität gewährleistet.

**[0039]** Um eine eventuelle Vergrößerung des Antennenvolumens zu kompensieren, ist die Antenne so gestaltet, dass sie ein Volumen im Hörinstrument verwendet, dass ansonsten ungenutzt brach liegen würde. Dazu ist die Antenne in einem Volumen im Hörinstrument angeordnet, das für andere Komponenten, beispielsweise den Hörer, nicht nutzbar ist, und zwar tief im Gehörgang. Das Volumen am und proximal vom 2. Knick des Gehörgangs bleibt normalerweise ungenutzt, da beispielsweise ein Hörer zu lang ist, um den 2. Knick zu passieren oder darin unterzukommen. Die Antenne jedoch kann kürzer ausgeführt werden. Daher ist es möglich, sie im Bereich des 2. Knicks oder tiefer im Gehörgang zu platzieren, um dieses Volumen zu nutzen. Durch Nutzung eines ansonsten nicht nutzbaren Volumens kann das vergrößerte Antennenvolumen einer effizienter gestalteten Antenne mindestens teilweise kompensiert werden.

**[0040]** Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Grundgedankens besteht darin, dass die Form des Ohrstücks und die Anordnung der Antenne im Ohrstück derart an den Gehörgang angepasst sind, dass die Antenne des in den Gehörgang eingesetzten Ohrstücks auf den jeweils anderen Gehörgang eines Trägers des Ohrstücks ausgerichtet ist.

**[0041]** Die Orientierung (Ausrichtung) der Antennen ist von großem Einfluss auf die mögliche Übertragungs-Bandbreite zwischen binaural gekoppelten Hörinstrumenten. Die Antenne wird entsprechend der Richtung des knöchernen Bereiches ausgerichtet und befindet sich bei bestimmungsgemäß in den Gehörgang eingesetztem Hörinstrument im Bereich des zweiten Knicks oder tiefer im Gehörgang, so dass sich ein Teil oder das komplette Antennenvolumen im knöchernen Bereich des Gehörgangs befindet. Die Platzierung der Antenne hängt von der Form und/oder dem zur Verfügung stehenden Volumen am 2. Knick des Gehörgangs und proximal davon ab. Die Platzierung wird in der Rapid-Shell-Manufacturing Software so festgelegt, dass dem Hörinstrumentsträger ein einfaches Einsetzen und Herausnehmen des Hörinstruments ermöglicht wird. Dies wird durch einen tiefen Abdruck des Gehörgangs, der die räumliche Information der Richtung des knöchernen Bereiches umfasst, ermöglicht.

**[0042]** Letztlich gewährleistet somit die Gestalt des 2. Knicks und des knöchernen Abschnitts des Gehörgangs eine stabile Ausrichtung der Antenne. Die dadurch erreichte Ausrichtung der beiden binauralen Antennen zueinander ist aufgrund der Gestalt des menschlichen Gehörgangs nahezu optimal. Daher kann das Übertragungs-System mit sehr geringen Winkelverlusten kalkuliert werden und es entstehen kaum Schwankungen durch individuell unterschiedliche Ohrgeometrien.

**[0043]** Die Erfindung ermöglicht eine kostensparende Bauweise, da keine oder weniger Schirmmaßnahmen

notwendig sind, keine speziellen, magnetisch dichten Hörer benötigt werden, und da eine einfachere Produktion des Hörinstruments ermöglicht ist, weil keine speziellen Einflüsse bei der Positionierung der Antenne zu berücksichtigen sind und keine Spezialkenntnisse für deren Montage erforderlich sind.

**[0044]** Zudem ist es wesentlich leichter, zwei "eckige" Komponenten (Leiterplatine und Hörer) individuell in die individuell vorgegebene Form eines Hörinstruments zu platzieren als drei "eckige" Komponenten (Leiterplatine, Hörer und Antenne), insbesondere da bei drei Komponenten zwangsläufig größere nicht nutzbare Volumina entstehen.

**[0045]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand von Figuren. Die nachfolgenden Figuren zeigen:

Fig 2 CIC-Hörinstrument mit proximaler Antenne

Fig 3 Zweiteiliges Hörinstrument mit proximaler Antenne

Fig 4 Ohrstück mit Ballon

Fig 5 Ohrstück mit Dome

**[0046]** In **Figur 2** ist ein CIC-Hörinstrument mit proximaler Antenne gemäß Erfindung schematisch dargestellt. Das Hörinstrument 21 ist in einem menschlichen Gehörgang eingesetzt. Wie vorangehend erläutert ist der betreffende äußere Gehörgang mit distalem Abschnitt 10 sowie proximalem Abschnitt 11 dargestellt. Der Verlauf des äußeren Gehörgangs weist einen ersten Knick 13 sowie einen engeren zweiten Knick 14 auf.

**[0047]** Das Hörinstrument 21 ist bis in den Bereich des zweiten Knicks 14 des Gehörgangs vorgeschoben. Es umfasst ein Gehäuse 22, in dessen distalem Abschnitt eine Signalverarbeitungseinrichtung 23 sowie ein Hörer 25 angeordnet sind. Der Hörer 25 ist ausgangsseitig mit einem Schallkanal 26 verbunden. Der Schallkanal 26 leitet die Ausgangssignale des Hörers 25 in Richtung des Trommelfells 12. Weitere Komponenten, beispielsweise eine Energieversorgung und elektrische Leitungen, sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

**[0048]** Proximal zum Hörer 25 ist eine Antenne 24 angeordnet. Die Platzierung der Antenne 24 im Gehäuse distal zum Hörer 25 entfällt somit, so dass mehr Flexibilität für die Anordnung von Signalverarbeitungseinrichtung 23, Hörer 25 und weiterer nicht dargestellter Komponenten besteht. Zusätzlich kann das Gehäuse distal vom Hörer 25 kleiner ausgeführt werden, was in der Abbildung daran ersichtlich wird, dass es im Vergleich zum vorangehend dargestellten Stand der Technik eine geringere distale Erstreckung aufweist, d.h. weniger weit zum Ohr hin reicht.

**[0049]** Die Antenne 24 dient der binauralen Datenübertragung zu einem in den anderen Gehörgang des Hörinstrument-Trägers eingesetzten Hörinstruments (in der Abbildung nicht dargestellt). Die Antenne 24 weist eine distale Öffnung 30 auf, von der eine Durchführung zu

einer proximalen Öffnung 29 führt. Die Durchführung von der distalen 30 zur proximalen Öffnung 29 bildet einen Schallkanal. Die Durchführung ist somit Bestandteil des Schallkanals 26 und dient dazu, Ausgangssignale des Hörers 25 durch die Antenne 24 hindurch zu leiten.

**[0050]** Die Antenne 24 ist im Bereich des zweiten Knicks 14 bzw. proximal davon im äußeren Gehörgang angeordnet. Es ist schematisch dargestellt, dass die Form des Gehäuses 22 in diesem Bereich der Form des Gehörgangs bzw. dem Verlauf des zweiten Knicks 14 des Gehörgangs angepasst ist. Es ist ersichtlich, dass aufgrund des verhältnismäßig engen zweiten Knicks 14 in diesem Bereich keine länglichen und großen Komponenten angeordnet werden können, da diese den zweiten Knick 14 nicht passieren können. Die Antenne 24 jedoch kann ausreichend kurz gestaltet werden, um hier Platz zu finden.

**[0051]** Durch die exakte Anpassung des Gehäuses 22 an den Bereich des zweiten Knicks 14 ergibt sich eine räumlich stabile Positionierung und Orientierung des Gehäuses 22 mit Bezug auf den zweiten Knick 14 bzw. den knöchernen Teil des Gehörgangs. In Folge ergibt sich auch eine stabile Positionierung und Orientierung der im Gehäuse 22 angeordneten Antenne 24. Die Antenne 24 ist dabei entweder am Gehäuse 22 oder aber an dem den Schallkanal 26 bildenden Hörschlauch montiert. Die Montage am Hörschlauch erlaubt dabei eine einfachere Installation im Gehäuse 22, weil lediglich der mit Antenne 24 vormontierte Hörschlauch in das Gehäuse 22 eingeschoben zu werden braucht. Bei Montage der Antenne 24 am Gehäuse 22 müsste stattdessen sowohl die Antenne 24 als auch der Hörschlauch im Gehäuse 22 montiert werden, was angesichts der engen Platzverhältnisse vergleichsweise aufwendiger ist. Die Antenne 24 könnte beispielsweise durch eine in der Abbildung nicht dargestellte proximale Öffnung in das Gehäuse 22 eingesetzt werden.

**[0052]** Es ist ersichtlich, dass die Antenne 24 näher als jedes andere Element des Hörinstruments 21 am Trommelfell 12 und somit am gegenüberliegenden Ohr bzw. Hörinstrument (nicht dargestellt) platziert ist. Damit ergibt sich ein im Vergleich zur herkömmlichen Platzierung einer Antenne geringerer Abstand zum Trommelfell 12, wobei die Reduzierung der Distanz in einer Größenordnung von ein bis zwei Zentimetern liegen kann. Diese Reduzierung der Distanz zum gegenüberliegenden Ohr bzw. Hörinstrument kommt der Qualität der binauralen Datenübertragung, insbesondere der Bandbreite, erheblich zugute.

**[0053]** Hinzu kommt, dass die Antenne 24 im Gehäuse 22 räumlich getrennt von den weiter darin angeordneten Komponenten platziert ist, wobei die räumliche Trennung im Bereich der strichlierten Linie liegt. Durch diese Anordnung kann ein Mindestabstand zwischen der Antenne 24 und den weiteren elektrischen Komponenten gewährleistet werden, der eine Reduzierung von elektrischen und magnetischen Störeinflüssen der Komponenten auf die Antenne 24 bewirkt. Diese Platzierung der Antenne

24 bewirkt ebenfalls eine Verbesserung der Qualität des binauralen Übertragungs-Systems. Zudem wird es dadurch möglich, auf zusätzliche Abschirmmaßnahmen zur Abschirmung der Antenne 24 von Störeinflüssen der weiteren elektrischen Komponenten zu verzichten bzw. diese zu reduzieren.

**[0054]** In Figur 3 ist eine Variante eines Hörinstruments mit zweiteiligem Gehäuse und proximaler Antenne 14 schematisch dargestellt. Das Hörinstrument 31 weist einen distalen Gehäuseabschnitt 38 auf, in dem eine Signalverarbeitungseinrichtung 33 sowie ein Hörer 35 angeordnet sind. Wie vorangehend wurde auf die Darstellung weiterer Komponenten der Übersichtlichkeit halber verzichtet.

**[0055]** Der distale Gehäuseabschnitt 38 ist mit einem proximalen Gehäuseabschnitt 37 durch eine elektrische und akustische Leitung 41 verbunden. Im Bereich des proximalen Gehäuseabschnitts 14, mit anderen Worten im Bereich des zweiten Knicks 14 des äußeren Gehörgangs, steht erheblich weniger Raum zur Verfügung. Daher ist im hier positionierten proximalen Gehäuseabschnitt 37 lediglich ein Minimum an elektrischen Komponenten des Hörinstruments 31 angeordnet. Dies ist im Wesentlichen nur die Antenne 34 samt elektrischer Zuleitung zum Ansteuern der Antenne 34. Die Antenne 34 weist eine Durchführung mit distaler Öffnung 40 und proximaler Öffnung 39 auf, durch die hindurch ein Schallkanal 36 verläuft. Der Schallkanal 36 dient gemeinsam mit der Leitung 41 dazu, Ausgangssignale des Hörers 35 durch die Antenne 34 hindurch zum Trommelfell 12 hin zu leiten.

**[0056]** Die dargestellte zweiteilige Gehäusevariante dient einer erheblichen Vergrößerung des Abstands zwischen Antenne 34 und den weiteren elektrischen Komponenten, die im Wesentlichen im distalen Gehäuseabschnitt 38 angeordnet sind. Dadurch werden elektrische und magnetische Störeinflüsse der weiteren Komponenten auf die Antenne 34 auf ein Minimum reduziert.

**[0057]** Weiter ist die Antenne 34 so nah wie möglich am Trommelfell 12 und damit auch am gegenüberliegenden Hörinstrument eines binauralen Hörsystems (in der Abbildung nicht dargestellt) angeordnet. Die Verkürzung der Distanz zwischen den beiden Hörinstrumenten des binauralen Hörsystems kommt der Bandbreite des binauralen Übertragungs-Systems zugute.

**[0058]** In Figur 4 ist ein Ohrstück mit Ballon und proximaler Antenne schematisch dargestellt. Eine elektrische Leitung 51 dient der Ansteuerung eines im Ohrstück 47 angeordneten Hörers 45 sowie der im Ohrstück 47 angeordneten Antenne 44. Die Antenne 44 ist proximal zum Hörer 45 im Bereich des zweiten Knicks 14 oder tiefer im äußeren Gehörgang platziert. Sie ist im Ohrstück 47 mit einer räumlichen Trennung vom Hörer 45 angeordnet. Ausgangssignale des Hörers 45 werden durch einen Schallkanal 47 durch die Antenne 44 hindurch zum Trommelfell 12 geleitet. Zu diesem Zweck weist die Antenne 44 eine Durchführung mit distaler Öffnung 50 und proximaler Öffnung 49 auf, mit der der Hörer 45 durch

den Schallkanal 46 verbunden ist.

**[0059]** Ein Ballon 52 ist nach Bedarf expandierbar, um das Ohrstück 47 im Gehörgang zu positionieren. Beim Einsetzen oder Entnehmen des Ohrstücks 47 in den Gehörgang kann der Ballon 52 dagegen komprimiert bzw. deflatiert werden. Hierfür ist ein in der Abbildung der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellter Pumpmechanismus zuständig. Das dargestellte Ohrstück 47 kann beispielsweise in einem zweiteiligen Gehäuse wie vorangehend erläutert oder in einem BTE-Hörinstrument eingesetzt werden.

**[0060]** In Figur 5 ist ein Ohrstück 57 schematisch dargestellt. Eine elektrische und akustische Leitung 61 dient dem Zuführen von akustischen Signalen, die durch einen nicht dargestellten Hörer erzeugt werden, sowie der Zuleitung von Steuersignalen für eine Antenne 54. Akustische Signale werden durch eine distale Öffnung 60 und eine Durchführung durch die Antenne hindurch zu deren proximaler Öffnung 59 geleitet, und erreichen so das Trommelfell eines Gehörgangs (nicht dargestellt) in den das Ohrstück 57 eingesetzt werden kann. Das Ohrstück 57 weist einen flexiblen Dome 62 auf, mittels dessen es in einem Gehörgang positioniert werden kann. Die Antenne 54 ist auf diese Weise mit erheblicher Distanz zu weiteren elektrischen Komponenten eines Hörinstruments, beispielsweise eines BTE-Hörinstruments, sowie soweit proximal wie möglich im Gehörgang platzierbar.

### 30 Patentansprüche

1. Hörinstrument (21, 31) umfassend ein Gehäuse (22, 37, 38), eine Signalverarbeitungseinrichtung (23, 33), einen Hörer (25, 35, 45) und eine Antenne (24, 34, 44) zur binauralen Datenübertragung, wobei das Gehäuse (22, 37, 38) derart gestaltet ist, dass es mindestens teilweise in einem Gehörgang getragen werden kann,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das Gehäuse (22, 37, 38) einen distalen Abschnitt aufweist, in dem Signalverarbeitungseinrichtung (23, 33) und Hörer (25, 35, 45) angeordnet sind, und einen davon räumlich getrennten proximalen, dem Trommelfell (12) am nächsten gelegenen Abschnitt, in dem die Antenne (24, 34, 44) angeordnet ist, dass Durchmesser und Kontur des proximalen Abschnitts derart gestaltet sind, dass der proximale Abschnitt im Bereich des zweiten Knicks (14) oder tiefer in einem menschlichen Gehörgang positioniert werden kann, und dass die Form des proximalen Abschnitts und die Anordnung der Antenne im proximalen Abschnitt derart an den Gehörgang angepasst sind, dass die Antenne des in den Gehörgang eingesetzten Hörinstruments (21, 31) auf den jeweils anderen Gehörgang eines Trägers des Hörinstruments (21, 31) ausgerichtet ist.

2. Hörinstrument (21, 31) nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Antenne (24, 34, 44) eine Durchführung mit einer distalen (30, 40, 50) und einer proximalen (29, 39, 49) Öffnung aufweist, die als Schallkanal ausgebildet ist, und dass die distale Öffnung (30, 40, 50) mit einem Ausgang des Hörers (25,35,45) verbunden ist. 5

3. Hörinstrument (21, 31) nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,** 10  
**dass** der distale und proximale Abschnitt gemeinsam ein im Gehörgang zu tragendes IDO-Gehäuse (22) bilden.
4. Hörinstrument (21, 31) nach Anspruch 1 oder 2, 15  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der distale (38) und proximale Abschnitt (37) getrennt ausgebildet und durch einen elektrischen Leiter (41) zum Ansteuern der Antenne (34) miteinander verbunden sind. 20
5. Hörinstrument (21, 31) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der proximale Abschnitt einen flexiblen Dome 25 oder ein expansibles Element umfasst, mittels dessen der proximale Abschnitt im Gehörgang positioniert werden kann.
6. Ohrstück (47, 57) für ein Hörinstrument, wobei das Ohrstück (47, 57) einen flexiblen Dome (62) oder ein expansibles Element (52) umfasst, mittels dessen es im Gehörgang positioniert werden kann,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in dem Ohrstück (47, 57) eine Antenne (44, 35 54) zur binauralen Datenübertragung angeordnet ist, dass die Antenne (44, 54) eine Durchführung mit einer distalen (50, 60) und einer proximalen (49, 59) Öffnung aufweist, die als Schallkanal ausgebildet ist, dass die distale Öffnung (50, 60) dazu ausgebildet 40 ist, mit einem Ausgang eines Hörers (45) verbunden zu werden, und dass die Form des Ohrstücks (47, 57) und die Anordnung der Antenne im Ohrstück (47, 57) derart an den Gehörgang angepasst sind, dass die Antenne (44, 54) des in den Gehörgang eingesetzten Ohrstücks (47, 57) auf den jeweils anderen Gehörgang eines Trägers des Ohrstücks (47, 57) ausgerichtet ist. 45
7. Ohrstück (47, 57) nach Anspruch 6, 50  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** Durchmesser und Kontur des Ohrstücks (47, 57) derart gestaltet sind, dass es im Bereich des zweiten Knicks (14) oder tiefer in einem menschlichen Gehörgang positioniert werden kann. 55

FIG 1

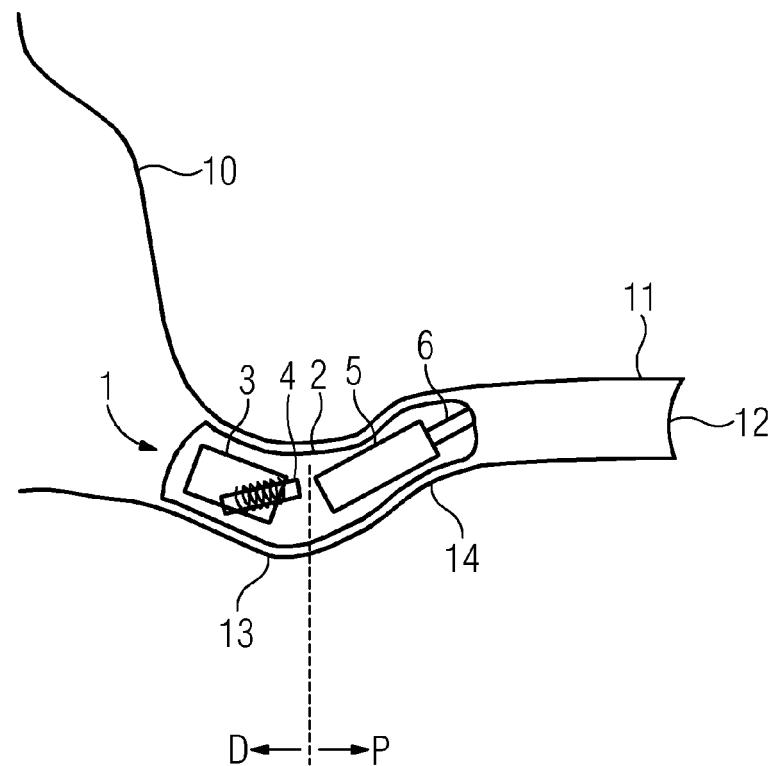


FIG 2

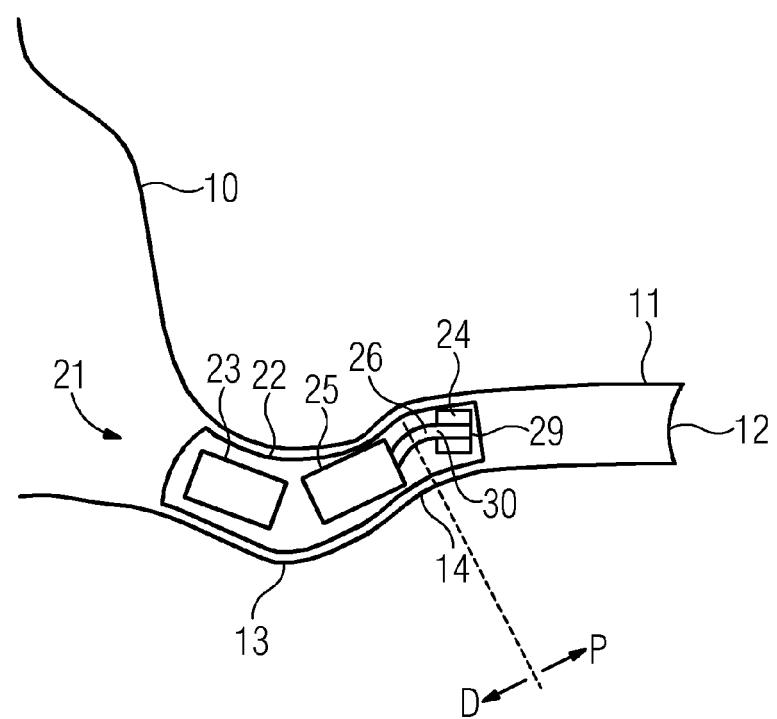


FIG 3

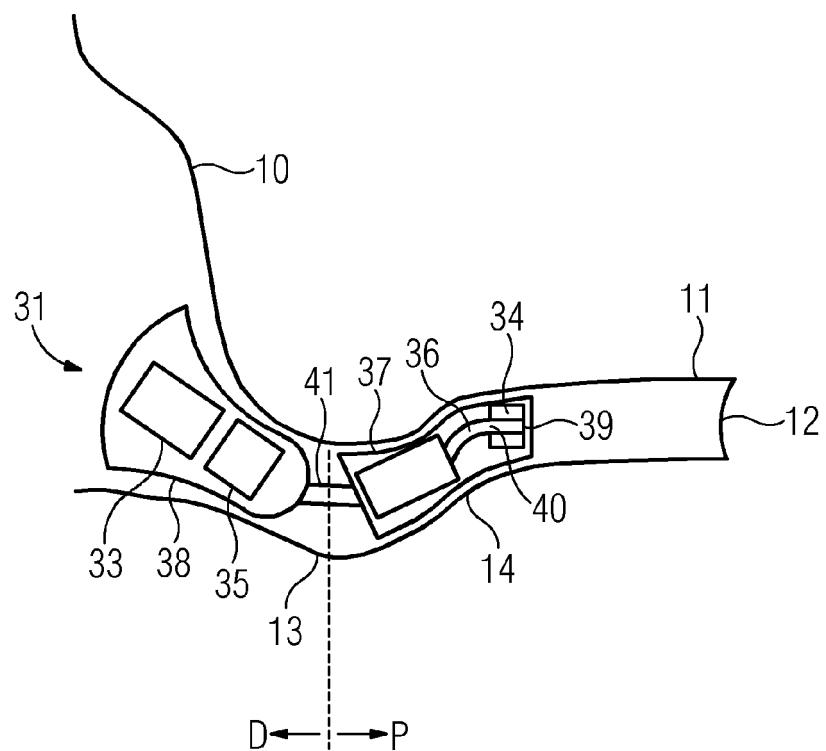


FIG 4

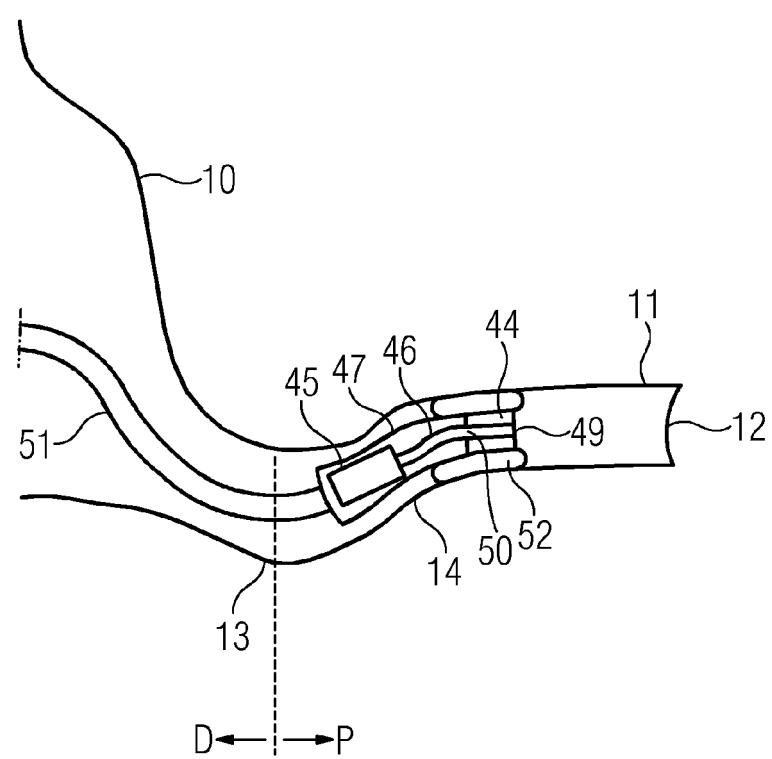
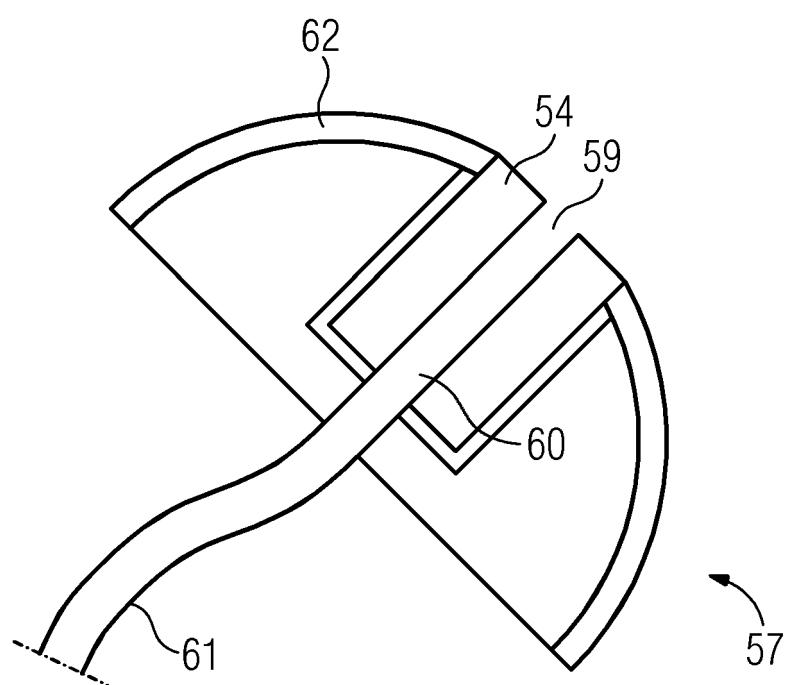


FIG 5





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 14 15 5314

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X, P	WO 2013/135307 A1 (PHONAK AG [CH]; VONLANTHEN ANDI [CH]; GEHRING STEPHAN [CH]; LEIST CHRI) 19. September 2013 (2013-09-19) * Seiten 1,3,4,10 *	1-7	INV. H04R25/00 H01Q1/27 H04B13/00
X	US 2008/118094 A1 (ROTH SAMUEL HANS MARTIN [CH] ET AL) 22. Mai 2008 (2008-05-22) * Absätze [0002], [0111] - [0114], [0117], [0122]; Abbildungen 15-17 *	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			H04R H01Q H04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 4. Juli 2014	Prüfer Heiner, Christoph
50	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE  X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
55	EPO FORM 1503/03 82 (P04C03)		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 15 5314

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-07-2014

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013135307 A1	19-09-2013	KEINE	
US 2008118094 A1	22-05-2008	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

55

**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**

- US 7443991 B2 [0011]