

(19)



(11)

EP 4 572 337 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2025 Patentblatt 2025/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H04R 25/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24213902.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H04R 25/603; H04R 25/554; H04R 2225/51;
H04R 2225/61

(22) Anmeldetag: **19.11.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Sivantos Pte. Ltd.**
Singapore 539775 (SG)

(72) Erfinder: **NIKLES, Peter**
91058 Erlangen (DE)

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**
Nordostpark 16
90411 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **12.12.2023 DE 102023212515**

(54) HÖRINSTRUMENT UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES SOLCHEN

(57) Es wird ein Hörinstrument (4) mit einem in einer vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr oder im Ohr getragenen Gehäuse (8) angegeben, wobei in dem Gehäuse (8) eine Batterie (20), eine drahtlose Kommunikationseinrichtung (22) und ein kapazitiver Sensor (28) angeordnet sind. Die drahtlose Kommunikationseinrichtung (22) umfasst eine Antenne (24) und eine damit elektrisch verbundene Sende- und Empfangseinheit

(26). Der kapazitive Sensor (28) umfasst mindestens eine Sensorelektrode (32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b) und eine damit elektrisch verbundene Steuer- und Auswerteschaltung (30). Die Batterie (20) und/oder die Antenne (24) oder zumindest ein Abschnitt (48, 50) der Antenne (24) sind dabei als Sensorelektrode (32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b) des kapazitiven Sensors (28) genutzt.

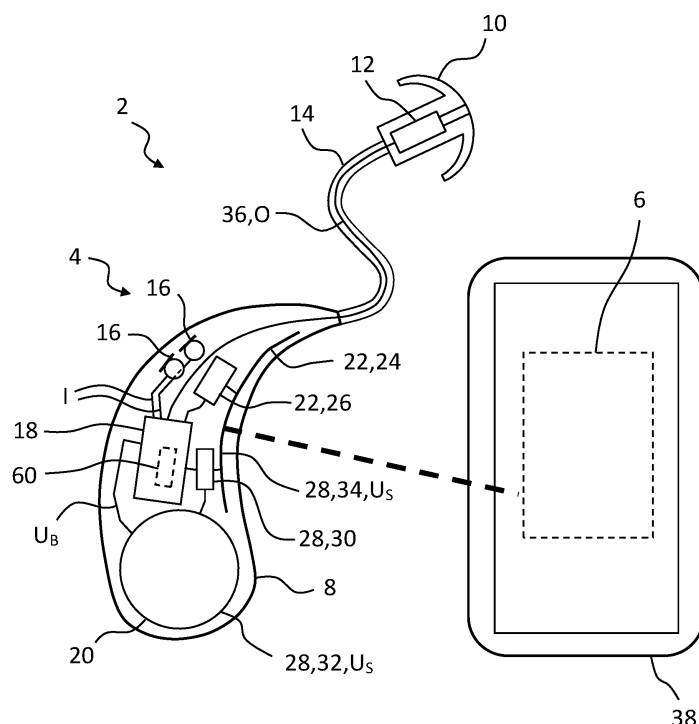


Fig. 1

EP 4 572 337 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Hörinstrument mit einem in einer vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr oder im Ohr getragenen Gehäuse. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf Verfahren zum Betrieb eines solchen Hörinstruments.

[0002] Als Hörinstrument wird allgemein ein elektronisches Gerät bezeichnet, das das Hörvermögen einer das Hörinstrument tragenden Person (die nachfolgend als "Träger" oder "Nutzer" bezeichnet ist) unterstützt. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf Hörinstrumente, die dazu eingerichtet sind, einen Hörverlust eines hörgeschädigten Nutzers ganz oder teilweise zu kompensieren. Ein solches Hörinstrument wird als "Hörgerät" bezeichnet. Daneben gibt es Hörinstrumente, die das Hörvermögen von normalhörenden Nutzern schützen oder verbessern, zum Beispiel in komplexen Hörsituationen ein verbessertes Sprachverständnis ermöglichen. Zu den Hörinstrumenten zählen ferner auch (im oder an dem Ohr getragene) drahtlose Kopfhörer, insbesondere sogenannte Ear Plugs und Headsets.

[0003] Hörinstrumente im Allgemeinen, und Hörgeräte im Speziellen, sind meist dazu ausgebildet, am Kopf und hier insbesondere in oder an einem Ohr des Nutzers getragen zu werden, insbesondere als Hinter-dem-Ohr-Geräte (nach dem englischen Begriff "behind the ear" auch als BTE-Geräte bezeichnet) oder In-dem-Ohr-Geräte (nach dem englischen Begriff "in the ear" auch als ITE-Geräte bezeichnet). Im Hinblick auf ihre interne Struktur weisen Hörinstrumente regelmäßig mindestens einen (akusto-elektrischen) Eingangswandler, eine Signalverarbeitungseinheit (Signalprozessor) und einen Ausgangswandler auf. Im Betrieb des Hörinstruments nimmt der oder jeder Eingangswandler einen Luftschall aus der Umgebung des Hörinstruments auf und wandelt diesen Luftschall in ein (Eingangs-) Audiosignal (d.h. ein elektrisches Signal, das eine Information über den Umgebungsschall transportiert) um. In der Signalverarbeitungseinheit wird das oder jedes Eingangs-Audiosignal verarbeitet (d.h. hinsichtlich seiner Schallinformation modifiziert), um das Hörvermögen des Nutzers zu unterstützen, insbesondere um einen Hörverlust des Nutzers auszugleichen. Die Signalverarbeitungseinheit gibt ein entsprechend verarbeitetes (Ausgangs-)Audiosignal an den Ausgangswandler aus. In modernen Hörinstrumenten umfasst die Signalverarbeitung zusätzlich oder alternativ zu einer frequenzabhängigen Verstärkung des Eingangs-Audiosignals regelmäßig eine Vielzahl von weiteren Funktionen, z.B. Beamforming (d.h. richtungsabhängige Dämpfung), aktive Geräuschunterdrückung, Windgeräuschunterdrückung, Rückkopplungsdämpfung, binaurale Verarbeitung zur Unterstützung des räumlichen Hörens, dynamische und/oder spektrale Kompression, etc.

[0004] In den meisten Fällen ist der Ausgangswandler als elektro-akustischer Wandler ausgebildet, der das (elektrische) Ausgangs-Audiosignal wieder in einen Luft-

schall umwandelt, wobei dieser - gegenüber dem Umgebungsschall modifizierte - Luftschall in den Gehörgang des Nutzers abgegeben wird. Bei einem hinter dem Ohr getragenen Hörinstrument ist der auch als "Hörer" ("Receiver") bezeichnete Ausgangswandler meist außerhalb des Ohrs in einem Gehäuse des Hörinstruments integriert. Der von dem Ausgangswandler ausgegebene Schall wird in diesem Fall mittels eines Schallschlauchs in den Gehörgang des Nutzers geleitet. Alternativ hierzu kann der Ausgangswandler auch in dem Gehörgang, und somit außerhalb des hinter dem Ohr getragenen Gehäuses, angeordnet sein. Solche Hörinstrumente werden (nach dem englischen Begriff "receiver in canal") auch als RIC-Geräte bezeichnet. Im Ohr getragene Hörinstrumente, die so klein dimensioniert sind, dass sie nach außen über den Gehörgang nicht hinausstehen, werden (nach dem englischen Begriff "completely in canal") auch als CIC-Geräte bezeichnet.

[0005] In weiteren Bauformen kann der Ausgangswandler auch als elektro-mechanischer Wandler ausgebildet sein, der das Ausgangs-Audiosignal in Körperschall (Vibrationen) umwandelt, wobei dieser Körperschall zum Beispiel in den Schädelknochen des Nutzers abgegeben wird.

[0006] Als "Hörsystem" wird allgemein eine Anordnung von Geräten und ggf. sonstigen Strukturen bezeichnet, die Funktionen zum Betrieb eines Hörinstruments bereitstellen. Im einfachsten Fall besteht das Hörsystem nur aus dem Hörinstrument selbst. In der Regel umfasst das Hörsystem aber zusätzlich zu dem Hörinstrument mindestens ein Peripheriegerät, das im Betrieb des Hörinstruments mit diesem zusammenwirkt, z.B. ein weiteres Hörinstrument für das andere Ohr des Nutzers, eine Fernbedienung, ein externes Mikrofon, ein Programmiergerät für das Hörinstrument oder ein Ladegerät. Bei modernen Hörsystemen ist des Weiteren zusätzlich zu dem Hörinstrument oft eine Software-Applikation vorgesehen, die auf einem (insbesondere mobilen) Computer, z.B. einem Smartphone oder einem Tablet-Computer, installierbar ist und Funktionen zum Betrieb des Hörinstruments (z.B. Fernsteuerung, Programmierung, Firmware-Updates, Datensicherung, komplexe Signalverarbeitung und/oder Internet-Verbindung) beisteuert. Der Computer, auf dem diese (nachfolgend als "Hör-App" bezeichnete) Software-Applikation installiert ist, stellt zwar im Betrieb des Hörinstruments ebenfalls ein Peripheriegerät des Hörinstruments dar, das mit dem Hörinstrument datenübertragungstechnisch verbunden ist. Der Computer gehört aber in der Regel selbst nicht zu dem Hörsystem, insofern als er unabhängig von den Komponenten des Hörsystems hergestellt und vertrieben wird und für eine Vielzahl von weiteren, nicht mit dem Hörsystem verbundenen Anwendungen verwendbar ist. Der Computer (also insbesondere das Smartphone oder der Tablet-Computer des Nutzers) wird vielmehr von der Hör-App nur als externe Ressource für Rechenleistung, Speicherplatz und Kommunikationsdienste verwendet.

[0007] Die ordnungsgemäße Funktion eines Hörinst-

uments und damit der Nutzen, den das Hörinstrument seinem Träger im täglichen Betrieb bringt, hängt entscheidend von dem Sitz des Gehäuses im oder am Ohr des Trägers ab. Mit anderen Worten kann das Hörinstrument die ihm zugedachte Aufgabe in der Regel nur dann zufriedenstellend erfüllen, wenn es in der vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr oder im Ohr angeordnet ist.

[0008] Das liegt einerseits daran, dass die Signalverarbeitung des Hörinstruments auf eine bestimmte akustische Situation am Ort des oder jedes Mikrofons des Hörinstruments abgestimmt ist, z.B. auf eine bestimmte Ausrichtung des mindestens einen Mikrofons bezüglich des Kopfes und auf eine bestimmte akustische Abschattung des oder jedes Mikrofons durch das Ohr. Wenn das Gehäuse des Hörinstruments abweichend von der vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr oder in dem Ohr eingesetzt wird, so ändert sich hierdurch auch die akustische Situation, der das oder jedes Mikrofon ausgesetzt ist, und damit auch das von dem oder jeden Mikrofon aufgenommene Eingangs-Audiosignal. Die auf eine andere akustische Situation abgestimmte Signalverarbeitung kann das von fehlpositionierten Mikrofonen aufgenommene Eingangs-Audiosignal regelmäßig nicht mehr optimal verarbeiten. Dies kann sich beispielsweise darin äußern, dass durch fehljustiertes Beamforming das von dem Nutzer gewünschte Nutzsignal (z.B. die Stimme eines Konversationspartners) anstelle eines unerwünschten Hintergrundgeräusches gedämpft wird, dass aktive Geräuscherdrückung und binaurale Signalverarbeitung nicht mehr nicht in zufriedenstellendem Maß funktionieren, etc.

[0009] Als weiterer unerwünschter Effekt einer Fehlpositionierung des Gehäuses kann eine beeinträchtigte akustische Abdichtung des Gehörgangs durch das Hörinstrument auftreten. Bei einem BTE-Gerät kann eine Fehljustierung des Gehäuses beispielsweise dazu führen, dass das Verbindungstück gespannt oder zu sehr verbogen wird und daher eine Zugbelastung auf das Ohrstück ausübt, die das Ohrstück ganz oder teilweise aus dem Ohr zieht. Eine beeinträchtigte akustische Abdichtung des Gehörgangs kann wiederum zu unerwünschten Nebeneffekten führen, z.B. einem erhöhten Störgeräuschlevel oder dem Auftreten von akustischen Rückkopplungen.

[0010] Insbesondere ältere Menschen, die aufgrund altersbedingten Hörverlusts eine typische Nutzergruppe von Hörinstrumenten darstellen, haben aber erfahrungsgemäß häufig erhebliche Probleme, Hörinstrumente korrekt einzusetzen.

[0011] Der Erfindung liegt vor diesem Hintergrund die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Prüfung des ordnungsgemäßen Sitzes eines Hörinstruments zu ermöglichen.

[0012] Bezüglich eines Hörinstruments wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Bezüglich eines Verfahrens zum Betrieb eines Hörinstruments wird die obige Aufgabe erfindungs-

gemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 10. Vorteilhaft und teils für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungen und Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung dargelegt.

[0013] Die Erfindung geht aus von einem Hörinstrument mit einem Gehäuse, das in einer vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr oder in dem Ohr eines Nutzers zu tragen ist. Bei dem Hörinstrument kann es sich also wahlweise um ein BTE-Gerät oder um ein ITE-Gerät, wie eingangs beschrieben, handeln. Im Falle eines BTE-Geräts umfasst das Hörinstrument zusätzlich zu dem hinter dem Ohr getragenen Gehäuse ein in dem Ohr des Nutzers zu platzierendes Ohrstück und ein flexibles Verbindungsteil, das das Gehäuse und das Ohrstück verbindet. Bei dem Hörinstrument handelt es sich in diesem Fall wahlweise um ein klassisches Hörinstrument mit einem in dem Gehäuse angeordneten Hörer oder um ein RIC-Gerät, bei dem der Hörer in dem Ohrstück angeordnet ist. In dem ersteren Fall ist das Verbindungsstück durch einen Schallschlauch gebildet, der den von dem Hörer produzierten Schall dem Ohrstück zuleitet. In dem letzteren Fall handelt es sich bei dem Verbindungsstück um ein elektrisches Verbindungskabel, durch das das Ausgangs-Audiosignal dem im Ohrstück angeordneten Hörer zugeleitet wird.

[0014] In allen vorstehend beschriebenen Ausführungsformen sind in dem Gehäuse weiterhin eine Batterie, eine drahtlose Kommunikationseinrichtung und ein kapazitiver Sensor angeordnet.

[0015] Die drahtlose Kommunikationseinrichtung dient zum drahtlosen Datenaustausch zwischen dem Hörinstrument und einem Peripheriegerät, z.B. einem anderen Hörinstrument oder einem Smartphone des Nutzers, und umfasst eine Antenne und eine damit elektrisch verbundene Sende- und Empfangseinheit (Transceiver).

[0016] Mit dem kapazitiven Sensor können allgemein dielektrisch wirksame oder elektrisch leitfähige Strukturen in der Umgebung des Sensors detektiert werden, nämlich insbesondere Körperstrukturen wie z.B. der Kopf und das Ohr des Nutzers. Der kapazitive Sensor umfasst mindestens eine Sensorelektrode und eine damit elektrisch verbundene Steuer- und Auswerteschaltung (die auch als "Sensorsteuerung" oder "sensor controller" bezeichnet wird). Bei dem erfindungsgemäßen Hörinstrument wird der kapazitive Sensor insbesondere zur Prüfung auf den korrekten Sitz des Gehäuses in dem Ohr bzw. hinter dem Ohr verwendet. Hierbei wird ausgenutzt, dass das von dem kapazitiven Sensor ausgegebene (kapazitive) Sensorsignal aufgrund der Vielfalt der umgebenden Körperstrukturen des Nutzers in charakteristischer Weise von dem Sitz des Gehäuses hinter dem Ohr bzw. in dem Ohr abhängt. Mit anderen Worten ändert sich das von dem kapazitiven Sensor ausgegebene Sensorsignal in charakteristischer Weise, wenn der Nutzer das Gehäuse des Hörinstruments hinter dem Ohr oder in dem Ohr verschiebt. Erkannterweise kann der

korrekte Sitz des Gehäuses in der vorgesehenen Trageposition anhand dieser Abhängigkeit des kapazitiven Sensorsignals erkannt werden.

[0017] Da Hörinstrumente aber sehr kleine Geräte sind, ist erkanterweise die Anordnung der mindestens einen Sensorelektrode in dem Gehäuse problematisch. Vor allem wird bei Hörinstrumenten gewöhnlicherweise die Oberfläche des Gehäuses nahezu ausschließlich von der Batterie und der Antenne der drahtlosen Kommunikationseinrichtung eingenommen. Eine Anordnung der mindestens einen Sensorelektrode des kapazitiven Sensors neben der Batterie und der Antenne wäre nur möglich, wenn die Antenne und die Sensorelektrode hinreichend klein dimensioniert würden, was erkantermaßen die Funktion sowohl der drahtlosen Kommunikationseinrichtung als auch des kapazitiven Sensors in signifikanter Weise beeinträchtigen würde.

[0018] Um diesem Dilemma zu entgehen, sind bei dem erfindungsgemäßen Hörinstrument die Batterie und/oder die Antenne der drahtlosen Kommunikationseinrichtung oder zumindest ein Abschnitt derselben zusätzlich als Sensorelektrode des kapazitiven Sensors genutzt. Mit anderen Worten werden gemäß der Erfindung die Sensorelektrode oder mindestens eine von ggf. mehrere Sensorelektroden des kapazitiven Sensors durch die Batterie bzw. die Antenne oder einen Antennenabschnitt gebildet.

[0019] Hierdurch wird für die Unterbringung der mindestens einen Sensorelektrode in dem Gehäuse - im Vergleich zu konventionellen Hörinstrumenten mit Batterie und drahtloser Kommunikationseinrichtung, aber ohne kapazitiven Sensor - kein zusätzlicher Platz in dem Gehäuse benötigt. Sowohl für die Realisierung der Antenne als auch für die Realisierung der mindestens einen Sensorelektrode kann der verfügbare Platz in dem Gehäuse effektiv ausgenutzt werden, so dass sowohl die drahtlose Kommunikationseinrichtung als auch der kapazitive Sensor ohne gegenseitige Behinderungen betrieben werden können.

[0020] Die Steuer- und Auswerteschaltung (Sensorsteuerung) des kapazitiven Sensors ist vorzugsweise dazu eingerichtet, an die Sensorelektrode eine elektrische Wechselspannung (auch "(kapazitive) Sensorspannung" bezeichnet) anzulegen und ein unter Wirkung dieser Wechselspannung erzeugtes Antwortsignal zu messen, das für eine der Sensorelektrode zugeordnete elektrische Kapazität charakteristisch ist. Die Steuer- und Auswerteschaltung (Sensorsteuerung) ist vorzugsweise als Mikrocontroller ausgebildet. Die Funktionalität der Steuer- und Auswerteschaltung ist in diesem Fall als Software implementiert. Die Steuer- und Auswerteschaltung kann aber im Rahmen der Erfindung auch als nicht programmierbare (analoge oder digitale) elektrische Schaltung ausgebildet sein. In beiden Fällen kann die Steuer- und Auswerteschaltung wahlweise als eigenständiges Bauteil (z.B. als separater integrierter Schaltkreis) oder zusammen mit anderen Funktionen in einer größeren Baueinheit integriert sein, z.B. in dem Signal-

prozessor des Hörinstruments. Die Sensorspannung kann wahlweise als Sinussignal oder mit einem davon abweichenden Zeitverlauf (z.B. als Rechteckpuls- signal, Dreieckpuls- signal oder Sägezahn- pulssignal) erzeugt werden. Sie kann dabei um den Spannungsnullpunkt oder einen davon verschiedenen Spannungsmittelwert variieren.

[0021] Der kapazitive Sensor kann im Rahmen der Erfindung insbesondere auf einem von zwei an sich herkömmlichen Funktionsprinzipien beruhen.

[0022] Gemäß einem ersten Funktionsprinzip, das z.B. als "Ein-Elektrodenmessung" oder "Selbst-Kapazitäts-Messung" (Self Capacitance Sensing) bezeichnet wird, misst die Steuer- und Auswerteschaltung das Antwortsignal an derselben Sensorelektrode, an der sie die Sensorspannung anlegt. Als kapazitätsabhängiges Antwortsignal misst die Steuer- und Auswerteschaltung dabei beispielsweise den unter Wirkung der Sensorspannung auf die mindestens eine Sensorelektrode fließenden Strom oder die Frequenz der Sensorspannung (wobei ausgenutzt wird, dass die Sensorelektrode Teil eines Schwingkreises mit einer kapazitätsabhängig variierenden Resonanz ist). In allen Fällen ist das Antwortsignal hierbei charakteristisch für die (elektrische) Kapazität der mindestens einen Sensorelektrode gegenüber einem externen Massepotential. Als Gegenelektrode des Kondensators, dessen Kapazität der Sensor misst, wirkt bei der "Ein-Elektrodenmessung" somit das externe Massepotential, das hier z.B. durch den Körper des Nutzers gebildet wird.

[0023] Gemäß einem zweiten Funktionsprinzip, das z.B. als "Zwei-Elektrodenmessung", "Sender-Empfänger-Prinzip" oder "Relativ-Kapazitäts-Messung" (Mutual Capacitance Sensing) bezeichnet wird, legt die Steuer- und Auswerteschaltung die Sensorspannung an einer ersten Sensorelektrode (Sendeelektrode) an und misst das Antwortsignal an einer anderen Sensorelektrode (Empfangelektrode). Als kapazitätsabhängiges Antwortsignal misst die Steuer- und Auswerteschaltung in diesem Fall z.B. den unter Wirkung der Sensorspannung über ein elektrisches Feld in der Empfangselektrode erzeugten Strom. Das Antwortsignal hierbei charakteristisch für die (elektrische) Kapazität des Kondensators, der durch die beiden Sensorelektroden gebildet wird. Bei der "Zwei-Elektrodenmessung" wirkt der Körper des Nutzers als Störpotential, das die Kapazität des durch die beiden Sensorelektroden gebildeten Kondensators verändert und hierüber detektiert wird.

[0024] Wie vorstehend erläutert, kann der kapazitive Sensor des erfindungsgemäßen Hörinstruments wahlweise als "Selbst-Kapazitäts-Sensor" (Self Capacitance Sensor) oder als "Relativ-Kapazitäts-Sensor" (Mutual Capacitance Sensor) ausgebildet sein.

[0025] Vorzugsweise ist die drahtlose Kommunikationseinrichtung zur Emission und zum Empfang von elektromagnetischer Strahlung (Funkwellen) mit einer Funkfrequenz von mehr als 100 MHz, vorzugsweise mehr als 1 GHz, insbesondere 2,4 GHz, eingerichtet.

Die Kommunikationseinrichtung ist dabei insbesondere dazu ausgebildet, Daten gemäß dem Bluetooth-Standard zu senden und zu empfangen.

[0026] In zweckmäßiger Ausgestaltung ist die Steuer- und Auswerteschaltung des kapazitiven Sensors dazu eingerichtet, die Sensorspannung mit einer Wechselspannungsfrequenz zu erzeugen, die wesentlich (vorzugsweise mindestens um einen Faktor 10, insbesondere um mindestens einen Faktor 100) geringer als die Funkfrequenz der drahtlosen Kommunikationseinrichtung ist. Durch diese spektrale Trennung werden unerwünschte Wechselwirkungen zwischen der drahtlosen Kommunikationseinrichtung und dem kapazitiven Sensor vermieden. In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die Steuer- und Auswerteschaltung des kapazitiven Sensors dazu eingerichtet, die Sensorspannung mit einer Wechselspannungsfrequenz von weniger als 10 MHz zu erzeugen.

[0027] Um Störungen des kapazitiven Sensors zu vermeiden, ist der kapazitiven Steuer- und Auswerteschaltung und der oder jeder Sensorelektrode in einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung ein frequenzselektiver Filter zwischengeschaltet. In Abhängigkeit davon, ob die Batterie oder die Antenne zur Bildung der jeweiligen Sensorelektrode verwendet werden, ist dieser Filter bevorzugt verschieden ausgestaltet. So ist als frequenzselektiver Filter vorzugsweise (für Gleichspannung sperrender) Hochpassfilter eingesetzt, wenn es sich bei der Sensorelektrode um die Batterie handelt. Dagegen ist der frequenzselektive Filter vorzugsweise durch einen (für die Funkfrequenz der drahtlosen Kommunikationseinrichtung sperrenden) Tiefpassfilter gebildet, wenn es sich bei der Sensorelektrode um die Antenne oder einen Antennenabschnitt handelt. In beiden Fällen kann im Rahmen der Erfindung alternativ ein Bandpassfilter eingesetzt werden, der für die Wechselspannung des kapazitiven Sensors durchlässig ist, aber sowohl Gleichspannungen als auch die Funkfrequenz der drahtlosen Kommunikationseinrichtung sperrt.

[0028] In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung umfasst die Antenne einen ersten (Antennen-)Abschnitt und einen zweiten (Antennen-)Abschnitt, wobei die beiden Antennenabschnitte für niederfrequente Signale mit der Wechselstromfrequenz des kapazitiven Sensors voneinander elektrisch getrennt sind. Vorzugsweise sind die beiden Antennenabschnitte hierbei zumindest überwiegend auf verschiedenen Seiten des Gehäuses angeordnet, die insbesondere einander gegenüberliegen. Bei einem als klassisches BTE- oder RIC-Gerät ausgebildeten Hörinstrument, bei dem das Gehäuse in der vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr getragen wird, ist eine dieser beiden Seiten des Gehäuses in der vorgesehenen Trageposition insbesondere dem Kopf des Nutzers zugewandt, während die andere Seite des Gehäuses in der vorgesehenen Trageposition von dem Kopf des Nutzers abgewandt ist.

[0029] Bei der in zwei Abschnitte gegliederten Antenne ist optional nur einer der beiden Antennenabschnitte als

Sensorelektrode des kapazitiven Sensors genutzt. Alternativ - und bevorzugt - sind die beiden Abschnitte der Antenne als verschiedene Sensorelektroden des kapazitiven Sensors genutzt. In einer zweckmäßigen Ausführung der Erfindung werden die beiden Sensorelektroden dabei unabhängig voneinander betrieben. In diesem Fall wird also an den beiden Sensorelektroden jeweils ein unabhängiges Antwortsignal gemessen, wodurch eine differenzierte Erfassung von Körperstrukturen in der Umgebung des Gehäuses und damit eine besonders präzise Erfassung des Sitzes des Hörinstruments ermöglicht wird. In einer alternativen Ausführung der Erfindung wirken die beiden als Sensorelektroden genutzten Antennenabschnitte als Sende- und Empfangselektrode des - in diesem Fall nach dem "Sender-Empfänger-Prinzip" arbeitenden - kapazitiven Sensors zusammen.

[0030] Ein weitere Verkörperung der Erfindung bezieht sich auf ein Hörsystem, das das erfindungsgemäße Hörinstrument (insbesondere in einer der vorstehend beschriebenen Varianten) sowie eine Sitzkontrolleinheit umfasst. Die Sitzkontrolleinheit ist dabei dazu eingerichtet, anhand eines von dem kapazitiven Sensor ausgegebenen Sensorsignals den Sitz des Gehäuses an dem Ohr des Nutzers zu prüfen. Die Sitzkontrolleinheit, die wahlweise als Software-Modul oder als nicht-programmierbare elektronische Schaltung realisiert ist, nimmt diese Prüfung vorzugsweise vor, indem sie das von dem kapazitiven Sensor ausgegebene Sensorsignal mit einem hinterlegten Referenzwert vergleicht. Da jeder Nutzer eine individuelle Kopf- und Ohrenform hat, wird vorzugsweise auch der Referenzwert hierbei vorzugsweise individuell für den jeweiligen Nutzer bestimmt. In einer alternativen Ausführung umfasst die Sitzkontrolleinheit ein neuronales Netzwerk, dem das Sensorsignal des kapazitiven Sensors zugeführt wird, und das insbesondere individuell auf den jeweiligen Nutzer eingelernt ist, um anhand des Sensorsignal den Sitz des Hörinstruments zu prüfen. Die Sitzkontrolleinheit ist vorzugsweise in dem Hörinstrument integriert. In diesem Fall kann das Hörsystem auch nur aus dem mit der Sitzkontrolleinheit ausgestatteten Hörinstrument selbst bestehen. Alternativ dazu ist die Sitzkontrolleinheit außerhalb des Hörinstruments, z.B. in einem Peripheriegerät oder einer Software-Applikation (Hör-App) des Hörsystems angeordnet.

[0031] Die Sitzkontrolleinheit ist weiterhin dazu eingerichtet, bei Feststellung einer Abweichung des Sitzes von der vorgesehenen Trageposition die Ausgabe einer Meldung zu veranlassen, die den Nutzer auf den abweichenden Sitz des Gehäuses hinweist. Diese Meldung wird vorzugsweise durch Ausgabe einer Textnachricht oder eines graphischen Hinweises (z.B. in Form einer schematischen Darstellung des an dem Ohr angeordneten Hörinstrumentengehäuses) auf einem Peripheriegerät angezeigt, z.B. durch eine dem Hörinstrument zugeordnete Hör-App auf dem Display eines Smartphones des Nutzers. Zusätzlich oder alternativ wird die Meldung durch das Hörinstrument selbst ausgegeben, z.B. in

Form eines Signaltons, einer über den Hörer des Hörinstruments ausgegebenen Sprachnachricht oder durch ein taktiles Signal (z.B. Vibration).

[0032] In einer weiteren Ausführung ist die Sitzkontroll-
einheit dazu eingerichtet, anhand des von dem kapazitiven Sensor ausgegebenen kapazitiven Sensorsignals mindestens einen Signalverarbeitungsparameter des Hörinstruments einzustellen, um die Signalverarbeitung (d.h. die Funktion des Signalprozessors) des Hörinstruments an den Sitz des Gehäuses anzupassen. Insbesondere passt die Sitzkontrollereinheit hierbei die Ausrichtung eines Beamformers des Hörinstruments derart an, dass eine festgestellte Abweichung des Sitzes des Gehäuses von der vorgesehenen Trageposition kompensiert wird.

[0033] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Sitzkontrollereinheit dazu eingerichtet, die beiden vorstehend beschriebenen

[0034] Ausführungsvarianten zu kombinieren, indem sie bei Feststellung einer geringen Abweichung des Sitzes von der vorgesehenen Trageposition mindestens einen Signalverarbeitungsparameter des Hörinstruments (insbesondere die Ausrichtung eines Beamformers) einstellt, um die Signalverarbeitung des Hörinstruments an den Sitz des Gehäuses anzupassen, und nur bei Feststellung einer großen Abweichung des Sitzes von der vorgesehenen Trageposition die Ausgabe der den Nutzer auf den abweichenden Sitz des Gehäuses hinweisenden Meldung veranlasst.

[0035] Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt das erfindungsgemäße Hörinstrument in einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen. Die vorstehenden Angaben zu Ausführungsvarianten und Bestandteilen des Hörinstruments und den damit verbundenen Effekten und Vorteilen gelten daher sinngemäß auch für entsprechende Ausführungsformen des Verfahrens, und umgekehrt.

[0036] Im Zuges des erfindungsgemäßen Verfahrens wird unter Nutzung der Batterie und/oder der Antenne oder eines Abschnitts derselben als Sensorelektrode des kapazitiven Sensors ein kapazitives Sensorsignal als Maß für den Sitz des Gehäuses hinter oder in dem Ohr des Nutzers ermittelt. Bei einer Feststellung einer Abweichung des Sitzes von der vorgesehenen Trageposition wird dabei eine auf den abweichenden Sitz des Gehäuses hinweisende Meldung ausgegeben. Zusätzlich oder alternativ hierzu wird anhand des von dem kapazitiven Sensor ausgegebenen kapazitiven Sensorsignals mindestens ein Signalverarbeitungsparameter des Hörinstruments eingestellt, um die Signalverarbeitung des Hörinstruments an den Sitz des Gehäuses anzupassen.

[0037] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung ein Hörsystem mit einem Hörinstrument und einer in einem Smartphone des Nutzers installierten

Software-Applikation (Hör-App), wobei das Hörinstrument als Hörgerät mit einem in dem Gehörgang des Nutzers anzuordnenden Ausgangswandler (Hörer) und einem in einer vorgesehenen Trageposition hinter einem Ohr eines Nutzers tragbaren Gehäuse ausgebildet ist, wobei in dem Gehäuse unter anderem eine Batterie, eine drahtlose Kommunikationseinrichtung mit einer Antenne sowie ein kapazitiver Sensor angeordnet sind, und wobei die Batterie und/oder die Antenne oder ein Abschnitt derselben als Sensorelektrode des kapazitiven Sensors genutzt sind,

Fig. 2 in einer Explosionsdarstellung ein konkrete Realisierung des Hörinstruments gemäß Fig. 1 mit geöffnetem Gehäuse,

Fig. 3 in perspektivischer Darstellung die Batterie, die Antenne und einen mit gestrichelten Linien angedeuteten Elektronikrahmen des Hörinstruments,

Fig. 4 in schematischer Darstellung eine Ausführungsform der drahtlosen Kommunikationseinrichtung und des kapazitiven Sensors, bei der zwei Abschnitte der Antenne als verschiedene Sensorelektroden des kapazitiven Sensors genutzt sind, und wobei die beiden Antennenabschnitte derart mit einer Steuer- und Auswerteschaltung des kapazitiven Sensors verschaltet sind, dass sie als Sende- und Empfangselektrode zusammenwirken und dass die Steuer- und Auswerteschaltung ein Antwortsignal misst, das für die Kapazität des aus den beiden Antennenabschnitten gebildeten Kondensators charakteristisch ist,

Fig. 5 in Darstellung gemäß Fig. 4 eine alternative Ausführungsform der drahtlosen Kommunikationseinrichtung und des kapazitiven Sensors, bei der ebenfalls zwei Abschnitte der Antenne als verschiedene Sensorelektroden des kapazitiven Sensors genutzt sind, wobei aber die beiden Antennenabschnitte derart mit einer Steuer- und Auswerteschaltung des kapazitiven Sensors verschaltet sind, dass sie als voneinander unabhängige Sensorelektroden betrieben werden, und dass die Steuer- und Auswerteschaltung an jeder der beiden Antennenabschnitte ein Antwortsignal misst, das für die Kapazität des jeweiligen Antennenabschnitts gegen ein externes Massenpotential charakteristisch ist,

Fig. 6 in Darstellung gemäß Fig. 4 eine Variante der dortigen Ausführungsform der drahtlosen Kommunikationseinrichtung und des kapazitiven

ven Sensors, bei der zusätzlich zu den beiden Antennenabschnitten die beiden Pole der Batterie als weitere Sensorelektroden des kapazitiven Sensors genutzt sind, und

Fig. 7 in schematischer Darstellung ein Beispiel einer Warnmeldung, die auf Veranlassung einer Sitzkontrolleinheit des Hörsystems auf einem Display des Smartphones angezeigt wird, wenn die Sitzkontrolleinheit anhand eines Sensorsignals des kapazitiven Sensors einen von der vorgesehenen Trageposition signifikant abweichenden Sitz des Gehäuses feststellt.

[0038] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren stets mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0039] Fig. 1 zeigt in grob schematischer Darstellung ein Hörsystem 2, das aus einem Hörinstrument 4 und einer zugehörigen Software-Applikation (Hör-App 6) gebildet ist.

[0040] Bei dem Hörinstrument 2 handelt es sich beispielhaft um ein Hörgerät, d.h. ein zur Unterstützung des Hörvermögens eines hörgeschädigten Nutzers eingerichtetes Hörinstrument. In der hier dargestellten Ausführungsform ist das Hörinstrument 2 als RIC-Gerät ausgebildet. Es umfasst demnach ein Gehäuse 8, das bestimmungsgemäß hinter einem Ohr eines Nutzers getragen wird, sowie ein Ohrstück 10, das bestimmungsgemäß in den Gehörgang des Nutzers eingesetzt wird, wobei in dem Ohrstück 10 ein elektro-akustischer Ausgangswandler (Hörer 12) integriert ist. Das Hörinstrument 2 umfasst weiterhin ein flexibles Verbindungsstück 14, das das Gehäuse 8 mit dem Ohrstück 10 mechanisch verbindet. Im Fall des in Fig. 1 dargestellten RIC-Geräts umfasst das Verbindungsstück 14 ein elektrisches Anschlusskabel für den Hörer 12.

[0041] Innerhalb eines Gehäuses 8 weist das Hörinstrument 4 folgende Komponenten auf:

- mindestens ein Mikrofon 16 (im dargestellten Beispiel zwei Mikrofone 16) als Eingangswandler,
- einen (insbesondere digitalen) Signalprozessor 18,
- eine Batterie 20,
- eine drahtlose Kommunikationseinrichtung 22 mit einer Antenne 24 und einer damit elektrisch verbundenen Sende- und Empfangseinheit (Transceiver 26), sowie
- einen kapazitiven Sensor 28, der aus einer Steuer- und Auswerteschaltung (Sensorsteuerung 30) und mehreren (in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zwei) Sensorelektroden 32 und 34 gebildet ist.

[0042] Im Normalbetrieb des Hörinstruments 4 nehmen die Mikrofone 16 jeweils einen Luftschall aus der Umgebung des Hörinstruments 4 auf. Die Mikrofone 16 wandeln den Schall in ein (Eingangs-)Audiosignal I um,

d.h. in ein elektrisches Signal, das eine Information über den aufgenommenen Schall enthält. Das jeweilige Eingangsaudiosignal I wird innerhalb des Hörinstruments 4 dem Signalprozessor 18 zugeführt, der dieses Eingangsaudiosignal I zur Unterstützung des Hörvermögens des Nutzers modifiziert, insbesondere zur Kompensation eines Hörverlusts des Nutzers frequenzselektiv verstärkt.

[0043] Der Signalprozessor 18 gibt über eine in dem Gehäuse 8 und dem Verbindungsstück 14 geführte elektrische Signalleitung 36 ein Ausgangsaudiosignal O, also wiederum ein elektrisches Signal, das in diesem Fall eine Information über den verarbeiteten und somit modifizierten Schall enthält, an den Hörer 12 aus. Der Signalprozessor 18 und alle weiteren elektrischen oder elektronischen Komponenten des Hörinstruments 4 werden aus der Batterie 20 mit einer als Betriebsspannung U_B bezeichneten elektrischen Gleichspannung versorgt.

[0044] Die drahtlose Kommunikationseinrichtung 22 dient zum (drahtlosen) Datenaustausch zwischen dem Hörinstrument 4 und der Hör-App 6 und/oder gegebenenfalls weiteren Komponenten des Hörsystems 2, z.B. einem (nicht dargestellten) weiteren Hörinstrument 4 für das andere Ohr des Nutzers.

[0045] Die Hör-App 6 dient insbesondere zur Fernsteuerung und Programmierung des Hörinstruments 4. Im Betrieb des Hörsystems 2 ist die Hör-App 6 lauffähig auf einem (insbesondere mobilen) Computer installiert. Im dargestellten Beispiel handelt es sich bei diesem Computer um ein Smartphone 38 des Nutzers. Der Computer, insbesondere das Smartphone 38, ist dabei selbst kein Bestandteil des Hörsystems 2, sondern wird von der Hör-App 6 nur als externe Ressource für Rechenleistung, Speicherplatz und Kommunikationsdienste verwendet. Insbesondere greift die Hör-App 6 auf eine (nicht näher dargestellte) drahtlose Kommunikationseinrichtung des Smartphones 38 zu, um Daten mit dem Hörinstrument 4 auszutauschen. Die drahtlose Kommunikationseinrichtung 22 des Hörinstruments 4 und die drahtlose Kommunikationseinrichtung des Smartphones 38 sind dabei allgemein zum Austausch von Funksignalen (auch Radiowellen, nämlich elektromagnetischer Strahlung mit einer Funkfrequenz von mehr als 100 MHz) ausgebildet. Vorzugsweise erfolgt die Datenübertragung zwischen dem Hörinstrument 4 und dem Smartphone 38 (und damit der Hör-App 6) auf Basis des Bluetooth-Standards, bei einer Funkfrequenz von 2,4 GHz.

[0046] Der kapazitive Sensor 28 dient zur Detektion des Sitzes des Gehäuses 8 am Ohr des Nutzers, also zur Prüfung, ob sich das Gehäuse 8 in einer vorgesehenen Trageposition oder einer davon abweichenden Lage befindet. Als Sensorelektrode(n) 32, 34 nutzt der kapazitive Sensor 28 hierbei die Batterie 20 und/oder die Antenne 24. Die Batterie 20 bzw. die Antenne 24 sind hierzu auch mit der Sensorsteuerung 30 elektrisch verbunden. Die Sensorsteuerung 30 steuert die als Sensorelektrode 32 genutzte Batterie 20 bzw. die als Sensorelektrode 34 genutzte Antenne 24 mit einer als Sensorspannung U_s bezeichneten elektrischen Wechselspannung an, deren

Wechselspannungsfrequenz zwischen 20 kHz und 10 MHz liegt und beispielsweise 100 kHz beträgt. Die Sensorspannung U_s liegt somit spektral mit Abstand zwischen der von der Batterie 20 erzeugten Betriebsspannung U_B einerseits und der Funkfrequenz der drahtlosen Kommunikationseinrichtung 22 andererseits.

[0047] Der Signalprozessor 18, der Transceiver 26 und die Sensorsteuerung 30 sind jeweils wahlweise durch eine programmierbare Schaltung (z.B. einen Mikroprozessor) mit einer darin installierten Software, durch eine nicht-programmierbare Schaltung (z.B. in Form eines ASIC) oder durch eine Kombination aus mindestens einer programmierbaren Untereinheit und mindestens einer nicht-programmierbaren Untereinheit gebildet. Wie in Fig. 1 beispielhaft angedeutet, können der Signalprozessor 18, der Transceiver 26 und die Sensorsteuerung 30 als jeweils separate Schaltkreise ausgebildet sein. Alternativ hierzu sind der der Transceiver 26 und/oder die Sensorsteuerung 30 mit dem Signalprozessor 18 und/oder mindestens einer gegebenenfalls vorhandenen weiteren Steuereinheit des Hörinstruments 4 in einem gemeinsamen Schaltkreis integriert.

[0048] Fig. 2 zeigt eine konkrete Realisierung des Hörinstruments 4 aus Fig. 1 mit dem hier zweiteilig ausgebildeten Gehäuse 8, das einen Gehäusedeckel 40 und eine damit zusammensetzbare Gehäuseschale 42 aufweist. In Fig. 2 ist das Hörinstrument 4 in einer Explosionsdarstellung dargestellt, in der der Gehäusedeckel 40 von der Gehäuseschale 42 abgenommen ist. In dieser Darstellung ist ein in die Gehäuseschale 42 eingesetzter Elektronikrahmen 44 des Hörinstruments 4 zu sehen, an dem mit Ausnahme des Hörers 12 alle elektrischen und elektronischen Komponenten des Hörinstruments 4 gehalten sind, insbesondere die Mikrofone 16, der Signalprozessor 18, die Batterie 20 (zu der in Fig. 2 aber nur eine leere Batterieaufnahme 46 des Elektronikrahmens 44 gezeigt ist), die drahtlose Kommunikationseinrichtung 22 und der kapazitive Sensor 28. Die Antenne 24 ist hierbei auf der Oberfläche des Elektronikrahmens 44 aufgebracht. Die Anordnung der Batterie 20 und der Antenne 24 bezüglich des Elektronikrahmens 44 ist in Fig. 3 nochmals verdeutlicht; der Elektronikrahmen 44 ist hier lediglich durch eine gestrichelte Linie angedeutet.

[0049] Aus der Darstellung der Fig. 3 wird deutlich, dass die Antenne 24 aus zwei schleifenförmigen (Antennen-)Abschnitten 48 und 50 gebildet ist, die größtenteils auf einander gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses 8 angeordnet sind. Bei einer Ausführung des Hörinstruments 4 für das rechte Ohr des Nutzers ist der Antennenabschnitt 48 auf der Seite des Gehäuses 8 angeordnet, die in der Trageposition dem Kopf des Nutzers zugewandt ist, während der Antennenabschnitt 50 auf der Seite des Gehäuses 8 angeordnet ist, die in der Trageposition von dem Kopf des Nutzers abgewandt ist. Bei einer Ausführung des Hörinstruments 4 für das linke Ohr des Nutzers ist dagegen der Antennenabschnitt 48 auf der Seite des Gehäuses 8 angeordnet, die in der Trageposition von dem Kopf des Nutzers abgewandt ist, wäh-

rend der Antennenabschnitt 50 auf der Seite des Gehäuses 8 angeordnet ist, die in der Trageposition dem Kopf des Nutzers zugewandt ist. Von dem Antennendesign her bildet die in den Fig. 2 und 3 abgebildete Antenne 24 eine Faltdipol-Antenne.

[0050] Im Rahmen des kapazitiven Sensors 28 kann die Antenne 24 in unterschiedlicher Weise genutzt werden. So wird in einer (in Fig. 1 angedeuteten) Ausführungsform die gesamte Antenne 24 als eine einzige Sensorelektrode 34 genutzt. In bevorzugten Ausführungsformen, die die in den Fig. 4 und 5 dargestellt sind, werden die beiden Antennenabschnitte 48 und 50 der Antenne 24 aber als verschiedene Sensorelektroden 34a und 34b genutzt. Um im Rahmen des kapazitiven Sensors 28 eine elektrische Trennung der beiden Antennenabschnitte 48, 50 bzw. Sensorelektroden 34a, 34b zu realisieren, ohne die Funktion der Antenne 24 im Rahmen der drahtlosen Kommunikationseinrichtung 22 zu beeinträchtigen, ist den beiden Antennenabschnitten 48 und 50 ein elektrischer Hochpassfilter 52 (z.B. in Form eines Kondensators) zwischengeschaltet, der für hochfrequente elektrische Signale der Funkfrequenz durchlässig ist, aber für die demgegenüber niederfrequente Sensorspannung U_s sperrt. Weiterhin ist in jeder der elektrischen Verbindungen der Sensorsteuerung 30 mit den Antennenabschnitten 48 und 50 jeweils ein weiterer frequenzselektiver elektrischer Filter, hier in Form eines elektrischen Tiefpassfilters 54 geschaltet, der für die Sensorspannung U_s durchlässig ist, aber für hochfrequente elektrische Signale der Funkfrequenz sperrt.

[0051] In den beiden Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 4 und 5 werden die beiden Antennenabschnitte 48 und 50 (alias Sensorelektroden 34a und 34b) von der Sensorsteuerung 30 unterschiedlich angesteuert.

[0052] In der Ausführung gemäß Fig. 4 werden die Sensorelektroden 34a und 34b von der Sensorsteuerung 30 als Sendeelektrode bzw. Empfangselektrode betrieben. Die Sensorsteuerung 30 legt hierbei die Sensorspannung U_s an der Sensorelektrode 34a an. Unter Wirkung der Sensorspannung U_s erzeugt die Sensorelektrode 34a in einem umgebenden Raumvolumen ein mit der Wechselspannungsfrequenz wechselndes elektrisches Feld E , das in der Sensorelektrode 34b eine Ladungsverschiebung, und damit einen elektrischen Stromfluss hervorruft. Die Sensorsteuerung 30 misst vorzugsweise die Stromstärke dieses Stromflusses an der Sensorelektrode 34b als Antwortsignal A , wobei dieses Antwortsignal A charakteristisch für die (elektrische) Kapazität des durch die Sensorelektroden 34a und 34b gebildeten Kondensators ist. Der kapazitive Sensor 28 ist somit als "Relativkapazitätssensor" (Mutual Capacity Sensor) ausgebildet.

[0053] Nahe an dem Gehäuse 8 angeordnete (und in Fig. 4 schematisch angedeutete) Körperstrukturen 56 des Nutzers, z.B. der Kopf und das Ohr, hinter dem das Gehäuse 8 getragen wird, wirken aufgrund der Wechselstromleitfähigkeit des menschlichen Körpers und der elektrischen Verbindung des Körpers mit der

Sensorsteuerung 30 über Masse M als Störpotential, das die Kapazität des durch die Sensorelektroden 34a und 34b gebildeten Kondensators, und damit den Wert des gemessenen Antwortsignals A umso mehr erniedrigt, je größer die Körperstruktur ist, und je näher sie an der Antenne 24 angeordnet ist.

[0054] In der Ausführung gemäß Fig. 5 werden die Sensorelektroden 34a und 34b von der Sensorsteuerung 30 als separate (d.h. voneinander unabhängige) Sensorelektroden betrieben. Die Sensorsteuerung 30 legt hierbei die Sensorspannung U_s an beide Sensorelektroden 34a und 34b an und misst das unter Wirkung der Sensorspannung U_s erzeugte Antwortsignal A unabhängig für jede der Sensorelektroden 34a und 34b; auch in diesem Fall wird vorzugsweise die Stromstärke des auf die jeweilige Sensorelektrode 34a, 34b fließenden Stroms als Antwortsignal A gemessen. Das der jeweiligen Sensorelektrode 34a, 34b zugeordnete Antwortsignal A ist hierbei charakteristisch für die Kapazität der jeweiligen Sensorelektroden 34a und 34b gegenüber Masse M. Der kapazitive Sensor 28 ist somit in dieser Ausführungsform als "Selbstkapazitätssensor" (Self Capacity Sensor) ausgebildet. Die beiden Sensorelektroden 34a und 34b werden vorzugsweise gleichphasig mit der Sensorspannung U_s beaufschlagt, so dass zwischen den beiden Sensorelektroden 34a und 34b selbst kein elektrisches Feld E verläuft.

[0055] Das von der jeweiligen Sensorelektrode 34a, 34b unter Wirkung der Steuerspannung U_s erzeugte elektrische Feld E verläuft hier zwischen der jeweiligen Sensorelektrode 34a, 34b und den nächstliegenden Körperstrukturen 56 des Nutzers. Die für Wechselspannungen auf Masse M liegenden Körperstrukturen 56 des Nutzers in der Nähe des Gehäuses 8, insbesondere also der Kopf und das angrenzende Ohr, wirken in dieser Ausführung des kapazitiven Sensors 28 als Gegenelektrode zu der jeweiligen Sensorelektrode 34a, 34b. Jede der Sensorelektroden 34a, 34b bildet in anderen Worten zusammen mit den nächstliegenden Körperstrukturen 56 den Kondensator, dessen Kapazität an der jeweilige Sensorelektrode 34a, 34b gemessen wird. Diese Kapazität und damit der Wert des gemessenen Antwortsignals A wird - anders als bei der Ausführung gemäß Fig. 4 - umso höher, je größer die Körperstrukturen 56 sind, und je näher sie an der jeweiligen Sensorelektrode 34a, 34b angeordnet sind.

[0056] Die Ausführungsform gemäß Fig. 5 hat gegenüber der Ausführung gemäß Fig. 4 den Vorteil, dass sie bei vergleichbarer struktureller Komplexität zwei Antwortsignale A statt einem einzigen Antwortsignal A liefert und damit die Umgebung genauer detektieren kann. Die Ausführungsform gemäß Fig. 5 ist allerdings anfälliger gegenüber (ungewollten) Störungen als die Ausführungsform gemäß Fig. 4.

[0057] In einer weiteren Ausführungsform gemäß Fig. 6, werden die beiden Antennenabschnitte 48,50 (alias Sensorelektroden 34a, 34b) - analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 - als Sende- und

Empfangselektrode betrieben. Zusätzlich nutzt die Sensorsteuerung 30 in der Ausführung gemäß Fig. 6 aber die beiden Pole der Batterie 20 als weitere Sensorelektroden 32a und 32b. In der Ausführung gemäß Fig. 6 werden diese Sensorelektroden 32a und 32b von der Sensorsteuerung 30 ebenfalls als Sende- und Empfangselektrode betrieben, indem die Sensorsteuerung 30 die Sensorspannung U_s an die Sensorelektrode 32a anlegt und das Antwortsignal A (nämlich wiederum die Stromstärke des unter Wirkung der Sensorspannung U_s und des dadurch hervorgerufenen elektrischen Feldes E erzeugten Stromflusses) an der Sensorelektrode 32b misst. Das Antwortsignal A ist hierbei charakteristisch für die Kapazität des durch die Sensorelektroden 32a und 32b gebildeten Kondensators. Der kapazitive Sensor 28 ist somit auch bezüglich der als Sensorelektroden 32a, 32b genutzten Pole der Batterie 20 als "Relativkapazitätssensor" (Mutual Capacity Sensor) ausgebildet. Um die Sensor-Eingänge und -Ausgänge der Sensorsteuerung 30 elektrisch von der Betriebsspannung U_B abzukoppeln, ist der Sensorsteuerung 30 und jedem der beiden Pole der Batterie 20 (alias der beiden Sensorelektroden 32a und 32b) jeweils ein frequenzselektiver elektrischer Filter, hier in Form eines elektrischen Hochpassfilters 58 geschaltet, der für die Sensorspannung U_s durchlässig ist, aber für die von der Batterie 20 als Gleichspannung ausgegebene Betriebsspannung U_B sperrt.

[0058] Zusätzlich zu den anhand von Fig. 4 bis 6 beschriebenen Ausführungsbeispielen des kapazitiven Sensors 28 können im Rahmen der Erfindung zahlreiche weitere Ausführungsformen eingesetzt werden, die sich insbesondere aus anderen Kombinationen der vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen ergeben. Beispielsweise können in einer Abwandlung der Ausführungsform gemäß Fig. 6 auch die Sensorelektroden 32a und 32b - analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 - als unabhängige Sensorelektroden betrieben werden. Zudem kann in weiteren Abwandlung der Ausführungsform gemäß Fig. 6 auch eine der an der Batterie 20 ausgebildeten Sensorelektroden 32a, 32b mit einer der an der Antenne 24 ausgebildeten Sensorelektroden 34a, 34b als zusammenwirkendes Paar von Sende- und Empfangselektroden genutzt werden.

[0059] In allen vorstehend beschriebenen Ausführungsformen wird das oder jedes gemessene Antwortsignal A im Betrieb des Hörinstruments 4 in einem Verfahren zur Überprüfung des Sitzes des Hörinstruments 4 herangezogen. Zur automatischen Durchführung dieses Verfahrens umfasst das Hörsystem 2 eine Sitzkontrolleinheit 60, die dazu eingerichtet ist, anhand eines von dem kapazitiven Sensor 28 ausgegebenen Sensorsignals S den Sitz des Gehäuses 8 an dem Ohr des Nutzers zu prüfen, d.h. festzustellen, ob sich das Gehäuse 8 in einer vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr des Nutzers befindet oder ob der Sitz des Gehäuses 8 von der vorgesehenen Trageposition abweicht.

[0060] Die Sitzkontrolleinheit 60 kann im Rahmen der

Erfindung durch eine nicht-programmierbare elektronische Schaltung gebildet sein, z.B. in Form oder als Teil eines ASIC. Vorzugsweise ist die Sitzkontrolleinheit 60 aber durch ein Software-Modul gebildet, das beispielsweise in dem Signalprozessor 18 (s. Fig. 1) oder ggf. einer anderen programmierbaren Steuerschaltung des Hörinstruments 4 lauffähig installiert ist. In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist die Sitzkontrolleinheit 60 außerhalb des Hörinstruments 4 als Teil der Hör-App 6 implementiert.

[0061] Das von der Sensorsteuerung 30 an die Sitzkontrolleinheit 60 ausgegebene Sensorsignal S enthält den (unveränderten) Wert des oder jedes Antwortsignals A oder eine hieraus abgeleitete Größe, beispielsweise die der oder jeder Sensorelektrode 32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b zugeordnete Kapazität oder eine dazu invertierte oder skalierte Größe.

[0062] Um den Sitz des Gehäuses 8 hinter dem Ohr des Nutzers zu kontrollieren, vergleicht die Sitzkontrolleinheit 60 das Sensorsignal S in einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens mit einem hinterlegten Referenzwert, der den Wert des Sensorsignals S bei Positionierung des Gehäuses 8 in der vorgesehenen Trageposition wiedergibt. Sofern die Sitzkontrolleinheit 60 eine signifikante Abweichung des Sensorsignals S von dem Referenzwert feststellt (insbesondere eine Abweichung, die einen vorgegebenen Toleranzwert übersteigt, veranlasst sie die Ausgabe einer (Warn-)Meldung an den Nutzer, die den Nutzer auf den falschen (d.h. von der vorgesehenen Trageposition abweichenden) Sitz des Gehäuses 8 hinweist.

[0063] Da der Wert des Sensorsignals S auch von der Annäherung weitere Körperteile an das Gehäuse 8 beeinflusst wird, z.B. der Annäherung einer Hand oder eines Fingers, diese Störeinflüsse aber in der Regel nur von kurzer Dauer sind, ist die Sitzkontrolleinheit 60 vorzugsweise dazu ausgebildet, die Ausgabe der Warnmeldung nur dann zu veranlassen, wenn das Sensorsignal S von dem Referenzwert länger als ein vorgegebenes Zeitintervall (z.B. mehr als 2 min) dauerhaft signifikant abweicht.

[0064] Die Warnmeldung wird beispielsweise in Form

- eines über den Hörer 12 in das Ohr des Nutzers abgegebenen oder von der Hör-App 6 über einen Lautsprecher des Smartphones 38 ausgegebenen Signaltons,
- einer über den Hörer 12 in das Ohr des Nutzers abgegebenen oder von der Hör-App 6 über einen Lautsprecher des Smartphones 38 ausgegebenen Sprachnachricht,
- einer von der Hör-App 6 über das Display des Smartphones 38 angezeigten Textnachricht oder Graphik,
- oder eines über das Hörinstrument 4 oder das Smartphone 38 ausgegebenen taktilen Alarms (z.B. eines Vibrationssignals)

oder einer Kombination der vorstehend genannten Be-

nachrichtigungsmethoden erzeugt. Der Referenzwert wird vorzugsweise bei der Anpassung des Hörinstruments 4 an den Nutzer (Fitting) individuell eingelernt, z.B. indem das Sensorsignal S erfasst und als Referenzwert abgespeichert wird, nachdem das Gehäuse 8 von einer Fachperson in der korrekten vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr des Nutzers positioniert wurde.

[0065] In einer weiterentwickelten Ausführung der Erfindung ist in der Sitzkontrolleinheit 60 nicht nur ein einzelner Referenzwert für das Sensorsignal S gespeichert, sondern eine Funktion oder Kennlinie bzw. Kennwertetabelle, die zusätzlich zu dem für die vorgesehene Trageposition charakteristischen Kennwert auch Kennwerte für abweichende Positionen des Gehäuses 8 hinter dem Ohr enthält. Die Funktion, Kennlinie oder Kennwertetabelle wird beispielsweise ebenfalls bei der Anpassung des Hörinstruments an den Nutzer ermittelt, indem das Gehäuse 8 durch eine Fachperson an verschiedenen Positionen hinter dem Ohr platziert wird, und indem in jeder Position der jeweilige Wert des Sensorsignals S zusammen mit einer Positionsangabe erfasst und abgespeichert wird. In dieser Ausführung ermittelt die Sitzkontrolleinheit 60 im Betrieb des Hörinstruments 4 verfahrensgemäß durch Vergleich des aktuellen Werts des Sensorsignals S mit der Funktion, Kennlinie oder Kennwertetabelle nicht lediglich qualitativ, ob der Sitz des Gehäuses 8 mit der vorgesehenen Trageposition übereinstimmt. Vielmehr ermittelt die Sitzkontrolleinheit 60 hierbei quantitativ, wie stark und in welche Richtung der Sitz des Gehäuses 8 von der vorgesehenen Trageposition abweicht.

[0066] Sofern die Sitzkontrolleinheit 60 in der vorstehend genannten Ausführungsform eine signifikante Abweichung des Sensorsignals S von dem für die vorgesehene Trageposition ermittelten Referenzwert feststellt, veranlasst sie (z.B. unter Nutzung einer der vorstehend beschriebenen Methoden) die Ausgabe einer Warnmeldung an den Nutzer, die den Nutzer auf den falschen Sitz des Gehäuses 8 hinweist und eine Anweisung zur Korrektur des Sitzes enthält.

[0067] Alternativ stellt die Sitzkontrolleinheit 60 anhand des von dem kapazitiven Sensor 28 ausgegebenen Sensorsignals S mindestens einen Signalverarbeitungsparameter des Hörinstruments 4 ein, so dass eine Auswirkung der Fehlpositionierung des Gehäuses 8 ganz oder teilweise kompensiert wird. Beispielsweise verstellt die Sitzkontrolleinheit 60 einen Beamformer des Signalprozessors 18 des Hörinstruments 4 derart, dass eine Richtkeule des Beamformers auch bei fehlpositioniertem Gehäuse 8 genauso bezüglich des Kopfes des Nutzers ausgerichtet ist wie in der vorgesehenen Trageposition (z.B. stets senkrecht zur Longitudinalachse des Kopfes).

[0068] In einer weiter verfeinerten Ausführung der Erfindung folgt die Sitzkontrolleinheit 60 einem differenziierten Verfahrensablauf. Hierbei passt die Sitzkontrolleinheit 60 den mindestens einen Signalverarbeitungsparameter des Hörinstruments 4 nur dann - wie vorstehend beschrieben - zur Kompensation eines festgestell-

ten Fehlsitzes des Gehäuses 8 an, wenn die festgestellte Abweichung des Sitzes des Gehäuses 8 von der vorgesehenen Trageposition gering ist (insbesondere einen hinterlegten Schwellwert nicht übersteigt). Andernfalls, d.h. bei einer stärkeren Fehlpositionierung des Gehäuses 8, veranlasst die Sitzkontrolleinheit 60, wie ebenfalls vorstehend beschrieben, die Ausgabe der Warnmeldung, die den Nutzer auf den Fehlsitz des Gehäuses 8 hinweist und eine Anweisung zur Korrektur des Sitzes enthält.

[0069] Ein Beispiel für eine graphische Variante einer solchen Warnmeldung, die auf Veranlassung der Sitzkontrolleinheit 60 von der Hör-App 6 auf dem Display des Smartphones 38 angezeigt wird, ist in Fig. 7 dargestellt. Die beispielhafte Warnmeldung enthält eine Abbildung eines menschlichen Ohres 62, eine erste Abbildung 64 des Gehäuses 8 in dem anhand des Sensorsignals S festgestellten aktuellen Sitz (in Fig. 7 gezeigt mit durchgezogener Linie) sowie eine weitere Abbildung 66 des Gehäuses 8 in der vorgesehenen Trageposition (in Fig. 7 gezeigt mit gestrichelter Linie). Die Anweisung zur Korrektur des Sitzes kann der Nutzer hier bereits aus der dargestellten Abweichung der beiden Abbildungen 64 und 66 des Gehäuses 8 entnehmen. Als zusätzliche (optionale) Anweisung zur Korrektur des Sitzes enthält die Warnmeldung einen Pfeil 68, der den Nutzer in dem dargestellten Beispiel anweist, das Gehäuse 8 an dem Ohr weiter nach unten zu verschieben.

[0070] In einer weiteren Ausführung der Erfindung enthält die Sitzkontrolleinheit 60 ein individuell auf den Nutzer trainiertes neuronales Netzwerk, das das Sensorsignal S als Eingangssignal enthält und im Falle eines signifikanten Fehlsitzes des Gehäuses 8 mindestens eine Korrekturmaßnahme veranlasst, insbesondere (wie vorstehend beschrieben) eine Anpassung mindestens eines Signalverarbeitungsparameters des Hörinstruments 4 zur Kompensation des Fehlsitzes und/oder die Ausgabe einer Warnmeldung an den Nutzer.

[0071] In weiteren Ausführungen der Erfindung handelt es sich bei dem Hörinstrument um ein klassisches BTE-Gerät mit einem hinter dem Ohr getragenen Gehäuse und einem in diesem Gehäuse angeordneten Hörer oder um ein ITE-Gerät mit einem in dem Gehörgang getragenen Gehäuse. Die vorstehenden Ausführungen zur Ausführung und Anordnung des kapazitiven Sensors und zur Prüfung des Sitzes des Gehäuses hinter dem Ohr bzw. in dem Ohr können auf diese Gerätetypen einfach übertragen werden.

[0072] Die Erfindung wird an den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen besonders deutlich, ist hierauf aber keineswegs beschränkt. Vielmehr können weitere Ausführungsformen der Erfindung aus den Ansprüchen und der vorstehenden Beschreibung abgeleitet werden.

Bezugszeichenliste

[0073]

2	Hörsystem
4	Hörinstrument
6	Hör-App
8	Gehäuse
5 10	Ohrstück
12	Hörer
14	Verbindungsstück
16	Mikrofon
18	Signalprozessor
10 20	Batterie
22	(drahtlose) Kommunikationseinrichtung
24	Antenne
26	Transceiver
28	(kapazitiver) Sensor
15 30	Sensorsteuerung
32	Sensorelektrode
32a	Sensorelektrode
32b	Sensorelektrode
34	Sensorelektrode
20 34a	Sensorelektrode
34b	Sensorelektrode
36	Signalleitung
38	Smartphone
40	Gehäusedeckel
25 42	Gehäuseschale
44	Elektronikrahmen
46	Batterieaufnahme
48	(Antennen-)Abschnitt
50	(Antennen-)Abschnitt
30 52	Hochpassfilter
54	Tiefpassfilter
56	Körperstruktur
58	Hochpassfilter
60	Sitzkontrolleinheit
35 62	Ohr
64	Abbildung
66	Abbildung
68	Pfeil

40 A	Antwortsignal
E	(elektrisches) Feld
I	Eingangssignal
M	Masse
O	Ausgangssignal
45 U	Betriebsspannung
Us	Sensorspannung
S	Sensorsignal

Patentansprüche

1. Hörinstrument (4) mit einem in einer vorgesehenen Trageposition hinter dem Ohr oder im Ohr getragenen Gehäuse (8), wobei in dem Gehäuse (8) eine Batterie (20), eine drahtlose Kommunikationseinrichtung (22) und ein kapazitiver Sensor (28) angeordnet sind,

- wobei die drahtlose Kommunikationseinrich-

- tung (22) eine Antenne (24) und eine damit elektrisch verbundene Sende- und Empfangseinheit (26) umfasst,
- wobei der kapazitive Sensor (28) mindestens eine Sensorelektrode (32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b) und eine damit elektrisch verbundene Steuer- und Auswerteschaltung (30) umfasst, und
 - wobei die Batterie (20) und/oder die Antenne (24) oder zumindest ein Abschnitt (48, 50) der Antenne (24) zusätzlich als Sensorelektrode (32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b) des kapazitiven Sensors (28) genutzt sind.
2. Hörinstrument (4) nach Anspruch 1, wobei die Steuer- und Auswerteschaltung (30) des kapazitiven Sensors (28) dazu eingerichtet ist, an die Sensorelektrode (32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b) eine elektrische Wechselspannung (Us) anzulegen und ein unter Wirkung dieser Wechselspannung (Us) erzeugtes Antwortsignal (A) zu messen, das für eine der Sensorelektrode (32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b) zugeordnete elektrische Kapazität charakteristisch ist.
 3. Hörinstrument (4) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die drahtlose Kommunikationseinrichtung (22) zur Emission und zum Empfang von elektromagnetischer Strahlung mit einer Funkfrequenz von mehr als 100 MHz, vorzugsweise mehr als 1 GHz, insbesondere 2,4 GHz, eingerichtet ist.
 4. Hörinstrument (4) nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Steuer- und Auswerteschaltung (30) des kapazitiven Sensors (28) dazu eingerichtet ist, die Sensorspannung (Us) mit einer Wechselspannungsfrequenz von weniger als 10 MHz zu erzeugen.
 5. Hörinstrument (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der kapazitiven Steuer- und Auswerteschaltung (30) und der oder jeder Sensorelektrode (32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b) jeweils ein frequenzselektiver Filter (54, 58) zwischengeschaltet ist.
 6. Hörinstrument (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Antenne (24) einen ersten Abschnitt (48) und einen zweiten Abschnitt (50) umfasst, und wobei nur einer der beiden Abschnitte (48, 50) der Antenne (24) als Sensorelektrode (34a, 34b) des kapazitiven Sensors (28) genutzt ist oder wobei die beiden Abschnitte (48, 50) der Antenne (24) als verschiedene Sensorelektroden (34a, 34b) des kapazitiven Sensors (28) genutzt sind.
 7. Hörinstrument (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuer- und Auswerteschaltung (30) des kapazitiven Sensors (28) dazu eingerichtet ist, an derselben Sensorelektrode (32a, 32b, 34a, 34b) die Sensorspannung (Us) anzulegen und das Antwortsignal (A) zu messen.
 8. Hörinstrument (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der kapazitive Sensor (28) mindestens zwei mit der Steuer- und Auswerteschaltung (30) elektrisch verbundene Sensorelektroden (32a, 32b, 34a, 34b) aufweist, wobei die Steuer- und Auswerteschaltung (30) des kapazitiven Sensors (28) dazu ausgebildet ist, an einer der beiden Sensorelektroden (32a, 34a) die Sensorspannung (Us) anzulegen und an der anderen Sensorelektrode (32b, 34b) das Antwortsignal (A) zu messen.
 9. Hörsystem (2) mit einem Hörinstrument (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, und mit einer Sitzkontrolleinheit (60), die dazu eingerichtet ist, anhand eines von dem kapazitiven Sensor (28) ausgegebenen Sensorsignals (S) den Sitz des Gehäuses (8) hinter oder in dem Ohr des Nutzers zu prüfen und bei einer Feststellung einer Abweichung des Sitzes von der vorgesehenen Trageposition eine Ausgabe einer auf den abweichenden Sitz des Gehäuses (8) hinweisenden Meldung zu veranlassen, und/oder die dazu eingerichtet ist, anhand des von dem kapazitiven Sensor (28) ausgegebenen Sensorsignals (S) mindestens einen Signalverarbeitungsparameter des Hörinstruments (4) einzustellen, um die Signalverarbeitung des Hörinstruments (4) an den Sitz des Gehäuses (8) anzupassen.
 10. Verfahren zum Betrieb eines Hörinstruments (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
 - wobei unter Nutzung der Batterie (20) und/oder der Antenne (24) oder eines Abschnitts (48, 50) derselben als Sensorelektrode (32, 32a, 32b, 34, 34a, 34b) des kapazitiven Sensors (28) ein Sensorsignal (S) als Maß für den Sitz des Gehäuses (8) hinter oder in dem Ohr des Nutzers ermittelt wird, und
 - wobei bei einer Feststellung einer Abweichung des Sitzes von der vorgesehenen Trageposition eine auf den abweichenden Sitz des Gehäuses (8) hinweisende Meldung ausgegeben wird, und/oder
 - wobei anhand des von dem kapazitiven Sensor (28) ausgegebenen Sensorsignals (S) mindestens ein Signalverarbeitungsparameter des Hörinstruments (4) eingestellt wird, um die Signalverarbeitung des Hörinstruments (4) an den Sitz des Gehäuses (8) anzupassen.

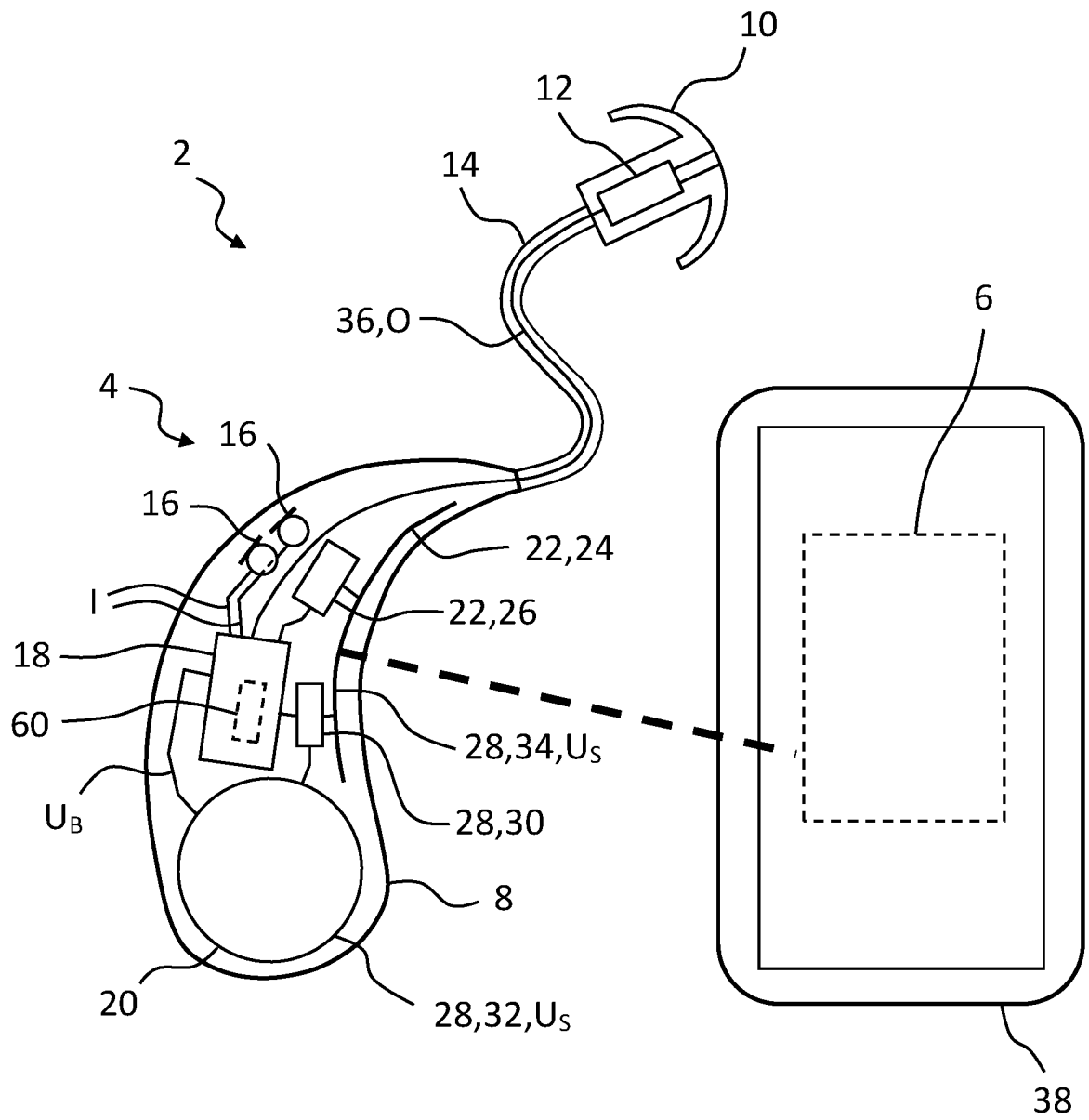


Fig. 1

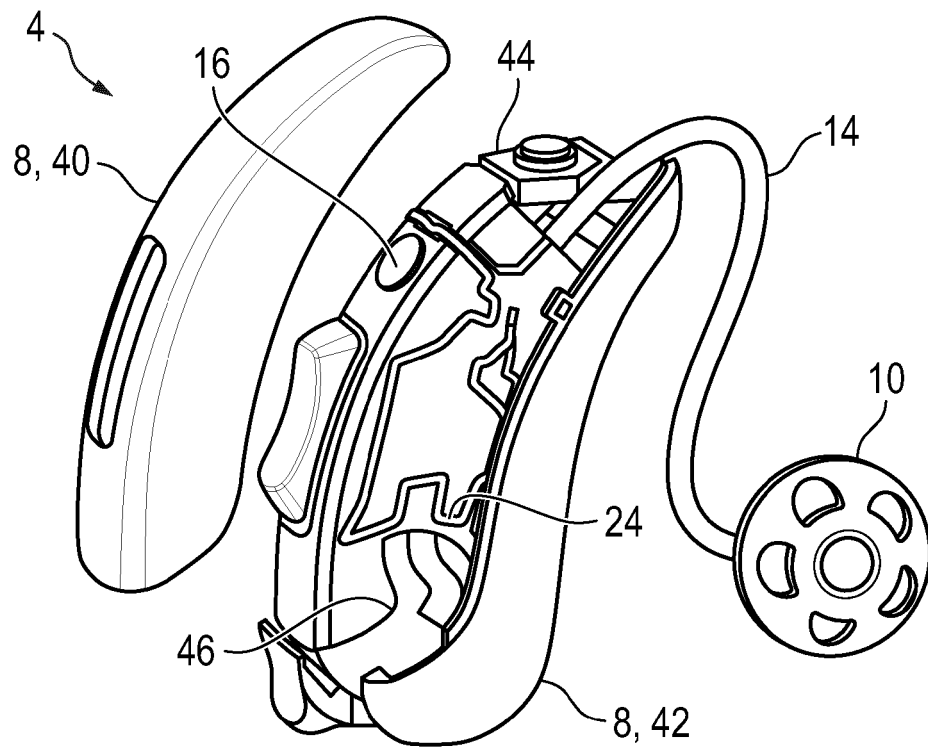


Fig. 2

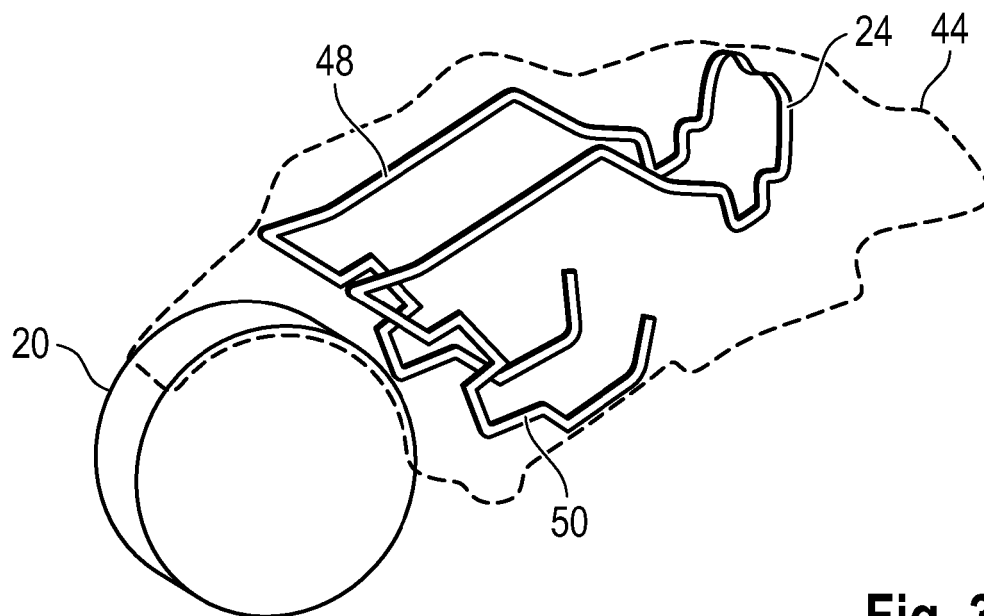


Fig. 3

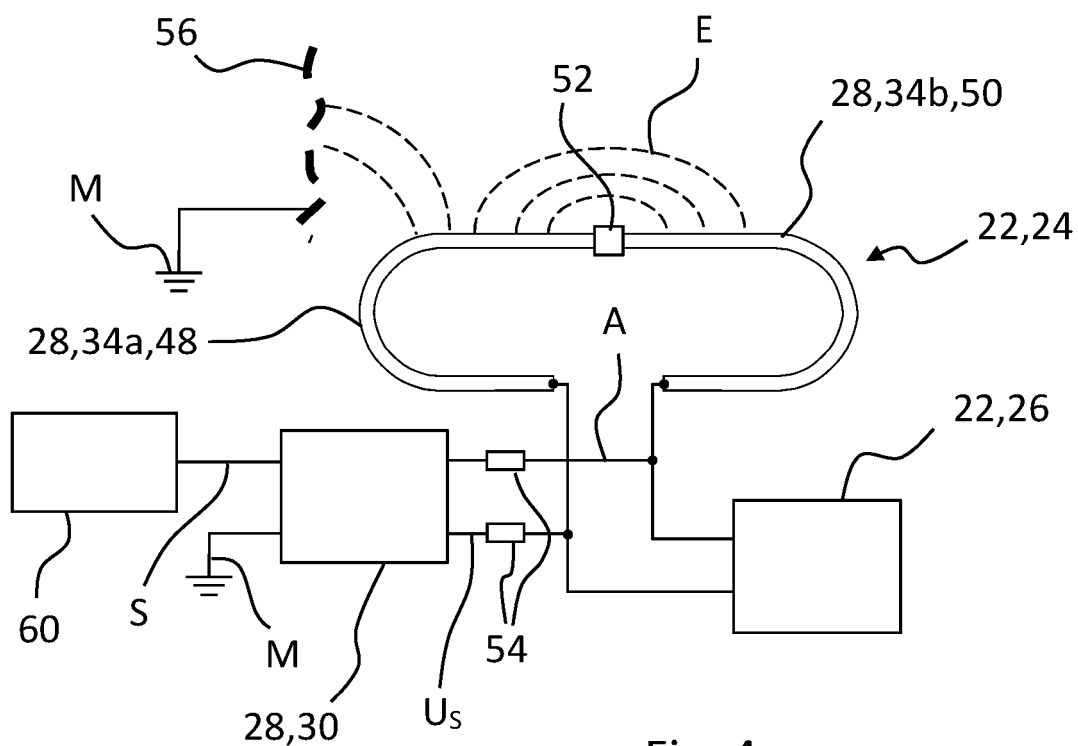


Fig. 4

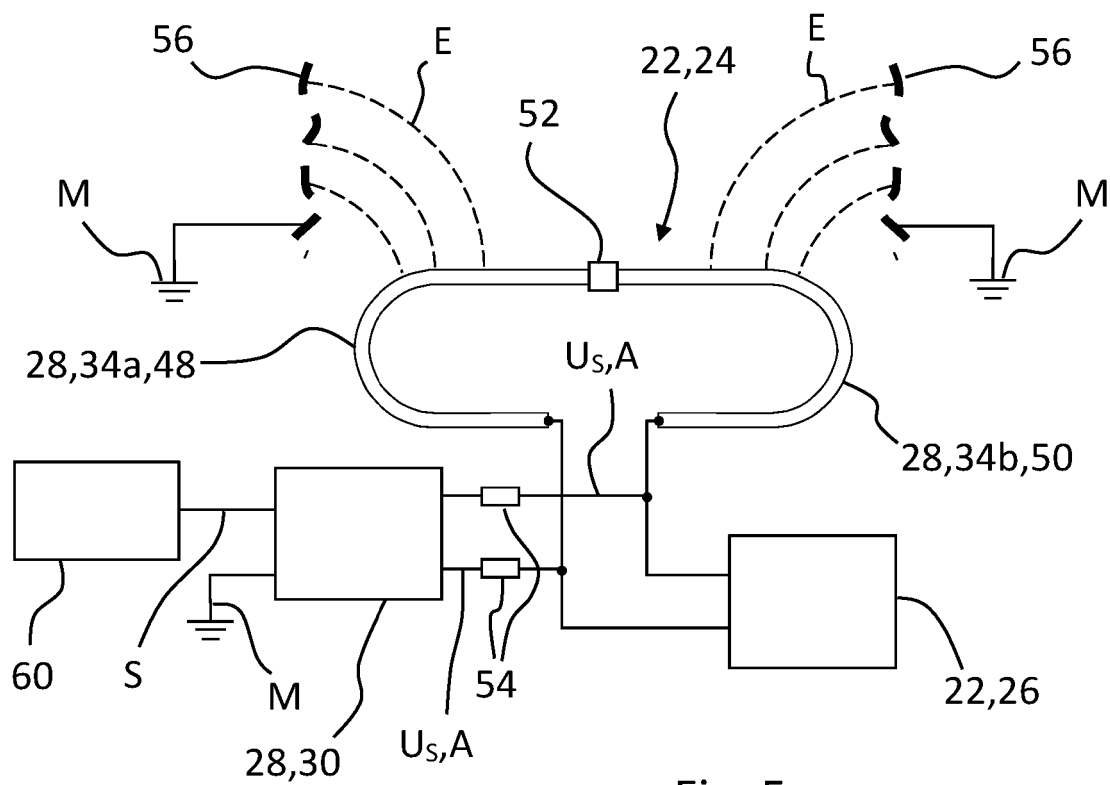


Fig. 5

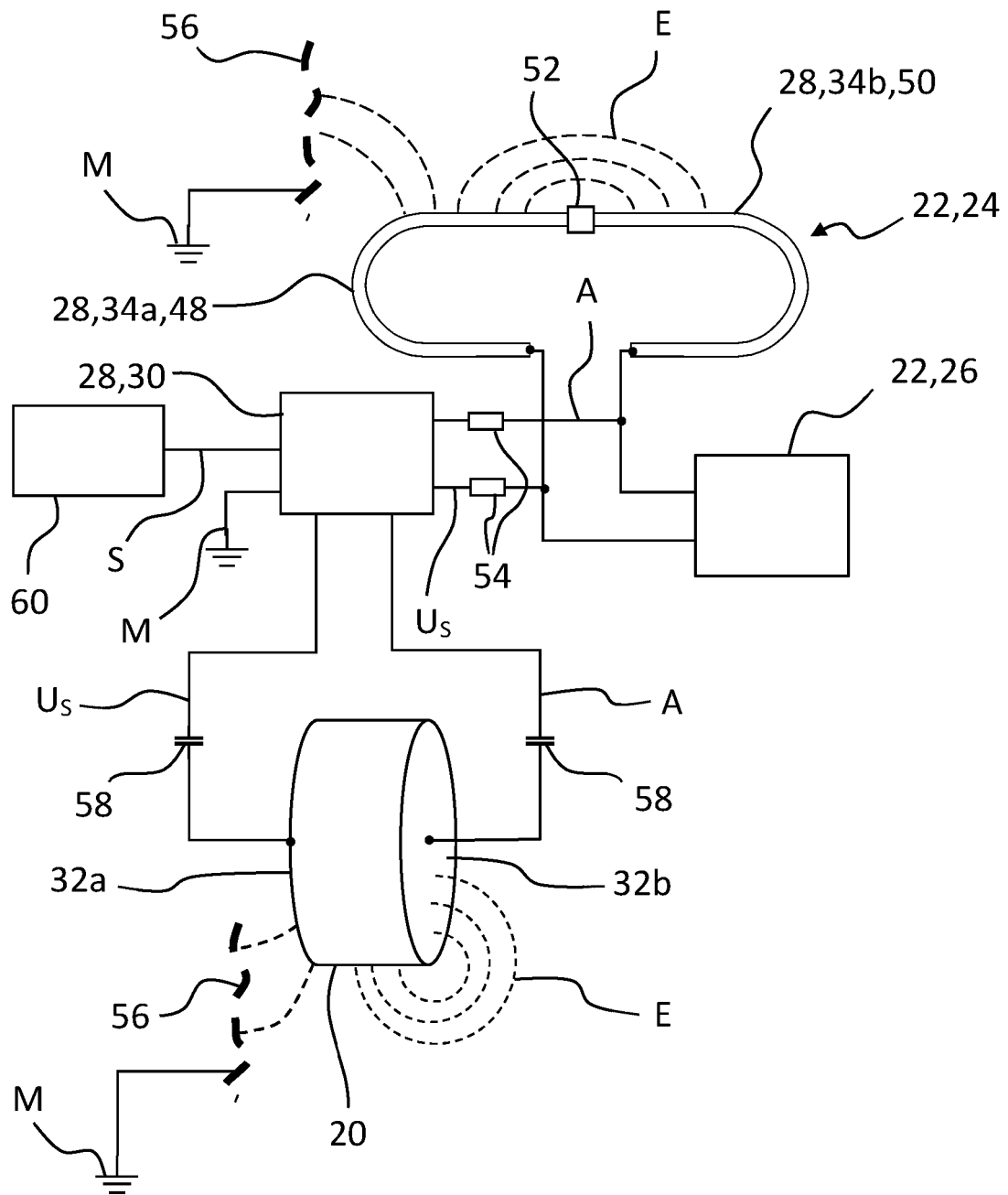


Fig. 6

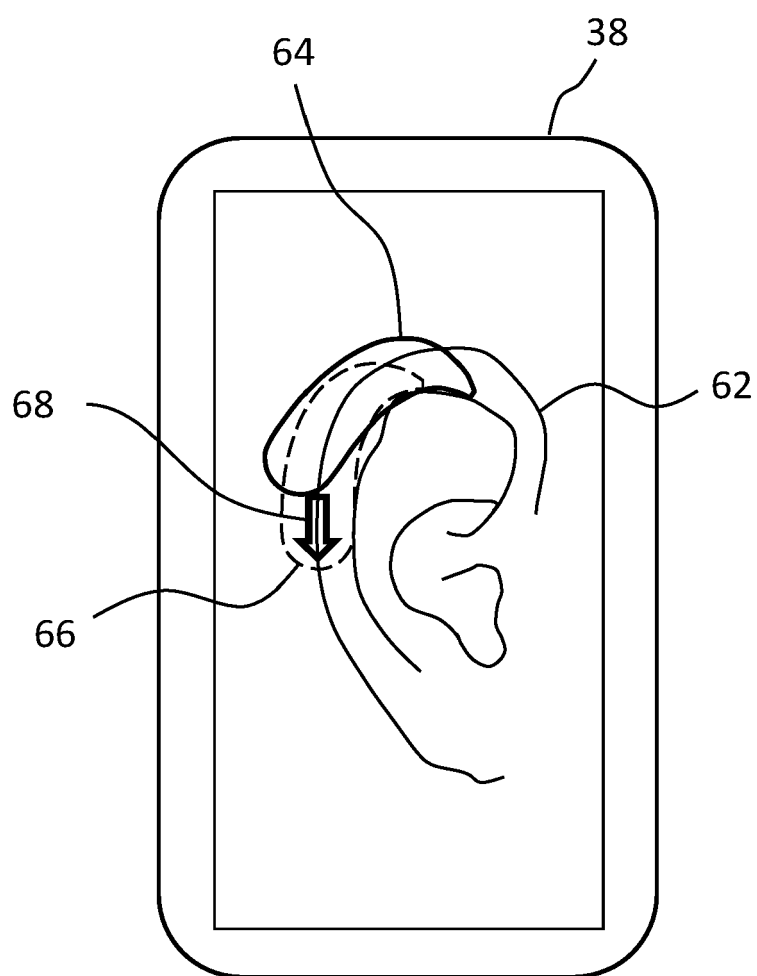


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 21 3902

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2008 054087 A1 (SIEMENS MEDICAL INSTR PTE LTD [SG]) 3. Dezember 2009 (2009-12-03)	1-8	INV. H04R25/00
Y	* Absatz [0001] - Absatz [0015] * * Absatz [0034] * * Abbildung 2 *	9,10	
X	US 2023/269514 A1 (COUSINS BENJAMIN A [US] ET AL) 24. August 2023 (2023-08-24)	1-8	
Y	* Absatz [0047] - Absatz [0056] * * Absatz [0080] - Absatz [0085] * * Abbildungen 10B-11C *	9,10	
X	US 2013/182867 A1 (KNOWLES ANDREW [GB]) 18. Juli 2013 (2013-07-18)	1-8	
Y	* Absatz [0001] - Absatz [0002] * * Absatz [0020] - Absatz [0030] * * Absatz [0039] - Absatz [0043] * * Abbildung 3 *	9,10	
X	US 2020/396530 A1 (DING YAO [US] ET AL) 17. Dezember 2020 (2020-12-17)	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	* Absatz [0002] - Absatz [0011] * * Absatz [0044] - Absatz [0047] * * Absatz [0067] - Absatz [0071] * * Abbildungen 1B-2,3A-3B,5 *	9,10	H04R
Y	US 2023/217193 A1 (PEDERSEN MICHAEL SYSKIND [DK] ET AL) 6. Juli 2023 (2023-07-06)	9,10	
	* Absatz [0055] - Absatz [0056] * * Absatz [0152] - Absatz [0153] *		
Y	US 2015/230036 A1 (PEDERSEN MICHAEL SYSKIND [DK] ET AL) 13. August 2015 (2015-08-13)	9,10	
	* Absatz [0051] - Absatz [0053] * * Absatz [0061] - Absatz [0062] *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		5. Mai 2025	
		Prüfer	
		Meiser, Jürgen	
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 24 21 3902

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.

05-05-2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008054087 A1	03-12-2009	KEINE	
US 2023269514 A1	24-08-2023	CN 116647777 A	25-08-2023
		US 2023269509 A1	24-08-2023
		US 2023269513 A1	24-08-2023
		US 2023269514 A1	24-08-2023
US 2013182867 A1	18-07-2013	KEINE	
US 2020396530 A1	17-12-2020	CN 113661718 A	16-11-2021
		EP 3922041 A1	15-12-2021
		US 2020396530 A1	17-12-2020
		WO 2020251614 A1	17-12-2020
US 2023217193 A1	06-07-2023	CN 116399333 A	07-07-2023
		EP 4210348 A1	12-07-2023
		US 2023217193 A1	06-07-2023
US 2015230036 A1	13-08-2015	DK 2908550 T3	22-10-2018
		EP 2908549 A1	19-08-2015
		EP 2908550 A1	19-08-2015
		EP 3370435 A1	05-09-2018
		EP 4380190 A2	05-06-2024
		US 2015230036 A1	13-08-2015
		US 2017142527 A1	18-05-2017
		US 2018077502 A1	15-03-2018
		US 2020077204 A1	05-03-2020
		US 2022014857 A1	13-01-2022
		US 2023073936 A1	09-03-2023
		US 2024121561 A1	11-04-2024

EPO FORM P0461

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