



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2010 Patentblatt 2010/31

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

(21) Anmeldenummer: **09178197.1**

(22) Anmeldetag: **07.12.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

- **Nikles, Peter**
228459, Singapore (SG)
- **Radick, Erika**
90409, Nürnberg (DE)
- **Rückerl, Gottfried**
90461, Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **03.02.2009 DE 102009007233**

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

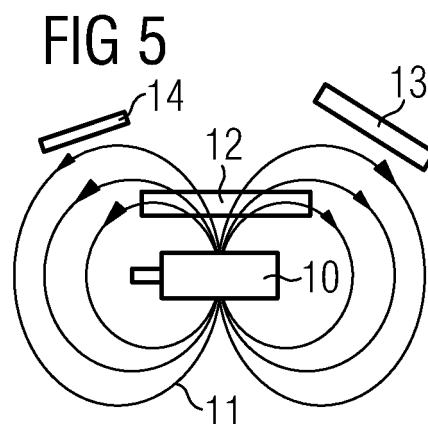
(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens Aktiengesellschaft
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Gebhardt, Volker**
91077, Neunkirchen am Brand (DE)

(54) **Hörvorrichtung mit Störkompensation und Entwurfsverfahren**

(57) Der Einfluss von Störfeldern bei Hörvorrichtungen und insbesondere bei Hörgeräten soll reduziert werden. Dazu wird eine Hörvorrichtung mit einer elektrischen Komponente (12), in die mit einem vorgegebenen elektromagnetischen Störfeld (11) ein erster und ein zweiter elektromagnetischer Störanteil einkoppelbar ist, bereitgestellt. Die elektrische Komponente (12) ist derart unsymmetrisch ausgebildet und/oder eine Kompensations-

komponente (14) ist derart an der elektrischen Komponente (12) angeordnet, dass sich der erste und der zweite Störanteil gegenseitig weitestgehend kompensieren. Gegebenfalls wird als Kompensationskomponente (14) ein Kompensationsblech oder ein ohnehin vorhandenes Element wie ein Mikrofon verwendet. Ist die elektrische Komponente eine Spule, so kann deren Kern beispielsweise kegelförmig oder ihre Wicklungsdichte variierend ausgebildet sein.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hörvorrichtung mit einer elektrischen Komponente, in die mit einem gegebenen elektromagnetischen Störfeld ein erster und ein zweiter elektromagnetischer Störanteil eingekoppelbar ist. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Entwerfen einer Hörvorrichtung durch Bereitstellen einer virtuellen elektrischen Komponente der Hörvorrichtung, Simulieren eines elektromagnetischen Störfelds und Ermitteln eines ersten und eines zweiten elektromagnetischen Störanteils, die durch das elektromagnetische Störfeld in die virtuelle elektrische Komponente eingekoppelt werden. Unter einer Hörvorrichtung wird hier jedes im oder am Ohr bzw. am Kopf tragbare schallausgebende Gerät verstanden, insbesondere ein Hörgerät, ein Headset, Kopfhörer und dergleichen.

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

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

[0004] Der Bau von IdO-Hörgeräten muss bedingt durch die individuelle Anatomie des Ohrs spezifisch für jeden Nutzer erfolgen. Der Arbeiter in der Produktion ist außer für die mechanische Anpassung (Bau des individuellen Hörgeräts) auch für die akustische Anpassung verantwortlich (Ausrichten des Hörers in der Schale bis keine akustische Rückkopplung mehr wahrzunehmen ist).

[0005] Komponenten, die zur Empfangseinrichtung einer induktiven drahtlosen Übertragung von Daten von einem anderen Hörgerät, einer Relais-Station, einem Programmiergerät oder einer Fernbedienung gehören, sind auf dem Faceplate integriert und somit schon physikalisch angepasst. Da in Hörgeräten sowohl maximale Sendeleistung als auch Empfangsempfindlichkeit begrenzt sind, können aufgrund des daraus resultierenden geringen Pegels des Nutzsignals am Empfänger schon sehr leistungsarme Störquellen die Übertragungsqualität massiv beeinflussen. Störquellen sind z. B. die Induktivitäten getakteter Spannungsregler, Halbleiterbauteile oder Versorgungs- und Ausgangsleitungen praktisch aller getakteter elektronischer Schaltkreise. Im Hörgerät kommt als weitere Störquelle der Hörgeräte-Hörer hinzu. Alle physikalischen Restriktionen (Wirbelstromverluste der Batterie, Hybridschaltkreis etc.; Störstrahlung von Leitungen, Hybridschaltkreis etc.) der Antenne werden beispielsweise durch die feste Positionierung auf dem Faceplate eingehalten. Dadurch wächst allerdings die minimal notwendige Fläche bzw. der Platzbedarf auf dem Faceplate. Außerdem wird häufig je nach individueller Anatomie der Ohrkanäle der verfügbare Raum im Ohrkanal nicht optimal ausgenutzt. Die feste Positionierung der Komponenten auf dem Faceplate erfolgt von Hand und birgt zusätzlich große Ungenauigkeiten bei den geometrischen Verhältnissen (Abstände, Winkel) zwischen der Antenne und den störenden Komponenten, die bei dem Design berücksichtigt werden muss.

[0006] Zum Stand der Technik gehört mittlerweile ein Verfahren zur Herstellung der Hörgeräteschalen, bei denen zuerst nach einem Scannen der Ohrabdrücke in einem rechnergestützten Konstruktionsprozess der detaillierte Aufbau der Hörgeräte virtuell erfolgen und danach die Schale durch eine SLA-Maschine mechanisch aufgebaut werden kann. Durch die Möglichkeit, Komponenten im Hörgerät individuell einsetzen zu können, gewinnt man Platz und kann somit die Bauform des Hörgeräts verkleinern.

[0007] Zur Vermeidung oder Reduzierung von Störeinkopplungen ist neben dem Wählen eines möglichst großen Abstands zu der Störquelle ein Schirmen der Störquelle geläufig. Zur Schirmung werden in der Regel elektrisch leitfähige Materialien eingesetzt wie z. B. μ -Metall.

[0008] Aus der nachveröffentlichten Anmeldung mit dem internen Aktenzeichen 200808133 ist ein Verfahren zur Verminderung von Störeffekten bei der drahtlosen Datenübertragung in Hörgeräteapplikationen bekannt. Dabei wird die Empfangsantenne bereits vor der Monta-

ge des Hörgeräts zusammen mit der stärksten Störquelle gefertigt und durch gegenseitige Positionierung auf minimale Störeinkopplung abgeglichen.

[0009] Weiterhin beschreibt das Dokument EP 1 898 673 A2 ein rechnergestütztes Verfahren zur Konstruktion von IdO-Hörgeräten. Dabei werden die Hörgerätekomponenten anhand von Kollisionswolken platziert. Jede Kollisionswolke repräsentiert dabei das Ausmaß des physikalischen Einflusses einer bestimmten Eigenschaft der Komponente auf eine andere Komponente.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Störeinkopplungen bei einer Hörvorrichtung weiter oder besser zu reduzieren.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Hörvorrichtung mit einer elektrischen Komponente, in die mit einem vorgegebenen elektromagnetischen Störfeld ein erster und ein zweiter elektromagnetischer Störanteil einkoppelbar sind, wobei

- die elektrische Komponente derart unsymmetrisch ausgebildet und/oder
- eine Kompensationskomponente an der elektrischen Komponente derart angeordnet ist,

dass sich der erste und der zweite Störanteil gegenseitig weitestgehend kompensieren.

[0012] Darüber hinaus wird erfindungsgemäß bereitgestellt ein Verfahren zum Entwerfen einer Hörvorrichtung durch

- Bereitstellen einer virtuellen elektrischen Komponente der Hörvorrichtung,
- Simulieren eines elektromagnetischen Störfelds und
- Ermitteln eines ersten und eines zweiten elektromagnetischen Störanteils, die durch das elektromagnetische Störfeld in die virtuelle elektrische Komponente eingekoppelt werden, wobei
- die virtuelle elektrische Komponente derart unsymmetrisch ausgebildet und/oder
- eine virtuelle Kompensationskomponente an der virtuellen elektrischen Komponente derart angeordnet wird,

dass sich der erste und der zweite Störanteil gegenseitig kompensieren.

[0013] In vorteilhafter Weise wird die Hörvorrichtung und insbesondere ein Hörgerät mit seinen Bauteilen so gestaltet, dass das elektromagnetische Störfeld symmetrisch auf eine fragliche Komponente einwirkt, wobei sich die eingekoppelten, symmetrischen Störanteile dann weitestgehend aufheben. Zur Reduktion der Störungen wird also künstlich eine Symmetrie der Störwirkungen generiert.

[0014] Vorzugsweise ist die elektrische Komponente eine Antenne. Antennen sind naturgemäß gegenüber elektromagnetischen Feldern sehr störfähig, weswegen sich diesbezüglich Störreduktionen sehr deutlich auswirken. Darüber hinaus können elektrische Kompo-

nenten aber auch beispielsweise Signalleitungen oder andere Metallkomponenten sein, die ungewollt als Antenne wirken.

[0015] Insbesondere kann die Antenne als Spule realisiert sein. Ist das Störfeld in Bezug auf die Spule unsymmetrisch, so können an der Spule mehrere Parameter verändert werden, um in der Spule eine symmetrische Störwirkung zu erzielen. Vorzugsweise kann beispielsweise die Wicklungsdichte, die Wicklungsanordnung und/oder der Kern der Spule unsymmetrisch gestaltet werden. Damit stehen hinsichtlich der Spule vollkommen unterschiedliche Parameter zur Verfügung, die zur Optimierung der Störkompensation verändert werden können.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Hörvorrichtung eine vorgegebene Schale zum Tragen im Gehörgang auf, wobei bei der Gestaltung der elektrischen Komponente und/oder bei der Anordnung der Kompensationskomponente die Geometrie der Schale berücksichtigt wird. Damit kann beispielsweise für jede individuelle Hörgeräteschale eine individuelle Spule mit spezifischer Unsymmetrie eingesetzt werden.

[0017] Bei einer weiteren Ausführungsform weist die Kompensationskomponente ein Schirmblech auf. Mit einem derartigen Schirmblech lässt sich ein Störfeld wirksam verändern.

[0018] Alternativ oder zusätzlich kann die Kompensationskomponente eine Elektronikkomponente aufweisen. Insbesondere kann so ein ohnehin in der Hörvorrichtung bzw. dem Hörgerät vorhandenes Elektronikbauteil, z. B. Mikrofon, zusätzlich zur Formung eines Störfelds verwendet werden.

[0019] Die vorliegende Erfindung ist anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

- FIG 1 den schematischen Aufbau eines Hörgeräts gemäß dem Stand der Technik;
- FIG 2 eine Grafik zum geometrischen Abgleich von Störquelle und Empfangsantenne;
- FIG 3 eine Prinzipskizze zu einer symmetrischen Einkopplung;
- FIG 4 eine Skizze zur unsymmetrischen "Feldverbiegung" durch eine Metallisierung einer Leiterplatte;
- FIG 5 eine Skizze zur erfindungsgemäßen Kompensation der Feldunsymmetrie durch ein Metallblech;
- FIG 6 den Einsatz von Hörgerätekomponenten zur Kompensation der Unsymmetrie der Störfeld-einkopplung;
- FIG 7 die Variation der Wicklungsdichte einer Antenne in einem inhomogenen Störfeld;

- FIG 8 eine unsymmetrische Wicklung der Antenne in dem inhomogenen Störfeld;
- FIG 9 einen unsymmetrischen Spulenkern der Antenne in dem inhomogenen Störfeld und
- FIG 10 eine Kombination von Kern- und Wicklungsunsymmetrie der Antenne in dem inhomogenen Störfeld.

[0020] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0021] Beim Platzieren der Komponenten in einem Hörgerät müssen die physikalischen Restriktionen bezüglich der Störeinkopplung eingehalten werden. Dies kann durch so genannte Kollisionswolken einer Konstruktions-Software erfolgen. Diese Kollisionswolken sind Punktwolken, die durch Messungen, Simulationen etc. ermittelt, in ein entsprechendes File-Format gebracht (STL etc.) und anschließend in der Konstruktions-Software um das virtuelle Bauteil gelegt werden. Ein bestimmtes anderes Bauteil darf in dieser Wolke nicht eindringen, wenn der Störeinfluss zu groß ist, um einen einwandfreien Betrieb zu gewährleisten. Durch relative Winkeländerungen zwischen Bauteilen können sich die Einflüsse und somit auch die Größe und Form der Kollisionswolken verändern. Sofern eine analytische Lösung existiert, wäre es vorstellbar, die Konstruktions-Software mit einer Simulationssoftware (Finite-Elemente-Methode etc.), welche elektromagnetische Wechselwirkungen simuliert, zu verbinden, um Kollisionswolken in Echtzeit zu berechnen. Starke Störeinkopplungen der einzelnen Komponenten (entspricht großen Kollisionswolken) setzen auch großen Abstand zwischen Spule und Komponenten voraus, damit noch ausreichende Funktionalität gewährleistet ist.

[0022] Der Feldlinienverlauf der abgestrahlten elektrischen und magnetischen Störfelder einer Komponente hängt mit der Form und den Materialeigenschaften der entsprechenden stromdurchflossenen bzw. elektrisch geladenen Teile sowie von metallischen bzw. magnetischen Komponenten in ihrer Nähe ab. Der Störeinfluss des Magnetfelds auf die Empfangsantenne hängt einerseits von der Amplitude, andererseits von der Richtung des Magnetfelds in Bezug auf die Ausrichtung der Antenne ab. Oftmals gelingt es selbst durch geeignete Schirmmaßnahmen nicht, die Amplitude des Störfelds am Ort der Antenne so weit zu verringern, dass eine ausreichende Funktionalität gewährleistet ist. Die Störeinkopplung des Magnetfelds in die Empfangsantenne kann dann dadurch weiter verringert werden, dass geometrische Anordnungen verwendet werden, bei denen eine symmetrische Einkopplung der Feldlinien stattfindet und sich dadurch die in die Spule induzierten Störströme weitgehend auslöschen.

[0023] Die Abstrahlcharakteristiken der einzelnen Hörgerätekomponenten können bereits beim virtuellen

Bau des Hörgeräts in der Konstruktions-Software berücksichtigt werden. Antenne und Hörgerätekomponenten werden virtuell so platziert, dass sich aufgrund von Symmetrieeffekten die induzierten Störströme bestmöglich kompensieren. Durch geschickte geometrische Kombination der Komponenten kann dadurch volle Funktionalität bei minimaler Gerätebauform erreicht werden.

[0024] Um die Ungenauigkeit durch die Handbauweise bei dem Design der Faceplates abzufangen, könnte man anstatt des Einsatzes von Schirmungen und/oder Sicherheitsabständen die Antenne mit der optimal ausgerichteten Störkomponente (z. B. Leiterplatte) verbinden (z. B. Halter). Dabei nutzt man das Wissen über die Feldverläufe der Störquelle und sucht eine kompakte Positionierung der Komponenten zueinander. Diese beiden miteinander fixierten Bauteile können dann beim Aufbau als eine Einheit auf dem Faceplate platziert werden.

[0025] Neben der Platzierung einer vorhandenen Antennenspule an Orten geringster Störeinkopplung kann erfindungsgemäß die Empfangsantenne geometrisch so an das äußere Störfeld der Hörgerätekomponenten angepasst werden, dass sich die durch Feldeinkopplung induzierten Störströme in der Antenne kompensieren.

Hierzu können in der Konstruktionssoftware bereits verschiedene Spulengeometrien zur Verfügung stehen, die ausgewählt werden können. Der Störeinfluss der Komponenten in Bezug auf verschiedene Spulengeometrien kann rechnerisch ermittelt und anhand von Kollisionswolken visualisiert werden. Dadurch kann für jedes individuelle IdO-Hörgerät die ideale Spulengeometrie bei kleinstmöglicher Hörgerätebauform verwendet werden. Sofern eine analytische Lösung existiert, könnte - wie erwähnt - die Konstruktionssoftware mit einer Simulationssoftware kombiniert werden, um die jeweils ideale Spulengeometrie mit geringster Störeinkopplung zu berechnen und diese Geometriedaten direkt an die Produktionswerkstätten zu übermitteln. Mit der Simulationssoftware kann beispielsweise simuliert werden, welche Störanteile bei Betrieb eines Hörers in einer benachbarten Spule ankommen.

[0026] Eine Weiterentwicklung des Systems bestünde darin, die Position der Komponenten vollständig automatisch zu berechnen. Bei mancher Konstruktions-Software sind bereits viele hörgerätespezifische Halbautomatismen möglich, wie z. B. die Platzierung der Mikrofone nach akustischen Restriktionen. Würde die automatische Positionierung die Feldeinkopplungen der Störkomponente, die möglichen Spulengeometrien, alle akustischen Restriktionen, nutzerspezifische Parameter und alle weiteren Hörgerätespezifikationen berücksichtigen, könnten optimale Positionen für jede einzelne Komponente berechnet werden. Die Daten könnten dann zusätzlich später im Aufbau der Geräte für eine automatische Positionierung genutzt werden.

[0027] Um erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele besser zu verstehen, wird zunächst anhand der FIG 2 und 3 ein bekanntes Positionierverfahren kurz angespro-

chen. Die Empfangsantenne wird bereits vor Montage des Hörgeräts zusammen mit der stärksten Störquelle gefertigt, und eine gegenseitige Positionierung wird auf minimale Störeinkopplung abgeglichen. In dem Beispiel von FIG 2 strahlt ein virtueller Hörer 10 ein Magnetfeld 11 ab. Bei der Störquelle kann es sich ebenso beispielsweise um eine Leiterplatte, einen Hybridschaltkreis oder ein sonstiges elektronisches Bauteil handeln. Das Magnetfeld 11 bewirkt in einer elektrischen Komponente, hier einer benachbarten Antenne 12, Störeinkopplungen. Die Störeinkopplungen werden durch die Simulationssoftware ermittelt. Um eine möglichst geringe Störeinkopplung zu erzielen, lässt sich die virtuelle Spule 12 gemäß den eingezeichneten Pfeilen in alle Raumrichtungen bewegen.

[0028] Der Abgleich erfolgt bevorzugt durch Platzierung der Spule an lokalen Nullstellen des elektrischen bzw. magnetischen Störfelds 11 oder an Positionen, bei denen es aufgrund symmetrischer Einkopplung zu einer Kompensation der Störanteile bzw. induzierten Störströme kommt. Die Einkopplung in die Antenne bzw. Spule 12 wird messtechnisch aufgenommen. Die Position der Antenne wird so lange optimiert, bis die minimale Einkopplung erreicht wird. Die resultierende Position der Antenne bezüglich der Störquelle wird dann durch geeignete Maßnahmen (Kleber, Halterung) fest fixiert. Die Antennen-Störquellen-Kombination kann dann als ein einziges auf minimale Störeinkopplung optimiertes Bauteil in der Fertigung eingebaut werden. Somit können sowohl Qualität als auch Ausbeute in der Fertigung verbessert werden.

[0029] Beim virtuellen Aufbau des Hörgeräts mit der Konstruktionssoftware kann die Empfangsspule 12 in lokalen Nullstellen des elektrischen bzw. magnetischen Störfelds oder an Positionen, in denen es aufgrund symmetrischer Einkopplung zu einer Kompensation der induzierten Störströme kommt, platziert werden. Die Einkopplung in die Antenne wird durch Kollisionswolken visualisiert oder mit einer Simulationssoftware, die an die Konstruktions-Software angebunden ist, berechnet. Der in FIG 2 dargestellte geometrische Abgleich zwischen Empfangsspule 12 und Störquelle (Hörer 10) kann in der Konstruktions-Software so lange optimiert werden, bis minimale Störeinkopplung erreicht wird. Dadurch kann volle Funktionalität bei minimaler Gerätebauform erreicht werden.

[0030] Die Anwesenheit von anderen elektrischen und magnetischen Komponenten im Hörgerät führt zu einer Feldverbiegung bzw. -verzerrung des Störfelds. Einerseits verschieben sich dadurch lokale Nullstellen des elektrischen bzw. magnetischen Störfelds oder gehen verloren. Andererseits führt die Verbiegung der Feldlinien zu einer Unsymmetrie der Einkopplung in die Empfangsantenne. In beiden Fällen steigt die Störeinkopplung in die Empfangsantenne, da die Störanteile unsymmetrisch sind. Durch Einbringen von zusätzlichen Kompensationsblechen mit metallischen bzw. magnetischen Eigenschaften, die diese Feldverbiegung korrigieren, kann der

Störeinfluss verringert werden. Im Zusammenhang mit den Figuren 3 bis 5 wird dies näher erläutert. Zunächst ist in FIG 3 der Fall dargestellt, dass der Hörer 10 ein symmetrisches magnetisches Störfeld 11 produziert. Die Antenne 12 befindet sich so in dem Störfeld 11, dass es zu symmetrischen Einkopplungen kommt. Speziell ist hier die Antenne 12 symmetrisch zu der Achse angeordnet, die durch die Ausrichtung des Magneten im Hörer 10 gegeben ist. In dem Hörgerät wird nun gemäß FIG 4 das Störfeld 11 des Hörers 10 durch eine Leiterplatte 13 mit Metallisierung so verformt, dass der Störeinfluss in der Antenne 12 durch unsymmetrische Einkopplung steigt. Durch zusätzlichen Einsatz eines dünnen metallischen Kompensationsblechs 14 wird die Feldverformung gemäß FIG 5 kompensiert. Dadurch ist die Einkopplung in die Antenne 12 wieder symmetrisch (linker und rechter Störanteil sind betragsmäßig gleich) und die induzierten Störströme kompensieren sich. Position und Geometrie des Kompensationsblechs 14 bzw. der Kompensationsbleche lassen sich mit der Simulationssoftware für die elektromagnetische Einkopplung, die an die Konstruktionssoftware angebunden ist, rasch berechnen.

[0031] Zum Zwecke der Miniaturisierung können anstelle eines Kompensationsblechs auch bereits vorhandene geeignete metallische bzw. magnetische Hörgerätekomponenten (z. B. Mikrofon, Schirmblech) zur Kompensation der Feldunsymmetrie verwendet werden. In dem Beispiel von FIG 6 ist eine derartige Kompensation in einem IdO-Hörgerät 15 realisiert. Das IdO-Hörgerät 15 besitzt eine individuell geformte Hörgeräteschale 16. Diese ist durch ein Faceplate 17 verschlossen. In dem Hörgerät sind die Komponenten des Beispiels von FIG 4 angeordnet, nämlich der Hörer 10, die Antenne 12 und die Leiterplatte 13. Darüber hinaus befindet sich in dem IdO-Hörgerät 15 ein Mikrofon 18 an einer Position, die das vom Hörer 10 abgestrahlte Magnetfeld so formt, dass sich in der Antenne 12 induzierte Störströme kompensieren. Wegen dieser Feldbeeinflussung durch das Mikrofon kann eine zusätzliche Komponente (wie das Kompensationsblech 14 von FIG 5) vermieden und der geringe zur Verfügung stehende Platz im Hörgerät optimal für andere Hörgerätekomponenten genutzt werden.

[0032] Die Störeinkopplung durch das Magnetfeld in die Empfangsantenne 12 kann dadurch weiter verringert werden, dass geometrische Anordnungen verwendet werden, bei denen eine symmetrische Einkopplung der Feldlinien stattfindet und sich dadurch die in die Spule induzierten Störströme weitgehend auslöschen. Die Abstrahlcharakteristiken der einzelnen Hörgerätekomponenten können bereits beim virtuellen Bau des Hörgeräts in der Konstruktions-Software berücksichtigt werden. Antenne und Hörgerätekomponenten werden dabei virtuell so platziert, dass sich aufgrund von Symmetrieeffekten die induzierten Störströme bestmöglich kompensieren. Durch geschickte geometrische Kombination der Komponenten kann dadurch volle Funktionalität bei minimaler Gerätebaugröße erreicht werden.

[0033] Darüber hinaus würde die optimal ausgerichtete Verbindung zwischen der Antenne 12 und einer Störkomponente (sinnvoll die Komponente mit dem größten Störpotential) einerseits die Qualität des Faceplates 17 steigern und andererseits eine kompaktere Bauweise und somit kleinere Endgeräte unterstützen.

[0034] Ferner kann die Empfangsantenne 12 selbst geometrisch so ausgeführt werden, dass sich bei unsymmetrischem Störfeld 11 die resultierenden induzierten Störströme in der Antenne kompensieren. Ausführungsbeispiele hierzu sind in den Figuren 7 bis 10 wiedergegeben. Speziell zeigt FIG 7 eine Spulenantenne 12, die einen zylinderförmigen Kern 19 und Windungen 20 aufweist. Die Dichte der Windungen, d. h. die Wicklungsdichte auf dem Kern 19 nimmt in FIG 7 nach rechts hin ab. Das Störfeld 11 weist einen entsprechenden Feldgradienten in Spulenrichtung auf. D. h. der Einfluss des Störfelds 11 ist im linken Teil der Spule geringer als im rechten Teil der Spule. Um eine Symmetrie der Störstromkomponenten zu erreichen, ist daher die Wicklungsdichte im rechten Teil der Spule geringer als im linken Teil. Der gleiche Kompensationseffekt kann dadurch erzielt werden, dass die Wicklung 20 auf dem Kern 19 gemäß FIG 8 unsymmetrisch angeordnet ist. Speziell sind die Windungen 20 an der linken Seite des Kerns 19 angeordnet, aber nicht auf der rechten Seite. Dadurch wirkt sich der starke Störeinfluss des Störfelds 11 auf der rechten Seite weniger aus und ist in seiner Wirkung in etwa so hoch wie der Einfluss auf der linken Seite. Symmetrische Störanteile in einem inhomogenen Störfeld 11 können gemäß FIG 9 auch dadurch erhalten werden, dass der Spulenkern 19 unsymmetrisch gestaltet wird. Im vorliegenden Beispiel ist der Kern 19 kegelförmig geformt. Prinzipiell können zur Kompensation der Störanteile eines Störfelds auch die Maßnahmen gemäß den Figuren 7 bis 9 kombiniert werden. So kann der kegelförmige Kern 19 mit einer unsymmetrischen Wicklung versehen sein, um die verschiedenen gerichteten Störanteile zu kompensieren, wie dies in FIG 10 gezeigt ist. In der Konstruktionssoftware können bereits verschiedene Spulengeometrien zur Verfügung stehen, die dann je nach Bedarf ausgewählt werden. Der Störeinfluss der Komponenten in Bezug auf verschiedene Spulengeometrien kann anhand von Kollisionswolken visualisiert und die ideale Spulengeometrie für die kleinstmögliche Hörgerätebauform bei der Herstellung mit individueller Schale verwendet werden.

[0035] Darüber hinaus kann die Konstruktions-Software mit der Simulationssoftware für die elektromagnetische Einkopplung verbunden werden, um je nach Platzierung der übrigen Komponenten eines Hörgeräts die jeweils ideale Spulengeometrie mit geringster Störeinkopplung zu berechnen. Dadurch ist es möglich, für jede individuelle Anatomie des Ohrs eine Hörgeräteschale mit der idealen Kombination aus geometrischer Anordnung der Hörgerätekomponenten und Antennenspule zu finden.

[0036] Durch die Verlagerung von physikalischen Re-

striktionen in die Konstruktionssoftware sind komplexe Arbeitsanweisungen nicht mehr erforderlich. Der Zusammenbau der Hörgeräte kann zeitlich genau kalkuliert werden, da kein Probieren und kein mehrmaliges Öffnen und Verschließen der Hörgeräte erforderlich ist. Dadurch kann man die Produktqualität nicht nur kalkulieren, sondern auch steigern. Ein großer Vorteil bei der Verwendung der vorgestellten Verfahren ist, dass alle Bauteile individuell platziert werden können. Damit kann der (je nach Ohrkanalgeometrie) spezifisch vorhandene Platz besser ausgenutzt werden, was wiederum zu kleineren auch kosmetisch vorteilhafteren IdO-Hörgeräten führt. Es können ferner komplexere und bis jetzt kaum in der Massenfertigung einsetzbare Technologien für IdO-Hörgeräte verwendet werden. Durch die Methode der Kollisionswolken kann eine automatische Platzierung leichter programmiert werden und erfordert weniger Rechenleistung.

Patentansprüche

1. Hörvorrichtung mit einer elektrischen Komponente (12), in die mit einem vorgegebenen elektromagnetischen Störfeld (11) ein erster und ein zweiter elektromagnetischer Störanteil einkoppelbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die elektrische Komponente (12) derart unsymmetrisch ausgebildet und/oder
 - eine Kompensationskomponente (14, 18) an der elektrischen Komponente (12) derart angeordnet ist,

dass sich der erste und der zweite Störanteil gegenseitig weitestgehend kompensieren.
2. Hörvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die elektrische Komponente (12) eine Antenne ist.
3. Hörvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Antenne durch eine Spule realisiert ist.
4. Hörvorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Spule eine unsymmetrische Wicklungsdichte aufweist.
5. Hörvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Spule eine unsymmetrische Wicklungsanordnung (20) aufweist.
6. Hörvorrichtung nach einen der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Spule einen unsymmetrischen Kern (19) aufweist.
7. Hörvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die eine vorgegebene Schale (16) zum Tragen im Gehörgang aufweist, wobei bei der Gestal-

tung der elektrischen Komponente (12) und/oder bei der Anordnung der Kompensationskomponente (14, 18) die Geometrie der Schale (16) berücksichtigt ist.

8. Hörvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kompensationskomponente (14, 18) ein Schirmblech aufweist. 5
9. Hörvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kompensationskomponente (14, 18) eine Elektronikkomponente aufweist. 10
10. Verfahren zum Entwerfen einer Hörvorrichtung durch 15
 - Bereitstellen einer virtuellen elektrischen Komponente (12) der Hörvorrichtung,
 - Simulieren eines elektromagnetischen Störfelds (11) und
 - Ermitteln eines ersten und eines zweiten elektromagnetischen Störanteils, die durch das elektromagnetische Störfeld in die virtuelle elektrische Komponente (12) eingekoppelt werden, 20

dadurch gekennzeichnet, dass 25

 - die virtuelle elektrische Komponente derart unsymmetrisch ausgebildet und/oder
 - eine virtuelle Kompensationskomponente (14, 18) an der virtuellen elektrischen Komponente (12) derart angeordnet wird, 30

dass sich der erste und der zweite Störanteil gegenseitig kompensieren. 35
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die virtuelle elektrische Komponente (12) eine virtuelle Spule ist, und die virtuelle Spule mit einer unsymmetrischen Wicklungsdichte, einer unsymmetrischen Wicklungsanordnung (20) und/oder einem unsymmetrischen Kern (19) ausgebildet wird. 40
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei eine virtuelle Schale (16) zum Tragen der Hörvorrichtung im Gehörgang vorgegeben wird, und bei der Gestaltung der virtuellen elektronischen Komponente (12) und/oder bei der Anordnung der virtuellen Kompensationskomponente (14, 18) die Geometrie der Schale (16) berücksichtigt wird. 45

50

55

FIG 1
(Stand der Technik)

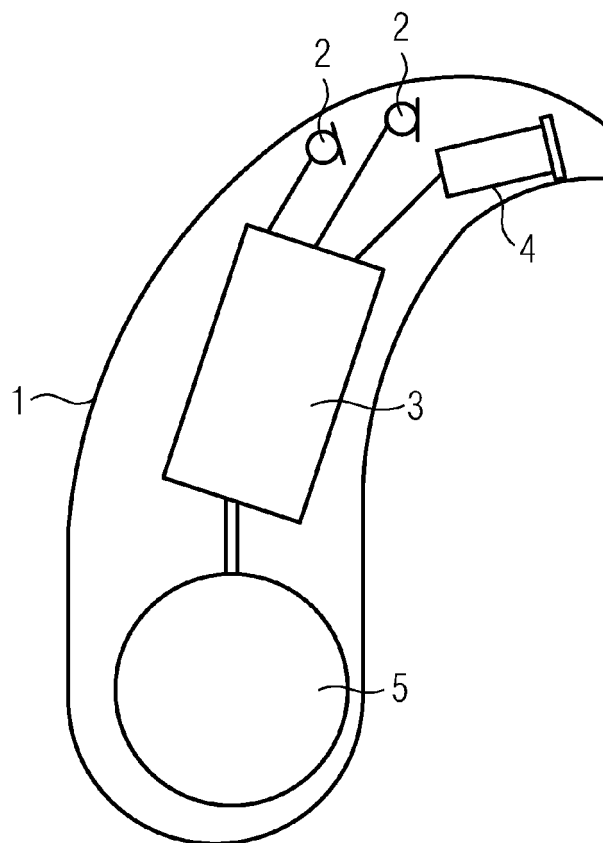


FIG 2

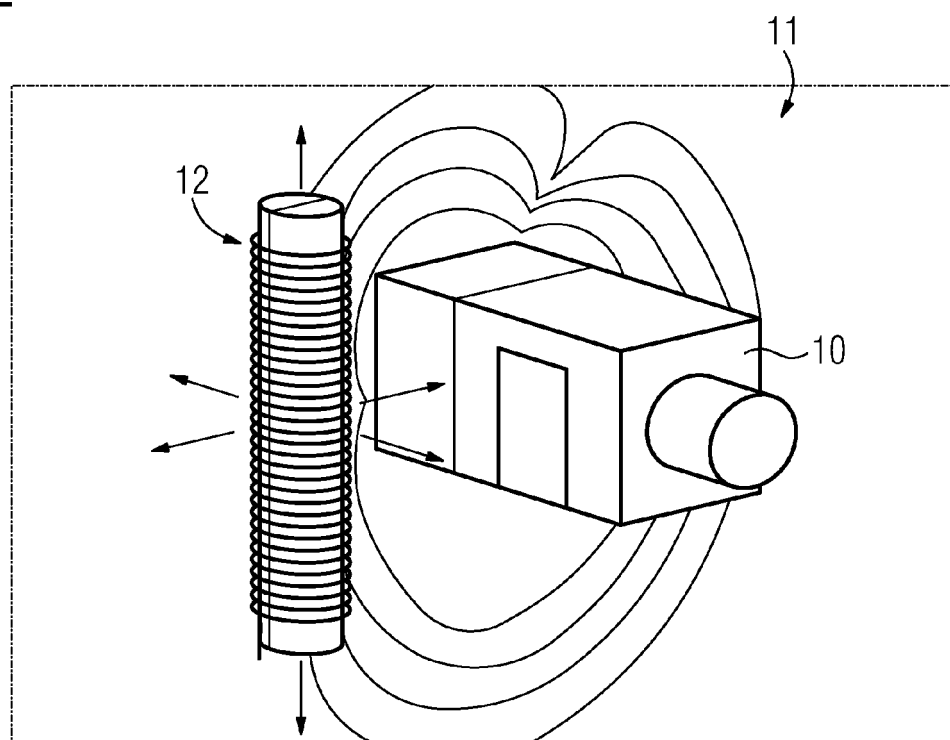


FIG 3

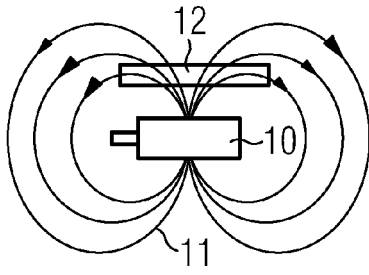


FIG 4

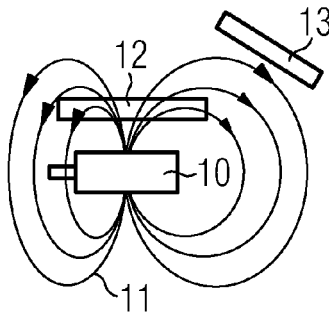


FIG 5

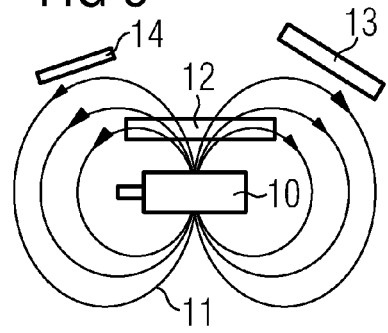


FIG 6

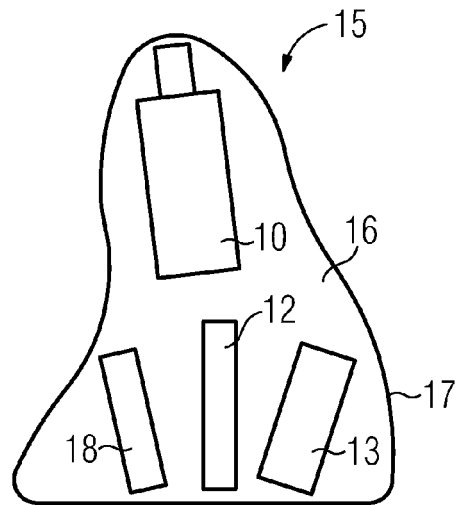


FIG 7

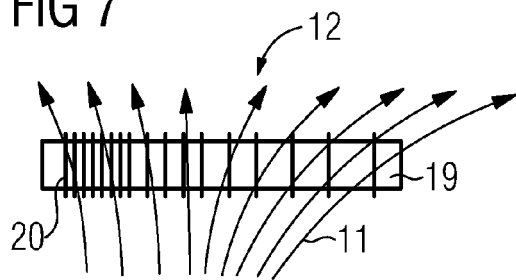


FIG 8

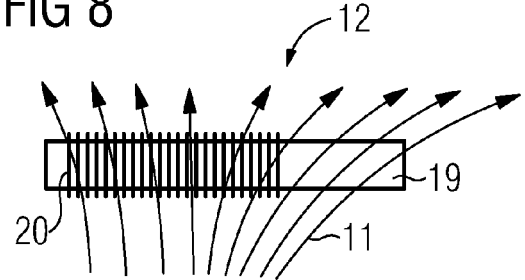


FIG 9

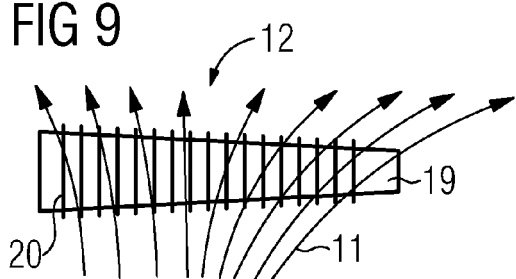
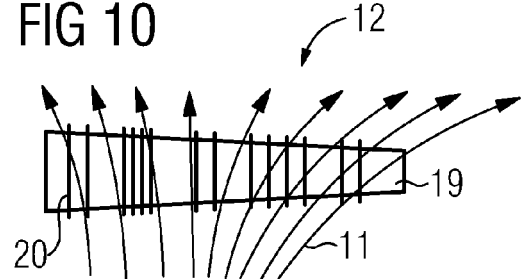


FIG 10



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1898673 A2 [0009]