



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2007 Patentblatt 2007/05

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

(21) Anmeldenummer: **06117366.2**

(22) Anmeldetag: **18.07.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder: **Fischer, Eghart**
91126 Schwabach (DE)

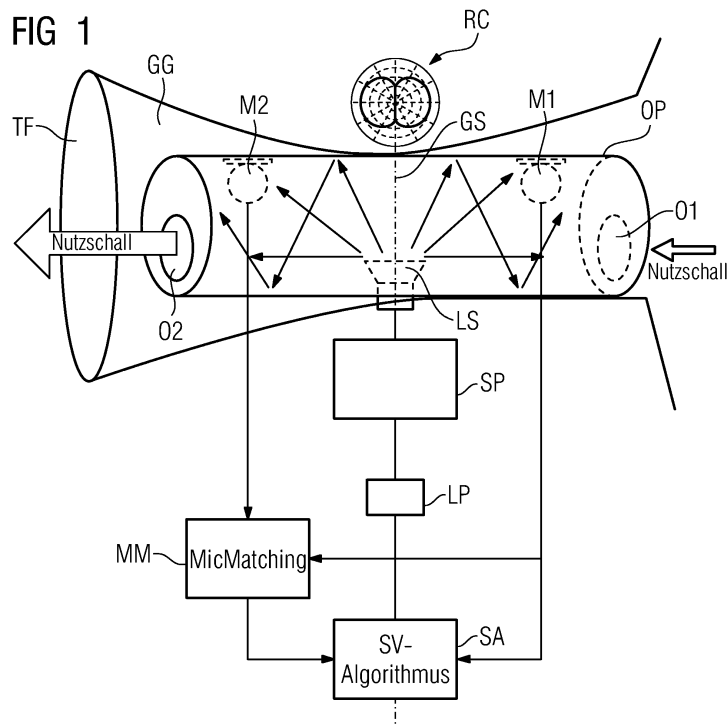
(30) Priorität: **25.07.2005 DE 102005034646**

(74) Vertreter: **Berg, Peter**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **Hörvorrichtung und Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen**

(57) Es soll eine Hörvorrichtung mit geringer Rückkopplungsneigung bei gleichzeitig offener Versorgung und Ausnutzung der natürlichen Richtwirkung der Pinna bereitgestellt werden. Dazu ist vorgesehen, die Hörvorrichtung mit einem rohrförmigen Ohrpassestück (OP) zum Einsetzen in einen Gehörgang auszustatten. In dem Ohrpassestück (OP) ist ein Lautsprecher (LS) angeordnet. Weiterhin befinden sich in dem Ohrpassestück (OP) min-

destens zwei Mikrofone, die im eingesetzten Zustand der Hörvorrichtung in dem Ohrpassestück (OP) akustisch symmetrisch zu dem Lautsprecher (LS) angeordnet sind. Damit lässt sich der von dem Lautsprecher (LS) abgestrahlte Schall von dem Nutzschall unterscheiden, so dass der Rückkopplungsgrad reduziert werden kann. Gleichzeitig ist dabei die offene Versorgung und die Ausnutzung der natürlichen Richtwirkung der Pinna gewährleistet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hörvorrichtung und ein Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen zwischen einem Lautsprecher und mehreren Mikrofonen. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung insbesondere ein entsprechendes Hörgerät.

[0002] Grundsätzlich ist es erstrebenswert, folgende Eigenschaften eines im Ohr befindlichen Teils eines Hörgeräts gemeinsam zu realisieren:

- Offene Versorgung
- Ausnutzung der natürlichen Richtwirkung der Pinna (Ohrmuschel), d. h. Mikrofonposition im Gehörgang
- Rückkopplungsfreiheit bzw. geringe Rückkopplungsneigung des Systems.

[0003] Die drei oben genannten gewünschten Eigenschaften bzw. Anforderungen werden zur Zeit - jede für sich - folgendermaßen erreicht:

- Die offene Versorgung wird bei einem Hinter-dem-Ohr-Hörgerät (HdO) mit einem offenen Ohrpassstück erzielt.
- Die natürliche Richtwirkung der Pinna kann durch ein vollständig im Gehörgang befindliches CIC-Gerät erreicht werden, wobei jedoch wegen Rückkopplungsproblemen nur schwer eine Belüftung des Gehörgangs gewährleistet werden kann.
- Die Rückkopplungsfreiheit kann man durch Verwenden eines sogenannten Feedbackkompensators mit dem Prinzip der gegenphasigen Auslöschung des Rückkopplungssignals erhalten. Wegen der relativ hohen Variabilität und Komplexität des Rückkopplungspfads ist die Wirkung zur Zeit auf ca. 10 dB bis maximal 15 dB Verstärkungsgewinn begrenzt. Um dies jedoch zu erreichen, ist im Allgemeinen ein sorgfältiges Verschließen des Gehörgangs nötig.

[0004] Aus der Patentschrift DE 103 32 119 B3 ist eine aktive Störgeräuschunterdrückung bei einem im Ohr tragbaren Hörhilfegerät bekannt. Das Gerät weist einen zusätzlichen Hörer auf, der in einem Ventilationskanal angeordnet ist. Dieser zusätzliche Hörer befindet sich in etwa in der Mitte des Ventilationskanals und symmetrisch dazu befinden sich in dem Ventilationskanal zwei Mikrofone. Eines der beiden Mikrofone und der Hörer dienen dazu, in den Gehörgang einfallenden Direktschall zu vermeiden, und das weitere Mikrofon dient zusammen mit dem Hörer dazu, Rückkopplungen zu vermeiden.

[0005] Weiterhin ist aus der Druckschrift DE 693 27 992 T2 eine Rauschunterdrückungsanordnung mit fokussierter adaptiver Filterung für Hörprothesen bekannt. Die Rückkopplungsunterdrückungsanordnung weist zwei Mikrofone sowie einen Lautsprecher auf.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, eine Hörvorrichtung mit geringer Rückkopplungsneigung vorzuschlagen, wobei die Richtwir-

kung der Pinna ausgenutzt und eine offene Versorgung gewährleistet werden soll.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Hörvorrichtung mit einem rohrförmigen Ohrpassstück zum Einsetzen in einen Gehörgang, einem Lautsprecher, der in dem Ohrpassstück angeordnet ist, einem ersten und mindestens einem zweiten Mikrofon und einer Signalverarbeitungseinheit, wobei die mindestens zwei Mikrofone im eingesetzten Zustand der Hörvorrichtung in dem Ohrpassstück akustisch symmetrisch zu dem Lautsprecher angeordnet sind, eine Mikrofon-Matching-Einheit, mit der Unterschiede der Mikrofon-signale der mindestens zwei Mikrofone feststellbar sind, an die Mikrofone angeschlossen ist, und mit der an die Mikrofon-Matching-Einheit angeschlossene Signalverarbeitungseinheit nur diejenigen Anteile der Mikrofon-signale verarbeitet an den Lautsprecher geleitet werden, die in den mindestens zwei Mikrofonen zu einem gegebenen Zeitpunkt unterschiedlich aufgenommen werden.

[0008] Darüber hinaus wird erfindungsgemäß bereitgestellt ein Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen in einer Hörvorrichtung, insbesondere in einem Hörgerät, durch Abstrahlen eines Schalls in einem Gehörgang an einem ersten Ort, Aufnehmen eines Schalls mindestens an einem zweiten und dritten Ort im Gehörgang, wobei die beiden Orte akustisch symmetrisch zu dem ersten Ort in dem Gehörgang gelegen sind, und wobei der aufgenommene Schall den abgestrahlten Schall und einen vom außen in den Gehörgang eindringenden Schall beinhaltet, und Verstärken im Wesentlichen nur derjenigen Schallanteile des aufgenommenen Schalls, die zu einem gegebenen Zeitpunkt am zweiten und dritten Ort unterschiedlich sind.

[0009] In vorteilhafter Weise wird durch das Aufnehmen des Schalls an akustisch symmetrischen Orten relativ zu dem Lautsprecher erreicht, dass die an den Mikrofonen eintreffenden Schallsignale der gleichen Übertragungsfunktion unterworfen werden, so dass der vom Lautsprecher stammende Schall von dem von außen kommenden Schall unterschieden werden kann. Damit lassen sich die drei oben bereits genannten Eigenschaften gemeinsam erfüllen: Offene Versorgung, Ausnutzung der natürlichen Richtwirkung der Pinna und geringe Rückkopplungsneigung.

[0010] Vorzugsweise ist die Hörvorrichtung als Hörgerät ausgestaltet. Dies bedeutet, dass das rohrförmige Ohrpassstück beispielsweise Teil einer Otoplastik für ein HdO oder Teil eines IdO (In-dem-Ohr-Hörgerät) ist.

[0011] Entsprechend einer besonderen Ausführungsform weist die Hörvorrichtung eine Verstärkungseinrichtung auf, mit der ein Schall, der von außen in das Ohrpassstück eindringt, anders verstärkbar ist, als ein Schall, der von dem Lautsprecher stammt. Dies bedeutet, dass in der Verstärkungseinrichtung eine entsprechende Signalverarbeitungseinheit enthalten ist, die die einzelnen Schallquellen separiert, so dass eine Rückkopplung soweit wie möglich verhindert wird.

[0012] Eine weiterentwickelte, erfindungsgemäße

Hörvorrichtung weist ein drittes Mikrofon auf, so dass Schall, der von einem Trommelfell reflektiert wird, eindeutig erkannt werden kann. Dieses dritte Mikrofon ist also entsprechend in dem Gehörgang bzw. dem Ohrpassestück platziert, so dass die Mikrofone eine Richtwirkung in Richtung der Gehörgangsachse erhalten. Dadurch lässt sich errechnen, aus welcher Richtung der Schall kommt.

[0013] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

FIG 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Hörvorrichtung mit zwei Mikrofonen;

FIG 2 ein Richtdiagramm mit den einfallenden Schallrichtungen für die Vorrichtung von FIG 1;

FIG 3 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Hörvorrichtung mit drei Mikrofonen zur Unterdrückung von Reflektionen; und

FIG 4 ein Richtdiagramm mit einfallenden Schallrichtungen zu der Vorrichtung von FIG 3.

[0014] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0015] In einer ersten Ausführungsform gemäß FIG 1 besitzt die Hörvorrichtung ein rohrförmiges Ohrpassestück OP. Dieses Ohrpassestück OP besitzt an seinen Stirnseiten jeweils eine Öffnung 01, 02. Im Inneren des Ohrpassestücks OP ist ein zylinderförmiger Hohlraum ausgebildet, in dem sich mittig ein Lautsprecher LS befindet. Seine Hauptabstrahlrichtung steht senkrecht zur Achse des Ohrpassestücks OP. Akustisch symmetrisch zu dem Lautsprecher LS sind zwei Mikrofone M1 und M2 im Inneren des Ohrpassestücks OP angeordnet. Akustisch symmetrisch bedeutet, dass der Schall von dem Lautsprecher LS zu dem Mikrofon M1 der gleichen Übertragungsfunktion unterworfen ist, wie der Schall von dem Lautsprecher LS zu dem Mikrofon M2. In FIG 1 sind Ausbreitungsrichtungen des Schalls von dem Lautsprecher LS durch einfache Pfeile angedeutet.

[0016] In FIG 1 ist ferner eine geometrische Symmetrielinie GS eingezeichnet, die durch den Lautsprecher LS definiert ist und zu der die Mikrofone M1 und M2 symmetrisch angeordnet sind. Die akustische Symmetrie weicht jedoch von der geometrischen Symmetrie etwas ab, da sich die Hörvorrichtung bzw. das Ohrpassestück OP in einem Gehörgang GG befindet, der durch ein Trommelfell TF abgeschlossen ist. Dadurch ergibt sich an einem Ende des Ohrpassestücks OP ein abgeschlossener Raum, während der Raum an dem anderen Ende des Ohrpassestücks OP offen ist. Diese Asymmetrie erfordert eine geometrische Asymmetrie der Orte der Mikrofone M1, M2 gegenüber dem Lautsprecher LS. Der Amplituden- und Phasengang des Schalls vom Lautspre-

cher LS sind bei der akustisch symmetrischen Anordnung dann bei beiden Mikrofonen M1 und M2 gleich. Der Einfachheit halber sind jedoch die Mikrofone M1 und M2 in FIG 1 geometrisch symmetrisch eingezeichnet.

[0017] Die spezifische Anordnung der beiden Mikrofone M1, M2 und des Hörers bzw. des Lautsprechers LS in dem rohrförmigen Ohrpassestück OP ermöglicht es, Signalverarbeitungsalgorithmen einzusetzen, die das Auftreten von Rückkopplungen trotz - oder gerade wegen - der räumlichen Nähe von Mikrofon und Lautsprecher vermeiden. Die Ursache liegt insbesondere in der klaren Definiertheit des Rückkopplungspfads.

[0018] Das erfindungsgemäße Prinzip besteht also darin, in einem beidseitig offenen Ohrpassestück mehrere Mikrofone symmetrisch anzuordnen. Wie aus der Richtmikrofontechnik bekannt ist, ist es dann möglich, Schalle, die gleichzeitig an zwei Mikrofonen eintreffen, von Schallen zu trennen, die eine gewisse Verzögerung zwischen ihrem Auftreffen auf die Mikrofone aufweisen. Eine ähnliche Art der Verarbeitung wird nun auch hier auf die von den Mikrofonen M1 und M2 gewonnenen Mikrofonsignale angewandt. Da sich innerhalb der Röhre des Ohrpassestücks OP keine weiteren Schallquellen befinden, kann der Schall aus dem Lautsprecher LS von von außen einfallendem Schall bzw. Nutzschaall (vgl. Doppelpfeile in FIG 1) unterschieden werden. Häufig kann der Schall aus dem Lautsprecher aus dem Gesamtsignal, das verarbeitet und verstärkt wird, weitgehend entfernt werden.

[0019] FIG 2 zeigt die Richtcharakteristik RC der Mikrofonanordnung von FIG 1 für die Mitte des Ohrpassestücks OP, in der sich der Lautsprecher LS befindet. Demnach ergibt sich die höchste Dämpfung in der 90°- bzw. 270°-Richtung, in der sich der Lautsprecher LS befindet bzw. aus der der Schall des Lautsprechers eintrifft. Der Nutzschaall hingegen, der aus der 0°-Richtung eintrifft, wird nahezu ungedämpft aufgenommen. Diese Richtcharakteristik RC ist in FIG 1 in der Mitte des Ohrpassestücks auch angedeutet.

[0020] In FIG 1 ist auch die gesamte Signalverarbeitung, wie sie für ein Hörgerät typisch ist, angedeutet. Demnach werden die Signale der Mikrofone M1 und M2 einem sogenannten Mikrofon-Matching MM unterworfen, bei dem eine Anpassung von Amplituden- und Phasengang der Signale erfolgt. Ein nachgeschalteter Signalverarbeitungsalgorithmus SA, der auch das Signal des Mikrofons M1 zur Verarbeitung verwendet, erzeugt die gewünschte Richtwirkung. Das resultierende Signal wird über einen Tiefpassfilter LP und einen Signalprozessor SP dem Lautsprecher LS zugeführt.

[0021] Wenn der Nutzschaall durch das Ohrpassestück OP hindurch zum Trommelfell gelangt, wird er dort zum Teil reflektiert (vgl. FIG 3). Auch diese Reflektionen können zu störenden Rückkopplungen führen. Daher ist bei einem weiterentwickelten Hörgerät gemäß FIG 3 in dem Ohrpassestück OP ein zusätzliches drittes Mikrofon M3 vorgesehen. Die übrige Anordnung der Mikrofone M1 und M2 sowie des Lautsprechers LS entspricht im Wesentlichen dem von FIG 1.

[0022] Die Mikrofon-Matching-Einheit MM passt die Amplituden- und Phasengänge der Mikrofonsignale aneinander an bzw. stellt ihre Unterschiede fest. Durch den Signalverarbeitungsalgorithmus SA können anschließend Signale, die eine Laufrichtung vom Trommelfell TF zur nach außen gerichteten Öffnung 01 des Ohrpassestücks OP aufweisen, aus dem Nutzsignal entfernt werden. Hierzu sind mindestens drei Mikrofoneingangssignale notwendig. Der Lautsprecher LS wird dann mit dem reflexionsfreien Nutzsignal versorgt.

[0023] FIG 4 zeigt wiederum die Richtcharakteristik RC der Mikrofonanordnung der Hörvorrichtung von FIG 3. Demnach ergeben sich nicht nur aus der Richtung des Lautsprechers LS, sondern auch aus der Reflexionsrichtung hohe Dämpfungsgrade, während der Nutzschall praktisch ungedämpft aufgenommen wird. Diese Richtcharakteristik ist auch in FIG 3 für die Mitte des Ohrpassestücks OP angedeutet.

[0024] Wie bereits erwähnt, ist die in den FIG 1 und 3 vorgeschlagene Bauweise einer Hörvorrichtung sowohl für ein Ohrpassestück als auch für ein komplettes Im-Ohr-Hörgerät realisierbar. In jedem Fall ermöglicht diese Bauweise eine offene Versorgung, eine Ausnutzung der natürlichen Pinna-Richtwirkung und eine geringe Rückkopplungsneigung.

Patentansprüche

1. Hörvorrichtung mit

- einem rohrförmigen Ohrpassestück (OP) zum Einsetzen in einen Gehörgang (GG),
- einem Lautsprecher (LS), der in dem Ohrpassestück (OP) angeordnet ist,
- einem ersten und mindestens einem zweiten Mikrofon (M1, M2, M3) und
- einer Signalverarbeitungseinheit (SA),

dadurch gekennzeichnet, dass

- die mindestens zwei Mikrofone (M1, M2, M3) im eingesetzten Zustand der Hörvorrichtung in dem Ohrpassestück (OP) akustisch symmetrisch zu dem Lautsprecher (LS) angeordnet sind,
- eine Mikrofon-Matching-Einheit (MM), mit der Unterschiede der Mikrofonsignale der mindestens zwei Mikrofone feststellbar sind, an die Mikrofone angeschlossen ist und
- mit der an die Mikrofon-Matching-Einheit (MM) angeschlossene Signalverarbeitungseinheit (SA) nur diejenigen Anteile der Mikrofonsignale verarbeitet an den Lautsprecher (LS) geleitet werden, die in den mindestens zwei Mikrofonen zu einem gegebenen Zeitpunkt unterschiedlich aufgenommen werden.

2. Hörvorrichtung nach Anspruch 1, die als Hörgerät

ausgestaltet ist.

3. Hörvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, die eine Verstärkungseinrichtung aufweist, mit der ein Schall, der von außen in das Ohrpassestück eindringt, anders verstärkbar ist als ein Schall, der von dem Lautsprecher stammt.

4. Hörvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ein drittes Mikrofon (M3) aufweist, so dass Schall, der von einem Trommelfell (TF) reflektiert wird, eindeutig erkannt werden kann.

5. Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen in einer Hörvorrichtung durch

- Abstrahlen eines Schalls in einem Gehörgang (GG) an einem ersten Ort,
- Aufnehmen eines Schalls mindestens an einem zweiten und dritten Ort im Gehörgang, wobei die beiden Orte akustisch symmetrisch zu dem ersten Ort in dem Gehörgang (GG) gelegen sind, und wobei der aufgenommene Schall den abgestrahlten Schall und einen vom außen in den Gehörgang (GG) eindringenden Schall beinhaltet und
- Verstärken im Wesentlichen nur derjenigen Schallanteile des aufgenommenen Schalls, die zu einem gegebenen Zeitpunkt am zweiten und dritten Ort unterschiedlich sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei Schall auch an einem vierten Ort im Gehörgang (GG) aufgenommen und daraus ein von einem Trommelfell reflektierter Schall ermittelt wird.

FIG 1

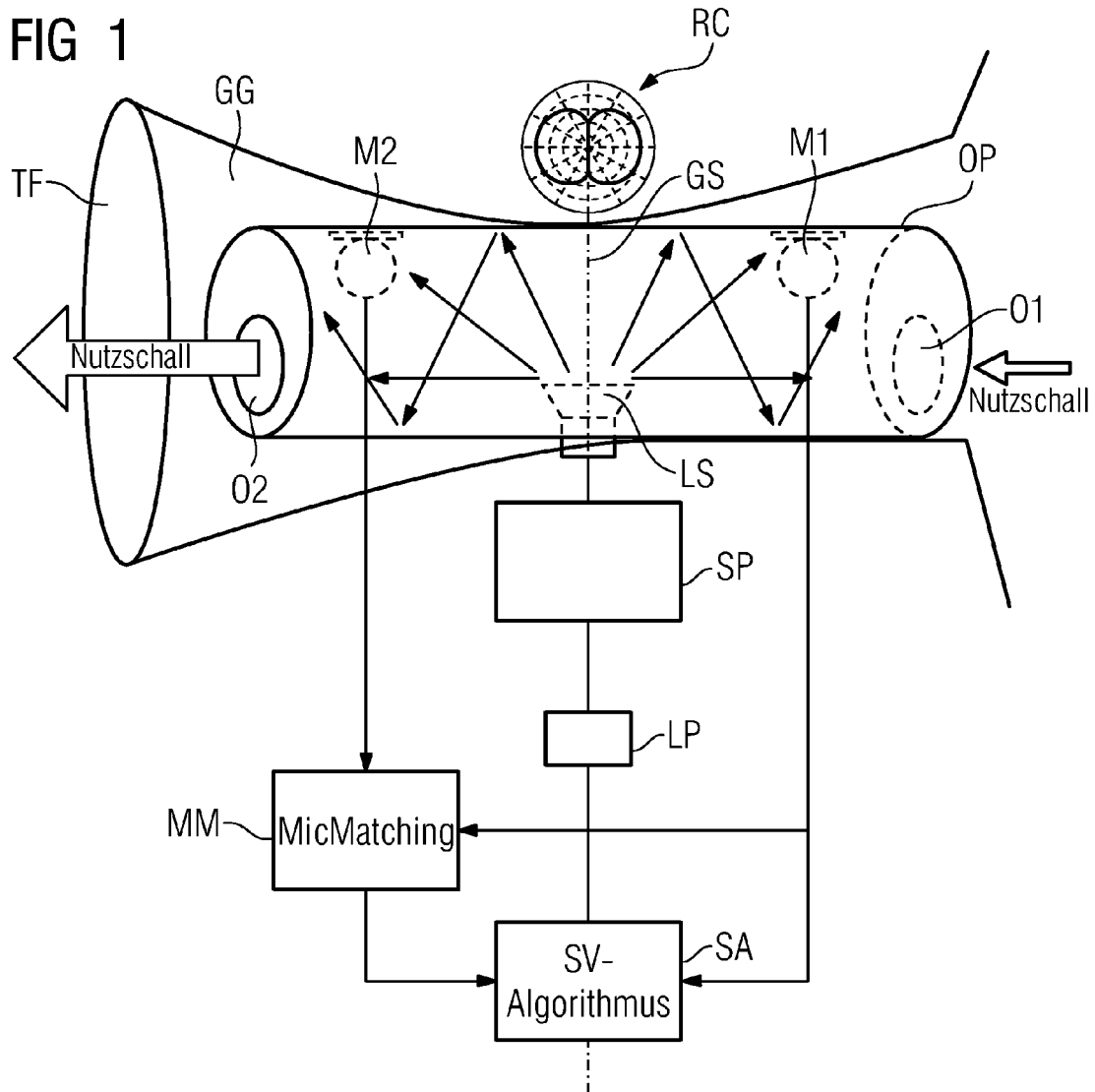


FIG 2

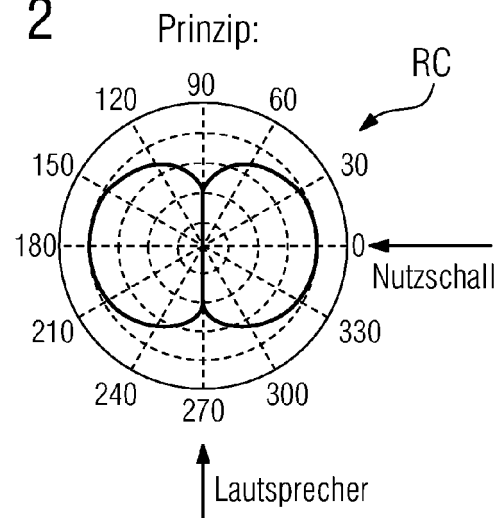


FIG 3

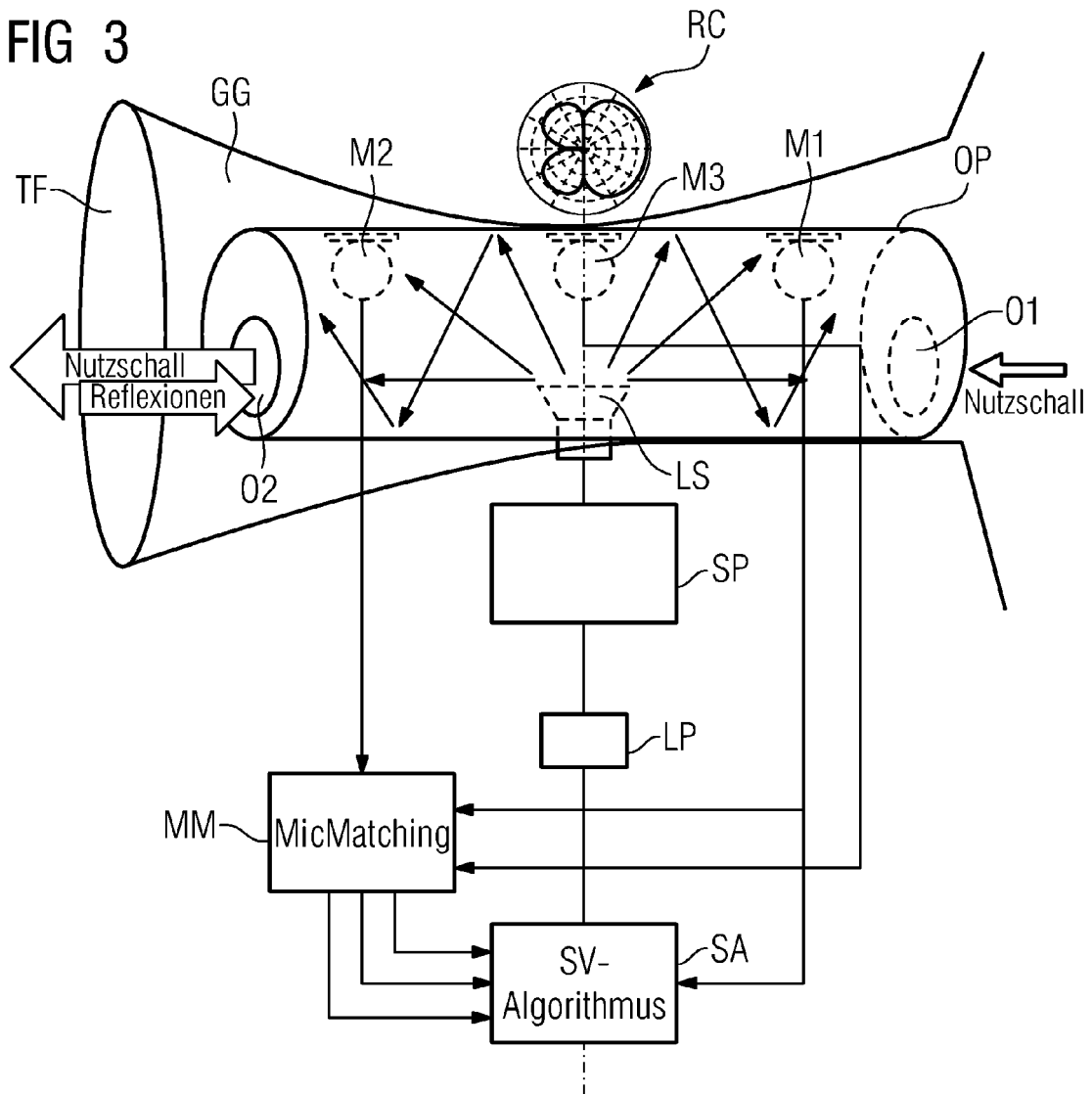
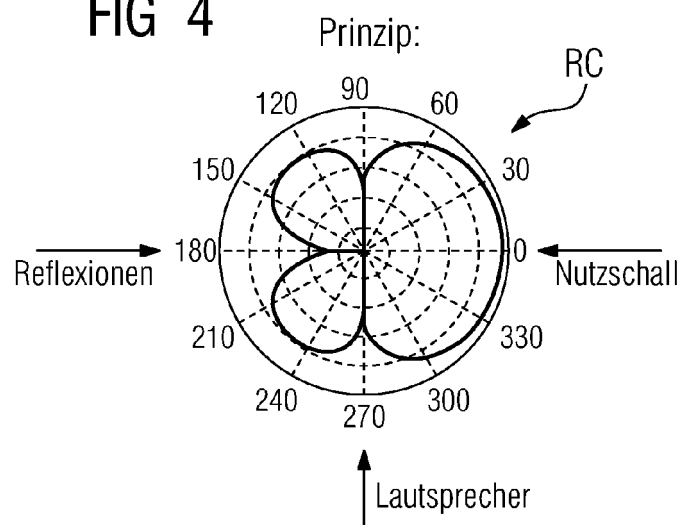


FIG 4



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

- DE 10332119 B3 [0004]
- DE 69327992 T2 [0005]