



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.05.2011 Patentblatt 2011/18

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

(21) Anmeldenummer: **10173364.0**

(22) Anmeldetag: **19.08.2010**

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

(30) Priorität: **29.10.2009 DE 102009051200**

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

(72) Erfinder:
• **Pape, Sebastian**
91054, Erlangen (DE)
• **Arndt, Georg-Erwin**
90587, Obermichelbach (DE)
• **Hain, Jens**
91077, Kleinsendelbach (DE)

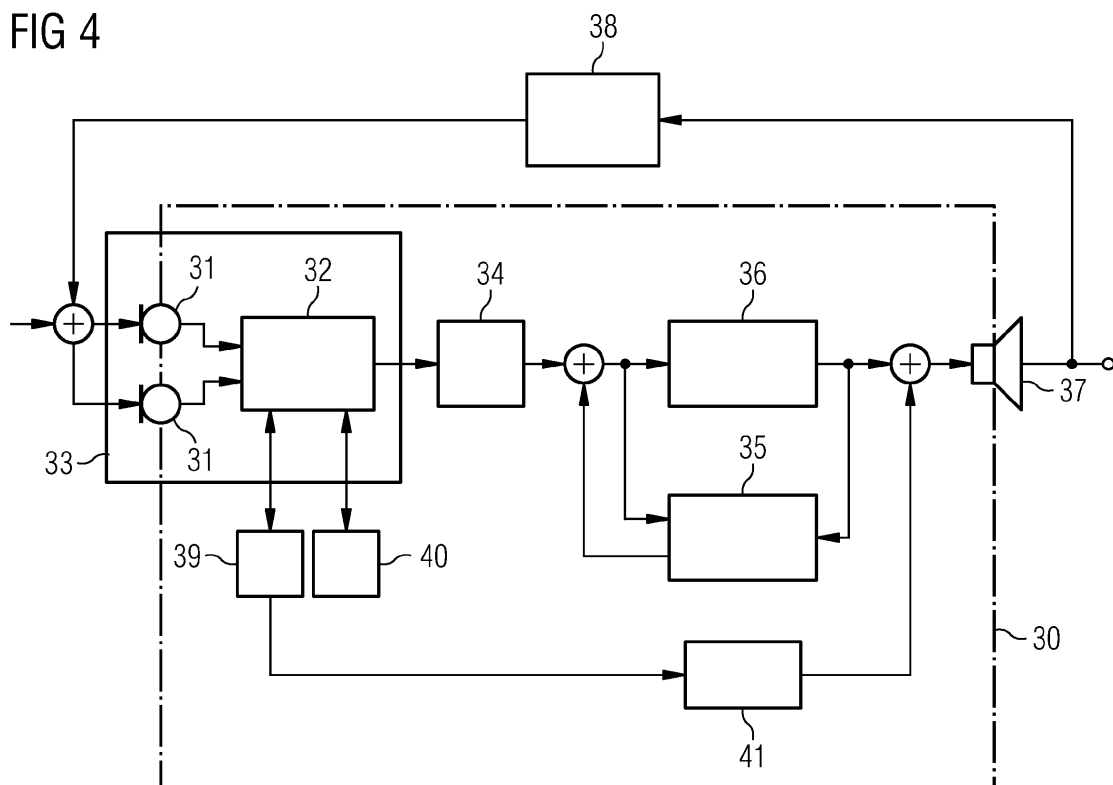
(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **Hörgerät und Verfahren zur Rückkopplungsunterdrückung mit einem Richtmikrofon**

(57) Die Erfindung gibt ein Hörgerät (30) mit einem adaptiven Richtmikrofon (33) zur Rückkopplungsunterdrückung und ein zugehöriges Verfahren an. Das Hörgerät (30) weist eine Adaptionseinheit (32) auf, die das Richtmikrofon (33) so einstellt, dass ein von einem Hörer

(37) des Hörgeräts (30) zum Richtmikrofon (33) rückgekoppeltes Schallsignal gedämpft wird. Die Erfindung bietet den Vorteil, dass Artefakt-frei auf einfache Weise eine akustische Rückkopplung gedämpft bzw. unterdrückt wird.

FIG 4



Beschreibung

[0001] Hörgerät und Verfahren zur Rückkopplungsunterdrückung mit einem Richtmikrofon

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Hörgerät zur Unterdrückung bzw. Kompensation von akustischen Rückkopplungen mit Hilfe der Richtwirkung eines adaptiven Richtmikrofons.

[0003] Ein häufiges Problem bei Hörvorrichtungen ist die Rückkopplung zwischen dem Ausgang der Hörvorrichtung und dem Eingang, die sich als Rückkopplungspfeifen störend bemerkbar macht. Figur 1 zeigt das Prinzip einer akustischen Rückkopplung am Beispiel eines Hörgeräts 1. Das Hörgerät 1 umfasst ein Mikrofon 2, das ein akustisches Nutzsignal 10 aufnimmt, in ein elektrisches Mikrofonsignal 11 umwandelt und an eine Signalverarbeitungseinheit 3 abgibt. In der Signalverarbeitungseinheit 3 wird das Mikrofonsignal 11 u.a. aufbereitet und verstärkt und als Hörsignal 12 an einen Hörer 4 abgegeben. Im Hörer 4 wird das elektrische Hörsignal 12 wieder in ein akustisches Ausgangssignal 13 gewandelt und an das Trommelfell 7 eines Hörgeräteträgers abgegeben.

[0004] Das Problem besteht nun darin, dass ein Teil des akustischen Ausgangssignals 13 über einen akustischen Rückkopplungspfad 14 zum Eingang des Hörgeräts 1 gelangt, wo es sich mit dem Nutzsignal 10 überlagert und als Summensignal vom Mikrofon 2 aufgenommen wird. Bei geeigneter Phasenlage und Amplitude des rückgekoppelten Ausgangssignals kommt es zum störenden Rückkopplungspfeifen. Insbesondere durch eine offene Hörgeräteversorgung ist die Dämpfung der akustischen Rückkopplung gering, wodurch das Problem verschärft wird.

[0005] Zur Lösung des Problems stehen seit einiger Zeit adaptive Systeme zur Rückkopplungsunterdrückung zur Verfügung. Dabei wird der akustische Rückkopplungspfad 14 digital nachgebildet. Die Nachbildung erfolgt beispielsweise mittels eines adaptiven Kompensationsfilters 5, das von dem Hörer treibenden Signal 12 gespeist wird. Nach der Filterung im Kompensationsfilter 5 wird ein gefiltertes Kompensationssignal 15 vom Mikrofonsignal 11 subtrahiert. Im Idealfall wird die Wirkung des akustischen Rückkopplungspfads 14 dadurch aufgehoben und es entsteht ein rückkopplungskompensiertes Eingangssignal 16 der Signalverarbeitungseinheit 3.

[0006] Für eine effektive Rückkopplungsunterdrückung ist eine Regelung bzw. Anpassung der Filterkoeffizienten des adaptiven Kompensationsfilters 5 erforderlich. Dazu wird mit Hilfe einer Analyseeinheit 6 das Eingangssignal 16 der Signalverarbeitungseinheit 3 ausgewertet und auf mögliche Rückkopplungen untersucht. Durch die Anpassung können Artefakte entstehen, da bei nicht optimal adaptiven Kompensationsfiltern 5 zusätzliche Signalkomponenten erzeugt werden. Außerdem kann bei einem nicht optimal adaptierten Kompensationsfilter 5 ein Rückkopplungspfeifen auftreten. In der EP 1 033 063 B1 ist ein derartiges Hörgerät offenbart,

wobei zur Verbesserung der Rückkopplungsunterdrückung zwei parallel arbeitende adaptive Kompensationsfilter eingesetzt werden.

[0007] Richtmikrofonsysteme zählen zu den seit Jahren etablierten Methoden der Störgeräuschunterdrückung und führen nachweislich zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit in Hörsituationen, in denen das Nutzsignal und die Störsignale aus unterschiedlichen Richtungen einfallen. In modernen Hörgeräten wird die Richtwirkung durch differentielle Verarbeitung zweier oder mehrerer benachbarter Mikrofone mit omnidirektionaler Charakteristik erzeugt.

[0008] Figur 2 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Richtmikrofonsystems 1. Ordnung mit zwei Mikrofonen 21, 22 im Abstand von etwa 10 bis 15 mm. Dadurch entsteht für Schallsignale die von vorne V kommen eine externe Verzögerung von T2 zwischen dem ersten und dem zweiten Mikrofon 21, 22, welche beispielsweise dem Abstand der Mikrofone 21, 22 zueinander entspricht. Das Signal R2 des zweiten Mikrofons 22 wird um die Zeit T1 in einer Verzögerungseinheit 23 verzögert, im Inverter 24 invertiert und mit dem Signal R1 des ersten Mikrofons 21 im ersten Addierer 25 addiert. Die Summe ergibt das Richtmikrofonsignal RA, das beispielsweise über eine Signalverarbeitung einem Hörer zugeführt werden kann. Die richtungsabhängige Empfindlichkeit entsteht im Wesentlichen aus einer Subtraktion des um die Zeit T2 verzögerten zweiten Mikrofonsignals R2 vom ersten Signal R1. Schallsignale von vorne V werden somit, nach geeigneter Entzerrung, nicht gedämpft, während beispielsweise Schallsignale von hinten S ausgelöscht werden.

[0009] Adaptive Richtmikrofone sind Mikrofone, die in der Lage sind, sich während des laufenden Betriebs an unterschiedliche Umgebungssituationen anzupassen. Dabei wird zumeist das Ziel verfolgt, von einer Nutzschallquelle abgegebenen Nutzschaall möglichst gut zu empfangen und weiterzuleiten, während der von einer oder mehreren Störschallquellen ausgehende Störschaall in dem von dem adaptiven Richtmikrofon abgegebenen Ausgangssignal möglichst gut gedämpft werden soll. Aus der WO 00/19770 A1 ist ein Hörgerät mit einem adaptiven Richtmikrofon bekannt, bei dem die richtungsabhängige Verstärkung/Dämpfung entsprechend dem Ergebnis einer Signalanalyse variiert werden kann.

[0010] Es ist Aufgabe der Erfindung ein einfaches Verfahren und ein einfaches Hörgerät zur Rückkopplungsunterdrückung mit geringen Artefakten anzugeben.

[0011] Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe mit dem Verfahren und dem Hörgerät der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0012] Die Erfindung beansprucht ein Verfahren zur Rückkopplungsunterdrückung bei einem Hörgerät mit einem adaptiven Richtmikrofon. Ein von einem Hörer des Hörgeräts zum Richtmikrofon rückgekoppeltes Schallsignal wird durch entsprechende Adaption des Richtmikrofons gedämpft. Das heißt, die Richtcharakteristik des Richtmikrofons weist in Richtung des Rückkopplungspfades ein "Delle" (notch) auf. Die Erfindung bietet den

Vorteil, dass Artefakt-frei auf einfache Weise eine akustische Rückkopplung gedämpft wird.

[0013] In einer Weiterbildung der Erfindung kann nur in vorgebbaren Frequenzbändern gedämpft werden. Dadurch kann in den anderen Frequenzbändern ein ungestörter Richtmikrofonbetrieb erfolgen.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform kann die Dämpfung nur in den Frequenzbändern erfolgen, in denen Rückkopplung auftritt. Vorteilhaft daran ist, dass andere Frequenzbänder nicht beeinflusst werden.

[0015] Des Weiteren können die Frequenzbänder durch eine Open-Loop-Gain (OLG) Messung ermittelt werden.

[0016] In einer Weiterbildung des Verfahrens kann durch den Hörer weißes Rauschen abgegeben werden. Die vom Richtmikrofon empfangenen, rückgekoppelten Signalanteile des weißen Rauschens werden gedämpft, indem das Richtmikrofon seine Richtcharakteristik durch Verändern von Adaptionparametern anpasst. Die Adaption wird gestoppt, wenn die Dämpfung einen vorgebbaren Schwellwert überschreitet. Anschließend werden die so ermittelten Adaptionparameter gespeichert. Das heißt, sie werden für eine weitere Verwendung "eingefroren". Der Schwellwert kann eine maximale Dämpfung sein. Dies bietet den Vorteil, dass in einer Hörgeräte-Anpassung die optimalen Einstellungen des adaptiven Richtmikrofons ermittelt werden können.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform kann der Pegel der Frequenzbänder mit Rückkopplung nach der Rückkopplungsunterdrückung an den Pegel von benachbarten Frequenzbändern angepasst werden. Dadurch wird das Klangbild erhalten, auch wenn in den Frequenzbändern ohne Rückkopplung ein unabhängiger Richtmikrofonbetrieb stattfindet.

[0018] Des Weiteren kann das Richtmikrofon mit den abgespeicherten Adaptionparametern betrieben werden. Dadurch ist ein rückkopplungsarmer Betrieb sicher gestellt.

[0019] Die Erfindung gibt auch ein Hörgerät mit einem adaptiven Richtmikrofon zur Rückkopplungsunterdrückung an. Das Hörgerät umfasst eine Adaptionseinheit, die das Richtmikrofon derart einstellt, dass ein von einem Hörer des Hörgeräts zum Richtmikrofon rückgekoppeltes Schallsignal gedämpft wird.

[0020] In einer Weiterbildung des Hörgeräts kann es nur in vorgebbaren Frequenzbändern dämpfen.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform kann das Hörgerät nur in den Frequenzbändern dämpfen, in denen Rückkopplung auftritt.

[0022] Des Weiteren kann das Hörgerät folgende Einheiten umfassen:

- eine Rauschsignaleinheit, die über den Hörer weißes Rauschen abgibt,
- eine Steuereinheit zum Ermitteln von Adaptionparametern der Adaptionseinheit, welche die Adaption des Richtmikrofons durch Verändern der Adaptionparametern derart steuert, dass die vom Richt-

mikrofon empfangenen, rückgekoppelten Signalanteile des weißen Rauschens gedämpft werden, und welche die Adaption anhält, wenn die Dämpfung einen Schwellwert bzw. eine maximale Dämpfung überschreitet, und

- eine Speichereinheit zum Abspeichern der so ermittelten Adaptionparameter.

[0023] Das Hörgerät kann außerdem eine Pegelanpassereinheit umfassen, die den Pegel der Frequenzbänder mit Rückkopplung nach der Rückkopplungsunterdrückung an den Pegel von benachbarten Frequenzbändern ohne Rückkopplung anpasst.

[0024] In einer Weiterbildung kann das Hörgerät mindestens zwei omnidirektionale, Mikrofonssignale abgebende Mikrofone umfassen, die zur Bildung einer Richtcharakteristik in der Adaptionseinheit elektrisch miteinander verschaltet sind.

[0025] Weitere Besonderheiten und Vorteile der Erfindung werden aus den nachfolgenden Erläuterungen mehrerer Ausführungsbeispiele anhand von schematischen Zeichnungen ersichtlich.

[0026] Es zeigen:

Figur 1: ein Blockschaltbild eines Hörgeräts mit Rückkopplungsunterdrückung gemäß Stand der Technik,

Figur 2: ein Blockschaltbild einer Mikrofonanordnung mit Richtcharakteristik gemäß Stand der Technik,

Figur 3: ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Rückkopplungsunterdrückung mit einem adaptiven Richtmikrofon,

Figur 4: ein Blockschaltbild eines Hörgeräts mit einer Rückkopplungsunterdrückung mittels Richtmikrofon und

Figur 5: Messkurven von frequenzabhängigen Rückkopplungen bei einem Hörgerät.

[0027] Figur 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Rückkopplungsunterdrückung bei Hörgeräten mit Hilfe eines adaptiven Richtmikrofons. Im ersten Schritt 100 wird in einer möglichst schalltoten Messkabine von einem Hörer eines von einem Hörgeräteträger getragenen Hörgeräts weißes Rauschen WR abgegeben. Infolge eines akustischen Rückkopplungspaths zwischen dem Hörer des Hörgeräts und mindestens einem Mikrofon des Richtmikrofons werden Signalanteile des weißen Rauschens vom Mikrofon aufgenommen. Im Schritt 101 werden nun die Adaptionparameter AP des adaptiven Richtmikrofons so verändert, dass die rückgekoppelten Signalanteile gedämpft werden.

[0028] Im Schritt 102 wird die Adaption angehalten, wenn die Signalanteile des rückgekoppelten weißen Rauschens um einen vorgebbaren Schwellwert gedämpft werden. Der Schwellwert kann eine maximale Dämpfung sein. Im Schritt 103 werden die so ermittelten Adaptionparameter AP abgespeichert. Bevorzugt er-

folgt die Dämpfung nur in den Frequenzbändern FB, in denen Rückkopplung auftritt. Diese werden mit einer OLG-Messung im Schritt 104 ermittelt. Im Schritt 105 wird nun das Hörgerät mit den so ermittelten Adaptionsparametern AP und den so ermittelten Frequenzbändern FB betrieben.

[0029] Figur 4 zeigt ein Blockschaltbild eines Hörgeräts 30 mit Richtmikrofon 33 zur Unterdrückung von akustischen Rückkopplungen. Von zwei omnidirektionalen Mikrofonen 31 werden Schallsignale aufgenommen, in elektrische Signale umgewandelt und einer Adaptionseinheit 32 zugeführt. Die Mikrofonensignale der beiden Mikrofone 31 sind in der Adaptionseinheit 32 elektrisch miteinander verschaltet. Durch Verändern von Adaptionsparametern in der Adaptionseinheit 32 kann die Richtcharakteristik des durch die Mikrofone 31 gebildeten Richtmikrofons 33 verändert werden.

[0030] Ein Richtmikrofonsignal verlässt die Adaptionseinheit 32 und wird einer Pegelanpasseinheit 34 zugeführt. Mit Hilfe der Pegelanpasseinheit 34 können die Signalpegel unterschiedlicher Frequenzbänder bei Bedarf aneinander angepasst werden. Das so angepasste Signal wird einer Signalverarbeitungseinheit 36 zugeführt und verlässt dieses verstärkt und aufbereitet. Das von der Signalverarbeitungseinheit 36 verarbeitete Signal wird einem Hörer 37 zugeführt und als Schallsignal von diesem abgegeben. Ein Teil des Schallsignals wird über einen akustischen Rückkopplungspfad 38 zu den Mikrofonen 31 rückgekoppelt und kann zu Rückkopplungspfeifen führen. Daher werden mit einer Steuereinheit 39 die Adaptionsparameter der Adaptionseinheit 32 derart geändert, dass die rückgekoppelten Signalanteile gedämpft werden. Das heißt, die Einbuchtung (notch) der Richtcharakteristik des Richtmikrofons 33 zeigt in Richtung Rückkopplungspfad.

[0031] Bevorzugt werden die Adaptionsparameter in einer Hörgeräte-Anpassung ermittelt. Dazu wird mit Hilfe einer Rauschsignaleinheit 41 im Hörgerät 30 weißes Rauschen vom den Hörer 37 abgegeben. Dieses wird teilweise akustisch rückgekoppelt und von den Mikrofonen 31 aufgenommen. Die Adaptionsparameter der Adaptionseinheit 32 werden nun solange verändert, bis das rückgekoppelte Rauschsignal um einen vorgebbaren Schwellwert gedämpft wird. Die so ermittelten Adaptionsparameter werden in einer Speichereinheit 40 abgespeichert und im Hörgerätebetrieb verwendet.

[0032] Vorteilhaft werden nur diejenigen Frequenzbänder gedämpft, in denen Rückkopplung auftritt. Die kritischen Frequenzbänder werden beispielsweise durch eine OLG-Messung ermittelt.

[0033] Um bei einem Richtmikrofonbetrieb in nicht gedämpften Frequenzbändern Klangunterschiede für Signale von hinten zu vermeiden, werden durch die Pegelanpasseinheit 34 die Pegel der gedämpften Frequenzbänder an die Pegel benachbarter Frequenzbänder angeglichen.

[0034] Figur 5 zeigt ein Diagramm eines Signalpegels R in dB in Abhängigkeit der Frequenz f in kHz für in ein

omnidirektionales Mikrofon rückgekoppeltes Schallsignal und für in ein Richtmikrofon mit 70°-notch rückgekoppeltes Schallsignal.

[0035] Deutlich ist aus den beiden Pegelkurven OM und RM des omnidirektionalen Mikrofons bzw. des Richtmikrofons zu erkennen, dass bei einer Frequenz f von etwa 3 kHz Rückkopplung auftritt, wobei die Rückkopplung im Richtmikrofon aufgrund der gewählten 70°-Richtwirkung rund 25 dB geringer als im omnidirektionalen Mikrofon ist.

Bezugszeichenliste

[0036]

1	Hörgerät
2	Mikrofon
3	Signalverarbeitungseinheit
4	Hörer
5	Kompensationsfilters
6	Analyseeinheit
7	Trommelfell
10	Nutzsignal
11	Mikrofonsignal
12	Hörersignal
13	Ausgangssignal
14	Rückkopplungspfad
15	Kompensationssignal
16	Eingangssignal
21	Erstes Mikrofon
22	Zweites Mikrofon
23	Verzögerungseinheit
24	Inverter
25	Addierer
30	Hörgerät
31	Mikrofon
32	Adaptionseinheit
33	Richtmikrofon
34	Pegelanpasseinheit
35	Rückkopplungskompensationseinheit
36	Signalverarbeitungseinheit
37	Hörer
38	Akustischer Rückkopplungspfad
39	Steuereinheit
40	Speichereinheit
41	Rauschsignaleinheit
100	Abgabe von weißem Rauschen WR
101	Ändern der Adaptionsparameter AP
102	Anhalten der Adaption
103	Abspeichern der Adaptionsparameter AP
104	OLG-Messung
105	Betrieb des Hörgeräts 30
AP	Adaptionsparameter des Richtmikrofons 33
f	Frequenz in kHz
FB	Frequenzbänder mit Rückkopplung
OM	Signalpegel eines omnidirektionalen Mikrofons
R	Rückgekoppelter Signalpegel in dB
R1	Mikrofonsignal des ersten Mikrofons 21

R2 Mikrofonsignal des zweiten Mikrofons 22
 RA Richtmikrofonsignal
 RM Signalpegel eines Richtmikrofons mit 70°-notch
 S Schallsignale von hinten
 T1 Verzögerungszeit
 V Schallsignale von vorne
 WR Weißes Rauschen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Rückkopplungsunterdrückung bei einem Hörgerät (30) mit einem adaptiven Richtmikrofon (33), **gekennzeichnet durch:**

- eine Dämpfung eines von einem Hörer (37) des Hörgeräts (30) zum Richtmikrofon (33) rückgekoppelten Schallsignals **durch** Adaption des Richtmikrofons (33).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfung nur in vorgebbaren Frequenzbändern (FB) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfung nur in den Frequenzbändern (FB) erfolgt, in denen Rückkopplung auftritt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzbänder (FB) durch eine Open-Loop-Gain Messung ermittelt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch:**

- eine Abgabe (100) von weißem Rauschen (WR) **durch** den Hörer (37),
 - eine Adaption des Richtmikrofons (33) **durch** Verändern (101) von Adaptionsparametern (AP), um die vom Richtmikrofon (33) empfangenen, rückgekoppelten Signalanteile des weißen Rauschens (WR) zu dämpfen,
 - ein Anhalten (102) der Adaption, wenn die Dämpfung einen Schwellwert überschreitet, und
 - ein Abspeichern (103) der Adaptionsparameter (AP).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pegel der Frequenzbänder (FB) mit Rückkopplung nach der Rückkopplungsunterdrückung an den Pegel von benachbarten Frequenzbändern angepasst wird.

7. Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts (30) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Richtmikrofon (33) mit den abgespeicherten Adaptionsparametern (AP) betrieben wird (105).

8. Hörgerät (30) mit einem adaptiven Richtmikrofon (33) zur Rückkopplungsunterdrückung, **gekennzeichnet durch:**

- eine Adaptionseinheit (32), die das Richtmikrofon (33) derart einstellt, dass ein von einem Hörer (37) des Hörgeräts (30) zum Richtmikrofon (33) rückgekoppeltes Schallsignal gedämpft wird.

9. Hörgerät (30) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es nur in vorgebbaren Frequenzbändern (FB) dämpft.

10. Hörgerät (30) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es nur in den Frequenzbändern (FB) dämpft, in denen Rückkopplung auftritt.

11. Hörgerät (30) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **gekennzeichnet durch:**

- eine Rauschsignaleinheit (41), die über den Hörer (37) weißes Rauschen (WR) abgibt,
 - eine Steuereinheit (39) zum Ermitteln von Adaptionsparametern (AP) der Adaptionseinheit (32), welche die Adaption des Richtmikrofons (33) **durch** Verändern der Adaptionsparametern (AP) derart steuert, dass die vom Richtmikrofon (33) empfangenen, rückgekoppelten Signalanteile des weißen Rauschens (WR) gedämpft werden, und welche die Adaption anhält, wenn die Dämpfung einen Schwellwert überschreitet, und
 - eine Speichereinheit (40) zum Abspeichern der so ermittelten Adaptionsparameter (AP).

12. Hörgerät (30) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **gekennzeichnet durch:**

- eine Pegelanpasseinheit (34), die den Pegel der Frequenzbänder (FB) mit Rückkopplung nach einer Rückkopplungsunterdrückung an den Pegel von benachbarten Frequenzbändern ohne Rückkopplung anpasst.

13. Hörgerät (30) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **gekennzeichnet durch:**

- mindestens zwei omnidirektionale, Mikrofonsignale abgebende Mikrofone (31), die zur Bil-

derung einer Richtcharakteristik in der Adaptionseinheit (32) elektrisch miteinander verschaltet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

Stand der Technik

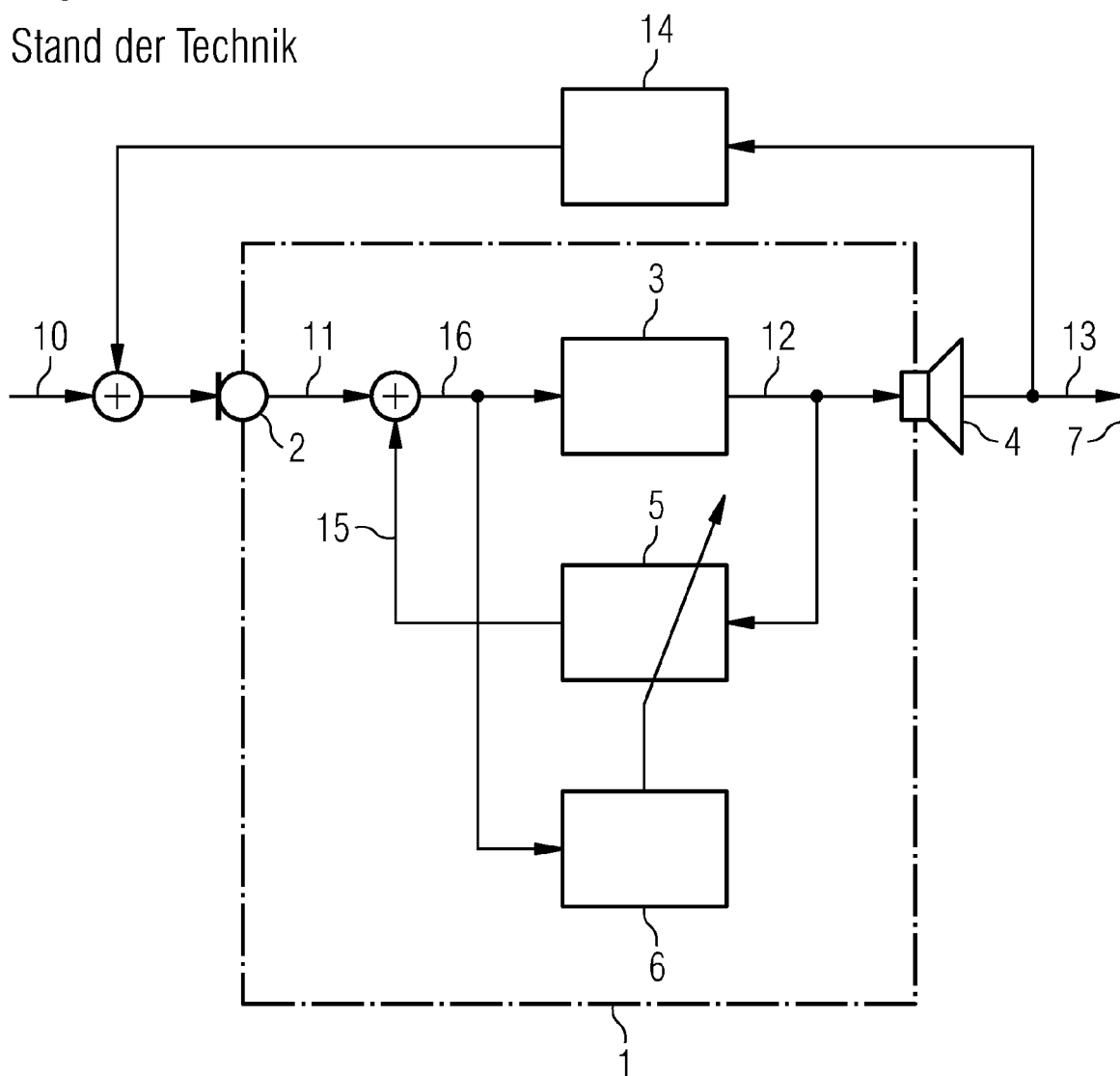


FIG 2

Stand der Technik

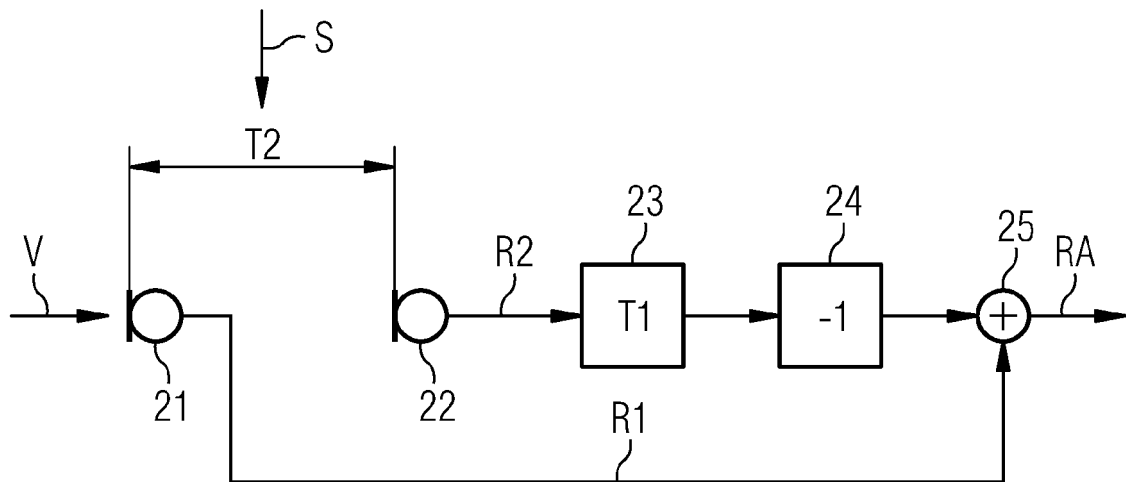
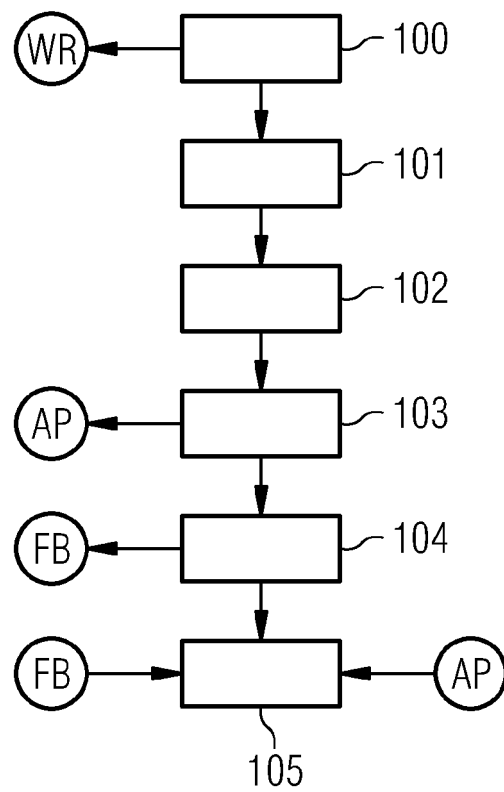
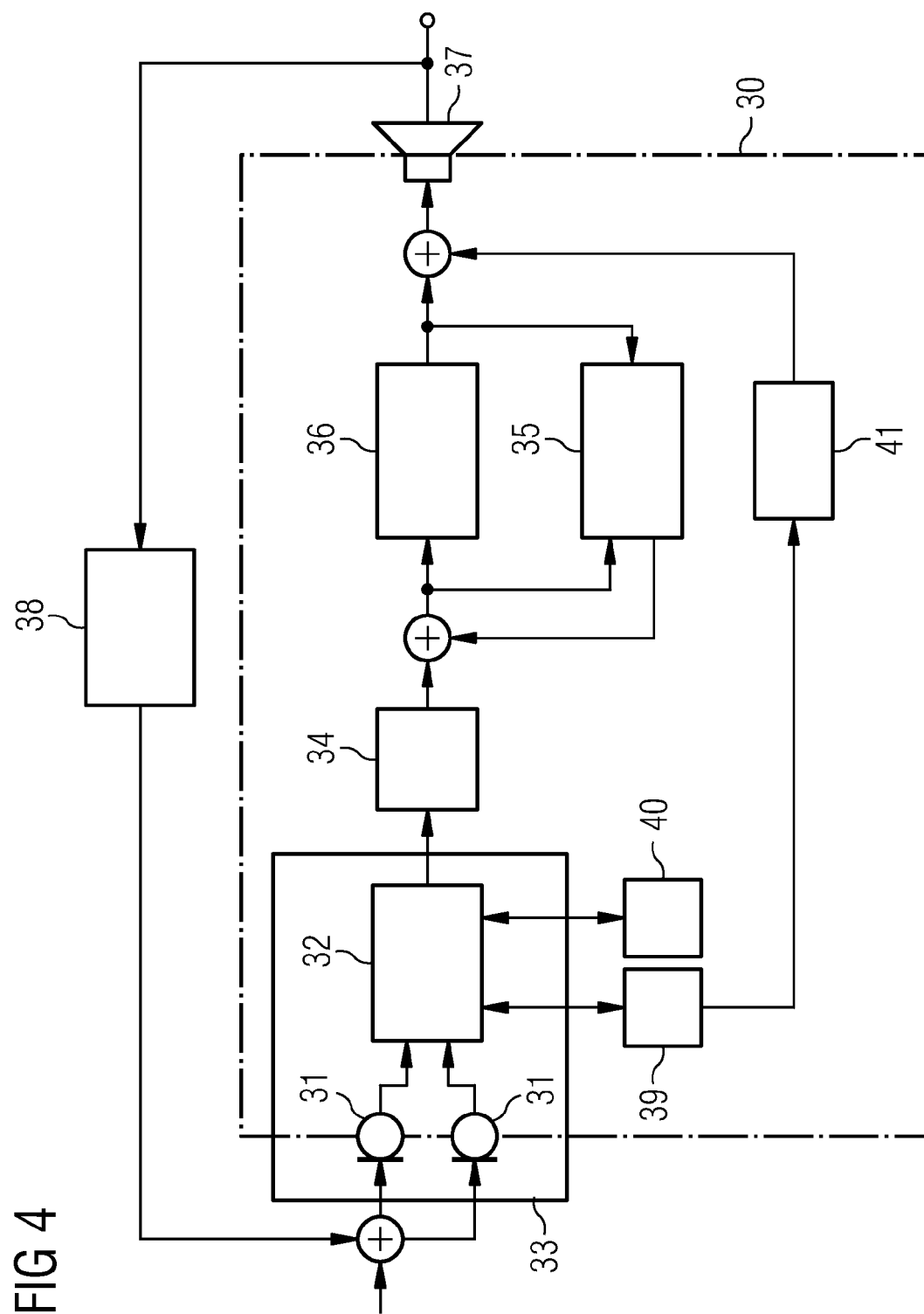
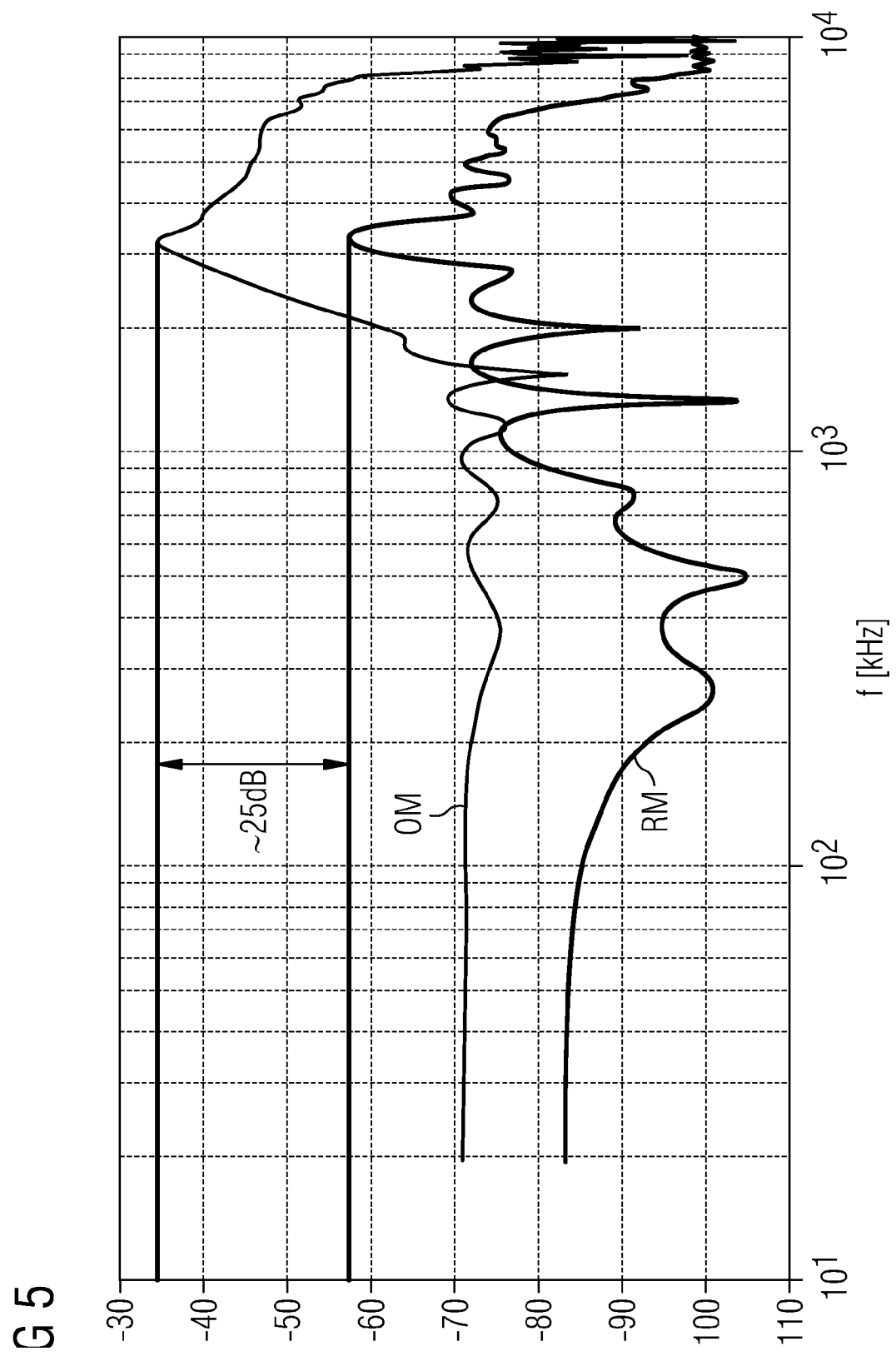


FIG 3







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 1033063 B1 [0006]
- WO 0019770 A1 [0009]