(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 406 469 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.04.2010 Patentblatt 2010/14

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

(21) Anmeldenummer: **03021040.5**

(22) Anmeldetag: **17.09.2003**

(54) **Rückkopplungskompensator in einem akustischen Verstärkungssystem, Hörhilfsgerät, Verfahren zur Rückkopplungskompensation und Anwendung des Verfahrens in einem Hörhilfsgerät**

Feedback compensator in acoustic amplifying systems, hearing-aid, method for feedback compensation and use of said method in hearing-aids

Compensateur de la rétroaction dans les systèmes d'amplification acoustique, prothèse auditive, procédé pour la compensation de la rétroaction et utilisation de ce procédé dans les prothèses auditives

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **30.09.2002 DE 10245667**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.2004 Patentblatt 2004/15

(73) Patentinhaber: **Siemens Audiologische Technik GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder:
- **Arndt, Georg-Erwin**
  90587 Obermichelbach (DE)
- **Weidner, Tom**
  91056 Erlangen (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-00/19605 **WO-A-01/10170**
US-A- 5 748 751

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 406 469 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rückkopplungskompensator in einem akustischen Verstärkungssystem zur Kompensation eines Rückkopplungssignals, das bei einer Verstärkung eines Eingangssignals aufgrund eines Rückkopplungspfads von einem verstärkten Ausgangssignal auf das Eingangssignal entsteht. Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf ein Hörhilfsgerät mit einem solchen Rückkopplungskompensator, auf ein Verfahren zur Kompensation eines Rückkopplungssignals in einem akustischen Verstärkungssystem und auf eine Anwendung des Verfahrens in einem Hörhilfsgerät.

[0002] Bei Hörhilfsgeräten besteht allgemein das Problem einer unerwünschten akustischen Rückkopplung (Feedback) zwischen einem Lautsprecher und einem Mikrofon. Eine solche Rückkopplung kann Pfeifgeräusche oder andere Störungen verursachen und dadurch den Nutzen des Hörhilfsgerätes für den Hörhilfsgeräteträger erheblich verringern oder sogar auf Null reduzieren. Je nach den Eigenschaften des Hörhilfsgeräts und der Hörsituation kann eine Rückkopplung bei unterschiedlichen Frequenzen auftreten.

[0003] Mit Hilfe von adaptiven Rückkopplungskompensatoren wird ein Kompensationssignal erzeugt, das vom Eingangssignal vor der Verstärkung subtrahiert wird und das derart beschaffen ist, dass eine eine Rückkopplung verursachende Frequenz auf eine Intensität reduziert wird, die unterhalb einer sogenannten Stabilitätsgrenze liegt. Die Erzeugung des Kompensationssignals erfolgt entlang eines Rückkopplungskompensationswegs mit einem adaptiven Rückkopplungskompensationsfilter, der mittels einer Adaptionseinheit eingestellt wird und der den Rückkopplungspfad nachbildet. Ein Frequenzbegrenzungsfilter im Rückkopplungskompensationsweg limitiert den Frequenzbereich, in dem das Kompensationssignal erzeugt wird.

[0004] Der Realisierungsaufwand von Rückkopplungskompensatoren ist aufgrund der Erzeugung des der Rückkopplung äquivalenten - Rückkopplungskompensationswegs erheblich. Die Erzeugung des Rückkopplungskompensationssignals erfolgt meist mit einem speziellen adaptiven Rückkopplungskompensationsfilter, dem sogenannten FIR-Filter (FIR: Finite Impulse Response). Als Eingangssignal in den FIR-Filter dient das frequenzbegrenzte verstärkte Ausgangssignal, das durch den FIR-Filter in das Kompensationssignal umgewandelt wird.

[0005] Die Wirkung des FIR-Filter, stellvertretend für die meisten Rückkopplungskompensationsfilter, wird mit einer Adaptionseinheit eingestellt, die sogenannte Filterkoeffizienten einstellt. Die Adaption beruht auf einem Vergleich eines Fehlersignals, meist des Eingangssignals, mit dem verstärkten Ausgangssignal. Eine wichtige Vorraussetzung für eine erfolgreiche Adaption ist, dass die beiden Signale vor dem Vergleich eine wenigstens im wesentlichen gleiche Filterung erfahren haben.

[0006] Für den Aufbau eines Rückkopplungskompensators bedarf es Knoten und Rechenoperationen im Signal- oder Rückkopplungsweg, die Platz und Rechenkapazität verlangen. Des Weiteren braucht man Pufferspeicher, um das Signal beispielsweise mittels der Adaptionseinheit und des Rückkopplungskompensationsfilters zu bearbeiten. Der Speicher beansprucht Platz auf dem Hörhilfsgerätechip und muss von der Hörhilfsgerätebatterie mitversorgt werden.

[0007] Verschiedene Feedbackkompensatoren sind zum Beispiel aus der WO 00/19605 bekannt. Dabei wird die Bandbreite des Kompensationssignals begrenzt, damit vom Rückkopplungskompensationsfilter erzeugte Störungen auf das verstärkte Ausgangssignal minimiert und auf den instabilen Frequenzbereich begrenzt werden.

[0008] Die in der WO 00/19605 angegebenen Feedbackkompensatoren arbeiten speichereffizient; sie weisen allerdings komplizierte Signal- oder Rückkopplungswege mit mehrfachen, aufwendigen Additionsrechenoperationen und Knoten auf.

[0009] Beispielsweise wird bei einer Ausführung in der WO 00/19605 ein Eingangssignal in drei Signale aufgespaltet. Die ersten beiden werden direkt nach je einer Filterung wieder zusammengeführt und bilden das Eingangssignal für die Hörhilfsgerätsignalverarbeitung. Von diesem Eingangssignal wird vor der Verarbeitung ein Kompensationssignal eines einstellbaren FIR-Filters zur Rückkopplungskompensation abgezogen. Das dritte Signal dient gefiltert einer Adaptionseinheit des Rückkopplungskompensationsfilters als Fehlersignal. Um die Adaption erfolgreich durchführen zu können, wird das vom FIR-Filter erzeugte Kompensationssignal nicht nur vom Eingangssignal für die Hörhilfsgerätsignalverarbeitung subtrahiert, sonders es wird zusätzlich vom Fehlersignal subtrahiert, bevor dieses der Adaptionseinheit zugeführt wird. Diese Ausführung weist drei Additionsknoten, drei Aufspaltungsknoten und drei Filter für die Kompensation des Eingangssignals auf und ist in der Realisierung entsprechend aufwendig.

[0010] Eine andere Ausführung beruht dort auf dem aufwendigen Einsatz von zwei Hörhilfsgerätsignalverarbeitungen. Dazu wird ein Eingangssignal in zwei Signale aufgespaltet. Das erste Signal wird nach einer Filterung einer ersten Hörhilfsgerätsignalverarbeitung zugeführt. Das zweite Signal wird komplementär zum ersten Signal gefiltert, bevor es mit einem Kompensationssignal zusammengeführt wird. Es wird dann zum einem einer Adaptionseinheit eines einstellbaren FIR-Filters als Fehlersignal und zum anderen einer zweiten Hörhilfsgerätsignalverarbeitung zugeführt. Das Ausgangssignal der zweiten Signalverarbeitung wird zum einen gefiltert an den FIR-Filter sowie an die Adaptionseinheit geführt und zum anderen wird es mit einem Ausgangssignal der ersten Hörhilfsgerätsignalverarbeitung zusammengeführt. In dieser Ausführung beeinflusst die Wahl der komplementären Filter die Hörhilfsgerätsignalverarbeitungen.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Rückkopplungskompensator, ein Hörhilfsgerät mit

einem Rückkopplungskompensator, ein Verfahren zur Kompensation eines Rückkopplungssignals in einem akustischen Verstärkungssystem und eine Verwendung des Verfahrens in einem Hörhilfsgerät anzugeben, die wenig Speicher beanspruchen und mit einem einfachen Aufbau bzw. Ablauf mit wenigen Knoten und Additionsrechenoperationen auskommen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch einen Rückkopplungskompensator in einem akustischen Verstärkungssystem zur Kompensation eines Rückkopplungssignals, das bei einer Verstärkung eines Eingangssignals aufgrund eines Rückkopplungspfads von einem verstärkten Ausgangssignal auf das Eingangssignal entsteht, gelöst, der einen adaptiven Rückkopplungskompensationsfilter zur Bildung eines den Rückkopplungspfad nachbildenden Rückkopplungskompensationswegs, eine Adaptionseinheit zur Adaption des Rückkopplungskompensationsfilters und einen Frequenzbegrenzungsfilter zur Begrenzung des Frequenzbereichs des Rückkopplungskompensationswegs umfasst. Dabei weist ein Eingangssignalweg des Eingangssignals nach einer Aufspaltung zwei Signalwege auf, wobei der erste Signalweg einen ersten Filter sowie der zweite Signalweg einen zweiten Filter aufweisen. Der erste Signalweg ist nach dem ersten Filter an einem ersten Knoten zur Subtraktion eines Kompensationssignals mit dem Rückkopplungskompensationsfilter und an einem zweiten Knoten zur Fehlersignalabgabe mit der Adaptionseinheit wirkverbunden. Ein Ausgang des zweiten Knotens und der zweite Signalweg sind mit einem dritten Knoten zur Addition verbunden und ein Ausgangs dieses dritten Knotens ist mit einem Eingang des Verstärkungssystems verbunden.

[0013] Ein Rückkopplungskompensator nach der Erfindung ermöglicht es, der Adaptionseinheit und dem Rückkopplungskompensationsfilter ein mit dem gleichen Filter gefiltertes Ausgangssignal zuzuleiten, so dass nur ein Pufferspeicher für die Rückkopplungskompensation notwendig ist. Dies beruht auf der erfindungsgemäßen Anordnung der Filter, Knoten und Additionsrechenoperationen im Signalweg. Des Weiteren benötigt der Rückkopplungskompensator nach der Erfindung nur je zwei Additionsknoten und Aufspaltungsknoten, sowie ein komplementäres Filterpaar. Entsprechend kostengünstig und mit geringem Aufwand kann die Anordnung umgesetzt werden. Im Rückkopplungskompensationsweg - wird nur ein Filter zur Begrenzung des Frequenzbereichs verwendet. Dies hat den Vorteil, dass Artefakte im tieffrequenten Bereich vermindert werden. Die Steuerung des Verstärkungssystems erfolgt unabhängig von den Parametern des ersten und des zweiten Filters sowie des Frequenzbegrenzungsfilters, da sich die Rückkopplungskompensation auf das gesamte Verstärkungssystem bezieht. Dies erlaubt eine flexible Wahl der Filter.

[0014] Die Aufgabe bezüglich eines Hörhilfsgeräts wird durch ein Hörhilfsgerät gelöst, das einen Rückkopplungskompensator der oben beschriebenen Art aufweist. Dabei kann die Erfindung bei allen bekannten Hörhilfsgeräte-Typen angewendet werden, beispielsweise bei hinter dem Ohr tragbaren Hörhilfsgeräten, in dem Ohr tragbaren Hörhilfsgeräten, implantierbaren Hörhilfsgeräten, Hörhilfsgerätesystemen oder Taschenhörhilfsgeräten.

[0015] Ferner wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Kompensation eines Rückkopplungssignals in einem akustischen System gelöst, wobei das Rückkopplungssignal bei einer Verstärkung eines Eingangssignals aufgrund eines Rückkopplungspfads von einem verstärkten Ausgangssignal auf das Eingangssignal entsteht, wobei mittels eines mit einer Adaptionseinheit gesteuerten, adaptiven Rückkopplungskompensationsfilters der Rückkopplungspfad nachgebildet wird, wobei ein Frequenzbegrenzungsfilter den Frequenzbereich des nachzubildenden Rückkopplungspfads begrenzt und wobei das Verfahren die folgende Verfahrensmerkmale aufweist:

In einem Verfahrensmerkmal wird das Eingangssignal in einen rückkopplungsgefährdeten und in einen rückkopplungsungefährdeten Signalanteil aufgespaltet.

In einem weiteren Verfahrensmerkmal wird der rückkopplungsgefährdete Signalanteil mit einem Kompensationssignal des Rückkopplungskompensationsfilters zu einem rückkopplungskompensierten Signalanteil zusammengeführt.

In einem weiteren Verfahrensmerkmal wird der rückkopplungskompensierte Signalanteil mit der Adaptionseinheit zur Fehlersignalauswertung verbunden.

Im letzten Verfahrensmerkmal wird der rückkopplungskompensierte Signalanteil mit dem rückkopplungsungefährdeten Signalanteil zu einem rückkopplungskompensierten Signal zusammengeführt, das anschließend verstärkt wird.

Die Abfolge der Verfahrensmerkmale ist bezüglich der Reihenfolge ungebunden, wenn es auch vorteilhaft ist die ersten beiden Verfahrensmerkmale in der hier angegebenen Reihenfolge vor den letzten beiden Verfahrensmerkmalen durchzuführen. Der Vorteil des Verfahrens liegt im vereinfachten Ablauf sowie in der kostengünstigeren Umsetzung des Verfahrens durch den verringerten Speicherbedarf und die effiziente Durchführbarkeit.

[0016] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Rückkopplungskompensators nach der Erfindung wirkt dieser auf ein Mehrkanalverstärkungssystem, das beispielsweise aus einer Filterbank besteht, die das Eingangssignal auf mehrere frequenzspezifisch angepasste Verstärkungssysteme verteilt. Dies hat den Vorteil, dass der Rückkopplungskompensator alle frequenzspezifisch angepassten Verstärkungssysteme gleichzeitig abdeckt.

[0017] In einer anderen Ausführungsform des Rückkopplungskompensators ist der Frequenzbegrenzungsfilter zwischen dem Ausgang des Verstärkungssystems und dem Rückkopplungskompensator sowie der Adaptionseinheit angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass der

Frequenzbegrenzungsfilter nur auf den Rückkopplungskompensationsweg wirkt.

[0018] In einer besonderen Ausführungsform des Rückkopplungskompensators weisen der erste Filter und der Frequenzbegrenzungsfilter eine zumindest im Wesentlichen gleiche Filterfunktion auf. Die beiden Eingänge in die Adaptionseinheit durchlaufen dann im wesentlichen gleiche Filterungen, zum einen das Eingangssignal den ersten Filter und zum anderen das verstärkte Ausgangssignal den Frequenzbegrenzungsfilter. Dies führt zu besonders guten Vorraussetzungen für eine schnelle und guten Adaption mittels der Adaptionseinheit.

[0019] Eine vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens weist als weiteres Verfahrensmerkmal auf, dass das verstärkte Ausgangssignal über den Frequenzbegrenzungsfilter an die Adaptionseinheit und an den Rückkopplungskompensationsfilter geleitet wird. Dies reduziert den Einfluss des Verfahrens auf Frequenzbereiche, in denen selten Rückkopplung vorkommt, und vermindert dort die Erzeugung von Artefakten.

[0020] In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens werden die Frequenzbereiche des rückkopplungsgefährdeten Signalanteils und des Rückkopplungskompensationswegs so gewählt, dass sie zumindest näherungsweise gleich sind. Dies verbessert den Ablauf der Adaption in der Adaptionseinheit.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird die Verstärkung mit einem Mehrkanalverstärkungssystem durchgeführt, so dass das Verfahren alle seine Vorteile auch auf den Einsatz eines Mehrkanalverstärkungssystems übertragen kann.

[0022] Ferner wird die Aufgabe durch die Anwendung des Verfahrens in einem Hörhilfsgerät gelöst.

[0023] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

[0024] Es folgt die Erläuterung von zwei Ausführungsbeispielen anhand der Figuren 1 und 2. Es zeigen:

FIG 1 einen schematischen Aufbau eines Rückkopplungskompensators zur Verdeutlichung von Signal- und Rückkopplungskompensationspfad und

FIG 2 einen schematischen Aufbau eines Rückkopplungskompensators für den Fall einer Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung

[0025] Figur 1 zeigt einen schematischen Aufbau eines Rückkopplungskompensators 1, der eine qualitativ gute Verstärkung eines akustischen Eingangssignals 3 mit einer Hörhilfsgerätsignalverarbeitung 5 auch dann ermöglicht, wenn ein Rückkopplungspfad 7 vorliegt. Entlang eines Rückkopplungspfads 7 kann ein Ausgangssignal 9 zusammen mit dem akustischen Eingangssignal 3 Eingang zur Hörhilfsgerätsignalverarbeitung 5 finden. Um ein Pfeifen oder andere Störungen aufgrund der Rückkopplung zu verhindern, wird das akustische Eingangssignal 3 mit Hilfe eines Rückkopplungskompensationspfads derart verändert, dass die Rückkopplung unterbleibt.

[0026] Dazu spaltet sich das akustische Eingangssignal 3 an einem Aufspaltungsknoten 11 in zwei Signalanteile auf, zum einen in ein rückkopplungsgefährdeten Signalanteil 13 und zum anderen in einen rückkopplungsungefährdeten Signalanteil 15. Zwei komplementäre Filter 17 und 19 vollziehen die Aufspaltung im Frequenzbereich, so dass beispielsweise der erste Filter 17 nur Frequenzen größer einem Kilohertz durchlässt.

[0027] Der rückkopplungsgefährdete Signalanteil 13 wird an einem Additionsknoten 21 mit einem invertierten Kompensationssignal 23 zusammengefasst. Das Kompensationssignal 23 wird mit Hilfe eines Rückkopplungskompensationsfilters 25 erzeugt. Als Eingang in den Rückkopplungskompensationsfilter 25 dient ein mit einem Frequenzbegrenzungsfilter 27 gefilterte Ausgangssignal 29. Eine Adaptionseinheit 31 ändert die Koeffizienten des Rückkopplungskompensationsfilters 25, so dass das gefilterte Ausgangssignal 29 nach Durchlauf des Rückkopplungskompensationsfilters 25 vorwiegend im Frequenzbereich der Rückkopplung Energie aufweist.

[0028] Vorraussetzung für eine erfolgreiche Adaption ist ein aussagekräftiges Fehlersignal 33. Ein solches wird dem rückkopplungsgefährdeten Signalanteil 13 nach der Zusammenführung mit dem Kompensationssignal 23 entnommen und der Adaptionseinheit 31 zur Auswertung zugeführt.

[0029] Nach der Entnahme des Fehlersignals 33 wird der rückkopplungsgefährdete Signalanteil 13 mit dem rückkopplungsungefährdeten Signalanteil 15 an einem weiteren Knoten zusammengeführt, bevor es in die Hörhilfsgerätesignalverarbeitung 5 gelangt. Dort wird es entsprechend dem Hörverlust des Hörhilfsgeräteträgers verstärkt und an einen Lautsprecher weitergeleitet. Der hier ausgeführte Signalverlauf ist in seiner Abfolge besonders vorteilhaft, da er mit wenig Knoten und Rechenoperationen auskommt.

[0030] Der Rückkopplungspfad 7 kann auf zwei Rückkopplungsmechanismen beruhen, zum einen auf akustischer Rückkopplung direkt vom Lautsprecher auf das Eingangsmikrofon und zum anderen auf elektromagnetischer Rückkopplung beispielsweise von einer Lautsprecherspule auf eine Telefonspule innerhalb eines Hörhilfsgeräts.

[0031] Der Rückkopplungskompensator 1 benötigt nur einen Speicher für das gefilterte Ausgangssignal 29, da dieses zur Bearbeitung sowohl dem Rückkopplungskompensationsfilter 25 als auch der Adaptionseinheit 31 zugeleitet wird.

[0032] Im vorliegenden Rückkopplungskompensator 1 wird man vorzugsweise den ersten Filter 17 und den Frequenzbegrenzungsfilter 27 im Wesentlichen mit derselben Filterfunktion einstellen, da dann die Signalwege zur Adaptionseinheit 31, die mit dem Ausgangssignal 9 beginnen, die gleichen Filter durchlaufen: In einem Fall

durchläuft das Ausgangssignal 9 den Frequenzbegrenzungsfilter 27 und wird direkt anschließend der Adaptionseinheit 31 zugeführt. In einem zweiten Fall wird das Kompensationssignal 23, das ausgehend vom verstärkten Ausgangssignal 9 erst den Frequenzbegrenzungsfilter 27 und dann den Rückkopplungskompensationsfilter 25 durchlaufen hat, zusammen mit dem rückkopplungsgefährdeten Signalanteil 13 der Adaptionseinheit 31 zugeführt. In einem dritten Fall durchläuft das Ausgangssignal, das entlang dem Rückkopplungspfad 7 zum Eingangssignal 3 gelangt, den mit dem Frequenzbegrenzungsfilter 27 meist identisch gewählten ersten Filter 17. Auf diese Weise ist ein System zu Kompensation von Rückkopplungen aufgebaut, das auf nur zwei Additionsknoten beruht, sowie nur einen Pufferspeicher benötigt.

[0033] Die Gesamtübertragungsfunktion des Verstärkungssystems mit dem Rückkopplungskompensator 1 ist folgendermaßen gegeben:

> Dabei sind F1 und F2 die Übertragungsfunktionen des ersten bzw. zweiten Filters 17 bzw. 19, F3 ist die Übertragungsfunktion des Frequenzbegrenzungsfilters 27, H und H' sind die Übertragungsfunktionen des Rückkopplungspfads 7 bzw. des Rückkopplungskompensationsfilters 25 und G ist die Übertragungsfunktion der Hörhilfsgerätsignalverarbeitung 5. Das Produkt aus H und F2 kann bei günstiger Auslegung von F1 und F2 vernachlässigt werden.

[0034] In Figur 2 ist ein schematischer Aufbau einer alternativen - Verwendung des Rückkopplungskompensators 1 dargestellt. Im Unterschied zur Figur 1 wird die Signalverarbeitung mithilfe einer Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 durchgeführt. Dazu wird das wieder zusammengeführte Signal nach Eingang in die Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 mittels einer Filterbank 35 auf die verschiedenen Verstärker 37, die in den verschiedenen Frequenzbereichen arbeiten, verteilt. Anschließend werden die verstärkten Signale in einem Additionsknoten 39 wieder zum verstärkten Ausgangssignal 9 zusammengefasst. Der Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, dass die Anpassung der Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 an den Hörverlust des Hörgeräteträgers unabhängig von der Filterfunktion des Frequenzbegrenzungsfilters 27 oder des ersten Filters 17 ist. Eine Beeinflussung der Parameter der Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 durch den Rückkopplungskompensator 1 wird durch die erfindungsgemäße Anordnung des Rückkopplungskompensators 1 verhindert und erlaubt ein getrenntes Einstellen der Parameter der Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 sowie der Parameter des Rückkopplungskompensators 1.

Patentansprüche

1. Rückkopplungskompensator (1) für ein akustisches Verstärkungssystem zur Kompensation eines Rückkopplungssignals, das bei einer Verstärkung des Eingangssignals aufgrund eines Rückkopplungspfads (7) von einem verstärkten Ausgangssignal (9) auf das Eingangssignal (3) entsteht,
   mit einem adaptiven Rückkopplungs kompensationsfilter (25) zur Bildung eines den Rückkopplungspfad (7) nachbildenden Rückkopplungskompensationswegs,
   mit einer Adaptionseinheit (31) zur Adaption des Rückkopplungskompensationsfilters (25) und
   mit einem Frequenzbegrenzungsfilter (27) zur Begrenzung des Frequenzbereichs des Rückkopplungskompensationswegs,
   wobei ein Eingangssignalweg des Eingangssignals (3) nach einer Aufspaltung zwei Signalwege aufweist,
   wobei der erste Signalweg einen ersten Filter (17) sowie der zweite Signalweg einen zweiten Filter (19) aufweisen,
   wobei der erste Signalweg nach dem ersten Filter an einem ersten Knoten zur Subtraktion eines Kompensationssignals (23) mit dem Rückkopplungskompensationsfiltrer (25) und zur Fehlersignalabgabe mit der Adaptionseinheit (31) wirkverbunden ist,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Wirkverbindung mit der Adaptionseinheit (31) an einem zweiten Knoten erfolgt und dass ein Ausgang des zweiten Knotens und der zweite Signalweg mit einem dritten Knoten zur Addition verbunden sind,
   wobei ein Ausgangs des dritten Knotens mit einem Eingang des Verstärkungssystems verbunden ist.

2. Rückkopplungskompensator (1) nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass das Verstärkungssystem ein Mehrkanalverstärkungssystem umfasst.

3. Rückkopplungskompensator (1) nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass der Frequenzbegrenzungsfilter (27) zwischen dem Ausgang des Verstärkungssystems und dem Rückkopplungskompensationsfilter (25) angeordnet ist.

4. Rückkopplungskompensator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
   dadurch gekennzeichnet, dass der erste Filter (17) und der Frequenzbegrenzungsfilter (27) eine zumindest im wesentlichen gleiche Filterfunktion aufweisen.

5. Hörhilfsgerät mit einem Rückkopplungskompensator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

6. Verfahren zur Kompensation eines Rückkopplungssignals, wobei das Rückkopplungssignal bei einer Verstärkung eines akustischen Eingangssignals (3) aufgrund eines Rückkopplungspfads (7) von einem verstärkten Ausgangssignal (9) auf das akustische Eingangssignal (3) entsteht, wobei mittels eines mit einer Adaptionseinheit (31) gesteuerten, adaptiven Rückkopplungskompensationsfilters (25) der Rückkopplungspfad (7) nachgebildet wird, und wobei ein Frequenzbegrenzungsfilter (27) den Frequenzbereich eines den Rückkopplungspfad (7) nachbildenden Rückkopplungskompensationswegs begrenzt, mit folgenden Verfahrensmerkmalen:

- Aufspalten des akustischen Eingangssignals (3) in einen rückkopplungsgefährdeten (13) und in einen rückkopplungsungefährdeten Signalanteil (15),
- Zusammenführen des rückkopplungsgefährdeten Signalanteils (13) mit einem Kompensationssignal (23) des Rückkopplungskompensationsfilters (25) zu einem rückkopplungskompensierten Signalanteil und
- Zuführen des rückkopplungskompensierten Signalanteils zu der Adaptionseinheit (31) zur Fehlersignalauswertung,

gekennzeichnet durch:

- Zusammenführen des rückkopplungsungefährdeten (15) mit dem rückkopplungskompensierten Signalanteil zu einem rückkopplungskompensierten Signal, das anschließend verstärkt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das verstärkte Ausgangssignal (9) über den Frequenzbegrenzungsfilter (27) an die Adaptionseinheit (31) und an den Rückkopplungskompensationsfilter (25) geleitet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei der rückkopplungsgefährdete Signalanteil (13) und der Rückkopplungskompensationsweg zumindest näherungsweise auf den gleichen Frequenzbereich beschränkt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Verstärkung mit einem Mehrkanalverstärkungssystem durchgeführt wird.

10. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem Hörhilfsgerät.

Claims

1. Feedback compensator (1) for an acoustic amplifying system for compensating for a feedback signal, which is produced during an amplification of the input signal as a result of a feedback path (7) from an amplified output signal (9) to the input signal (3) ,
having an adaptive feedback compensation filter (25) for forming a feedback compensation path which reproduces the feedback path (7),
having an adaptation unit (31) for adapting the feedback compensation filter (25) and
having a frequency limitation filter (27) for limiting the frequency range of the feedback compensation path,
with an input signal path of the input signal (3) comprising two signal paths downstream of a splitting,
with the first signal path comprising a first filter (17) and the second signal path comprising a second filter (19),
with the first signal path downstream of the first filter being actively connected to the feedback compensation filter (25) at a first node for subtracting a compensation signal (23) and being actively connected to the adaptation unit (31) for outputting an error signal,
characterised in that
the active connection to the adaptation unit (31) takes place at a second node and that an output of the second node and the second signal path are connected to a third node for addition purposes,
with an output of the third node being connected to an input of the amplifying system.

2. Feedback compensator (1) according to claim 1, **characterised in that** the amplifying system includes a multichannel amplifying system.

3. Feedback compensator (1) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the frequency limitation filter (27) is arranged between the output of the amplifying system and the feedback compensation filter (25).

4. Feedback compensator (1) according to one of claims 1 to 3,
characterized in that the first filter (17) and the frequency limitation filter (27) have at least essentially the same filter function.

5. Hearing aid device comprising a feedback compensator (1) according to one of claims 1 to 4.

6. Method for compensating for a feedback signal, with the feedback signal being produced during an amplification of an acoustic input signal (3) as a result of a feedback path (7) from an amplified output signal (9) to the acoustic input signal (3), with the feedback path (7) being reproduced by means of an adaptive feedback compensation filter (25) controlled using an adaptation unit (31), and with a frequency limitation filter (27) limiting the frequency range of a feed-

back compensation path reproducing the feedback path (3),
comprising the following method features:

- splitting the acoustic input signal (3) into a feedback-endangered (13) and feedback-unendangered signal portion (15),
- merging the feedback-endangered signal portion (13) with a compensation signal (23) of the feedback compensation filter (25) to form a feedback-compensated signal portion and
- supplying the feedback-compensated signal portion to the adaptation unit (31) for feedback signal evaluation,

characterised by

- merging the feedback-unendangered (15) signal portion with the feedback-compensated signal portion to form a feedback compensated signal, which is then amplified.

7. Method according to claim 6, with the amplified output signal (9) being routed via the frequency limitation filter (27) to the adaptation unit (31) and to the feedback compensation filter (25).

8. Method according to claim 6 or 7, with the feedback-endangered signal portion (13) and the feedback compensation path being restricted at least approximately to the same frequency range.

9. Method according to one of claims 6 to 8, with the amplification being implemented using a multichannel amplifying system.

10. Use of the method according to one of claims 1 to 9 in a hearing aid device.

Revendications

1. Compensateur de rétroaction (1) pour un système d'amplification acoustique pour compenser un signal de rétroaction se produisant lors d'une amplification du signal d'entrée en raison d'un trajet de rétroaction (7) entre un signal de sortie amplifié (9) et le signal d'entrée (3),
avec un filtre adaptatif de compensation de rétroaction (25) pour former un chemin de compensation de rétroaction reproduisant le trajet de rétroaction (7),
avec une unité d'adaptation (31) pour adapter le filtre de compensation de rétroaction (25), et
avec un filtre de limitation en fréquence (27) pour limiter le domaine de fréquences du chemin de compensation de rétroaction,
un chemin de signal d'entrée du signal d'entrée (3) comportant après une décomposition deux chemins de signal,
le premier chemin de signal comportant un premier filtre (17) et le deuxième chemin de signal un deuxième filtre (19),
le premier chemin de signal après le premier filtre au niveau d'un premier noeud étant connecté activement au filtre de compensation de rétroaction (25) pour la soustraction d'un signal de compensation (23) et à l'unité d'adaptation (31) pour l'émission d'un signal d'erreur,
caractérisé en ce que
la connexion active à l'unité d'adaptation (31) s'effectue au niveau d'un deuxième noeud et **en ce qu'**une sortie du deuxième noeud et le deuxième chemin de signal sont connectés à un troisième noeud pour l'addition,
une sortie du troisième noeud étant connectée à une entrée du système d'amplification.

2. Compensateur de rétroaction (1) selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le système d'amplification est un système d'amplification à canaux multiples.

3. Compensateur de rétroaction (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le filtre de limitation en fréquence (27) est disposé entre la sortie du système d'amplification et le filtre de compensation de rétroaction (25).

4. Compensateur de rétroaction (1) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le premier filtre (17) et le filtre de limitation en fréquence (27) ont une fonction filtrante au moins substantiellement identique.

5. Prothèse auditive avec un compensateur de rétroaction (1) selon l'une des revendications 1 à 4.

6. Procédé de compensation d'un signal de rétroaction, ledit signal de rétroaction se produisant lors d'une amplification d'un signal d'entrée acoustique (3) en raison d'un trajet de rétroaction (7) entre un signal de sortie amplifié (9) et le signal d'entrée acoustique (3), ledit trajet de rétroaction (7) étant reproduit au moyen d'un filtre adaptatif de compensation de rétroaction (25) commandé par une unité d'adaptation (31), et un filtre de limitation en fréquence (27) limitant le domaine de fréquences d'un chemin de compensation de rétroaction reproduisant le trajet de rétroaction (7),
comportant les caractéristiques de procédé suivantes :

- décomposer le signal d'entrée acoustique (3) en une partie de signal menacée de rétroaction (13) et une partie de signal non menacée de

rétroaction (15),
- réunir la partie de signal menacée de rétroaction (13) avec un signal de compensation (23) du filtre de compensation de rétroaction (25) en une partie de signal compensée en rétroaction, et
- amener la partie de signal compensée en rétroaction à l'unité d'adaptation (31) pour l'évaluation du signal d'erreur,

caractérisé par :

- réunir la partie de signal non menacée de rétroaction (15) avec la partie de signal compensée en rétroaction en un signal compensé en rétroaction qui est ensuite amplifié.

7. Procédé selon la revendication 6, le signal de sortie amplifié (9) étant acheminé via le filtre de limitation en fréquence (27) à l'unité d'adaptation (31) et au filtre de compensation de rétroaction (25).

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, la partie de signal menacée de rétroaction (13) et le chemin de compensation de rétroaction étant limités au moins approximativement au même domaine de fréquences.

9. Procédé selon l'une des revendications 6 à 8, l'amplification étant effectuée avec un système d'amplification à canaux multiples.

10. Utilisation du procédé selon l'une des revendications 1 à 9 dans une prothèse auditive.

FIG 1

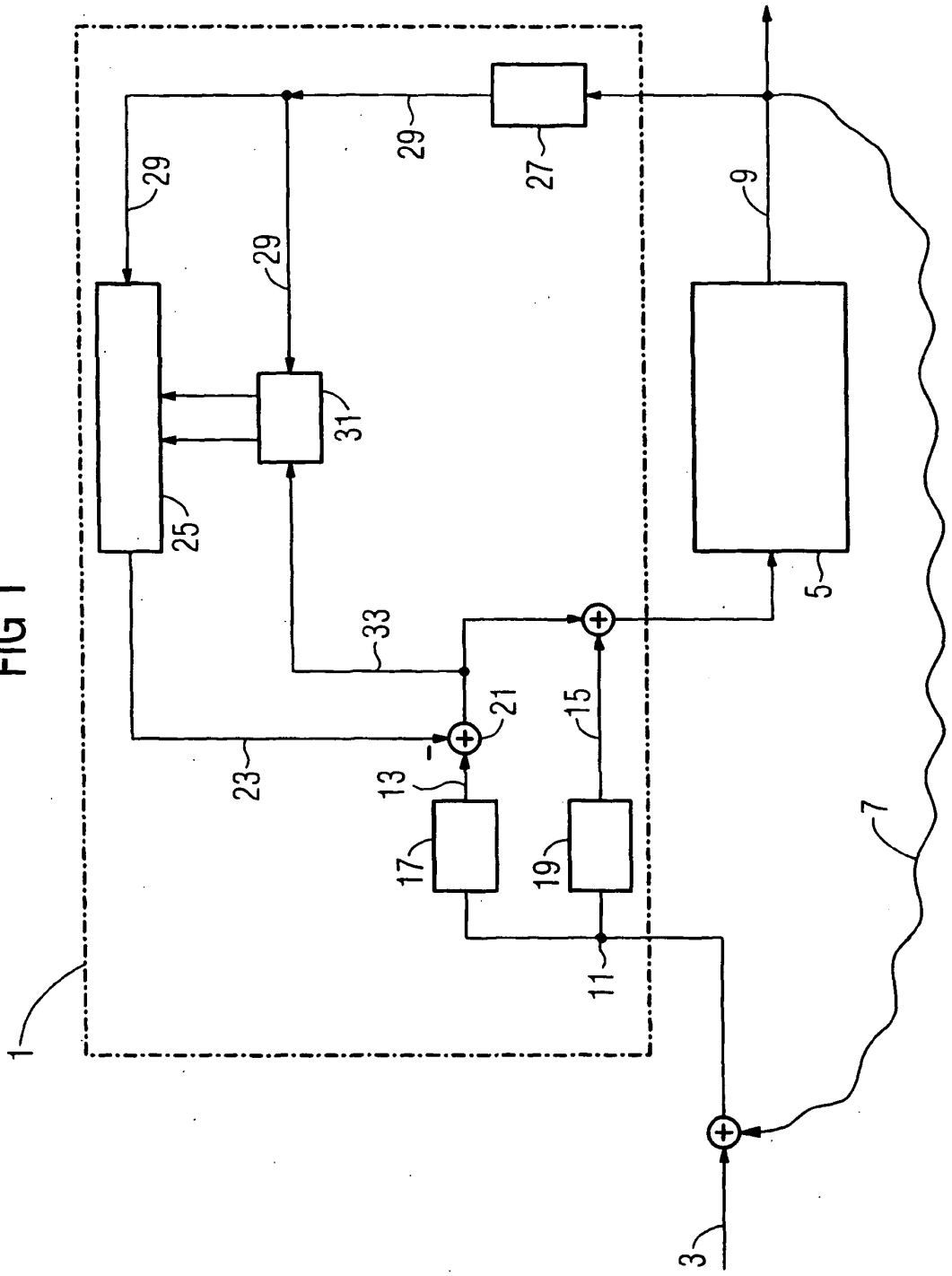
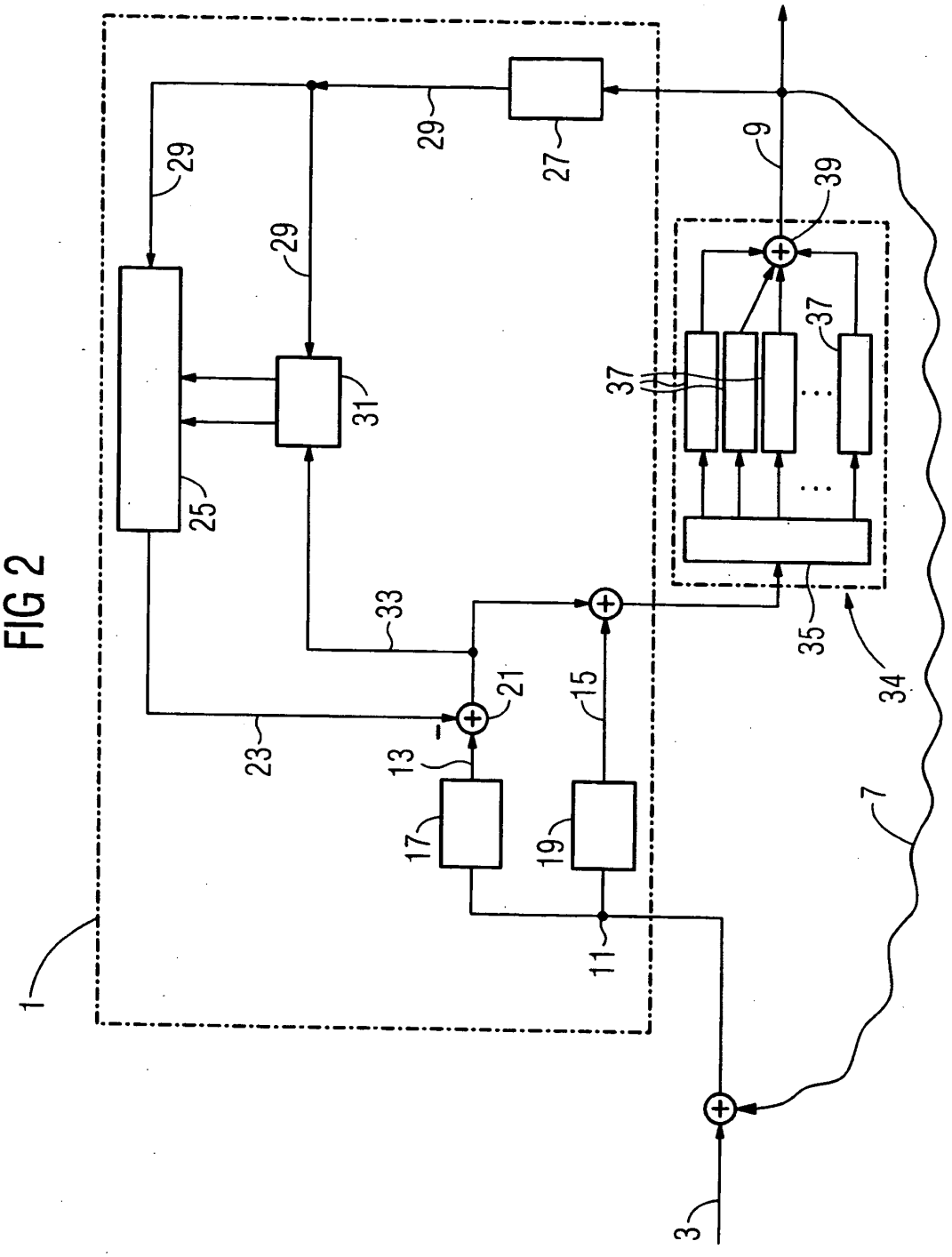


FIG 2



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

- WO 0019605 A **[0007] [0008] [0009]**