



(11) **EP 1 853 089 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.11.2007 Patentblatt 2007/45**

(51) Int Cl.:  
**H04R 25/00 (2006.01) H04R 3/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07106332.5**

(22) Anmeldetag: **17.04.2007**

(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 MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(72) Erfinder:  
• **Kornagel, Ulrich**  
**91052 Erlangen (DE)**  
• **Weidner, Tom**  
**91056 Erlangen (DE)**

(30) Priorität: **04.05.2006 DE 102006020832**

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

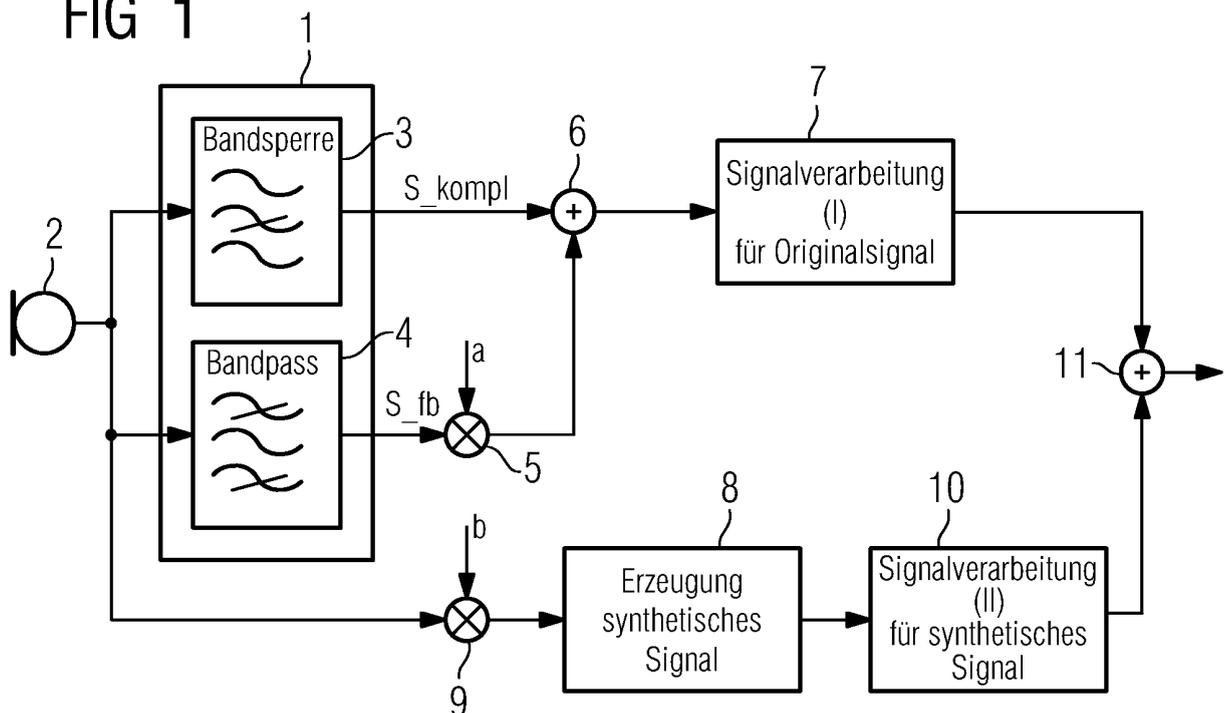
(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik GmbH**  
**91058 Erlangen (DE)**

(54) **Verfahren zum Unterdrücken von Rückkopplungen und zur Spektralerweiterung bei Hörvorrichtungen**

(57) Rückkopplungspfeifen bei Hörvorrichtungen soll ohne Leistungsverlust des Nutzsignals unterdrückt werden können. Dazu ist vorgesehen, einen Frequenzbereich, der rückkopplungsgefährdet ist, zu ermitteln oder vorzugeben. Von einem Eingangssignal, das einen

Spektralanteil in dem rückkopplungsgefährdeten Frequenzbereich besitzt, wird ein vorgebbbarer Teil mit einem synthetischen Signal substituiert. Gegebenenfalls kann das Einmischen eines synthetischen Signals auch dazu verwendet werden, das Spektrum eines Eingangssignals, das a priori begrenzt ist, zu erweitern.

**FIG 1**



**EP 1 853 089 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Unterdrücken von Rückkopplungspfeifen bei Hörvorrichtungen durch Ermitteln oder Vorgeben eines Frequenzbereichs, der rückkopplungsgefährdet ist, und Empfangen eines Eingangssignals mit einem Spektralanteil in dem rückkopplungsgefährdeten Frequenzbereich. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Spektralerweiterung bei einer Hörvorrichtung, deren Eingangssignal einen begrenzten Frequenzbereich besitzt. Außerdem bezieht sich die vorliegende Erfindung auf entsprechende Hörvorrichtungen.

**[0002]** In Akustiksystemen und insbesondere bei Hörgeräten mit mindestens einem Eingang (z. B. Mikrofon) und mindestens einem Ausgang (z. B. Hörer) besteht die Gefahr akustischer Rückkopplung. Bei ausreichend hoher Verstärkung beginnt das System zu oszillieren, was sich durch Pfeifen bemerkbar macht.

**[0003]** Bisher konnte das Rückkopplungspfeifen beispielsweise durch sogenannte Notchfilter unterdrückt werden. Bei diesem Ansatz wird die Schleifenverstärkung bei derjenigen Frequenz reduziert, bei der Feedback- bzw. Rückkopplungspfeifen auftreten würde. Durch diese Absenkung ist die Amplitudenbedingung für Rückkopplungspfeifen nicht mehr erfüllt.

**[0004]** Eine weitere Möglichkeit, das Rückkopplungspfeifen zu unterdrücken besteht darin, eine entsprechende Signalkompensation durchzuführen. Bei diesem Feedbackkompensationsansatz wird der Rückkopplungspfad digital nachgebildet und seine Wirkung kompensiert. Diese Ansätze zur Feedbackreduktion können jedoch das Ausgangssignal deutlich hörbar verfälschen, insbesondere wenn die Eingangsstufe des Akustiksystems nur für eine geringe spektrale Bandbreite ausgelegt ist.

**[0005]** Akustiksysteme mit schmalbandiger Eingangsstufe besitzen ferner den Nachteil, dass die akustische Qualität des Ausgangssignals in der Regel entsprechend gering ist.

**[0006]** Aus der Druckschrift EP 1 304 902 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Störfreiung eines redundanten akustischen Signals bekannt. Dabei wird ein Teilfrequenzbereich des Eingangssignals, in dem eine Störung konzentriert ist, entfernt. Anschließend wird die Intensität des verbleibenden Eingangssignals in einen beizubehaltenden Eingangssignalteil und einen weiterzuverarbeitenden Eingangssignalteil aufgeteilt. Aufgrund des weiterzuverarbeitenden Eingangssignalteils wird der entfernte Teilfrequenzbereich des Eingangssignals synthetisiert. Schließlich wird der beizubehaltende Eingangssignalteil und der synthetisierte Eingangssignalteil zum Hervorbringen eines gegenüber dem Eingangssignal störungsreduzierten Ausgangssignals zusammengeführt.

**[0007]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, die Signalqualität von Akustiksystemen, die rückkopplungsgefährdet sind bzw. deren Ein-

gangsstufe verhältnismäßig schmalbandig ist, zu verbessern.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Unterdrücken von Rückkopplungspfeifen bei einer Hörvorrichtung durch Ermitteln oder Vorgeben eines Frequenzbereichs, der rückkopplungsgefährdet ist, und Empfangen eines Eingangssignals mit einem Spektralanteil in dem rückkopplungsgefährdeten Frequenzbereich, sowie Reduzieren des genannten Spektralanteils des Eingangssignals und Mischen des reduzierten Spektralanteils mit einem synthetischen Signal, so dass in dem genannten Spektralbereich die Leistung des Gesamtsignals im Wesentlichen der Leistung vor dem Reduzieren entspricht.

**[0009]** Entsprechend wird erfindungsgemäß bereitgestellt eine Hörvorrichtung mit einer Rückkopplungsunterdrückungseinrichtung und einer Signaleingangseinrichtung zum Empfangen eines Eingangssignals, wobei die Rückkopplungsunterdrückungseinrichtung eine Reduktionseinheit zum Reduzieren eines Spektralanteils des Eingangssignals und eine Mischeinheit zum Mischen des reduzierten Spektralanteils mit einem synthetischen Signal aufweist, so dass in dem genannten Spektralbereich die Leistung des Gesamtsignals im Wesentlichen der Leistung vor dem Reduzieren entspricht.

**[0010]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, einen Teil eines internen Signals der Hörvorrichtung durch ein synthetisches Signal zu substituieren und mit diesem zu mischen. Durch das Substituieren wird die Amplitudenbedingung für das Rückkopplungspfeifen nicht mehr erfüllt.

**[0011]** Vorzugsweise wird das synthetische Signal mit einer Nichtlinearität aus dem Eingangssignal erzeugt. Auf diese Weise kann in dem gewünschten Frequenzbereich ein synthetisches Signal in Abhängigkeit von dem Eingangssignal erzeugt werden.

**[0012]** Das synthetische Signal kann beispielsweise ebenso durch Frequenzverschiebung aus dem Eingangssignal erzeugt werden. Auch hierdurch lässt sich in einfacher Weise in dem gewünschten Frequenzbereich ein synthetisches Signal in Abhängigkeit von dem Eingangssignal erzeugen.

**[0013]** Vorteilhafterweise wird die spektrale Einhüllende eines aus dem synthetischen Signal und einem Teil des Eingangssignals gemischten Signals mit Hilfe einer LPC-Analyse korrigiert. Somit kann der Signalcharakter des ursprünglichen Eingangssignals ohne Rückkopplung gut beibehalten werden. Beispielsweise kann die Korrektur in Kombination mit einer gängigen Formfilterung erfolgen.

**[0014]** Entsprechend einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt vor dem Mischen ein Weiterverarbeiten des reduzierten Signals und das Mischen durch Addieren des synthetischen Signals zu dem weiterverarbeiteten, reduzierten Signal unmittelbar vor einer Signalausgabe an einen Ausgangswandler. Damit kann die Unterdrückung des Rückkopplungspfeifens vollkommen unabhängig von der internen Signal-

verarbeitung erfolgen. Dies bedeutet, dass bestehende Systeme auch ohne weiteres nachgerüstet werden können.

**[0015]** Weiterhin kann das Eingangssignal in mehreren Kanälen verarbeitet werden, wobei das Substituieren bzw. Mischen nur in demjenigen Kanal mit dem rückkopplungsgefährdeten Frequenzbereich erfolgt. Damit kann die Wirkung der Rückkopplungsunterdrückung gezielt auf einen oder mehrere Kanäle beschränkt werden. Dabei ist es günstig, wenn aus mindestens zwei der Kanäle je ein oder mehrere Merkmale des jeweiligen Signals gewonnen und für das Substituieren bzw. Mischen berücksichtigt werden. Anhand der Merkmale aus den anderen Kanälen kann so die Qualität des synthetischen Signals verbessert werden.

**[0016]** Zur Lösung der oben genannten Aufgabe ist ferner vorgesehen ein Verfahren zur Spektralerweiterung bei einer Hörvorrichtung durch Empfangen eines Eingangssignals, dessen Spektrum a priori einen begrenzten Frequenzbereich besitzt und Mischen des Eingangssignals oder des Eingangssignals in einer weiter verarbeiteten Form mit einem synthetischen Signal, dessen Spektrum zumindest teilweise außerhalb des begrenzten Frequenzbereichs liegt.

**[0017]** Außerdem wird erfindungsgemäß bereitgestellt eine entsprechende Hörvorrichtung mit einer Signaleingangseinrichtung zum Empfang eines Eingangssignals, dessen Spektrum a priori einen begrenzten Frequenzbereich besitzt und einer Mischeinrichtung zum Mischen des Eingangssignals oder des Eingangssignals in einer weiter verarbeiteten Form mit einem synthetischen Signal, dessen Spektrum zumindest teilweise außerhalb des begrenzten Frequenzbereichs liegt.

**[0018]** Durch das erfindungsgemäße Mischen des Eingangssignals mit einem synthetischen Signal wird eine Spektralerweiterung erzielt, die zu einem Ausgangssignal führt, welches als qualitativ hochwertiger empfunden wird. Dabei wird die Spektralerweiterung durch einen verhältnismäßig geringen Hardwareaufwand erreicht. Außerdem kann bei gewissen Akustiksystemen, bei denen technisch bedingte Einschränkungen der Bandbreite der Eingangsstufe bestehen, die erfindungsgemäße Spektralerweiterung dazu genutzt werden, dass die Bandbreite nicht auch im Ausgangssignal beschränkt ist.

**[0019]** Entsprechend einer bevorzugten Ausgestaltung wird das synthetische Signal durch Kopieren eines Anteils aus dem begrenzten Frequenzbereich des Eingangssignals erzeugt. Speziell können beim Kopieren Spiegelfrequenzen genutzt werden. Somit lässt sich auf einfache Weise eine Eingangssignalabhängigkeit des synthetischen Signals erzeugen.

**[0020]** Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems bzw. Verfahrens kann das Mischen des Eingangssignals mit dem synthetischen Signal unterbrochen werden, wenn ein nichtlineares Verhalten der Hörvorrichtung detektiert wird. Auf diese Weise kann ein rauschartiges Rückkopplungssignal unterbunden werden, das von alleine nicht mehr abrei-

ßen würde.

**[0021]** Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

5 FIG 1 ein Prinzipschaltbild einer Hörvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und

10 FIG 2 ein Prinzipschaltbild zur erfindungsgemäßen Teilbandsynthese eines Mehrkanalgeräts.

**[0022]** Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

**[0023]** Entsprechend der erfindungsgemäßen Grundidee sollen Signalanteile, die das Rückkopplungspfeifen verursachen, substituiert werden. Diese Signalsubstitution soll im feedbackgefährdeten Frequenzbereich erfolgen. In diesem Frequenzbereich wird also nicht ausschließlich das durch das Mikrofon aufgenommene Signal verarbeitet und über den Hörer abgegeben, sondern auch das synthetisch erzeugte Signal verarbeitet bzw. ausgegeben. Somit kann die Rückkopplungsschleife unterbrochen werden und es kann sich bei linearem Systemverhalten eine unerwünschte Oszillation unterbinden lassen.

**[0024]** Das durch das Mikrofon aufgenommene Signal kann mit dem synthetischen Signal in einem beliebigen Verhältnis gemischt werden. Dieses Mischen kann auch als Teilsubstitution betrachtet werden. Die effektive Verstärkung kann hierbei in der Rückkopplungsschleife soweit abgesenkt werden, dass die Amplitudenbedingung für Feedback nicht mehr erfüllt ist. Hierdurch bleibt ein gewisser Anteil des natürlichen Signals erhalten.

**[0025]** Maßnahmen zur Erzeugung von synthetischen Signalkomponenten sind beispielsweise die Verwendung von Nichtlinearitäten, d. h. nichtlinearen Bauelementen mit beispielsweise quadratischer Kennlinie, Betragskennlinie usw. oder Modulationsansätze, bei denen Frequenzkomponenten spektral verschoben werden. Vor allem in niedriger Frequenzlage (< 8 kHz) sollte zusätzlich eine Vorrichtung zur Korrektur der spektralen Einhüllenden vorgesehen werden, um einen natürlichen Klang soweit wie möglich zu bewahren. Ein Werkzeug hierfür ist beispielsweise die LPC-Analyse (linear predictive coding) in Kombination mit Formfilterung.

**[0026]** In vorteilhafter Weise genügt es bei der erfindungsgemäßen Unterdrückung von Rückkopplungspfeifen zu wissen, in welchem Frequenzband Rückkopplungspfeifen auftritt bzw. auftreten kann. Die Sollleistung im betreffenden Frequenzband wird nicht wie bei dem Notchfilteransatz reduziert. Vielmehr geht bei der erfindungsgemäßen Signalsubstitution in demjenigen Frequenzband, in dem Rückkopplungspfeifen auftritt, praktisch keine Leistung verloren. Außerdem muss der Rückkopplungspfad bei der erfindungsgemäßen Lösung nicht explizit bekannt sein, wie dies beim Feedback-Kompen-

sationsansatz notwendig ist.

**[0027]** In FIG 1 ist ein konkretes Realisierungsbeispiel vorgestellt. In einer Weiche 1 wird das Originaleingangssignal eines Mikrofons 2 in zwei komplementäre Spektralbereiche aufgeteilt. Im vorliegenden Fall enthält die Weiche 1 eine Bandsperre 3 und einen Bandpass 4. Demzufolge wird das Signal in ein Bandpass-Signal  $S_{fb}$  und in ein dazu spektral komplementäres Signal  $S_{kompl}$  geteilt. Statt der Bandpassfilterung kann auch eine Tiefpass- oder Hochpass-Filterung eingesetzt werden.

**[0028]** Der Spektralbereich des Bandpass-Signals  $S_{fb}$  stellt das Band dar, in dem ohne Gegenmaßnahmen Rückkopplungspfeifen entstehen würde. Das Bandpass-Signal  $S_{fb}$  wird in einem Multiplizierer 5 mit einem Faktor  $a$  multipliziert. Multipliziert mit diesem Faktor  $a$  (mit  $0 < a < 1$ ) wird das Bandpass-Signal  $S_{fb}$  zum Teil wieder zu dem komplementären Signal  $S_{kompl}$  in dem Addierer 6 hinzuaddiert. Das so gewonnene Signal durchläuft die reguläre Signalverarbeitung 7, die das ursprüngliche Signal auch ohne Kompensationsmaßnahme für Rückkopplungspfeifen durchlaufen wäre.

**[0029]** Das Ausgangssignal des Mikrofons 2 wird auch zur Erzeugung des synthetischen Signals im Spektralbereich des Bandpass-Signals  $S_{fb}$  entsprechend dem unteren Pfad von FIG 1 verwendet. Beispielsweise wird mittels eines Filters ein geeignetes Spektralband ausgeschnitten und in das interessierende Spektralband kopiert. Entsprechende Mittel zum Erzeugen eines synthetischen Signals 8 sind in dem unteren Pfad des Schaltbilds von FIG 1 dargestellt. Das synthetische Signal wird mit einem Faktor  $b$  gewichtet. Diese Gewichtung mit Hilfe eines Multiplizierers 9 kann vor dem Eingang in die Mittel zur Erzeugung des synthetischen Signals 8 erfolgen. Anschließend wird das synthetische Signal mit Hilfe eines Signalverarbeitungsmoduls 10 so angepasst, dass es zu dem Signal der Signalverarbeitung 7 des oberen Pfads addiert werden kann. Diese Addition erfolgt in einem Addierer 11 unmittelbar vor der Signalausgabe an einen in FIG 1 nicht dargestellten Ausgangswandler.

**[0030]** Die Faktoren  $a$  und  $b$  sind aufeinander abgestimmt. Sie definieren das Mischungsverhältnis von synthetischem und realem Signalanteil im Spektralbereich des Bandpass-Signals  $S_{fb}$ . Je größer der Faktor  $a$  ist, desto kleiner muss der Faktor  $b$  sein und umgekehrt, so dass das Rückkopplungspfeifen unterdrückt werden kann. In einem ersten Extremfall ist  $a$  nahe 1 und  $b$  nahe 0, so dass praktisch keine Signalsubstitution durch ein synthetisches Signal im Spektralbereich des Bandpass-Signals  $S_{fb}$  erfolgt. In einem zweiten Extremfall ist  $a$  nahe 0 und  $b$  nahe 1, wodurch eine fast vollständige Signalsubstitution durch das synthetische Signal im Spektralbereich des Bandpass-Signals  $S_{fb}$  erfolgt.

**[0031]** Gemäß einer Weiterbildung des Ausführungsbeispiels von FIG 1 können aus den Signalen des oberen Pfads Merkmale des Originalsignals extrahiert werden. Mit diesen Merkmalen lässt sich eine Korrektur der spektralen Einhüllenden in dem synthetisierten Band erreichen. In FIG 2 ist ein Schaltbild eines Mehrkanalgeräts

mit Teilbandsynthese und Merkmalsextraktion wiedergegeben. Das Ausgangssignal eines Mikrofons 20 wird wiederum in zwei Kanäle zerlegt. Zu diesem Zweck dient als erstes Filter beispielsweise ein Hochpass 21 und als zweites Filter beispielsweise ein Tiefpass 22. Das Hochpasssignal entspricht einem Kanal A und das Tiefpasssignal einem Kanal B. In dem Kanal A ist eine Hörgerätesignalverarbeitungseinheit 23 und in dem Kanal B eine Hörgerätesignalverarbeitungseinheit 24 angeordnet. Die Ausgangssignale der beiden Signalverarbeitungseinheiten 23 und 24 werden in einem Addierer 25 addiert und das Summensignal an einen Hörer 26 geschickt.

**[0032]** Ein Teil des akustischen Ausgangssignals des Hörers 26 wird über einen Rückkopplungspfad 27 an das Mikrofon 20 rückgekoppelt. Da die Rückkopplung in erster Linie im hochfrequenten Kanal A erfolgt, ist zwischen dem Hochpass 21 und die Hörgerätesignalverarbeitungseinheit 23 eine Mischstufe 28 geschaltet, mit der ein synthetisches Signal in den Hochfrequenzkanal eingemischt werden kann. Zur Erzeugung des synthetischen Signals wird eines oder mehrere Merkmale des Hochfrequenzkanals A durch eine Merkmalsextraktionseinheit 29 und ebenfalls eines oder mehrere Merkmale des Tieffrequenzkanals B durch eine Merkmalsextraktionseinheit 30 gewonnen. Die durch die Einheiten 29 und 30 gewonnenen Merkmale werden in einer Auswerteeinheit 31 ausgewertet bzw. verglichen. Der Auswerteeinheit 31 liegt dabei ein Modell 32 zugrunde. Dieses Modell beinhaltet ein Vorwissen über Verhältnisse von Anteilen im Hochpassbereich zu Anteilen im Tiefpassbereich. Die Auswerteeinheit 31 ermittelt so beispielsweise anhand der spektralen Einhüllenden, die als Merkmal aus dem Hochfrequenzkanal A zur Verfügung steht, und dem Modell 32 ein Mischungsverhältnis für die Mischstufe 28. Außerdem steuert die Auswerteeinheit 31 einen Signalgenerator 33, z. B. einen Vocoder, an. Der Signalgenerator 33 liefert dann das synthetische Signal an die Mischstufe 28.

**[0033]** Das Beispiel von FIG 2 zeigt ein Zweikanalhörgerät. Die Erfindung lässt sich aber auch auf beliebige andere Geräte mit zwei und mehr Kanälen anwenden.

**[0034]** Das oben geschilderte Mischen bzw. Substituieren kann auch für eine Spektralerweiterung verwendet werden. Beispielsweise sollen in einem Akustiksystem mit wenigstens einem Eingang (z. B. Mikrofon, Receiver) und wenigstens einem Ausgang (z. B. Hörer) ein oder mehrere Frequenzbereiche des auszugebenden Signals synthetisch erzeugt werden. Somit kann die Eingangsstufe des Akustiksystems für eine geringere spektrale Bandbreite ausgelegt werden bzw. bei Systemen, deren Eingangsstufe technisch bedingt eine bestimmte Bandbreite nicht übersteigen kann, ist es möglich, die Bandbreite des Ausgangssignals auf eine größere Soll-Bandbreite zu erweitern. Vorteilhaft daran ist, dass die Spektralerweiterung durch einen verhältnismäßig geringen Hardwareaufwand möglich ist. Darüber hinaus schränken technisch bedingte Einschränkungen der Bandbreite der Eingangsstufe die Bandbreite des Ausgangssignals

nicht ein.

**[0035]** Als konkretes Beispiel sei hier eine drahtlose Audioverbindung (wireless audiolink) genannt. Das einschränkende Element in der Eingangsstufe ist der Receiver, der maximal eine Frequenz von 8 kHz liefert. Da im HiFi-Betrieb Frequenzen bis 12 kHz benötigt werden, wird das Band von 8 kHz bis 12 kHz synthetisch erzeugt.

**[0036]** Eine weitere Realisierungsvariante für die erfindungsgemäße Spektralerweiterung betrifft Hörgeräte. Die synthetische Erzeugung von Spektralkomponenten oberhalb von 8 kHz ist für Hörgeräte sehr vorteilhaft, da oberhalb dieser Frequenz Rückkopplungspfeifen zu befürchten ist. Auch ohne Korrektur der spektralen Einhüllenden kann durch Kopieren von niedrigeren Frequenzbändern in das Band oberhalb von 8 kHz eine deutliche Spektralerweiterung wahrgenommen werden. Als Kopierverfahren kann beispielsweise die Ausnutzung von Spiegelfrequenzen außerhalb des Nyquist-Bands dienen, wobei gezielt die "Nebenprodukte" von Frequenzumtastvorgängen ausgenutzt werden.

**[0037]** Auch wenn ein Frequenzband durch synthetische Spektralkomponenten belegt wird und somit in diesem Band kein Rückkopplungspfeifen im traditionellen Sinn (Oszillation eines instabilen, linear zeitinvarianten Systems) entstehen kann, gibt es bei entsprechend hoher Verstärkung dennoch ein vergleichbares Rückkopplungsphänomen. Reale Systeme verhalten sich nämlich vor allem an der Aussteuergrenze nichtlinear. Grund hierfür ist beispielsweise das nichtlineare Verhalten von Hardwarekomponenten, z. B. Hörer oder Mikrofon, aber auch Nichtlinearitäten in der digitalen Signalverarbeitung, z. B. harte Begrenzer oder AGCs. Wenn die synthetischen Spektralkomponenten aus natürlichen Spektralkomponenten von außerhalb des synthetisch zu belegenden Frequenzbands abgeleitet werden, kann eine geschlossene Rückkopplungsschleife folgendermaßen entstehen: Aus einer natürlichen Spektralkomponente wird gemäß einem vorgegebenen Algorithmus eine synthetische Spektralkomponente erzeugt; eine störende Nichtlinearität erzeugt ihrerseits Spektralkomponenten außerhalb des Bands mit synthetischen Spektralkomponenten; die so neu erzeugten Spektralkomponenten werden zum Mikrofon rückgekoppelt; auch die neu erzeugten Spektralkomponenten dienen wieder als Grundlage zur Erzeugung synthetischer Spektralkomponenten, wodurch die Schleife geschlossen ist. Im Extremfall entsteht so ein rauschartiges Rückkopplungssignal, das von alleine nicht mehr abreißt.

**[0038]** Eine Abhilfe gegen das rauschartige Rückkopplungssignal kann jedoch dadurch geschaffen werden, dass das nichtlineare Verhalten des Systems beispielsweise durch Übersteuerungsdetektion festgestellt wird. Wenn sich das System eine gewisse Zeit nichtlinear verhält (z. B. in der Übersteuerung bewegt), wird die synthetische Erzeugung kurzzeitig (z. B. < 1 Sekunde) unterbrochen, so dass das selbststabilisierte Rückkopplungsrauschen abbrechen kann.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Unterdrücken von Rückkopplungspfeifen bei einer Hörvorrichtung durch

- Ermitteln oder Vorgeben eines Frequenzbereichs, der rückkopplungsgefährdet ist, und
- Empfangen eines Eingangssignals mit einem Spektralanteil in dem rückkopplungsgefährdeten Frequenzbereich,

### gekennzeichnet durch,

- Reduzieren des genannten Spektralanteils des Eingangssignals und
- Mischen (11) des reduzierten Spektralanteils mit einem synthetischen Signal (8), so dass in dem genannten Spektralbereich die Leistung des Gesamtsignals im Wesentlichen der Leistung vor dem Reduzieren entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das synthetische Signal mit einer Nichtlinearität aus dem Eingangssignal erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das synthetische Signal durch Frequenzverschiebung aus dem Eingangssignal erzeugt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die spektrale Einhüllende des gemischten Signals mit Hilfe einer LPC-Analyse korrigiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Korrektur in Kombination mit einer Formfilterung erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei vor dem Mischen ein Weiterverarbeiten des reduzierten Signals und das Mischen durch Addieren des synthetischen Signals zu dem weiterverarbeiteten, reduzierten Signal unmittelbar vor einer Signalausgabe an einen Ausgangswandler erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Eingangssignal in mehreren Kanälen (A, B) verarbeitet wird und das Mischen nur in dem Kanal mit dem rückkopplungsgefährdeten Frequenzbereich erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei aus mindestens zwei der Kanäle (A, B) je ein oder mehrere Merkmale des jeweiligen Signals (29, 30) gewonnen und für das Mischen berücksichtigt werden.

9. Hörvorrichtung mit

- einer Rückkopplungsunterdrückungseinrich-

- tung und  
- einer Signaleingangseinrichtung zum Empfangen eines Eingangssignals,
- dadurch gekennzeichnet, dass** 5
- die Rückkopplungsunterdrückungseinrichtung eine Reduktionseinheit (5) zum Reduzieren eines Spektralanteils des Eingangssignals und 10
  - eine Mischeinheit (11) zum Mischen des reduzierten Spektralanteils mit einem synthetischen Signal aufweist, so dass in dem genannten Spektralbereich die Leistung des Gesamtsignals im Wesentlichen der Leistung vor dem Reduzieren entspricht. 15
- 10.** Verfahren zur Spektralerweiterung bei einer Hörvorrichtung durch
- Empfangen eines Eingangssignals, dessen Spektrum a priori einen begrenzten Frequenzbereich besitzt und 20
  - Mischen des Eingangssignals oder des Eingangssignals in einer weiter verarbeiteten Form mit einem synthetischen Signal, dessen Spektrum zumindest teilweise außerhalb des begrenzten Frequenzbereichs liegt. 25
- 11.** Verfahren nach Anspruch 10, wobei das synthetische Signal durch Kopieren des Anteils aus dem begrenzten Frequenzbereich des Eingangssignals erzeugt wird. 30
- 12.** Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei beim Kopieren Spiegelfrequenzen genutzt werden. 35
- 13.** Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das Mischen des Eingangssignals mit dem synthetischen Signal unterbrochen wird, wenn ein nicht-lineares Verhalten der Hörvorrichtung detektiert wird. 40
- 14.** Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei die spektrale Einhüllende des gemischten Signals mit Hilfe einer LPC-Analyse korrigiert wird. 45
- 15.** Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei das Mischen mit dem synthetischen Signal unmittelbar vor einer Signalausgabe an einen Ausgangswandler erfolgt. 50
- 16.** Hörvorrichtung mit
- einer Signaleingangseinrichtung zum Empfang eines Eingangssignals, dessen Spektrum a priori einen begrenzten Frequenzbereich besitzt und 55
  - einer Mischeinrichtung (11) zum Mischen des
- Eingangssignals oder des Eingangssignals in einer weiterverarbeiteten Form mit einem synthetischen Signal, dessen Spektrum zumindest teilweise außerhalb des begrenzten Frequenzbereichs liegt.

FIG 1

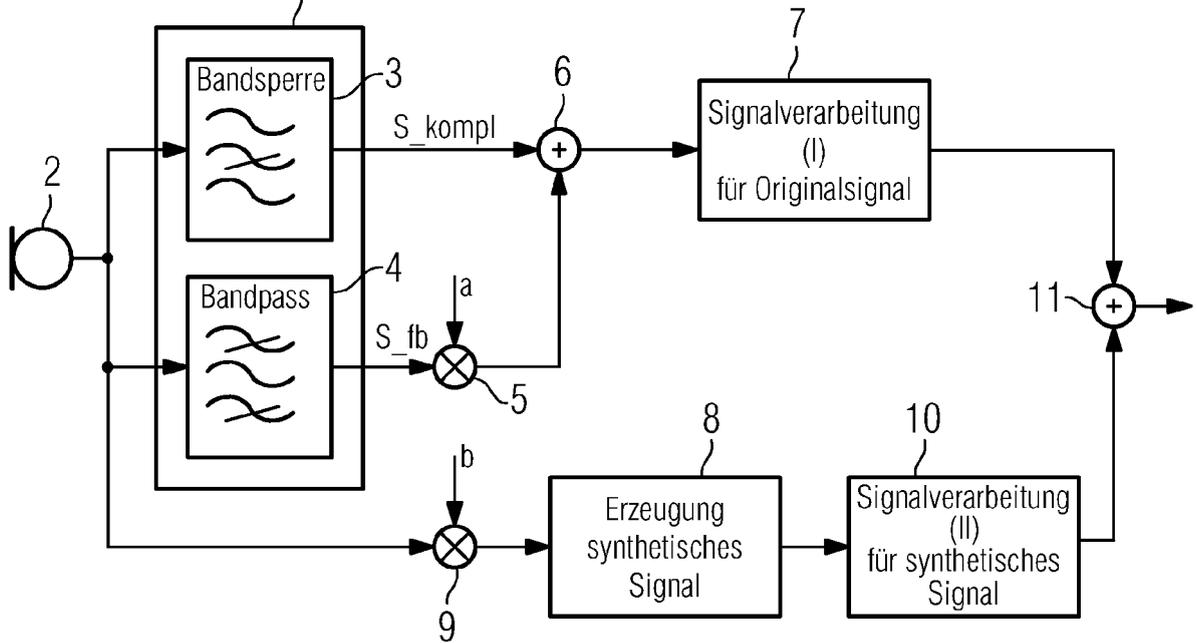
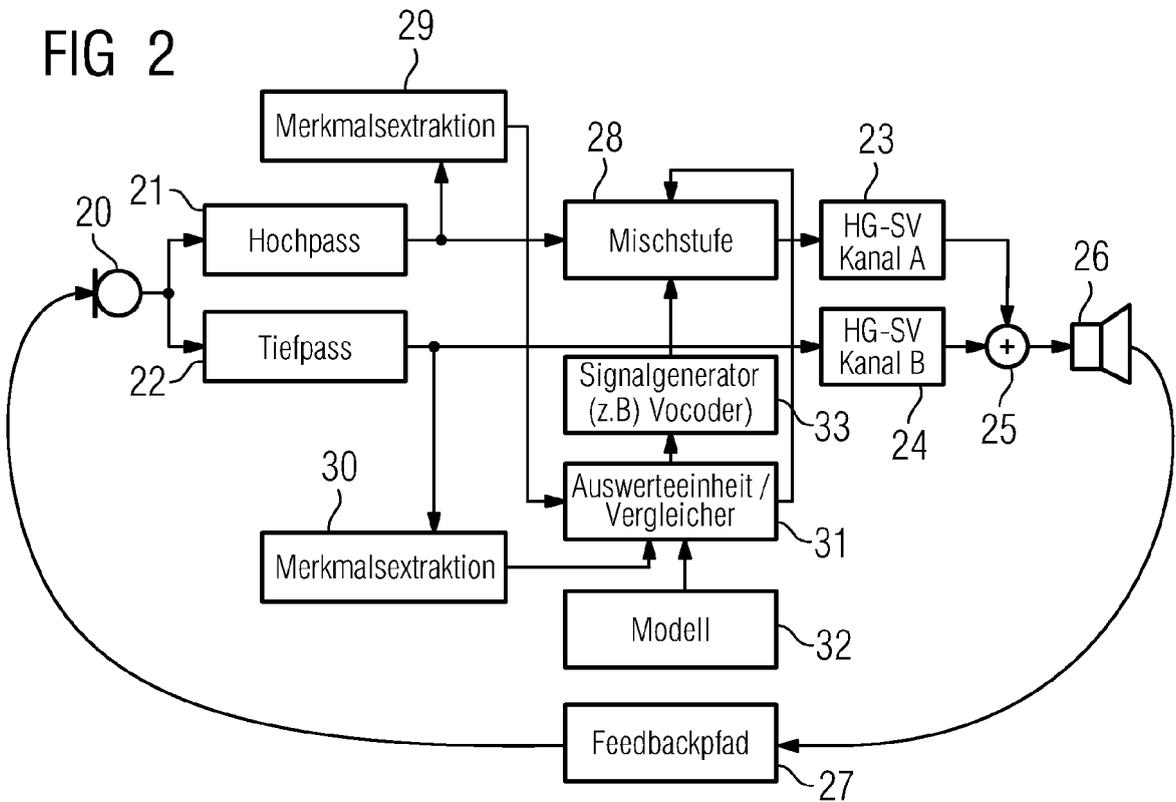


FIG 2



**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**

- EP 1304902 A1 [0006]