



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.05.2003 Patentblatt 2003/18

(51) Int Cl.7: **H04R 25/00**

(21) Anmeldenummer: **02022530.6**

(22) Anmeldetag: **07.10.2002**

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

(72) Erfinder:
• **Fischer, Eghart**
91126 Schwabach (DE)
• **Hamacher, Volkmar**
52146 Würselen (DE)

(30) Priorität: **17.10.2001 DE 10150675**

(74) Vertreter: **Berg, Peter, Dipl.-Ing. et al**
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

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

(54) **Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes sowie Hörgerät**

(57) Bei einem Hörgerät (1) sollen durch Ein-, Aus- oder Umschaltvorgänge hervorgerufene störende akustische Effekte vermieden werden. Hierzu schlägt die Erfindung vor, die Signalverarbeitung im Hörgerät (1) gleitend von einem ersten Betriebszustand in einen zweiten Betriebszustand zu überführen. Gemäß der Erfindung sind während des Umschaltvorgangs beide Be-

triebszustände gleichzeitig im Hörgerät (1) vorhanden. Der gleitende Übergang erfolgt durch eine parallele Signalverarbeitung in wenigstens zwei Signalpfaden des Hörgerätes (1), wobei ein Signal, das aus dem ersten Betriebszustand resultiert, und ein Signal, das aus dem zweiten Betriebszustand resultiert, in wechselnder Gewichtung addiert werden.

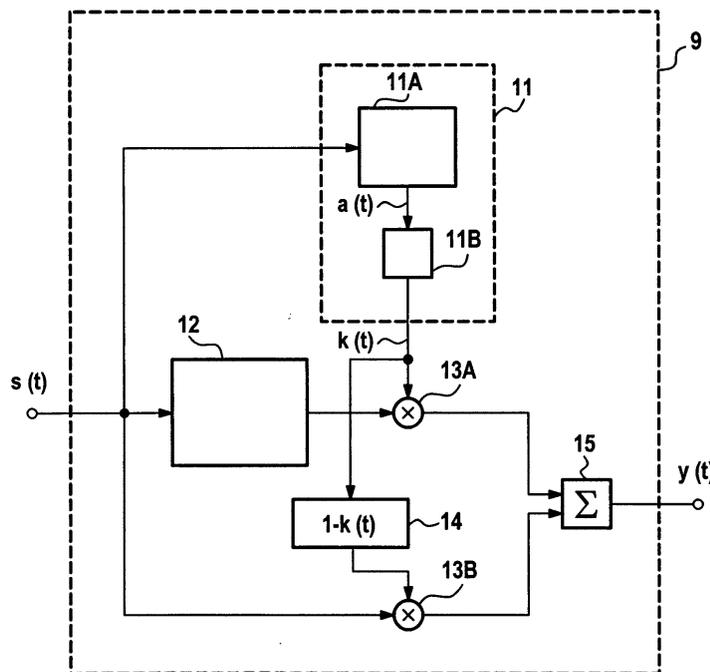


FIG 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes mit einem Eingangswandler zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Signal, einer Signalverarbeitungseinheit zur Verarbeitung und Verstärkung des elektrischen Signals und einem Ausgangswandler. Ferner betrifft die Erfindung ein Hörgerät zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Zum optimierten Betrieb in unterschiedlichen Hörsituationen sind bei einem bekannten Hörgerät mehrere Hörprogramme einstellbar. Zwischen den einzelnen Hörprogrammen kann manuell oder automatisch umgeschaltet werden. Ein derartiges Hörgerät ist beispielsweise in der US 4,425,481 offenbart.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind ferner Hörgeräte bekannt, bei denen zur weiteren Anpassung an unterschiedliche Hörsituationen Algorithmen zur Signalverarbeitung im Hörgerät ein- und ausgeschaltet werden können. Diese Algorithmen betreffen z.B. die Kompression, die Reduktion von Störsignalen oder die Sprachsignalanhebung.

[0004] Sowohl die Umschaltung zwischen verschiedenen Hörprogrammen als auch die Aktivierung von Algorithmen im Hörgerät können manuell oder automatisch erfolgen. Dabei entstehen in der Regel störende akustische Effekte und damit verbundene Irritationen bei der Perzeption von Schallsignalen in natürlichen Hörsituationen. Diese äußern sich zumeist in Form von störenden Knack-Geräuschen, unnatürlichen Pegelsprüngen oder unnatürlichen, plötzlichen Klangveränderungen.

[0005] Aus der DE 195 42 961 C1 ist eine Schaltung zum Betrieb eines mit mindestens einem variablen Betriebsparameter ausgestatteten Hörgeräts sowie ein Hörgerät als solches bekannt, wobei in einer Speicheranordnung die Betriebsparametereinstellungen einer Ausgangssituation sowie einer Zielsituation festgelegt sind und mittels einer Steuereinheit über ein bestimmtes Zeitintervall ein Übergang des Betriebsparameters von der Einstellung in der Ausgangssituation in die Einstellung der Zielsituation durchführbar ist.

[0006] Aus der DE 195 34 981 A1 ist ein Verfahren zur Feinanpassung von Hörgeräten bekannt, bei dem zuerst in einem Bewertungsschritt eine Bewertung des Optimierungsgrads am Hörgerät eingestellter Parameter, beispielsweise mittels psychoakustischer Größen, und in einem nachfolgenden Optimierungsschritt eine Justierung verbesserungsbedürftiger Parameter erfolgt. Dabei wird der zu bewertende Optimierungsgrad oder hierfür maßgebliche Größen im Rahmen des Bewertungsschritts und/oder der für den Optimierungsschritt maßgebliche Grad der Justierung des verbesserungsbedürftigen Parameters durch auf Fuzzy-Logik basierende Algorithmen bzw. Regelsätze ermittelt.

[0007] Aus der DE 198 59 171 C2 ist ein implantierbares Hörgerät mit Tinnitusmaskierer oder Noiser be-

kannt, bei dem ein digitaler Signalprozessor vorgesehen ist, der sowohl für die Aufbereitung des Audiosignals als auch für die Erzeugung der zur Tinnitusmaskierung oder Noiserfunktion notwendigen Signale und für die Zusammenfassung der letztgenannten Signale mit dem Audiosignals ausgelegt ist.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, durch Ein-, Ausoder Umschaltvorgänge hervorgerufene, störende akustische Effekte bei einem Hörgerät zu vermeiden.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes mit einem Eingangswandler zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Signal, einer Signalverarbeitungseinheit zur Verarbeitung und Verstärkung des elektrischen Signals und einem Ausgangswandler, wobei ein Umschaltvorgang zum Überführen des Hörgerätes von einem ersten Betriebszustand in einen zweiten Betriebszustand ausgelöst wird und wobei ein gleitender Übergang von dem ersten Betriebszustand zu dem zweiten Betriebszustand erfolgt, dadurch gelöst, dass während des Umschaltvorgangs beide Betriebszustände parallel im Hörgerät vorhanden sind, wobei zumindest in dem Teil eines Signalpfades des Hörgerätes eine parallele Signalverarbeitung erfolgt, in dem sich die beiden Betriebszustände unterscheiden, wobei ein erstes Signal, das aus dem ersten Betriebszustand resultiert, und ein zweites Signal, das aus dem zweiten Betriebszustand resultiert, über eine Gewichtungsfunktion miteinander verknüpft sind und wobei während des Umschaltvorgangs das Gewicht des ersten Signals abnimmt und das Gewicht des zweiten Signals zunimmt.

[0010] Ferner wird die Aufgabe bei einem Hörgerät zur Durchführung des Verfahrens dadurch gelöst, dass während des Umschaltvorgangs beide Betriebszustände parallel im Hörgerät vorhanden sind und das Hörgerät Mittel zur gewichteten Verknüpfung eines Signals, das aus dem ersten Betriebszustand resultiert, und eines Signals, das aus dem zweiten Betriebszustand resultiert, umfasst.

[0011] Bei dem Hörgerät, das zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung verwendet wird, handelt es sich beispielsweise um ein hinter dem Ohr tragbares Hörgerät, ein in dem Ohr tragbares Hörgerät, ein implantierbares Hörgerät oder ein Taschengerät. Weiterhin kann das verwendete Hörgerät auch Teil eines mehrere Geräte zur Versorgung eines Schwerhörigen umfassenden Hörgerätesystems sein, z.B. Teil eines Hörgerätesystems mit zwei am Kopf getragenen Hörgeräten zur binauralen Versorgung oder Teil eines Hörgerätesystems, bestehend aus einem am Kopf tragbaren Gerät und einer am Körper tragbaren Prozessoreinheit. Das Hörgerät umfasst einen Eingangswandler zur Aufnahme eines Eingangssignals. Normalerweise dient als Eingangswandler ein Mikrofon, das ein akustisches Signal aufnimmt und in ein elektrisches Signal wandelt. Als Eingangswandler kommen jedoch auch Einheiten in Betracht, die eine Spule oder eine Antenne

aufweisen und die ein elektromagnetisches Signal aufnehmen und in ein elektrisches Signal wandeln. Das Hörgerät umfasst ferner eine Signalverarbeitungseinheit zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des elektrischen Signals. Zur Signalverarbeitung im Hörgerät dient vorzugsweise ein digitaler Signalprozessor (DSP), dessen Arbeitsweise mittels auf das Hörgerät übertragbarer Programme oder Parameter beeinflussbar ist. Dadurch lässt sich die Arbeitsweise der Signalverarbeitungseinheit an den individuellen Hörverlust eines Hörgeräträgers sowie an die aktuelle Hörsituation, in der das Hörgerät gerade betrieben wird, anpassen. Das so veränderte elektrische Signal ist schließlich einem Ausgangswandler zugeführt. Dieser ist in der Regel als Hörer ausgebildet, der das elektrische Ausgangssignal in ein akustisches Signal wandelt. Es sind jedoch auch hier andere Ausführungsformen möglich, z.B. ein implantierbarer Ausgangswandler, der direkt mit einem Gehörknöchelchen verbunden ist und dieses zu Schwingungen anregt.

[0012] Wie oben bereits ausgeführt worden ist, kann die Signalverarbeitung im Hörgerät durch Parameter gesteuert werden. Ein ganzer Satz von Parametern, der zur Einstellung der Signalverarbeitung an eine bestimmte Hörsituation dient, wird als Hörprogramm bezeichnet. Beim Wechsel des Hörprogramms wird daher gewöhnlich eine Vielzahl an Parametern geändert. Neben den Parametern zur Steuerung der Signalverarbeitung können aber auch bestimmte Algorithmen die Signalverarbeitung im Hörgerät beeinflussen. Beispielsweise kann durch einen Algorithmus eine automatische Verstärkungsregelung (AGC - Automatic Gain Control) bewirkt werden. Ein anderer Algorithmus kann zur Erkennung und Reduzierung von Störsignalen dienen. Auch eine besondere Anhebung von Sprachsignalen durch einen zweckmäßigen Algorithmus ist möglich.

[0013] Neben den Parametern zur Steuerung der Signalverarbeitung im Hörgerät und den Algorithmen, die selbst eine Signalverarbeitung bewirken und dadurch die Signalverarbeitung im Hörgerät beeinflussen, bieten Hörgeräte zusätzliche Funktionen, die aktiviert, deaktiviert oder eingestellt werden können. Eine solche mit dem Hörgerät ausübbar Funktion kann z.B. das Mikrofonsystem betreffen. So kann bei einem Hörgerät ein omnidirektionaler oder ein direktonaler Empfang eingestellt und bei einem direktonalen Empfang der Grad der Richtwirkung des Mikrofonsystems festgelegt werden. Weitere Funktionen betreffen beispielsweise ein zuschaltbares Signal zur Tinnitus-Therapie oder den Empfang eines Eingangssignals mittels Telefonspule.

[0014] Moderne Hörgeräte bieten somit eine Vielzahl an Einstellmöglichkeiten, mittels derer sie an unterschiedliche Hörsituationen oder individuelle Wünsche und Bedürfnisse eines Hörgeräträgers angepasst werden können. Ändert sich während des Betriebs des Hörgerätes die Hörsituation oder wünscht der Hörgeräträger eine Veränderung bei einer Funktion des Hörgerätes, so ist ein Umschaltvorgang erforderlich. Unter

einem Umschaltvorgang wird dabei das Ein- oder Ausschalten eines Algorithmus, das Aktivieren oder Deaktivieren einer Funktion oder die sprunghafte Änderung wenigstens eines Parameters der Signalverarbeitung verstanden. Eine beispielsweise kontinuierliche Veränderung der Verstärkung mittels eines Lautstärkestellers ist somit kein Umschaltvorgang im Sinne der Erfindung.

[0015] Bisläng werden Hörgeräte durch den Umschaltvorgang schlagartig von einem ersten Betriebszustand in einen zweiten Betriebszustand überführt. Gegenüber dem ersten Betriebszustand ist in dem zweiten Betriebszustand ein Algorithmus ein- oder ausgeschaltet oder der Algorithmus ist in seiner Funktionsweise verändert. Ebenso kann durch das Umschalten auch eine Funktion des Hörgerätes aktiviert, deaktiviert oder verändert werden. Mit der schlagartigen Änderung des Betriebszustandes gehen störende akustische Effekte und damit verbundene Irritationen bei der Perzeption von Schallsignalen einher. Durch den gleitenden Übergang von dem ersten Betriebszustand zu dem zweiten Betriebszustand gemäß der Erfindung werden derartige Effekte vermieden. Auslöser für den Wechsel des Betriebszustandes ist nach wie vor ein Aktivieren oder Deaktivieren eines Algorithmus oder einer Funktion bzw. eine Änderung eines Algorithmus oder einer Funktion. Gemäß der Erfindung wirken sich dabei die erfolgten Änderungen jedoch nicht augenblicklich in vollem Umfang auf das über den Ausgangswandler abgegebene Signal aus. Die bei herkömmlichen Hörgeräten entstehenden Klick- oder Knack-Geräusche, unnatürliche Pegelsprünge sowie unnatürliche Klangveränderungen werden damit unterbunden. Der Wechsel des Betriebszustandes erfolgt durch einen gleitenden Übergang von dem ersten Betriebszustand zu dem zweiten Betriebszustand.

[0016] Das Verfahren gemäß der Erfindung kann beim Ein- oder Ausschalten eines Algorithmus ebenso angewandt werden wie beim Verändern eines eingeschalteten Algorithmus. Im letzteren Fall wird durch den Algorithmus in dem ersten Betriebszustand eine erste Funktion und in dem zweiten Betriebszustand eine zweite Funktion ausgeführt. Dies kann beispielsweise bei einem Algorithmus zur automatischen Verstärkungsregelung ein Verändern der Kompressionskennlinie bedeuten. Ebenso können aber auch Algorithmen, die den Frequenzgang, die Reduzierung von Störsignalen, die Anhebung von Sprachsignalen oder die Richtcharakteristik betreffen, eingeschaltet, ausgeschaltet oder in ihrer Funktion verändert werden.

[0017] Ebenso wie bei den Algorithmen, die eine Signalverarbeitung durchführen, kann die Erfindung auch bei Funktionen des Hörgerätes angewandt werden, hinter denen sich kein Algorithmus verbirgt. Beispielsweise kann eine derartige Funktion die Mikrofoncharakteristik betreffen. Mögliche Funktionen eines Mikrofonsystems sind dabei omnidirektionaler Empfang, direktonaler Empfang, direktonaler Empfang erster Ordnung, direktonaler Empfang zweiter Ordnung usw. Weiterhin kann

bei einem Hörgerät beispielsweise die Erzeugung eines Signals zur Tinnitus-Therapie vorgesehen sein. Ist diese Funktion aktiviert, so wird zusätzlich zu dem durch das Hörgerät übertragenen Signal ein Signal zur Maskierung des Tinnitus in dem Gehörgang abgegeben. Ein weiteres Beispiel einer zu- bzw. abschaltbaren Funktion ist der Empfang eines elektromagnetischen Signals mittels der Telefonspule.

[0018] Die Erfindung sieht vor, dass bei einem Umschaltvorgang des Hörgerätes von einem ersten Betriebszustand zu einem zweiten Betriebszustand vorübergehend beide Betriebszustände parallel im Hörgerät vorhanden sind. Wird beispielsweise beim Wechsel des Betriebszustandes ein Algorithmus eingeschaltet, so bedeutet dies, dass während des Umschaltvorgangs die Signalverarbeitung sowohl mit dem eingeschalteten Algorithmus und parallel dazu auch mit ausgeschaltetem Algorithmus erfolgt. Die Ergebnisse der parallelen Signalverarbeitung werden schließlich gewichtet und zusammengeführt. Vorteilhaft erfolgt dabei nicht über den kompletten Signalpfad des Hörgerätes eine parallele Signalverarbeitung, sondern lediglich in dem Teil des Signalpfades des Hörgerätes, in dem sich die beiden Betriebszustände unterscheiden. Eine vorhergehende und nachfolgende Signalverarbeitung kann daher für beide Betriebszustände gleichermaßen erfolgen. Der gleitende Übergang von dem ersten Betriebszustand zu dem zweiten Betriebszustand wird nun gemäß einer Ausführungsform der Erfindung dadurch erreicht, dass beide Betriebszustände über eine Gewichtungsfunktion miteinander verknüpft sind, wobei während des Umschaltvorgangs das Gewicht eines ersten Signals, das aus dem ersten Betriebszustand resultiert, bei 1 beginnend allmählich, stetig oder allenfalls in kleinen Sprüngen abnimmt und das Gewicht eines zweiten Signals, das aus dem zweiten Betriebszustand resultiert, bei 0 beginnend allmählich, stetig oder allenfalls in kleinen Sprüngen zunimmt. Die Summe der Gewichte beträgt dabei vorzugsweise zumindest näherungsweise stets gleich 1. Wird beispielsweise ein Algorithmus zur Störgeräuschbefeuerung eingeschaltet, so bedeutet dies, dass in einem Signalpfad des Hörgerätes zunächst die Signalverarbeitung auch weiterhin ohne diesen Algorithmus erfolgt. Parallel dazu erfolgt die Signalverarbeitung in einem zweiten Signalpfad des Hörgerätes mit dem Algorithmus zur Störgeräuschbefeuerung. Unmittelbar im Anschluss an den Algorithmus zur Störgeräuschbefeuerung und an der entsprechenden Stelle im parallelen Signalpfad des Hörgerätes werden die beiden Signalpfade über eine Gewichtungsfunktion miteinander verknüpft. Dabei wird das Gewicht des Algorithmus zur Störgeräuschbefeuerung bei 0 beginnend bis 1 gesteigert und das Gewicht der entsprechenden parallelen Verarbeitung ohne den entsprechenden Algorithmus von 1 beginnend abgesenkt. Die Summe der Gewichte ist dabei vorzugsweise stets gleich 1. So wird das Hörgerät automatisch, "weich" und nahezu unmerklich von einem ersten Betriebszustand in den zweiten Betriebszustand

überführt. Klick- oder Knack-Geräusche, unnatürliche Pegelsprünge sowie unnatürliche Klangveränderungen werden dadurch vermieden.

[0019] Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Parameter zur Steuerung der Signalverarbeitung im Hörgerät in dem ersten Betriebszustand einen bestimmten Wert aufweist und in einem zweiten Betriebszustand einen gegenüber dem ersten Wert sprunghaft geänderten Wert aufweist. In der Regel wird jedoch bei einem Umschaltvorgang im Hörgerät, z.B. bei der Änderung des Hörprogramms, eine Vielzahl von Parametern gleichzeitig schlagartig geändert. Gemäß der Erfindung entfaltet auch hierbei der Umschaltvorgang nicht sofort seine volle Wirkung, sondern es erfolgt ein gleitender Übergang von dem ersten Betriebszustand zu dem zweiten Betriebszustand. Hierzu erfolgt zumindest in dem Teilbereich der Signalverarbeitungseinheit des Hörgerätes, auf den der Parameter einwirkt, eine parallele Signalverarbeitung, zum einen mit dem Parameter in seinem Anfangswert und zum anderen mit dem Parameter in seinem Endwert. Die Ausgänge der parallelen Signalverarbeitungsblöcke werden dann mit automatisch wechselnder Gewichtung addiert, bis am Ende des Übergangs faktisch nur noch der Signalzweig mit dem Parameter in seinem Endwert aktiv ist. Die Erfindung grenzt sich hierbei von manuell durchgeführten Einstellvorgängen am Hörgerät, die kontinuierlich oder bei einem digitalen Hörgerät quasi kontinuierlich erfolgen. Derartige Einstellungen betreffen beispielsweise die Lautstärkeregelung oder Einstellungen bezüglich des Klangs. Diese können mittels Bedienelementen eingestellt werden, was jedoch nicht als "Umschaltvorgang" im Sinne der Erfindung zu verstehen ist.

Der Umschaltvorgang wird vorzugsweise von einem eigens dafür bestimmten Umschaltalgorithmus gesteuert. Dieser bestimmt die Gewichtung der beiden Signale und gegebenenfalls die Stelle in dem Signalpfad des Hörgerätes, an der die beiden parallelen Pfade zusammengeführt sind, so dass die parallele Signalverarbeitung nach Möglichkeit nur auf einen Teil des Signalpfades beschränkt bleibt.

[0020] Bei der Erfindung ist es unerheblich, ob der Umschaltvorgang manuell, beispielsweise durch Betätigen eines Bedienelementes, oder automatisch, z.B. durch eine automatische Situationserkennung und Umschaltung des Hörprogramms, ausgelöst wird.

[0021] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Dauer des Umschaltvorgangs einstellbar ist. Abhängig davon, wie störend ein Benutzer die Umschaltvorgänge empfindet, kann dann der Umschaltvorgang "härter" oder "weicher" eingestellt werden. In der Regel wird die Dauer des Umschaltvorgangs im Bereich weniger Sekunden gewählt werden.

[0022] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben.

[0023] Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild eines Hörgerätes, bei dem ein A1-gorithmus zur Signalverarbeitung sowie verschiedene Funktionen einstellbar sind,

Figur 2 eine erste Schaltungseinheit zum gleitenden Ein- und Ausschalten eines Algorithmus,

Figur 3 eine Schaltungseinheit zum gleitenden Umschalten zwischen zwei Hörprogrammen,

Figur 4 einen zwischen omnidirektionalem und direktionalem Empfang umschaltbaren Signaleingang eines Hörgerätes nach dem Stand der Technik,

Figur 5 eine Schaltungsanordnung, die einen gleitenden Übergang zwischen omnidirektionalem und direktionalem Empfang bewirkt,

Figur 6 die Änderung der Richtcharakteristik beim weichen Überblenden zwischen omnidirektionalem und direktionalem Betrieb anhand von Richtdiagrammen und

[0024] Figur 1 zeigt im Blockschaltbild ein Hörgerät 1, bei dem zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals sowohl ein omnidirektionales Mikrofon 2 als auch ein aus den Mikrofonen 3 und 4 gebildetes direktionales Mikrofon vorgesehen sind. Zur Bildung eines Richtmikrofonsystems sind die beiden Mikrofone 3 und 4 über ein Verzögerungselement 5 sowie ein Differenzelement 6 elektrisch miteinander verschaltet. Zur Weiterverarbeitung sind die Mikrofonsignale einer Signalverarbeitungseinheit 7 zugeführt. Diese umfasst vorzugsweise einen digitalen Signalprozessor, bei dem die Signalverarbeitung parallel in mehreren Frequenzkanälen erfolgt. Die Signalverarbeitungseinheit 7 ist zum Ausgleich des individuellen Hörverlustes eines Hörgeräteträgers durch eine Vielzahl von Parametern einstellbar. Weiterhin können darin mehrere unterschiedliche Parametersätze zur Anpassung der Signalverarbeitung im Hörgerät 1 an unterschiedliche Hörsituationen, sogenannte Hörprogramme, bereitgestellt und aktiviert werden. Darüber hinaus erlaubt die Signalverarbeitungseinheit 7 die Aktivierung und Einstellung verschiedener Algorithmen zur Signalverarbeitung oder von Funktionen des Hörgerätes 1. Solche Algorithmen können beispielsweise den Frequenzgang, die Reduzierung von Störsignalen, die Anhebung von Sprachsignalen, die Richtmikrofoncharakteristik, die Kompression usw. betreffen. Bei dem Hörgerät 1 einstellbare Funktionen sind z.B. die Wahl des Signaleingangs über eine Telefonspule 8, über das Mikrofon 2 oder über das Mikrofonsystem 3, 4. Ein weiteres Beispiel für eine einstellbare Funktion ist die Erzeugung eines Signals zur Tinnitus-Therapie.

[0025] Die Aktivierung oder Einstellung der Algorithmen oder Funktionen kann bei dem Hörgerät 1 manuell oder automatisch erfolgen. Beispielsweise kann das

Hörgerät 1 automatisch bestimmte Hörsituationen erkennen, z.B. die Hörsituation "Umgebung mit Störgeräusch", und daraufhin ein entsprechendes Hörprogramm aktivieren. Gleichzeitig mit dem betreffenden Hörprogramm ist dann auch ein Algorithmus zur Störgeräuschbefreiung aktiviert. Im Ausführungsbeispiel ist dies durch die Schaltungseinheit 9 zur Reduzierung von Störsignalen innerhalb der Signalverarbeitungseinheit 7 veranschaulicht. In die Schaltungseinheit 9 geht ein Eingangssignal $s(t)$ ein und am Ausgang wird ein Ausgangssignal $y(t)$ geliefert. Dabei kann es sich sowohl bei $s(t)$ als auch bei $y(t)$ um Vektoren, also eine Mehrzahl an Signalen, handeln. Insgesamt wird also an wenigstens einer Stelle im Signalpfad des Hörgerätes 1 ein Signal abgegriffen, der Schaltungseinheit zur Reduzierung von Störsignalen 9 zugeführt und nach einer Signalverarbeitung wieder in den Signalpfad abgegeben. Z.B. kann in der Schaltungseinheit 9 eine Filterung erfolgen.

[0026] Hat ein Eingangssignal die Signalverarbeitungseinheit 7 des Hörgerätes 1 durchlaufen, so wird es schließlich über einen Hörer 10 in ein akustisches Signal gewandelt und dem Gehörgang des Hörgeräteträgers zugeführt.

[0027] Anhand der Schaltungseinheit 9 zur Reduzierung von Störsignalen gemäß Figur 1 wird im Folgenden eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung näher beschrieben. Hierzu ist in Figur 2 die Schaltungseinheit 9 schematisch im Blockschaltbild veranschaulicht. Der Schaltungseinheit 9 ist an einem Signaleingang ein Eingangssignal $s(t)$ zugeführt. Eine Analyseeinheit 11A analysiert das Eingangssignal $s(t)$ und erkennt, ob darin ein Störsignal enthalten ist. Als Ausgangssignal der Analyseeinheit 11A wird ein binäres Signal $a(t)$ geliefert. Dabei bedeutet der Wert 0, dass kein Störsignal erkannt wurde, und bei einem erkannten Störsignal wird der Wert 1 erzeugt. Das Signal $a(t)$ schaltet nun nicht direkt einen Algorithmus zur Störgeräuschbefreiung in der Recheneinheit 12 ein oder aus, sondern liegt zunächst an einem Eingang eines Tiefpasses 11B an. Springt der Wert des Signals $a(t)$ von 0 auf 1, so steigt der Wert des Signals $k(t)$ am Ausgang des Tiefpasses 11B in Abhängigkeit der Zeitkonstante des Tiefpasses 11B stetig von 0 auf 1. Die Analyseeinheit 11A bildet somit zusammen mit dem Tiefpass 11B einen Klassifikator 11, der nicht "hart" zwischen 0 oder 1 - also: "kein Störsignal vorhanden" bzw. "Störsignal vorhanden" - umschaltet, sondern einen "weichen" gleitenden Übergang verschafft.

[0028] Das Signal $k(t)$ liegt direkt an einem Eingang 13A und der in einer Recheneinheit 14 gebildete Wert $1-k(t)$ an einem Eingang eines Multiplikators 13B. Wie aus dem Blockschaltbild weiterhin ersichtlich ist, ist dem Multiplikator 13B das Eingangssignal $s(t)$ direkt zugeführt, während es zunächst die Recheneinheit 12 durchläuft, bevor es dem Multiplikator 13A zugeführt ist. Schließlich werden die beiden parallelen Signalpfade durch einen Summierer 15 wieder zusammengeführt.

Damit wirken sich bei einem Sprung von $a(t)$ von 0 auf 1 die von der Recheneinheit 12 durchgeführten Rechenoperationen zunächst nicht mit voller Wirkung auf das Ausgangssignal $y(t)$ aus, sondern erst in dem Maße, in dem das Signal $k(t)$ ansteigt. In gleichem Maße reduziert sich die Wirkung des ursprünglich direkt auf den Ausgang $y(t)$ durchgeschalteten Signals $s(t)$. Nach einer bestimmten, vorzugsweise einstellbaren Zeitdauer ist dann der Wert des Signals $k(t)$ auf 1 angewachsen, womit die Recheneinheit 12 ihre volle Wirkung am Signalausgang $y(t)$ entfaltet und der direkte Signalpfad unter Umgehung der Recheneinheit 12 deaktiviert ist.

[0029] Werden nach einer Weile von der Analyseeinheit 11A keine Störsignale mehr in dem Eingangssignal $s(t)$ detektiert, so schaltet das Signal $a(t)$ von 1 nach 0 und der umgekehrte Prozess wird in Gang gesetzt.

[0030] Das "weiche" Ein- und Ausschalten eines Algorithmus wurde im Ausführungsbeispiel anhand einer Schaltungseinheit zur Reduzierung von Störsignalen beschrieben. Sinngemäß kann diese Vorgehensweise jedoch auf jeden beliebigen Algorithmus übertragen werden, der eine Signalverarbeitung im Hörgerät ausführt. Weiterhin kann neben dem Ein- und Ausschalten von A1-gorithmen auch zwischen unterschiedlichen Algorithmen umgeschaltet werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, dass sich durch das Umschalten die Rechenvorschrift, die von einem Algorithmus ausgeführt wird, ändern soll. In diesem Fall werden dann gemäß der Erfindung während des Umschaltvorgangs sowohl der ursprüngliche Algorithmus als auch der geänderte A1-gorithmus ausgeführt. Im Unterschied zu dem gezeigten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 befinden sich dann in beiden Signalpfaden zwischen dem Signaleingang $s(t)$ und dem Summierer 15 Recheneinheiten zur parallelen Ausführung dieser Algorithmen, deren Ergebnisse dann gemäß der Erfindung mit wechselnder Gewichtung addiert werden.

[0031] Die Erfindung bietet den Vorteil, dass damit durch Ein-, Ausoder Umschaltvorgänge hervorgerufene Störgeräusche oder unnatürliche Klangveränderungen bei dem Hörgerät gemäß der Erfindung vermieden werden. Diese Wirkung ist insbesondere bei Schaltvorgängen im Hörgerät vorteilhaft, die automatisch ausgelöst werden. Häufig finden nämlich unter bestimmten äußeren Gegebenheiten sehr viele Schaltvorgänge innerhalb kurzer Zeit, beispielsweise innerhalb weniger Sekunden, statt. Im Ausführungsbeispiel kann dies der Fall sein, wenn lediglich ein schwaches Störsignal vorliegt. Dann wechselt das Ausgangssignal der Analyseeinheit 11A, $a(t)$, sehr häufig zwischen 1 und 0, also: "Störsignal vorhanden" bzw. "kein Störsignal vorhanden". In Verbindung mit dem Tiefpass 11B, den Multiplikatoren 13A und 13B sowie der Recheneinheit 14 führt dies dann zu einem Zustand, bei dem über einen längeren Zeitraum beide Betriebszustände parallel im Hörgerät wirksam sind, da das Ausgangssignal $k(t)$ des Klassifikators 11 keinen der Endwerte 0 oder 1 erreicht. Im Ausführungsbeispiel wäre damit die Störgeräuschreduzierung nur

teilweise wirksam. Dies ist für die beispielhaft vorgegebene Ausgangssituation eines schwachen Störsignals jedoch durchaus wünschenswert und sinnvoll.

[0032] Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 zeigt nur eine mögliche Ausführungsform einer Gewichtungsfunktion mit automatisch wechselnder Gewichtung. Hier sind jedoch auch Alternativlösungen denkbar. Weiterhin handelt es sich lediglich um ein schematisches Blockschaltbild. So sind bei der praktischen Realisierung noch weitere, hier nicht gezeigte, dem Fachmann jedoch geläufige Schaltungselemente notwendig, auf die zugunsten einer verbesserten Übersichtlichkeit bei der Darstellung verzichtet wurde. So sind beispielsweise bei einer Realisierung in digitaler Schaltungstechnik noch A/D-Wandler erforderlich, um die Gewichtungsfunktionen $k(t)$ und $1-k(t)$ in digitale Funktionen zu überführen.

[0033] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt Figur 3. Auch bei dieser Ausführungsform wird in einem Signalpfad eines Hörgerätes durch eine Schaltungseinheit 9' eine Signalverarbeitung realisiert, und zwar erfolgt mittels einer Recheneinheit 20 eine an eine bestimmte Umgebungssituation angepasste Verarbeitung des Eingangssignals $s(t)$. Die Signalverarbeitung in der Recheneinheit 20 wird von einem Parametersatz, im Ausführungsbeispiel dem "Hörprogramm 1", bestimmt. Zunächst sei der Ausgang der Recheneinheit 20 identisch mit dem Ausgangssignal der Schaltungseinheit 9', nämlich $y(t)$. Nun wird durch Betätigung eines Bedienelementes 21 auf das "Hörprogramm 2" umgeschaltet. Zur Durchführung des Umschaltvorgangs weist die Schaltungseinheit 9' eine Umschalteinheit 22 auf. Diese bewirkt zunächst, dass im Signalpfad des Hörgerätes zumindest für einen Teil des Signalpfades, nämlich zwischen dem Signaleingang $s(t)$ und dem Signalausgang $y(t)$, in denen sich Parameter der Signalverarbeitung beider Hörprogramme unterscheiden, für die Dauer des Umschaltvorgangs eine parallele Signalverarbeitung erfolgt. Unter Berücksichtigung des für das Hörprogramm 2 maßgeblichen Parametersatzes erfolgt somit auch in einer Recheneinheit 23 eine Verarbeitung des Eingangssignals $s(t)$. Um einen gleitenden Übergang zwischen den beiden Hörprogrammen zu gewährleisten, werden die Ausgänge der Recheneinheiten 20 bzw. 23 gewichtet und einem Summierer 24 zugeführt. Die Gewichtung erfolgt auch in diesem Ausführungsbeispiel durch ein Signal $a'(t)$, das von dem Wert 1 auf den Wert 0 springt. Über einen Tiefpass 25, dessen Zeitkonstante über das Signal $b'(t)$ durch die Umschalteinheit 22 steuerbar ist, wird ein Ausgangssignal $k'(t)$ des Tiefpasses 25 erzeugt, welches innerhalb einer bestimmten Zeitdauer stetig von 1 auf 0 fällt. Zur unterschiedlichen Gewichtung der Ausgänge der Recheneinheiten 20 und 23 ist das Signal $k'(t)$ sowie das in der Recheneinheit 26 gebildete Signal $1-k'(t)$ einem Multiplizierer 27A bzw. 27B zugeführt. Durch diese beispielhafte Ausführungsform wird ein gleitender Übergang von einem Hörprogramm 1 zu einem Hörprogramm 2 realisiert, wobei die

Dauer des Umschaltvorganges über eine Funktion $b'(t)$ durch die Umschalteinheit 22 steuerbar ist.

[0034] Neben der manuellen Umschaltung durch das Bedienelement 21 kann der Umschaltvorgang zwischen zwei Hörprogrammen auch automatisch ausgelöst werden. Weiterhin kann die Erfindung anhand des Beispiels eines Umschaltvorganges zwischen zwei Hörprogrammen sinngemäß auch auf mehr als zwei Programme, zwischen denen umgeschaltet wird, erweitert werden.

[0035] Kann ein Klassifikator die augenblickliche Hörsituation nicht klar erkennen, so wechselt dieser sehr häufig und in kurzen Zeitabständen zwischen unterschiedlichen Hörsituationen. Dadurch ergibt sich im Zusammenhang mit der Erfindung der Vorteil, dass dann mehrere Hörprogramme automatisch über einen längeren Zeitraum parallel im Hörgerät betrieben werden. Erfolgt die Situationserkennung beispielsweise durch eine dem Klassifikator 11 gemäß Figur 1 vergleichbare Schaltungsanordnung, so ist das Gewicht der jeweiligen Hörsituation im Mittel in etwa proportional zu der Zeitdauer für die die jeweilige Hörsituation festgestellt wird.

[0036] Sinngemäß lässt sich das anhand des Umschaltvorgangs zwischen zwei Hörprogrammen gezeigte Ausführungsbeispiel auf beliebige andere Schaltvorgänge im Hörgerät übertragen, bei denen bislang Sprünge von Parametern, die die Signalverarbeitung beeinflussen, stattfinden.

[0037] Ebenso wie bei der Anwendung von Algorithmen, die eine Signalverarbeitung im Hörgerät bewirken, lässt sich die Erfindung auch bei verschiedenen Funktionen eines Hörgerätes anwenden, die aktiviert, deaktiviert oder hinsichtlich ihrer Einstellung verändert werden können. Ein Beispiel hierfür zeigt Figur 4. Durch eine Mikrofonanordnung mit den Mikrofonen 30, 31 und 32 sind unterschiedliche Mikrofon-Empfangscharakteristiken einstellbar. Befindet sich ein Schalter S in einer ersten Schaltstellung, so ist lediglich das omnidirektionale Mikrofon 30 mit einer Signalverarbeitungseinheit 33 verbunden. Durch die elektrische Verschaltung der beiden omnidirektionalen Mikrofone 31 und 32 mit einem Verzögerungselement 34 und einem Differenzelement 35 wird ein Richtmikrofon 31, 32 realisiert. Befindet sich der Schalter S in der in Figur 4 dargestellten zweiten Schaltstellung, so ist das directionale Mikrofon 31, 32 mit der Signalverarbeitungseinheit 33 verbunden. Ein derartiges umschaltbares Mikrofonensystem ist aus dem Stand der Technik bekannt. Beim Umschalten des Schalters S können einerseits durch das Umschalten verursachte Geräusche, aber auch unnatürliche Klangveränderungen bei der Signalübertragung durch das Hörgerät entstehen. Um diese zu vermeiden, wird für den Signaleingang eine Schaltungsanordnung, wie im Blockschaltbild gemäß Figur 5 veranschaulicht, vorgesehen. Auch hierbei besteht Wahlmöglichkeit zwischen einem omnidirektionalen Empfang durch das Mikrofon 30 sowie einem directionalen Empfang durch die Mikrofone 31 und 32 in Verbindung mit dem Verzögerungselement 34 und dem Differenzelement 35. Zumin-

dest während des Umschaltvorgangs ist der Ausgang des omnidirektionalen Mikrofons 30 einer Signalverarbeitungseinheit 33A und der Ausgang des Mikrofonensystems 31, 32 einer Signalverarbeitungseinheit 33B zugeführt. Auslöser für den Umschaltvorgang ist im Ausführungsbeispiel das Schaltelement 36. Der Umschaltvorgang kann sowohl manuell ausgelöst werden, beispielsweise durch Betätigung eines Bedienelementes, oder automatisch, z.B. in Verbindung mit dem Wechsel des Hörprogramms. Der einem Auslöser nachfolgende automatische Umschaltvorgang wird auch in diesem Ausführungsbeispiel von einer Umschalteinheit 37 gesteuert. Diese bestimmt, welche Teile der Signalverarbeitung während des Umschaltvorgangs parallel auszuführen sind und gegebenenfalls, an welcher Stelle $y''(t)$ im Signalpfad des Hörgerätes eine gemeinsame Weiterverarbeitung erfolgen kann. So können im Ausführungsbeispiel die beiden unterschiedlich gewichteten Signalpfade in dem Summierer 38 zusammengeführt und gemeinsam endverstärkt werden.

[0038] Die wechselnde Gewichtung der parallelen Mikrofonensignalfade erfolgt auch bei diesem Ausführungsbeispiel durch ein binäres Signal $a''(t)$, welches beim Umschalten von einem omnidirektionalen Empfang durch das Mikrofon 30 auf einen directionalen Empfang durch das Mikrofonensystem 31, 32 von 1 auf 0 wechselt. Von einem Tiefpass 39, dessen Zeitkonstante von einem von der Umschalteinheit 37 ausgehenden Signal $b''(t)$ steuerbar ist, wird ein Signal $k''(t)$ abgegeben, welches im Ausführungsbeispiel stetig von 1 auf 0 fällt und als eines der Eingangssignale eines Multiplizierers 40A dient. Das in einer Recheneinheit 41 gebildete Signal $1-k''(t)$ ist einem Eingang eines Multiplizierers 40B zugeführt. An dem zweiten Eingang des Multiplizierers 40A liegt ein von dem Mikrofon 30 herrührendes Signal an, an dem zweiten Eingang des Multiplizierers 40B liegt ein von dem miteinander verschalteten Mikrofonen 31 und 32 herrührendes Signal an.

[0039] Die Schaltung gemäß dem Blockschaltbild erlaubt ein weiches und gleitendes Umschalten zwischen einem omnidirektionalen und einem directionalen Mikrofonempfang. Auch bei dieser Ausführungsform ist es möglich, dass durch ein sehr häufiges Umschalten in kurzen Zeitabständen durch das Schaltelement 36, z.B. hervorgerufen durch eine nicht klar bestimmbare Hörsituation, beide Mikrofoncharakteristiken über einen längeren Zeitraum parallel im Hörgerät vorhanden sind.

[0040] Der weiche, gleitende Übergang zwischen omnidirektionalem und directionalem Mikrofonempfang wird durch die Richtdiagramme A bis H gemäß Figur 6 zusätzlich grafisch veranschaulicht. Gezeigt ist der Übergang ausgehend von dem ersten Betriebszustand, in dem lediglich ein omnidirektionaler Empfang erfolgt (Richtcharakteristik A). Die Diagramme B bis G zeigen dann den Übergang, für den beide Betriebszustände parallel im Hörgerät vorhanden sind, d.h., sowohl von dem omnidirektionalen Mikrofon als auch von dem directionalen Mikrofon wird jeweils ein Eingangssignal

aufgenommen und weiterverarbeitet. Durch die sich über der Zeit verändernde Gewichtung der verarbeiteten und summierten Mikrofonsignale entstehen die Richtcharakteristiken B bis G. Schließlich ist nach Beendigung des Umschaltvorgangs nur noch der zweite Betriebszustand im Hörgerät vorhanden und die Richtcharakteristik weist die in Figur 6H veranschaulichte Nierenform auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes (1) mit einem Eingangswandler zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Signal, einer Signalverarbeitungseinheit (7) zur Verarbeitung und Verstärkung des elektrischen Signals und einem Ausgangswandler, wobei ein Umschaltvorgang zum Überführen des Hörgerätes (1) von einem ersten Betriebszustand in einem zweiten Betriebszustand ausgelöst wird und wobei ein gleitender Übergang von dem ersten Betriebszustand zu dem zweiten Betriebszustand erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Umschaltvorgangs beide Betriebszustände parallel im Hörgerät (1) vorhanden sind, wobei zumindest in dem Teil eines Signalpfades des Hörgerätes (1) eine parallele Signalverarbeitung erfolgt, in dem sich die beiden Betriebszustände unterscheiden, wobei ein erstes Signal, das aus dem ersten Betriebszustand resultiert, und ein zweites Signal, das aus dem zweiten Betriebszustand resultiert, über eine Gewichtungsfunktion miteinander verknüpft sind und wobei während des Umschaltvorgangs das Gewicht des ersten Signals abnimmt und das Gewicht des zweiten Signals zunimmt. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Algorithmus zur Signalverarbeitung in dem ersten Betriebszustand eingeschaltet und in dem zweiten Betriebszustand ausgeschaltet ist. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Algorithmus zur Signalverarbeitung in dem ersten Betriebszustand ausgeschaltet und in dem zweiten Betriebszustand eingeschaltet ist. 15
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Algorithmus in dem zweiten Betriebszustand gegenüber einem ersten Betriebszustand verändert ist. 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der Algorithmus den Frequenzgang, die Reduzierung von Störsignalen, die Anhebung von Sprachsignalen, die Richtmikrofoncharakteristik oder die Kompression betrifft. 25
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Funktion des Hörgerätes (1) in dem ersten Betriebszustand aktiviert und in dem zweiten Betriebszustand nicht aktiviert ist. 30
7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Funktion des Hörgerätes (1) in dem ersten Betriebszustand nicht aktiviert und in dem zweiten Betriebszustand aktiviert ist. 35
8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine aktivierte Funktion des Hörgerätes (1) in dem zweiten Betriebszustand gegenüber dem ersten Betriebszustand verändert ist. 40
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Funktion die Mikrofoncharakteristik, den Empfang eines Eingangssignals mittels Telefonspule (8) oder die Erzeugung eines Signals zur Tinnitus-Therapie betrifft. 45
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei bei dem Hörgerät Parameter zur Steuerung der Signalverarbeitung einstellbar sind und wobei wenigstens ein Parameter in dem zweiten Betriebszustand einen geänderten Wert gegenüber dem Wert des Parameters in dem ersten Betriebszustand aufweist. 50
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei während des Umschaltvorgangs das Gewicht des ersten Parameters abnimmt und das Gewicht des zweiten Parameters zunimmt. 55
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Summe der Gewichte eins beträgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Umschaltvorgang von einem Umschaltalgorithmus gesteuert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Umschaltvorgang manuell ausgelöst wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Umschaltvorgang automatisch ausgelöst wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Dauer des Umschaltvorgangs eingestellt wird.
17. Hörgerät (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 16, mit einem Eingangswandler zur Aufnahme eines Eingangssignals und Wandlung in ein elektrisches Signal, einer Signalverarbeitungseinheit (7) zur Verarbeitung und Verstärkung des elektrischen Signals und einem Ausgangswandler, wobei ein Umschaltvorgang von ei-

nem ersten Betriebszustand in einen zweiten Betriebszustand des Hörgerätes (1) auslösbar ist und wobei Mittel zum gleitenden Überführen des Hörgerätes (1) von dem ersten Betriebszustand in den zweiten Betriebszustand vorhanden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Umschaltvorgangs beide Betriebszustände parallel im Hörgerät (1) vorhanden sind und das Hörgerät (1) Mittel zur gewichteten Verknüpfung eines Signals, das aus dem ersten Betriebszustand resultiert, und eines Signals, das aus dem zweiten Betriebszustand resultiert, umfasst.

5

10

18. Hörgerät (1) nach Anspruch 17, wobei die Dauer des Umschaltvorgangs einstellbar ist.

15

19. Hörgerät nach Anspruch 18, wobei während des Umschaltvorgangs das Gewicht des Signals aus dem ersten Betriebszustand mit eins beginnend abnimmt und das Gewicht des Signals aus dem zweiten Betriebszustand mit 0 beginnend zunimmt und wobei die Summe der Gewichte eins beträgt.

20

25

30

35

40

45

50

55

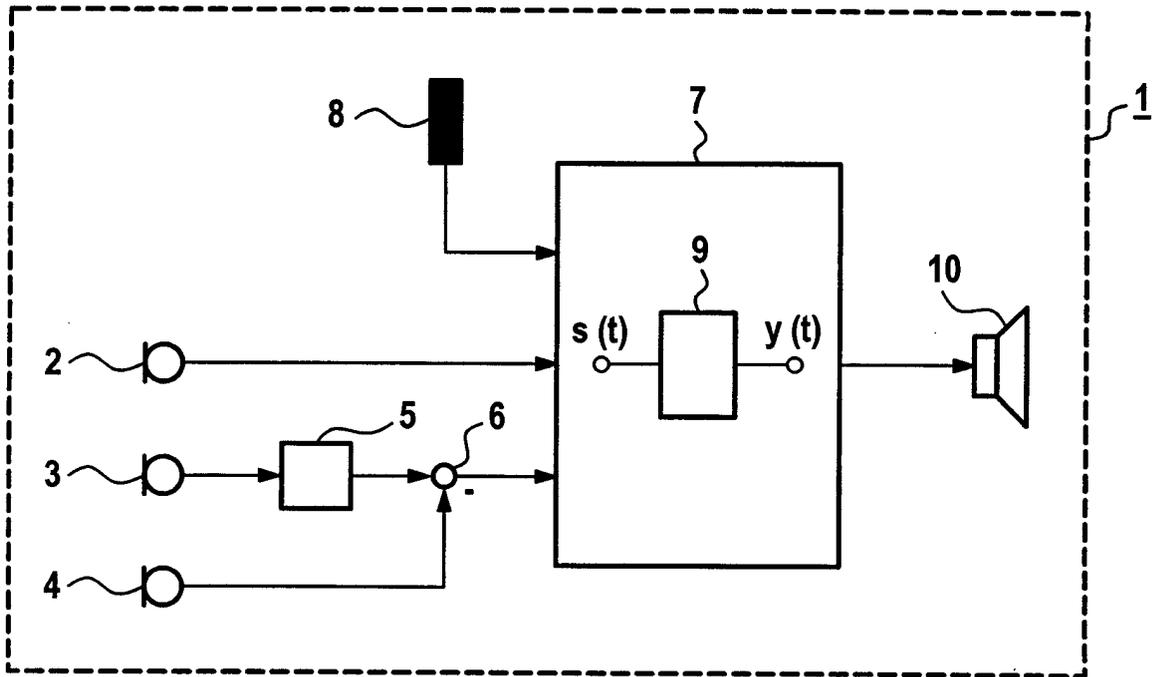


FIG 1

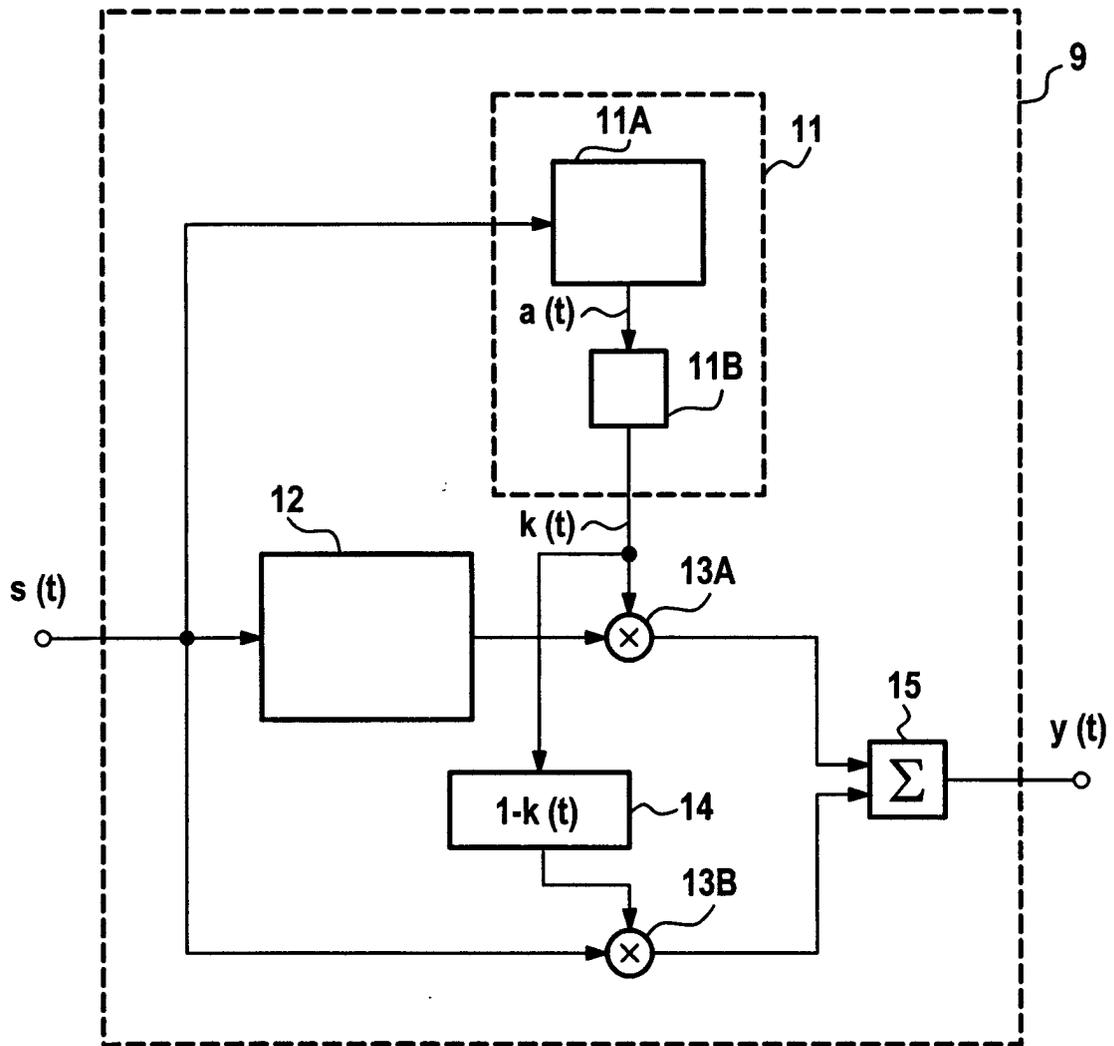


FIG 2

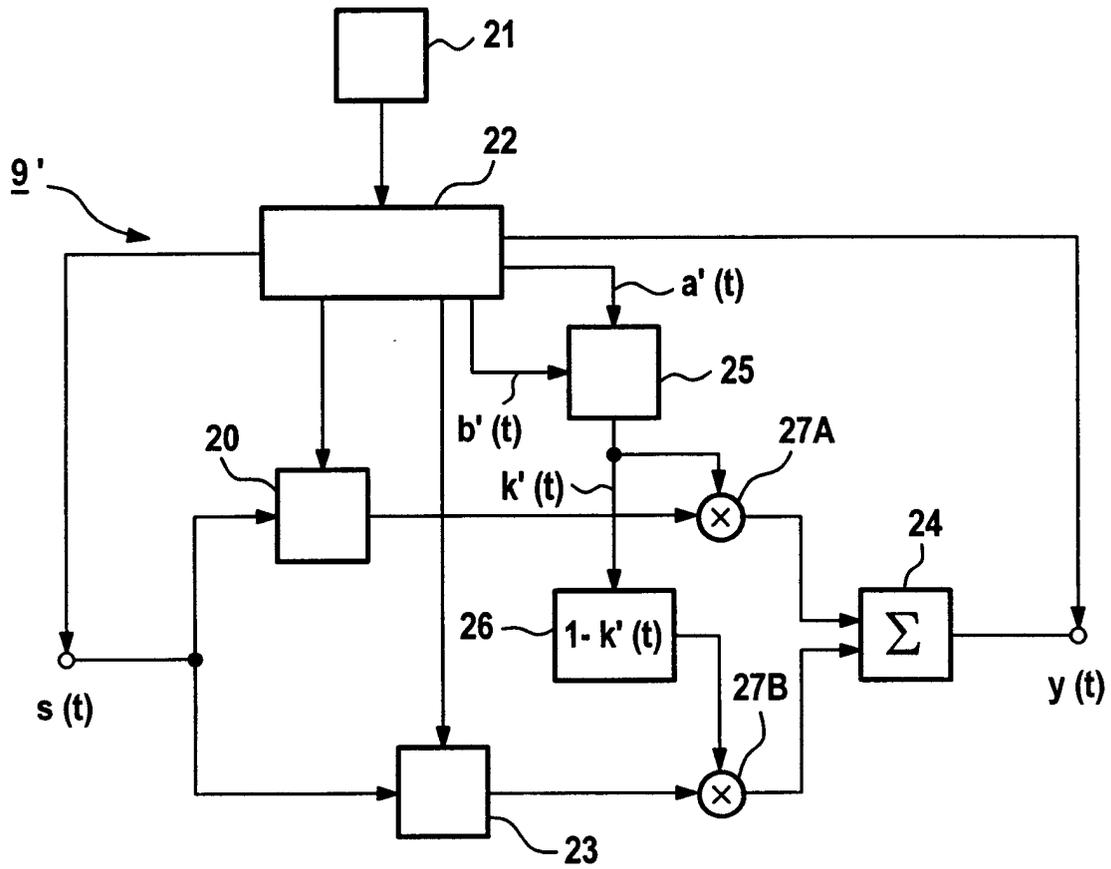


FIG 3

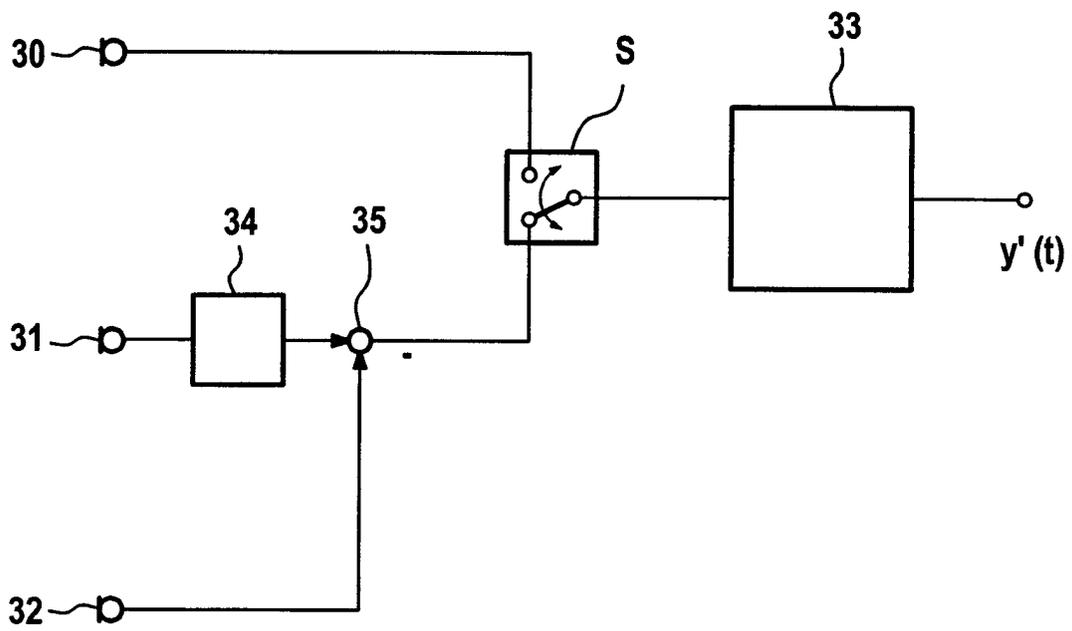


FIG 4

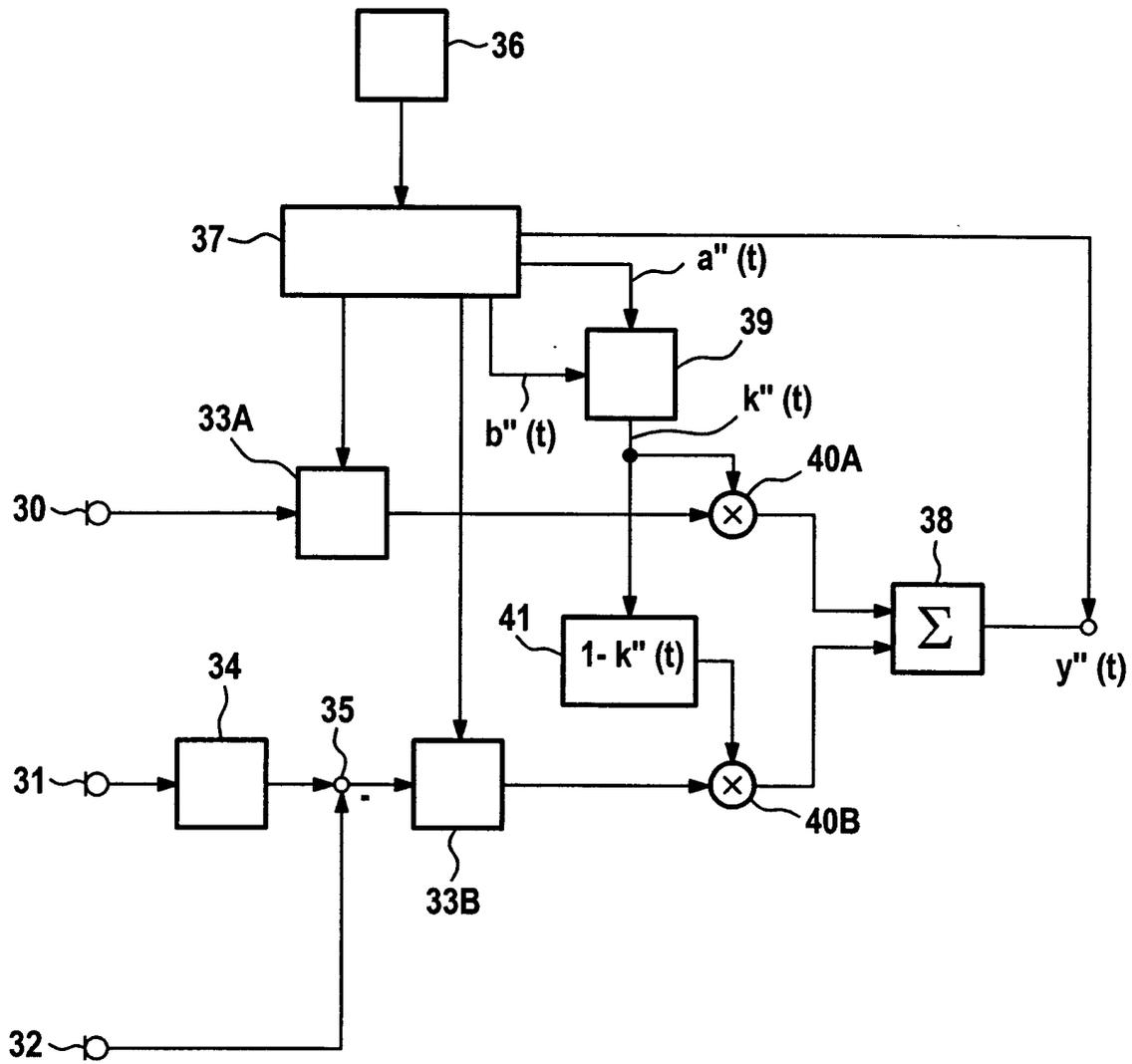


FIG 5

