



(11) **EP 2 360 945 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: **10.09.2014 Patentblatt 2014/37** (51) Int Cl.: **H04R 25/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10187394.1**

(22) Anmeldetag: **13.10.2010**

(54) **Hörgerät mit Frequenzverschiebung und zugehöriges Verfahren**

Hearing aid with frequency shift and accompanying method

Appareil auditif avec décalage de fréquence et procédé correspondant

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

(30) Priorität: **29.01.2010 DE 102010006154**
29.01.2010 US 299370 P

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.08.2011 Patentblatt 2011/34

(73) Patentinhaber: **Siemens Medical Instruments Pte. Ltd.**
Singapore 139959 (SG)

(72) Erfinder: **Puder, Henning**
91052 Erlangen (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 401 242 EP-A2- 1 480 494
WO-A1-2009/143898

EP 2 360 945 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts und ein Hörgerät mit einer verbesserten Rückkopplungsunterdrückung durch den Einsatz einer optimierten Frequenzweiche.

[0002] Ein häufiges Problem bei Hörgeräten ist die Rückkopplung zwischen dem Ausgang des Hörgeräts und dem Eingang, die sich als Pfeifen störend bemerkbar macht. Figur 1 zeigt das Prinzip einer akustischen Rückkopplung. Ein Hörgerät 1 weist ein Mikrofon 2 auf, das ein akustisches Nutzsignal 10 aufnimmt, in ein elektrisches Mikrofonsignal 11 umwandelt und an eine Signalverarbeitungseinheit 3 abgibt. In der Signalverarbeitungseinheit 3 wird das Mikrofonsignal 11 u.a. aufbereitet, verstärkt und als elektrisches Hörsignal 12 an einen Hörer 4 abgegeben. Im Hörer 4 wird das elektrische Hörsignal 12 wieder in ein akustisches Ausgangssignal 13 gewandelt und an das Trommelfell 7 eines Höreräteträgers abgegeben.

[0003] Das Problem besteht nun darin, dass ein Teil des akustischen Ausgangssignals 13 über einen akustischen Rückkopplungspfad 14 zum Eingang des Hörgeräts 1 gelangt, wo es sich mit dem Nutzsignal 10 überlagert und als Summensignal vom Mikrofon 2 aufgenommen wird. Bei einer ungünstigen Phasenlage und Amplitude des rückgekoppelten Ausgangssignals kommt es zu dem störenden Rückkopplungspfeifen. Insbesondere bei einer offenen Hörgeräteversorgung ist die Dämpfung der akustischen Rückkopplung gering, wodurch das Problem verschärft wird.

[0004] Zur Lösung stehen seit einiger Zeit adaptive Systeme zur Rückkopplungsunterdrückung zur Verfügung. Dazu wird der akustische Rückkopplungspfad 14 im Hörgerät 1 digital nachgebildet. Die Nachbildung erfolgt beispielsweise mittels eines adaptiven Kompensationsfilters 5, das von dem Hörsignal 12 gespeist wird. Nach einer Filterung im Kompensationsfilter 5 wird ein gefiltertes Kompensationssignal 15 vom Mikrofonsignal 11 subtrahiert. Im Idealfall wird die Wirkung des akustischen Rückkopplungspfads 14 dadurch aufgehoben und es entsteht ein rückkopplungsfreies Eingangssignal 16 für die Signalverarbeitungseinheit 3.

[0005] Für eine effektive Rückkopplungsunterdrückung ist eine Regelung bzw. Anpassung von Filterkoeffizienten des adaptiven Kompensationsfilters 5 erforderlich. Dazu wird mit Hilfe einer Detektionseinheit 6 das Mikrofonsignal 11 ausgewertet und auf mögliche Rückkopplungen untersucht. Durch die Regelung bzw. Anpassung der Filterkoeffizienten können aber auch Artefakte entstehen, da bei einem nicht optimal eingestellten adaptiven Kompensationsfilter 5 zusätzliche Signalkomponenten erzeugt werden oder ein Rückkopplungspfeifen auftritt. In der EP 1 033 063 B1 ist ein Hörgerät mit einer Rückkopplungsunterdrückung offenbart, wobei zur Verbesserung der Rückkopplungsunterdrückung zwei parallel arbeitende adaptive Kompensationsfilter eingesetzt werden.

[0006] Eine hohe Korrelation zwischen Nutzsignal 10 und Rückkopplungssignal 14 stellt für eine optimale Rückkopplungsunterdrückung ein großes Problem dar, weil durch die Korrelation auch Eingangssignalkomponenten angegriffen werden und Fehladaptationen des Kompensationsfilters auftreten.

[0007] Eine Lösung dieses Problems wird in JASA Vol. 94, pt.6, 1993-Dec., 3248 ff. offenbart. Ein Nutzsignal wird von einem rückgekoppelten Störsignal dekorreliert, indem die Frequenz des Ausgangssignals eines Hörgeräts und damit die Frequenz des rückgekoppelten Signals gegenüber der Frequenz des Nutzsignals verschoben wird.

[0008] Leider verursachen die Frequenzverschiebungen bzw. -verzerrungen auch deutlich wahrnehmbare Artefakte. Eine Verzerrung bei tiefen Frequenzen ist in der Regel nicht möglich, da das menschliche Gehör im tiefen Frequenzbereich sehr empfindlich auf Verzerrungen reagiert. Daher werden meist nur die hohen Frequenzen verschoben. Trotzdem kann es dabei zu einer hörbaren "Verstimmung" des Nutzsignals kommen.

[0009] Wesentlich unangenehmer sind Überlagerungsartefakte, bei denen ein in der Frequenz verschobene Signal und ein unverschobene Signal gleichzeitig wahrgenommen werden, was bei tonalen Signalen zu einer deutlichen Modulation bzw. Schwebung oder einer Rauigkeit führt. Nahezu unvermeidlich sind akustische Überlagerungen, die durch den Zufluss von Direktschall, beispielsweise durch das Vent, erfolgen.

[0010] Bauartenbedingt kann es aber auch zu Überlagerungen durch nicht ideale Split-Band Filter kommen. Um nur hochfrequente Frequenzanteile verschieben zu können, müssen diese von den niederfrequenten Anteilen getrennt werden. Dazu wird eine Frequenzweiche, auch Split-Band Filter genannt, benötigt. Die Frequenzweiche kann aber keine ideale Trennung vollziehen, wodurch es im Bereich der Grenzfrequenz der Frequenzweiche zu störenden Überlagerungen kommt.

[0011] Abhängig von der Frequenzverschiebung werden diese Überlagerungen als Amplitudenmodulation oder als Signalrauigkeit wahrgenommen. In allen beschriebenen Fällen sind die Überlagerungen störend, besonders wenn es sich bei einem Eingangssignal um Musik oder allgemeiner um tonale Signale handelt.

[0012] Bekannte Frequenzweichen in Hörgeräten sind vom Typ Butterworth. Sie sind nicht ideal und haben bei ihrer Grenzfrequenz GF eine endliche Frequenzüberlappung. In Figur 2 ist als Beispiel der Frequenzgang einer Frequenzweiche eines Hörgeräts vom Typ Butterworth 9. Ordnung mit einer Grenzfrequenz GF von 900 Hz dargestellt. Die Kurven K1, K2 zeigen die Amplitude D in dB in Abhängigkeit der Frequenz F in Hz im Bereich 0 bis 1150 Hz. Die Kurve K1 zeigt eine Tiefpasscharakteristik und die Kurve K2 eine Hochpasscharakteristik. Die Summenkurve K3 aus den Kurven K1 und K2 ergibt eine flache, konstante Frequenzantwort. Die Kurve K4 zeigt eine gegenüber der Kurve K2 um 25 Hz zu höheren Frequenzen verschobene Hochpasscharakteristik.

[0013] Bei einer Addition der Signalanteile entsprechend der Kurven K1 und K3 kommt es vor allem im Bereich der Grenzfrequenz GF zu nicht zu vernachlässigenden Überlagerungen von in der Frequenz verschobenen und unverschobenen Signalanteilen, was in einem Ausgangssignal des Hörgeräts als Modulation oder starke Rauigkeit wahrgenommen wird. Beide Wirkungen sind störend und fallen in der Wahrnehmung durch einen Höreräteträger meist deutlich stärker auf als die Frequenzverschiebung.

[0014] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Wahrnehmung von Artefakten einer Frequenzverschiebung bei Hörgeräten zu verringern.

[0015] Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe mit dem Hörgerät und dem Verfahren der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0016] Die Erfindung beansprucht ein Hörgerät mit einer adaptiven Rückkopplungsunterdrückungseinheit und einer Signalverarbeitungseinheit. Das Hörgerät umfasst außerdem ein durch eine erste Grenzfrequenz charakterisiertes Tiefpassfilter, das aus einem Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit einen niederfrequenten Signalanteil auskoppelt, ein durch eine zweite Grenzfrequenz charakterisiertes Hochpassfilter, das aus dem Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit einen hochfrequenten Signalanteil auskoppelt, und eine Frequenzverschiebeeinheit, welche die Frequenz des hochfrequenten Signalanteils zu höheren Frequenzen verschiebt. Zwischen der ersten und der zweiten Grenzfrequenz besteht ein vorgebbare Abstand bzw. eine Lücke. Durch die unterschiedlichen Grenzfrequenzen werden durch eine Frequenzverschiebung verursachte Signalverzerrungen effektiv unterdrückt. Grund ist, dass so sich weniger überlappende verschobene und unverschobene Signalanteile entstehen. Somit kann eine Rückkopplungsunterdrückung bei höheren Frequenzen kontinuierlich arbeiten. Die Unterdrückung erfolgt dann schnell.

[0017] In einer Weiterbildung kann der Abstand zwischen 20 Hz und 50 Hz groß sein. Versuche haben gezeigt, dass ein Abstand der Grenzfrequenzen in dieser Größe ausreichend ist.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Frequenzverschiebung des hochfrequenten Signalanteils 10 Hz bis 30 Hz betragen. Dadurch wird eine akustische Rückkopplungsunterdrückung optimiert.

[0019] Des Weiteren umfasst das Hörgerät einen Addierer, in dem der niederfrequente Signalanteil und der in der Frequenz verschobene hochfrequente Signalanteil summiert werden, wobei ein Ausgangssignal des Hörgeräts gebildet wird.

[0020] Vorzugsweise können das Tiefpassfilter und/oder das Hochpassfilter als Cauer-Filter (auch als elliptisches Filter bezeichnet) ausgebildet sein. Durch die große Flankensteilheit dieses Filtertyps werden Signalverzerrungen effektiver verhindert.

[0021] Die Erfindung beansprucht auch ein Verfahren zur Frequenzverschiebung in einem Hörgerät. Das Ver-

fahren umfasst die folgenden Schritte:

- Auskoppeln eines niederfrequenten Signalanteils aus einem signalverarbeiteten Mikrofonsignal (am Ausgang einer Signalverarbeitungseinheit) durch ein durch eine erste Grenzfrequenz charakterisiertes Tiefpassfilter,
- Auskoppeln eines hochfrequenten Signalanteils aus dem signalverarbeiteten Mikrofonsignal (am Ausgang der Signalverarbeitungseinheit) durch ein durch eine zweite Grenzfrequenz charakterisiertes Hochpassfilter, wobei zwischen der ersten und der zweiten Grenzfrequenz ein vorgebbare Abstand bzw. eine Lücke vorhanden ist, und
- Verschieben der Frequenz des hochfrequenten Signalanteils zu höheren Frequenzen,

[0022] In einer Weiterbildung des Verfahrens kann der Abstand der Grenzfrequenzen zwischen 20 Hz und 50 Hz gewählt werden.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens kann die Frequenz des hochfrequenten Signalanteils um 10 Hz bis 30 Hz verschoben werden.

[0024] Das Verfahren umfasst vorzugsweise auch eine Addition des niederfrequenten Signalanteils mit dem in der Frequenz verschobenen hochfrequenten Signalanteil, wobei ein Ausgangssignal des Hörgeräts gebildet wird.

[0025] Außerdem kann das Tiefpassfilter und/oder das Hochpassfilter als Cauer Filter ausgeführt werden.

[0026] Weitere Besonderheiten und Vorteile der Erfindung werden aus den nachfolgenden Erläuterungen zu Ausführungsbeispielen anhand von schematischen Zeichnungen ersichtlich.

[0027] Es zeigen:

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

Figur 2: einen Frequenzgang einer Frequenzweiche vom Typ Butterworth 9. Ordnung gemäß Stand der Technik,

Figur 3: ein Blockschaltbild eines Hörgeräts mit einer Rückkopplungsunterdrückung und einer Frequenzweiche und

Figur 4: Frequenzgänge zweier Cauer-Filter.

[0028] Figur 3 zeigt ein Hörgerät 1 mit einem ein akustisches Eingangssignal 101 aufnehmenden Mikrofon 2 und mit einem ein akustisches Ausgangssignal 13 abgebenden Hörer 4. Wie oben beschrieben wird ein Teil des Ausgangssignals 13 über einen Rückkopplungspfad 14 zum Mikrofon 2 des Hörgeräts 1 rückgekoppelt, wobei es sich mit einem Nutzsignal 10 zu dem Eingangssignal 101 überlagert. Das Mikrofon 2 wandelt das akustische Eingangssignal 101 in ein elektrisches Mikrofonsignal 102 um.

[0029] Etwaige auftretende akustische Rückkopplun-

gen werden mit Hilfe einer Rückkopplungsunterdrückungseinheit 17 erkannt, aus einem Hörereingangssignal 108 nachgebildet und als invertiertes Rückkopplungsunterdrückungssignal 109 zum Mikrofonsignal 102 in einem zweiten Addierer 22 addiert. Am Ausgang des zweiten Addierers 22 entsteht so ein rückkopplungsunterdrücktes Mikrofonsignal 107, das einer Signalverarbeitungseinheit 3 zugeführt wird. Ein Ausgangssignal 103 der Signalverarbeitungseinheit 3 wird dem Eingang einer Frequenzweiche mit einem Tiefpassfilter 18 und einem Hochpassfilter 19 zugeführt.

[0030] Am Ausgang des Tiefpassfilters 18 steht ein Tiefpassausgangssignal 105 und am Ausgang des Hochpassfilters 19 steht ein Hochpassausgangssignal 104 zur Verfügung. Das Hochpassausgangssignal 104 wird mit Hilfe einer Frequenzverschiebeeinheit 20 um etwa 10 Hz bis 30 Hz zu höheren Frequenzen hin verschoben. Das frequenzverschobene Hochpassausgangssignal 106 wird in einem ersten Addierer 21 zum Tiefpassausgangssignal 105 addiert.

[0031] Am Ausgang des ersten Addierers 21 steht ein Hörereingangssignal 108 zur Verfügung, das durch den Hörer 4 in das akustische Ausgangssignal 13 gewandelt wird.

[0032] Erfindungsgemäß haben das Tiefpassfilter 18 und das Hochpassfilter 19 unterschiedliche Grenzfrequenzen GF1, GF2, wodurch nahezu keine störenden Überlagerungseffekte von originalen und in der Frequenz verschobenen Signalkomponenten auftreten können. Vorzugsweise sind die beiden Filter 18, 19 elliptische Filter, auch Cauer-Filter genannt. Sie besitzen eine besonders steile Flanke, wodurch eine ungewollte Signalüberlagerung im Filterüberlappungsbereich zusätzlich zur unterschiedlichen Wahl der Grenzfrequenzen extrem reduziert werden kann.

[0033] Die Erfindung ist sowohl für Hörgeräte mit einem als auch mit mehreren Mikrofonen einsetzbar. Bei mehreren Mikrofonen gibt es auch mehrere Rückkopplungsunterdrückungseinheiten und mehrere erfindungsgemäße Frequenzweichen, die von unterschiedlichen signalverarbeiteten Mikrofonsignalen gespeist werden.

[0034] In Figur 4 sind Frequenzgänge K5, K6, K7, K8, K9, K10 entsprechender erfindungsgemäß verwendeter Cauer-Filter dargestellt. Die beiden Diagramme der Figur 4 zeigen die Amplitude D in dB in Abhängigkeit der Frequenz F in kHz für einen Frequenzbereich von 650 Hz bis 1150 Hz.

[0035] Das obere Diagramm der Figur 4 zeigt die Frequenzgänge K5, K6 erster Cauer-Filter mit einer schmalen und tiefen Kerbe des Summenfrequenzgangs K7 infolge einer entsprechenden Ausbildung der ersten Cauer-Filter. Der Abstand zwischen der ersten Grenzfrequenz GF1 des Tiefpasses (Kurve K5) und der zweiten Grenzfrequenz GF2 des Hochpasses (Kurve K6) ist relativ klein gewählt. Die erste Grenzfrequenz GF1 liegt bei etwa 890 Hz, die zweite Grenzfrequenz GF2 bei etwa 910 Hz.

[0036] Das untere Diagramm der Figur 4 zeigt die Fre-

quenzgänge K8, K9 zweiter Cauer-Filter mit einer breiteren und weniger tiefen Kerbe des Summenfrequenzgangs K10 infolge einer entsprechenden Ausbildung der zweiten Cauer-Filter. Die Lücke zwischen der ersten Grenzfrequenz GF1 des Tiefpasses (Kurve K8) und der zweiten Grenzfrequenz GF2 des Hochpasses (Kurve K9) ist größer gewählt. Die erste Grenzfrequenz GF1 liegt bei etwa 880 Hz und die zweite Grenzfrequenz GF2 bei etwa 920 Hz.

[0037] Versuche haben gezeigt, dass die Erfindung wesentlich geringere Signalstörungen bei Hörgeräten mit Frequenzverschiebung erzeugt, weil keine doppelten Frequenzkomponenten auftreten, die einen rauen Klang verursachen würden.

Bezugszeichenliste

[0038]

20	1	Hörgerät
	2	Mikrofon
	3	Signalverarbeitungseinheit
25	4	Hörer
	5	Kompensationsfilters
30	6	Detektionseinheit
	7	Trommelfell
	10	Nutzsignal
35	11	Mikrofonsignal
	12	Hörersignal
40	13	Ausgangssignal
	14	Rückkopplungspfad
	15	Kompensationssignal
45	16	Eingangssignal
	17	Rückkopplungsunterdrückungseinheit
50	18	Tiefpassfilter mit erster Grenzfrequenz GF1
	19	Hochpassfilter mit zweiter Grenzfrequenz GF2
	20	Frequenzverschiebeeinheit
55	21	Erster Addierer
	22	Zweiter Addierer

101	Eingangssignal mit akustischen Rückkopplungen		Cauer-Filter K5, K6
102	Mikrofonsignal		Patentansprüche
103	Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit 3	5	1. Hörgerät (1) mit
104	Hochpassausgangssignal		- einer Rückkopplungsunterdrückungseinheit (17) und
105	Tiefpassausgangssignal	10	- einer Signalverarbeitungseinheit (3)
106	Frequenzverschobenes Hochpassausgangssignal		gekennzeichnet durch:
107	Rückkopplungsunterdrücktes Mikrofonsignal	15	- ein durch eine erste Grenzfrequenz (GF1) charakterisiertes Tiefpassfilter (18), das aus einem Ausgangssignal (103) der Signalverarbeitungseinheit (3) einen niederfrequenten Signalanteil (105) auskoppelt,
108	Hörereingangssignal		- ein durch eine zweite Grenzfrequenz (GF2) charakterisiertes Hochpassfilter (19), das aus dem Ausgangssignal (103) der Signalverarbeitungseinheit (3) einen hochfrequenten Signalanteil (104) auskoppelt,
109	Rückkopplungsunterdrückungssignal	20	- eine Frequenzverschiebeeinheit (20), welche den hochfrequenten Signalanteil (104) zu höheren Frequenzen verschiebt, und
D	Dämpfung in dB		- einen ersten Addierer (21), in dem der niederfrequente Signalanteil (105) und der in den Frequenzen verschobene hochfrequente Signalanteil (106) summiert werden, woraus ein Ausgangssignal (13) des Hörgeräts (1) bildbar ist,
F	Frequenz in kHz	25	- wobei die erste und die zweite Grenzfrequenz (GF1, GF2) unterschiedlich sind.
GF	Grenzfrequenz der Butterworth-Filter		
GF1	Erste Grenzfrequenz		
GF2	Zweite Grenzfrequenz	30	
K1	Frequenzgang eines Butterworth-Tiefpassfilters		
K2	Frequenzgang eines Butterworth-Hochpassfilters	35	2. Hörgerät (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
K3	Summen-Frequenzgang der beiden Butterworth-Filter		dass der Abstand der ersten und der zweiten Grenzfrequenz (GF1, GF2) zwischen 20 Hz und 50 Hz groß ist.
K4	Frequenzgang eines in der Frequenz verschobenen Butterworth-Hochpassfilters	40	
K5	Frequenzgang eines ersten Cauer-Tiefpassfilters		3. Hörgerät (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
K6	Frequenzgang eines ersten Cauer-Hochpassfilters	45	dass die Frequenzverschiebung des hochfrequenten Signalanteils (104) 10 Hz bis 30 Hz beträgt.
K7	Summen-Frequenzgang der beiden ersten Cauer-Filter K5, K6	50	
K8	Frequenzgang eines zweiten Cauer-Tiefpassfilters		4. Hörgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
K9	Frequenzgang eines zweiten Cauer-Hochpassfilters	55	dass das Tiefpassfilter (18) und/oder das Hochpassfilter (19) als Cauer-Filter ausgebildet sind.
K10	Summen-Frequenzgang der beiden zweiten		5. Verfahren zur Frequenzverschiebung in einem Hörgerät (1), gekennzeichnet durch:
			- ein Auskoppeln eines niederfrequenten Signalanteils (105) aus einem signalverarbeiteten Mikrofonsignal (103) durch ein durch eine erste Grenzfrequenz (GF1) charakterisiertes Tief-

- passfilter (18),
 - ein Auskoppeln eines hochfrequenten Signalanteils (104) aus dem signalverarbeiteten Mikrofonsignal (103) **durch** ein durch eine zweite Grenzfrequenz (GF2) charakterisiertes Hochpassfilter (19),
 - wobei die erste und die zweite Grenzfrequenz (GF1, GF2) unterschiedlich sind,
 - ein Verschieben des hochfrequenten Signalanteils (104) zu höheren Frequenzen und
 - eine Addition des niederfrequenten Signalanteils (105) und des in den Frequenzen (F) verschobenen hochfrequenten Signalanteils (106),
 - wobei ein Ausgangssignal (13) des Hörgeräts (1) gebildet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand der ersten zu der zweiten Grenzfrequenz (GF1, GF2) zwischen 20 Hz und 50 Hz gewählt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzen (F) des hochfrequenten Signalanteils (104) um 10 Hz bis 30 Hz verschoben werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tiefpassfilter (18) und/oder das Hochpassfilter (19) als Cauer-Filter ausgebildet werden.
- Claims**
1. Hearing device (1) with
- a feedback suppression unit (17) and
 - a signal processing unit (3)
- characterised by:**
- a low-pass filter (18) **characterised by** a first cut-off frequency (GF1), which couples a low-frequency signal component (105) out of an output signal (103) of the signal processing unit (3),
 - a high-pass filter (18) **characterised by** a second cut-off frequency (GF2), which couples a high-frequency signal component (104) out of the output signal (103) of the signal processing unit (3), and
 - a frequency shift unit (20), which shifts the frequency (F) of the high-frequency signal component (104) to higher frequencies, and
 - a first adder (21), in which the low-frequency signal component (105) and the high-frequency signal component (106) shifted in frequency are
- summed, from which an output signal (13) of the hearing device (1) is able to be formed,
 - wherein the first and the second cut-off frequency (GF1, GF2) are different.
2. Hearing device according to claim 1 **characterised in that** the distance between the first and the second cut-off frequency (GF1, GF2) is between 20 Hz and 50 Hz in size.
3. Hearing device according to claim 1 or 2, **characterised in that** the frequency shift of the high-frequency signal component (104) amounts to 10 Hz to 30 Hz.
4. Hearing device according to one of the previous claims, **characterised in that** the low-pass filter (18) and/or the high-pass filter (19) are embodied as Cauer filters.
5. Method for frequency shifting in a hearing device (1), **characterised by**
- a coupling-out of a low-frequency signal component (105) from a signal-processed microphone signal (103) by a low-pass filter (18) **characterized by** a first cut-off frequency (GF1),
 - a coupling-out of a high-frequency signal component (104) from the signal-processed microphone signal (103) by a high-pass filter (19) **characterized by** a second cut-off frequency (GF2)
 - wherein the first and the second cut-off frequency (GF1, GF2) are different
 - a shifting of the high-frequency signal component (104) to higher frequencies.
 - an addition of the low-frequency signal component (105) and the high-frequency signal component (106) shifted in frequency (F),
 - wherein an output signal (13) of the hearing device (1) is formed.
6. Method according to claim 5, **characterised in that** the distance between the first and the second cut-off frequency (GF1, GF2) is selected between 20 Hz and 50 Hz.
7. Method according to claim 5 or 6, **characterised in that** the frequencies (F) of the high-frequency signal component (104) are shifted by 10 Hz to 30 Hz.
8. Method according to one of claims 5 to 7, **characterised in that** the low-pass filter (18) and/or the high-pass filter (19)

are embodied as Cauer filters.

Revendications

1. Appareil auditif (1) comprenant

- une unité de suppression de rétroaction (17) et
- une unité de traitement de signal (3),

caractérisé par :

- un filtre passe-bas (18) **caractérisé par** une première fréquence limite (GF1) et qui extrait d'un signal de sortie (103) de l'unité de traitement de signal (3) une composante de signal à basse fréquence (105),
- un filtre passe-haut (19) **caractérisé par** une seconde fréquence limite (GF2) et qui extrait d'un signal de sortie (103) de l'unité de traitement de signal (3) une composante de signal à haute fréquence (104),
- une unité de décalage de fréquence (20) qui décale la composante de signal à haute fréquence (104) vers des fréquences plus élevées, et
- un premier additionneur (21) dans lequel la composante de signal à basse fréquence (105) et la composante de signal à haute fréquence (106) à fréquences décalées sont additionnées, permettant ainsi de former un signal de sortie (13) de l'appareil auditif (1),
- la première et la seconde fréquence limite (GF1, GF2) étant différentes.

2. Appareil auditif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

l'écart entre la première et la seconde fréquence limite (GF1, GF2) est compris entre 20 Hz et 50 Hz.

3. Appareil auditif (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

le décalage de fréquence de la composante de signal à haute fréquence (104) est de 10 Hz à 30 Hz.

4. Appareil auditif (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

le filtre passe-bas (18) et/ou le filtre passe-haut (19) se présentent sous forme de filtres de type Cauer.

5. Procédé de décalage de fréquence dans un appareil auditif (1), **caractérisé par :**

- une extraction d'une composante de signal à basse fréquence (105) d'un signal de microphone (103) de traitement de signal par un filtre passe-bas (18) **caractérisé par** une première fré-

quence limite (GF1),

- une extraction d'une composante de signal à haute fréquence (104) du signal de microphone (103) de traitement de signal par un filtre passe-haut (19) **caractérisé par** une seconde fréquence limite (GF2),
- la première et la seconde fréquence limite (GF1, GF2) étant différentes,
- un décalage de la composante de signal à haute fréquence (104) vers des fréquences plus élevées, et
- une addition de la composante de signal à basse fréquence (105) et de la composante de signal à haute fréquence (106) à fréquences (F) décalées,
- formant ainsi un signal de sortie (13) de l'appareil auditif (1).

6. Procédé selon la revendication 5,

caractérisé en ce que

l'écart entre la première et la seconde fréquence limite (GF1, GF2) est choisi entre 20 Hz et 50 Hz.

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6,

caractérisé en ce que

les fréquences (F) de la composante de signal à haute fréquence (104) sont décalées de 10 Hz à 30 Hz.

8. Procédé selon l'une des revendications 5 à 7,

caractérisé en ce que

le filtre passe-bas (18) et/ou le filtre passe-haut (19) sont réalisés sous forme de filtres de type Cauer.

FIG 1
Stand der Technik

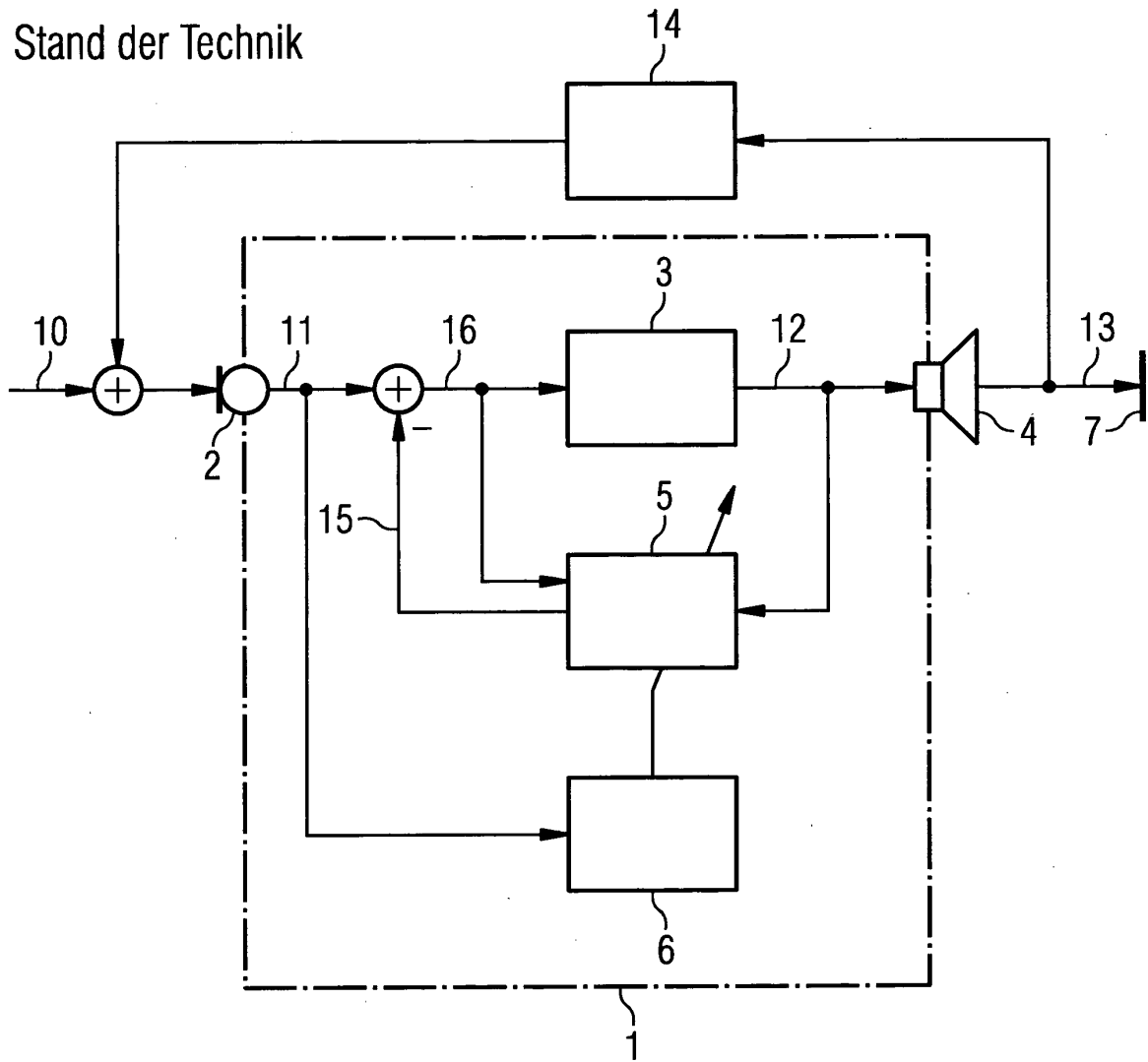
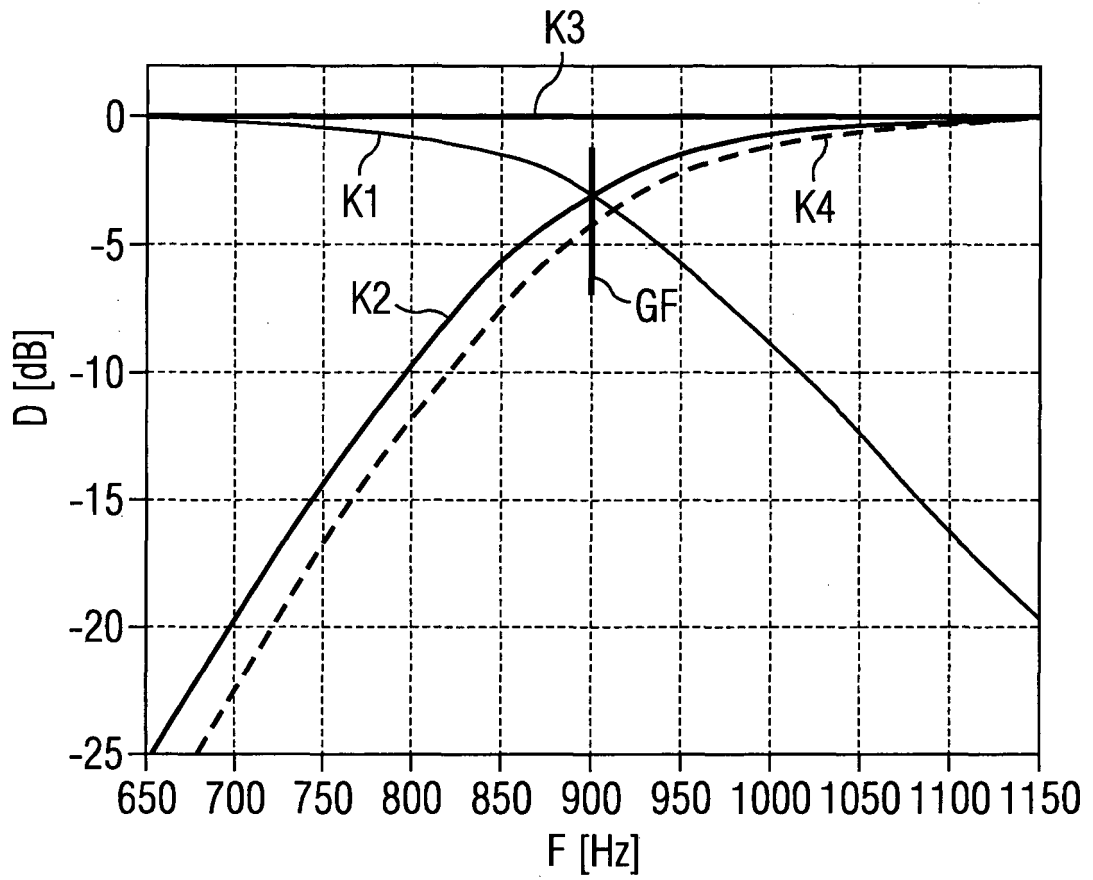


FIG 2

Stand der Technik



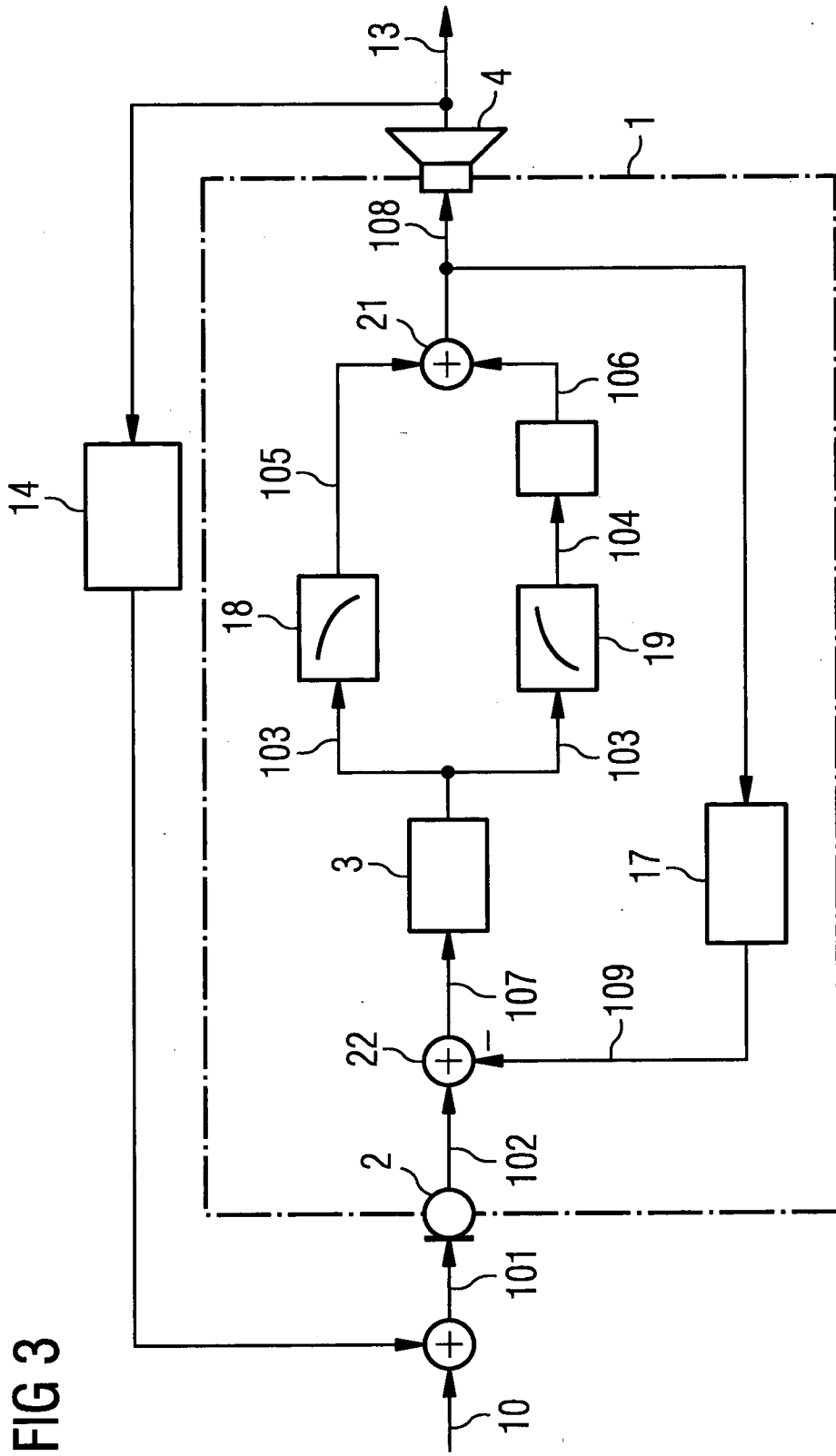
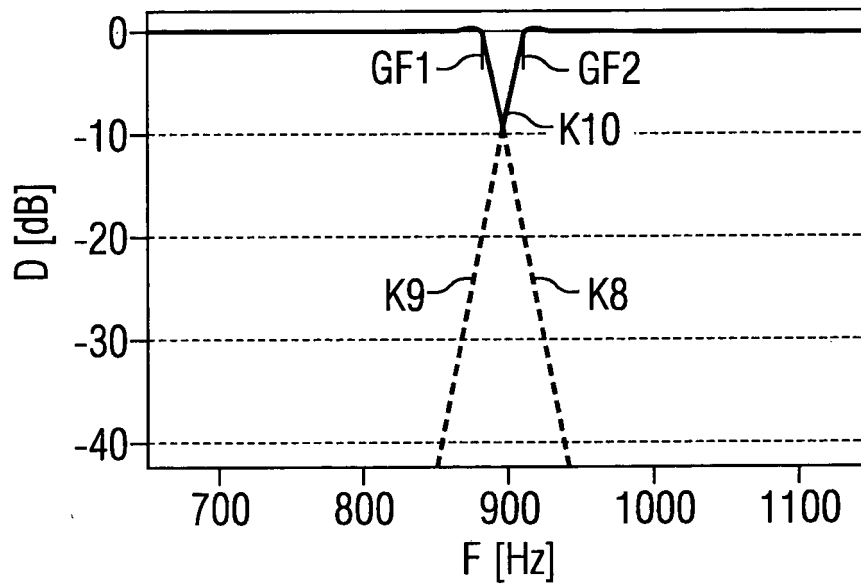
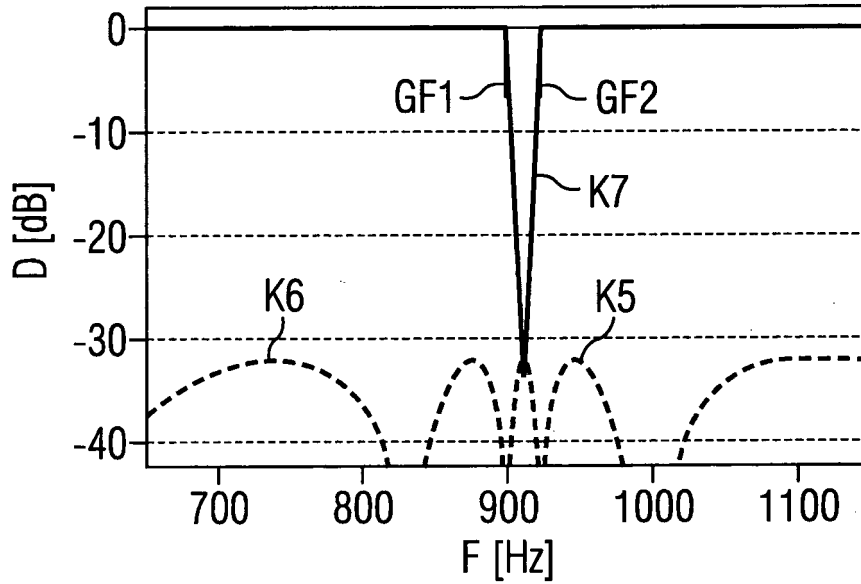


FIG 3

FIG 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1033063 B1 [0005]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- JASA, Dezember 1993, vol. 94, 3248 ff [0007]