



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.01.2010 Patentblatt 2010/01

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

(21) Anmeldenummer: **09159848.2**

(22) Anmeldetag: **11.05.2009**

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

(30) Priorität: **01.07.2008 DE 102008031150**

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

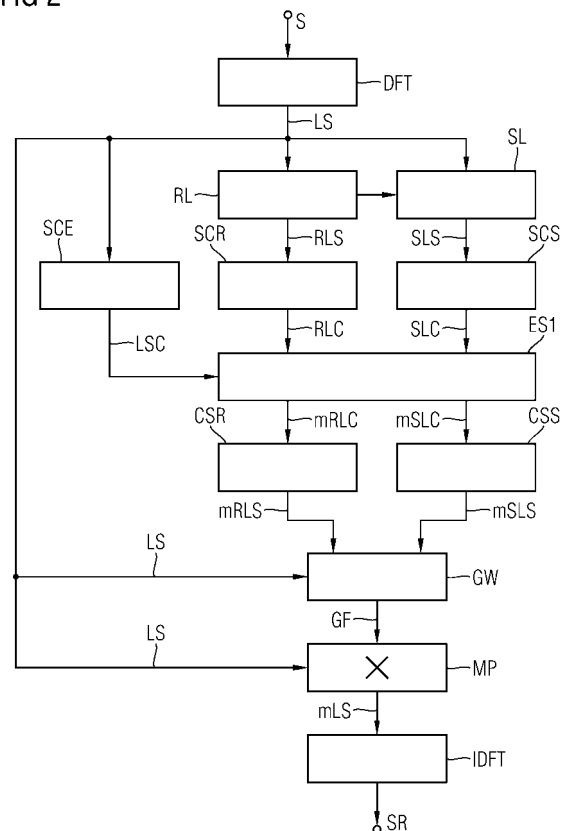
(72) Erfinder:
• **Gerkmann, Timo**
44791 Bochum (DE)
• **Martin, Rainer, Prof.**
44803 Bochum (DE)

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

(54) **Verfahren zur Störgeräuschunterdrückung und zugehöriges Hörgerät**

(57) Die Erfindung gibt ein Verfahren zur Störgeräuschreduktion eines Eingangssignals (S) an, wobei die Koeffizienten des Cepstrum des Eingangssignals (LSC), des veränderten Eingangssignals und/oder mindestens eines aus dem Eingangssignal gewonnenen Parameters (RLC, SLC) modifiziert werden, und die modifizierten cepstralen Koeffizienten (mRLC, mSLC, mALC) zur Bildung eines Ausgangssignals (SR, aSR) aus dem Eingangssignal (S) verwendet werden, wobei das Ausgangssignal (SR, aSR) gegenüber dem Eingangssignal (S) störgeräuschreduziert wird. Insbesondere bei stationären Geräuschen wird eine Schätzung verbessert und eine verbesserte auditive Qualität bei Hörgeräten erreicht.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein im Patentanspruch 1 angegebenes Verfahren zur Störgeräuschunterdrückung und ein im Patentanspruch 6 angegebenes Hörgerät mit Störgeräuschunterdrückung.

[0002] Hörgeräte sind tragbare Hörvorrichtungen, die zur Versorgung von Schwerhörenden dienen. Um den zahlreichen individuellen Bedürfnissen entgegenzukommen, werden unterschiedliche Bauformen von Hörgeräten wie Hinter-dem-Ohr Hörgeräte, Hörgerät mit externem Hörer und In-dem-Ohr Hörgeräte, z.B. auch Concha-Hörgeräte oder Kanal-Hörgeräte bereitgestellt. Die beispielhaft aufgeführten Hörgeräte werden am Außenohr oder im Gehörgang getragen. Darüber hinaus stehen auf dem Markt aber auch Knochenleitungshörhilfen, implantierbare oder vibrotaktile Hörhilfen zur Verfügung. Dabei erfolgt die Stimulation des geschädigten Gehörs entweder mechanisch oder elektrisch.

[0003] Hörgeräte besitzen prinzipiell als wesentliche Komponenten einen Eingangswandler, einen Verstärker und einen Ausgangswandler. Der Eingangswandler ist in der Regel ein Schallempfänger, z. B. ein Mikrofon, und/oder ein elektromagnetischer Empfänger, z. B. eine Induktionsspule. Der Ausgangswandler ist meist als elektroakustischer Wandler, z. B. Miniaturlautsprecher, oder als elektromechanischer Wandler, z. B. Knochenleitungshörer, realisiert. Der Verstärker ist üblicherweise in eine Signalverarbeitungseinheit integriert. Dieser prinzipielle Aufbau ist in Figur 1 am Beispiel eines Hinter-dem-Ohr Hörgeräts dargestellt. In ein Hörgerätegehäuse 1 zum Tragen hinter dem Ohr sind ein oder mehrere Mikrofone 2 zur Aufnahme des Schalls aus der Umgebung eingebaut. Eine Signalverarbeitungseinheit 3, die ebenfalls in das Hörgerätegehäuse 1 integriert ist, verarbeitet die Mikrofonsignale und verstärkt sie. Das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit 3 wird an einen Lautsprecher bzw. Hörer 4 übertragen, der ein akustisches Signal ausgibt. Der Schall wird gegebenenfalls über einen Schallschlauch, der mit einer Otoplastik im Gehörgang fixiert ist, zum Trommelfell des Geräteträgers übertragen. Die Energieversorgung des Hörgeräts und insbesondere die der Signalverarbeitungseinheit 3 erfolgt durch eine ebenfalls ins Hörgerätegehäuse 1 integrierte Batterie 5.

[0004] Bei der Verarbeitung digitaler Sprachaufnahmen, z. B. mit digitalen Hörgeräten, ist es oft wünschenswert, störende Hintergrundgeräusche zu unterdrücken, ohne dabei das Nutzsignal (Sprache) zu beeinflussen. Hierfür sind Filterverfahren, welche das Kurzzeitspektrum des Signals beeinflussen, wie das Wiener-Filter, bekannt und geeignet. Allerdings setzen diese Verfahren eine genaue Schätzung der frequenzabhängigen Leistung des zu unterdrückenden Störgeräuschs aus einem Eingangssignal voraus. Ist diese Schätzung ungenau, wird entweder eine nicht zufriedenstellende Störgeräuschunterdrückung erreicht, das Wunschsinal wird angegriffen oder es entstehen zusätzliche künstlich er-

zeugte Störsignale, auch "musical tones" bzw. "musical noise" genannt. Methoden zur Störgeräuschschätzung, welche diese Probleme vollständig und effizient lösen, stehen noch nicht zur Verfügung.

[0005] Bislang kann die Störgeräuschleistung prinzipiell durch zwei Ansätze geschätzt werden. Beide Methoden können entweder breitbandig oder bevorzugt in einer Frequenzbereichszerlegung mittels Filterbank oder Kurzzeit-Fourier-Transformation stattfinden:

1. Sprachaktivitätserkennung:

[0006] Solange keine Sprachaktivität festgestellt wird, betrachtet man die komplette (zeitveränderliche) Eingangssignalleistung als Störgeräusch. Sofern Sprachaktivität detektiert wird, hält man die Störgeräuschschätzung auf dem vor dem Einsetzen der Sprachaktivität geschätzten Wert konstant.

2. Störleistungsschätzung während einer Sprachaktivität (so genanntes "Minimum-Tracking-Verfahren"):

[0007] Es ist bekannt, dass auch während einer Sprachaktivität die Sprachsignalleistung in einzelnen Frequenzbereichen immer wieder kurzfristig nahezu Null ist. Liegt nun eine Mischung aus Sprache und vergleichsweise langsam zeitveränderlichem Störgeräusch zugrunde, so entsprechen die Minima der zeitlich betrachteten spektralen Signalleistung der Störgeräuschleistung zu diesen Zeitpunkten. Zwischen den festgestellten Minima muss die Störsignalleistung liegen ("Minimum-Tracking"). Ein derartiges Minimum-Tracking kann beispielsweise mit Hilfe eines Glättungsfilters durchgeführt werden, das beispielsweise in R. Martin, "Noise power spectral density estimation based on optimal smoothing and minimum statistics", IEEE Trans. Speech Audio Processing, Vol. 9, Nr. 5, Juli 2001, Seiten 504 - 512 beschrieben ist. Die Ermittlung der Störgeräuschleistung erfolgt typischerweise getrennt für verschiedene Frequenzbereiche des Eingangssignals. Hierzu wird das Eingangssignal zunächst mittels einer Filterbank oder einer Fourier-Transformation in einzelne Frequenzkomponenten aufgespaltet. Diese Komponenten werden dann getrennt voneinander verarbeitet.

[0008] Bei der oben genannten 1. Methode, stellt einerseits die zuverlässige Erkennung von Sprachaktivität ein Problem dar, andererseits ist es nicht möglich, zeitlich veränderliche Störgeräusche während gleichzeitiger Sprachaktivität zu verfolgen.

[0009] Bei der oben beschriebenen 2. Methode sind grundsätzliche Widersprüche in der Einstellung des Algorithmus zu lösen: Wenn Sprache vorliegt, sollte die Störgeräuschschätzung nur langsam angepasst werden, um nicht durch schnelle Adaption Sprachanteile als Störgeräusche zu klassifizieren und hierdurch die Sprachqualität anzugreifen. Liegt keine Sprache vor, so sollte die Störleistungsschätzung ohne Verzögerung der temporalen Feinstruktur des Eingangssignals folgen.

Hieraus ergeben sich für die Einstellparameter des Verfahrens, wie z. B. Glättungszeitkonstanten, Fensterlänge für eine Minimumsuche oder Gewichtungsfaktoren widersprüchliche Anforderungen, die bislang nur im Mittel optimal gelöst werden konnten. Außerdem ist diese Methode nicht in der Lage, schnellen Änderungen des Störsignals zu folgen.

[0010] Eine weitere Möglichkeit zur Sprachverbesserung und der Unterdrückung von "Musical Tones" verspricht die "Cepstrale Glättung" der Gewichtung von spektralen Filtern. In C. Breithaupt et al., "Cepstral Smoothing of Spectral Filter Gains for Speech Enhancement Without Musical Noise", IEEE Signal Processing Letters, Vol. 14, Nr. 12, Dezember 2007, Seiten 1036 bis 1039 wird beschrieben, dass eine rekursive, temporäre Glättung im Wesentlichen auf höhere cepstrale Koeffizienten angewandt wird, wobei jene Koeffizienten ausgenommen sind, welche die Tonhöheninformation repräsentieren. Dieses Verfahren ist auch bei nicht stationären Geräuschen wirksam.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein weiteres Verfahren und ein Hörgerät für eine verbesserte Störgeräuschunterdrückung anzugeben, wobei insbesondere Sprache weniger angegriffen wird und störende Artefakte effektiver vermieden werden.

[0012] Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe mit dem Verfahren des unabhängigen Patentanspruchs 1 und dem Hörgerät des unabhängigen Patentanspruchs 6 gelöst.

[0013] Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren zur Störgeräuschreduktion eines Eingangssignals eine Modifikation der Koeffizienten des Cepstrum des Eingangssignals, des veränderten Eingangssignals und/oder mindestens eines aus dem Eingangssignal gewonnenen Parameters, wobei zeitpunktabhängig ("Segment zu Segment" = Blockverarbeitung) cepstrale Koeffizienten eines Ersetzungssignals oder eines aus dem Ersetzungssignal gewonnenen Parameters übernommen werden (das entspricht einer von Zeitpunkt zu Zeitpunkt variierenden Übernahme), sowie eine Verwendung der modifizierten cepstralen Koeffizienten zur Bildung eines Ausgangssignals aus dem Eingangssignal, wobei das Ausgangssignal gegenüber dem Eingangssignal störgeräuschreduziert ist.

[0014] In einer Weiterbildung kann das Eingangssignal aus einem von einem Hörgerät aufgenommenen akustischen Signal gewonnen werden.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform kann das Verfahren folgende Schritte umfassen:

- Bildung eines Rauschleistungsspektrums durch eine Störgeräuschabschätzung des Eingangssignals und/oder
- Bildung eines Sprachleistungsspektrums durch eine Störgeräuschabschätzung des Eingangssignals,
- Ermittlung des Cepstrum des Rauschleistungsspektrums und/oder

- Ermittlung des Cepstrum des Sprachleistungsspektrums,
- Ermittlung modifizierter cepstraler Koeffizienten für die ermittelten Cepstren des Rauschleistungsspektrums und/oder des Sprachleistungsspektrums mit Hilfe einer ersten Ersetzungsstrategie,
- Ermittlung der modifizierten Spektren der Rauschleistung und/oder der Sprachleistung aus den modifizierten Cepstren und
- Bildung des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals durch Modifikation der spektralen Koeffizienten des Eingangssignals mittels der modifizierten Spektren der Rauschleistung und/oder der Sprachleistung.

[0016] Des Weiteren kann das Verfahren folgende Schritte umfassen:

- Bildung des Cepstrum des Eingangssignals,
- Ermittlung modifizierter cepstraler Koeffizienten für das ermittelte Cepstrum des Eingangssignals mit Hilfe einer zweiten Ersetzungsstrategie und
- Bildung eines störgeräuschreduzierten Ausgangssignals aus dem modifizierten Cepstrum des Eingangssignals.

[0017] In einer Weiterbildung kann das Verfahren folgende zusätzliche Schritte umfassen:

- Bildung des Cepstrum des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals,
- Ermittlung modifizierter cepstraler Koeffizienten für das ermittelte Cepstrum des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals mit Hilfe der zweiten Ersetzungsstrategie und
- Bildung eines weiteren Ausgangssignals aus dem modifizierten Cepstrum des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals, welches gegenüber dem Ausgangssignal Artefakt-reduziert ist.

[0018] Der Vorteil einer Verarbeitung im Cepstralbereich liegt darin, dass sich Koeffizienten robust bestimmen lassen, die vorwiegend durch Sprache dominiert sind. Dadurch lassen sich die übrigen Koeffizienten dem Rauschen/Störgeräuschen zuordnen. Sprache kann im Cepstralbereich in die Übertragungsfunktion des Vokaltrakts und die Anregungsfunktion zerlegt werden. Die Information über die Übertragungsfunktion des Vokaltrakts bildet sich auf die unteren cepstralen Koeffizienten ab. Bei stimmhaften Lauten wird sich die Information über die Anregungsfunktion im Wesentlichen in einem cepstralen Maximum im oberen Cepstralbereich wiederfinden. Die Kenntnis der cepstralen Koeffizienten, die durch Sprache dominiert sind, kann als a priori Wissen für eine robuste Geräuschreduktion oder zur Rekonstruktion eines natürlich klingenden Restgeräusches verwendet werden. Insbesondere ist für den Fall instationärer Geräusche eine verbesserte Schätzung und somit eine verbess-

serte auditive Qualität möglich.

[0019] Erfindungsgemäß wird auch ein Hörgerät mit Störgeräuschunterdrückung nach einem erfindungsgemäßen Verfahren angegeben. Es umfasst eine Signalverarbeitungseinheit mit einem Rauschleistungsschätzer, einen Sprachleistungsschätzer und eine erste und/oder zweite Ersetzungseinheit zur Modifikation von cepstral Koeffizienten.

[0020] Die Erfindung beansprucht auch ein Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, das Softwaremittel zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens aufweist, wenn das Computerprogramm in einem erfindungsgemäßen Hörgerät ausgeführt wird.

[0021] Weitere Besonderheiten und Vorteile der Erfindung werden aus den nachfolgenden Erläuterungen mehrerer Ausführungsbeispiele anhand von schematischen Zeichnungen ersichtlich.

Es zeigen:

[0022]

Figur 1: einen prinzipiellen Aufbau eines Hörgeräts gemäß Stand der Technik,

Figur 2: ein Ablaufdiagramm einer erfindungsgemäßen cepstralen Modifikation und

Figur 3: ein Ablaufdiagramm einer weiteren erfindungsgemäßen cepstralen Modifikation.

[0023] Im Folgenden wird zuerst ein allgemeiner Überblick des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Störgeräuschunterdrückung gegeben, ehe auf spezielle Ausführungsformen anhand der Figuren 2 und 3 eingegangen wird.

[0024] Das Cepstrum eines mit Geräuschen überlagerten Eingangssprachsignals $s(t)$ lässt sich wie folgt ermitteln. Gegeben sei ein mit der Abtastrate f_s abgetastetes, diskretes Zeitsignal $s(t)$. Dieses Zeitsignal wird in Segmente der Länge M unterteilt. Die Segmente sind mit einem Vorschub von R zueinander versetzt und werden mit einem Analysefenster gewichtet. Die diskrete Fouriertransformierte der Segmente, $S_k(l)$, ist indiziert durch den Frequenzindex k und den Segmentindex l . Das Cepstrum berechnet sich aus der inversen Fourier-Transformation des logarithmierten Betragsspektrums zu

$$s_q(l) = \text{IDFT}\{\log(|S_k(l)|)\},$$

wobei q den cepstralen Koeffizientenindex, den sogenannten Queffrenzindex, und $\text{IDFT}\{\}$ die inverse diskrete Fourier-Transformation bezeichnet.

[0025] Der nullte ($q=0$) cepstrale Koeffizient gibt Auskunft über den Gleichanteil des logarithmierten Betragsspektrums. Die unteren cepstralen Koeffizienten enthalten die Information über die Einhüllende des Sprachsignals, und somit auch über die für die Verständlichkeit

wichtigen Formanten. Als Formanten bezeichnet man Maxima der spektralen Einhüllenden, die aus Resonanzen des Vokaltrakts resultieren. Bei stimmhaften Lauten finden sich im Spektrum Maxima an Vielfachen der Sprachgrundfrequenz. Diese Maxima werden im Cepstrum im Wesentlichen auf ein starkes Maximum abgebildet. Demnach enthalten die unteren cepstralen Koeffizienten und ein Maximum im oberen Cepstralbereich die Informationen über Sprache, während die übrigen cepstralen Koeffizienten mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht von Sprache stammen.

[0026] Die Ausgangssignale spektraler Geräuschreduktionsalgorithmen enthalten zum Teil unnatürliche Artefakte, beispielsweise Überhöhungen im Spektralbereich die zu dem sogenannten "Musical Noise" führen. Diese lokalen spektralen Maxima verändern die Feinstruktur des Spektrums, welche sich in den oberen cepstralen Bins wieder findet. Da im cepstralen Bereich bekannt ist, welche Koeffizienten mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht von der Sprache stammen, lässt sich diese Information nutzen, um spektrale Ausreißer im Ausgangssignal zu vermeiden. Dazu werden die cepstralen Koeffizienten gewisser Parameter des Geräuschreduktionsalgorithmus modifiziert. Die Modifikation kann zum Beispiel durch eine Ersetzung der cepstralen Koeffizienten, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht von Sprache stammen, durch die entsprechenden Koeffizienten des verauschten Signals erfolgen.

[0027] Die folgenden drei Parameter eignen sich für eine cepstrale Modifikation:

- die Rauschschätzung, und/oder
- die Sprachleistungsschätzung, und/oder
- das geräuschreduzierte Ausgangssignal.

[0028] Das in Figur 2 dargestellte Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Störgeräuschunterdrückung könnte beispielsweise in einer Signalverarbeitungseinheit eines Hörgeräts umgesetzt werden. Über einen breitbandigen Signaleingang gelangt ein elektrisches Signal S , das zum Beispiel aus einem akustischen Umgebungssignal gewonnen wurde, in die Signalverarbeitungseinheit. Das Eingangssignal S wird zunächst einer Diskreten Fourier-Transformation DFT unterzogen, die das Eingangssignal S in seine spektralen Komponenten mit den spektralen Koeffizienten LS zerlegt. Mittels einer Rauschleistungsschätzung RL und einer Sprachleistungsschätzung SL werden die spektralen Koeffizienten RLS , SLS der Störgeräuschleistung bzw. der Sprachleistung abgeschätzt.

[0029] Aus den so gewonnenen spektralen Koeffizienten RLS , SLS werden mittels inverser Fouriertransformation SCR , SCS des logarithmierten Betragsspektrums die Cepstren der geschätzten Rauschleistung und Sprachleistung gebildet. Es werden somit die cepstralen Koeffizienten RLC , SLC ermittelt. Aus dem Spektrum des Eingangssignals LS wird ebenfalls das Cepstrum mit den cepstralen Koeffizienten LSC ermittelt.

[0030] Alle drei Cepstren RLC, SLC, LSC werden im Rahmen einer ersten Ersetzungsstrategie ES1 ausgewertet und für eine Modifikation der cepstralen Koeffizienten RLC, SLC der Rauschleistung bzw. der Sprachleistung derart verwendet, dass eine möglichst optimale Störgeräuschunterdrückung des Eingangssignals S und hohe Natürlichkeit des Ausgangssignals SR oder aSR erzielt werden kann. Als Ergebnis der ersten Ersetzungsstrategie ES1 werden die modifizierten cepstralen Koeffizienten mRLS, mSLS der Rauschleistung und der Sprachleistung ermittelt.

[0031] Aus den modifizierten cepstralen Koeffizienten mRLS, mSLS werden anschließend durch Rücktransformationen CSR, CSS modifizierte spektrale Koeffizienten mRLS, mSLS der Rauschleistung bzw. der Sprachleistung erzeugt. Mittels eines Gewichtungungsverfahrens werden aus den modifizierten Spektren mRLS, mSLS der Rauschleistung und der Sprachleistung unter Berücksichtigung des Spektrums LS des Eingangssignals die Gewichtungsfaktoren GF für die Gewichtung der spektralen Koeffizienten LS des Eingangssignals ermittelt. Bei einer anschließenden Multiplikation MP wird das Spektrum LS des Eingangssignals mit den Gewichtungsfaktoren multipliziert. Die dadurch gebildeten modifizierten spektralen Koeffizienten mLS werden anschließend durch eine inverse diskrete Fourier-Transformation in ein störgeräuschreduziertes Ausgangssignal SR umgewandelt.

[0032] In Figur 3 ist der Ablauf einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Bis zur Generierung von modifizierten spektralen Koeffizienten mLS aus einem Eingangssignal S ist das Verfahren identisch dem in Figur 2 beschriebenen.

[0033] Vor einer Rücktransformation in den Zeitbereich wird aber aus dem störgeräuschreduzierten Spektrum mLS mittels inverser Fourier-Transformation SCA des logarithmierten Betragsspektrums das Cepstrum mit den cepstralen Koeffizienten ALS gebildet. Mit Hilfe einer zweiten Ersetzungsstrategie ES2, welche Artefakte unterdrücken soll, sowie unter Berücksichtigung des Cepstrum LSC des Eingangssignals S werden modifizierte cepstrale Koeffizienten mALC des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals mLS erzeugt. Durch eine Spektrumbildung CSA werden daraus modifizierte spektrale Koeffizienten mALS ermittelt, die anschließend durch eine inverse diskrete Fourier-Transformation IDFT in ein Artefakt-reduziertes Ausgangssignal aSR umgewandelt werden.

[0034] Die dargestellten Verfahrensschritte können erfindungsgemäß in einen digitalen Signalprozessor eines Hörgeräts implementiert werden. Dadurch kann eine hohe Natürlichkeit eines verstärkten Schallsignals bei gleichzeitiger Störgeräuschunterdrückung erzielt werden. Die cepstrale Modifikation überträgt die im ursprünglichen, verrauschten Signal vorhandenen Feinstrukturen in das verbesserte Ausgangssignal und/oder in die Schätzung der Sprachleistung und/oder in die Schätzung der Rauschleistung, so dass eine erhöhte Na-

türlichkeit erreicht wird und/oder nicht-stationäre Geräusche besser abgebildet werden. Die Möglichkeit, schnell veränderliche Geräusche zu schätzen, macht dieses Verfahren außerordentlich interessant. Bisher bekannte Verfahren erzielen lediglich eine Reduktion der spektralen Fluktuationen, vermindern aber gleichzeitig die zeitliche Feinstruktur.

Bezugszeichenliste

[0035]

1	Hörgerätegehäuse
2	Mikrofon
3	Signalverarbeitungseinheit
4	Hörer
5	Batterie
aSR	Artefakt-reduziertes Ausgangssignal
CSA	Spektrumbildung
CSR	Spektrumbildung des modifizierten Cepstrum der Rauschleistung
CSS	Spektrumbildung des modifizierten Cepstrum der Sprachleistung
DFT	Diskrete Fourier-Transformation
ES1	erste Ersetzungsstrategie
ES2	zweite Ersetzungsstrategie
GF	Gewichtungsfaktoren
GW	Ermittlung der Gewichtung der spektralen Koeffizienten
IDFT	inverse Diskrete Fourier-Transformation
LS	spektrale Koeffizienten des Eingangssignals S
LSC	cepstrale Koeffizienten des Eingangssignals S
MP	Multiplikation
mALC	modifizierte cepstrale Koeffizienten des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals mLS
mALS	modifizierte spektrale Koeffizienten
mLS	spektrale Koeffizienten des störgeräuschreduzierten Eingangssignals S
mRLC	modifizierte cepstrale Koeffizienten der Rauschleistung
mRLS	modifizierte spektrale Koeffizienten der Rauschleistung
mSLC	modifizierte cepstrale Koeffizienten der Sprachleistung
mSLS	modifizierte spektrale Koeffizienten der Sprachleistung
RL	Rauschleistungsschätzung
RLC	cepstrale Koeffizienten der Rauschleistung
RLS	spektrale Koeffizienten der Rauschleistung
S	Eingangssignal
SL	Signalleistungsschätzung
SLC	cepstrale Koeffizienten der Sprachleistung
SLS	spektrale Koeffizienten der Sprachleistung
SCR	Cepstrumbildung aus dem Spektrum der Rauschleistung
SCS	Cepstrumbildung aus dem Spektrum der Signalleistung
SCE	Cepstrumbildung aus dem Spektrum des Ein-

gangssignals
SR geräuschreduziertes Ausgangssignal

stung und/oder der Sprachleistung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Störgeräuschreduktion eines Eingangssignals (S) **gekennzeichnet durch:**

- eine Modifikation der Koeffizienten des Cepstrum des Eingangssignals (LSC), des veränderten Eingangssignals und/oder mindestens eines aus dem Eingangssignal gewonnenen Parameters (RLC, SLC), wobei zeitpunktabhängig cepstrale Koeffizienten eines Ersetzungssignals oder eines aus dem Ersetzungssignal gewonnenen Parameters übernommen werden, und
- eine Verwendung der modifizierten cepstralen Koeffizienten (mRLC, mSLC, mALC) zur Bildung eines Ausgangssignals (SR, aSR) aus dem Eingangssignal (S), wobei das Ausgangssignal (SR, aSR) gegenüber dem Eingangssignal (S) störgeräuschreduziert ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Eingangssignal (S) aus einem von einem Hörgerät aufgenommenen akustischen Signal gewonnen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **gekennzeichnet durch:**

- Bildung eines Rauschleistungsspektrums (RLS) **durch** eine Störgeräuschabschätzung (RL) des Eingangssignals (S, LS) und/oder
- Bildung eines Sprachleistungsspektrums (SLS) **durch** eine Sprachleistungsabschätzung (SL) des Eingangssignals (S, SL),
- Ermittlung (SCR) des Cepstrum (RLC) des Rauschleistungsspektrums (RLS) und/oder
- Ermittlung (SCS) des Cepstrum (SLC) des Sprachleistungsspektrums (SLS),
- Ermittlung modifizierter cepstraler Koeffizienten (mRLC, mSLC) für die ermittelten Cepstren (RLC, SLC) des Rauschleistungsspektrums (RLS) und/oder des Sprachleistungsspektrums (SLS) mit Hilfe einer ersten Ersetzungsstrategie (ES1),
- Ermittlung (CSR, CSS) der modifizierten Spektren (mRLS, mSLS) der Rauschleistung und/oder der Sprachleistung aus den modifizierten Cepstren (mRLC, mSLC) und
- Bildung (GW, MP, IDFT) des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals (SR, mLS) **durch** Modifikation der spektralen Koeffizienten (LS) des Eingangssignals (S) mittels der modifizierten Spektren (mRLS, mSLS) der Rauschlei-

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **gekennzeichnet durch:**

- Bildung (SCE) des Cepstrum (LSC) des Eingangssignals (S, LS),
- Ermittlung modifizierter cepstraler Koeffizienten für das ermittelte Cepstrum (LSC) des Eingangssignals (S, LS) mit Hilfe einer zweiten Ersetzungsstrategie (ES2) und
- Bildung (GW; MP) eines störgeräuschreduzierten Ausgangssignals (SR) aus dem modifizierten Cepstrum (mLS) des Eingangssignals (S).

5. Verfahren nach Anspruch 3 **gekennzeichnet durch:**

- Bildung (SCA) des Cepstrum (ALC) des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals (SR, mLS),
- Ermittlung modifizierter cepstraler Koeffizienten (mALC) für das ermittelte Cepstrum (ALC) des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals (SR, mLS) mit Hilfe der zweiten Ersetzungsstrategie (ES2) und
- Bildung (CSA, IDFT) eines weiteren Ausgangssignals (aSR) aus dem modifizierten Cepstrum (mALC) des störgeräuschreduzierten Ausgangssignals (SR, mLS), welches gegenüber dem Ausgangssignal (SR, mLS) Artefakt-reduziert ist.

6. Hörgerät mit Störgeräuschunterdrückung nach einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 5 **gekennzeichnet durch:**

eine Signalverarbeitungseinheit mit einem Rauschleistungsschätzer und mit einem Sprachleistungsschätzer sowie mit einer ersten und/oder zweiten Ersetzungseinheit zur Modifikation von cepstralen Koeffizienten.

7. Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, das Softwaremittel zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 aufweist, wenn das Computerprogramm in einem Hörgerät nach Anspruch 6 ausgeführt wird.

FIG 1
Stand der Technik

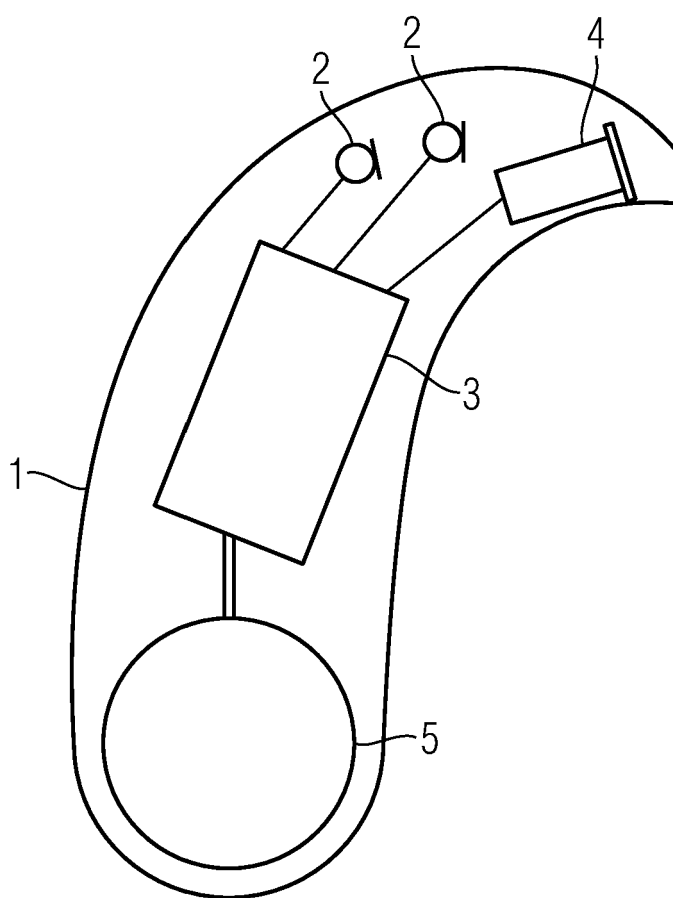


FIG 2

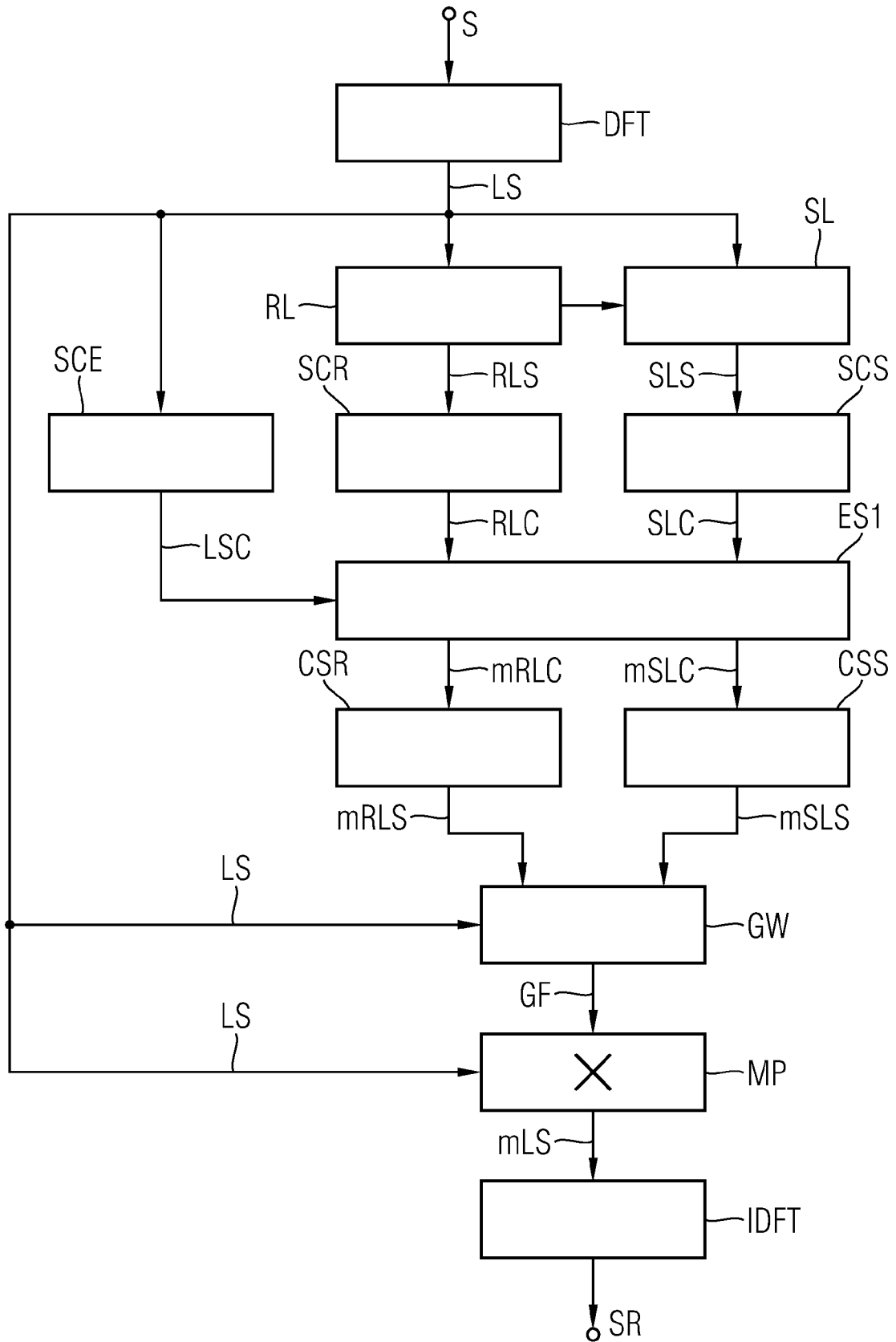
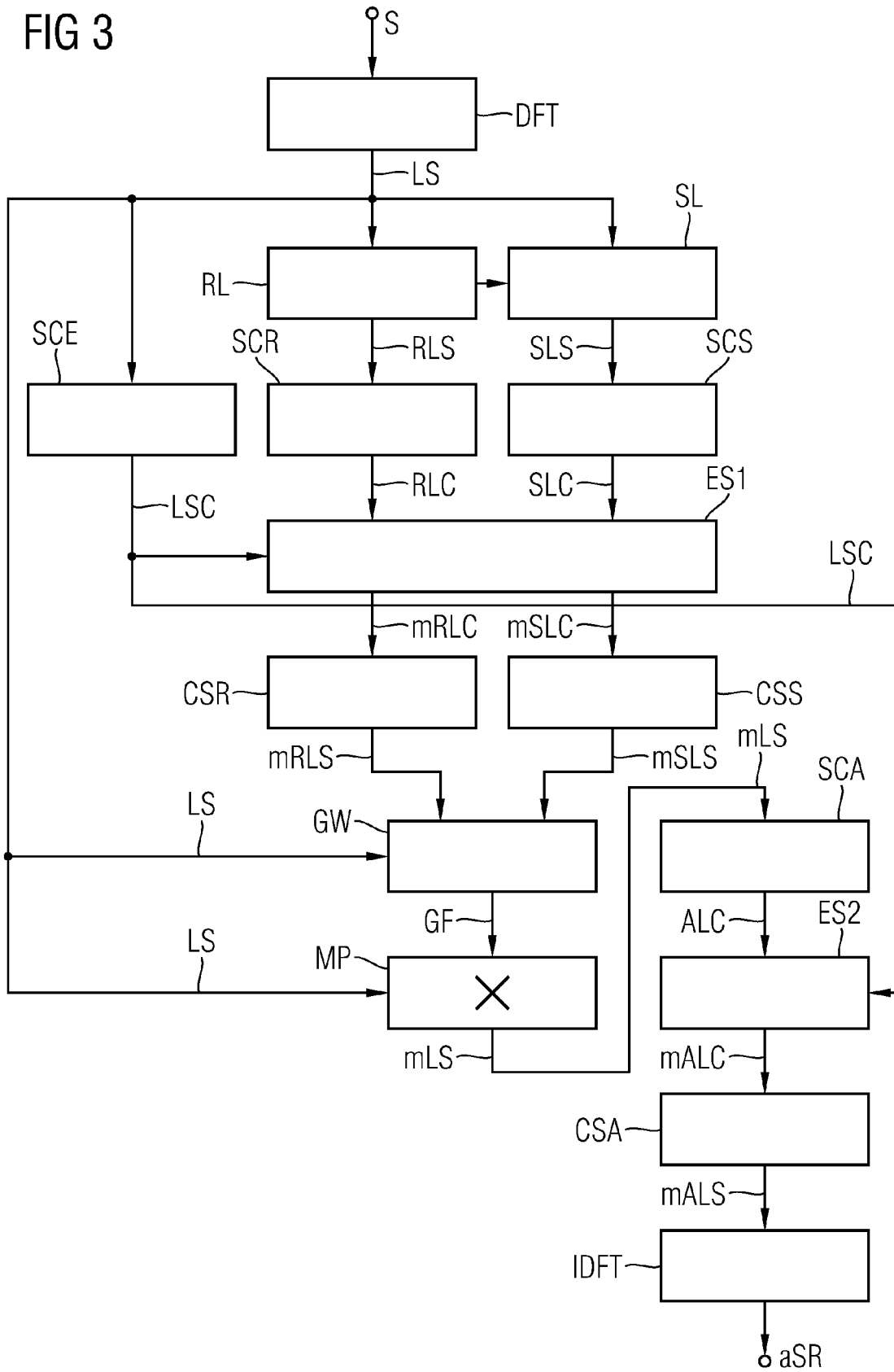


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **R. Martin.** Noise power spectral density estimation based on optimal smoothing and minimum statistics. *IEEE Trans. Speech Audio Processing*, Juli 2001, vol. 9 (5), 504-512 [0007]
- **C. Breithaupt et al.** Cepstral Smoothing of Spectral Filter Gains for Speech Enhancement Without Musical Noise. *IEEE Signal Processing Letters*, Dezember 2007, vol. 14 (12), 1036-1039 [0010]