

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
9. August 2012 (09.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/104329 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G10K 11/178 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/051622
- (22) Internationales Anmeldedatum:
1. Februar 2012 (01.02.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 003 470.6
1. Februar 2011 (01.02.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SENNHEISER ELECTRONIC GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Am Labor 1, 30900 Wedemark (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STREITENBERGER, Martin** [DE/DE]; Haller Straße 20, 30161 Hannover (DE). **FOUDHAILI, Hatem** [DE/DE]; Kriegerstraße 22, 30161 Hannover (DE). **GRANDT, André** [DE/DE]; Am Labor 1, 30900 Wedemark (DE).
- (74) Anwälte: **EISENFÜHR SPEISER & PARTNER** et al.; Postfach 10 60 78, 28060 Bremen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEADSET AND HEADPHONE

(54) Bezeichnung : HEADSET UND HÖRER

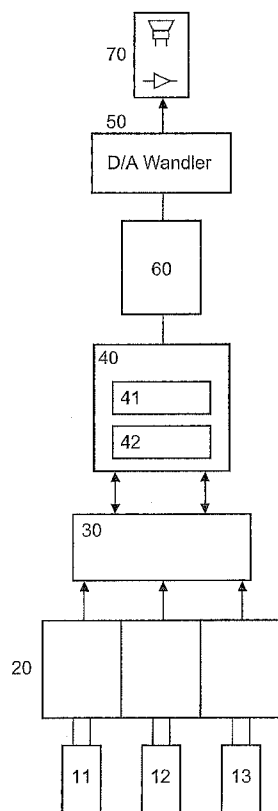


Fig. 1

50 Digital-to-analog converter

(57) Abstract: The invention relates to a headphone, comprising at least one microphone (12), an analog pre-emphasis filter (20) for the pre-emphasis of the microphone signal, an analog-to-digital converter (30) for digitizing the output signal of the pre-emphasis filter, an active noise compensation unit (40) for carrying out active noise compensation on the basis of the output signal of the microphone (12) that has undergone pre-emphasis and digitization and for outputting a counter sound signal, and a digital-to-analog converter (50) for carrying out an analog/digital conversion of the counter sound produced by the active noise compensation unit (40).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Hörer mit mindestens einem Mikrofon (12), einem analogen Pre-Emphasisfilter (20) zur Vorentzerrung des Mikrofonsignals, einem AD-Wandler (30) zum Digitalisieren des Ausgangssignals des Pre-Emphasisfilters, einer aktiven Lärmkompensationseinheit (40) zum Durchführen einer aktiven Lärmkompensation basierend auf dem vorentzerrten und digitalisierten Ausgangssignal des Mikrofons (12) und zum Ausgeben eines Gegenschallsignals sowie einem DA-Wandler (50) zum Durchführen einer Analog/Digitalwandlung des durch die aktive Lärmkompensationseinheit (40) erzeugten Gegenschalls vorgesehen.

WO 2012/104329 A1



(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Headset und Hörer

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Headset und einen Hörer.

Headsets und Hörer mit einer aktiven Lärmkompensationseinheit sind hinlänglich bekannt. Die aktive Lärmkompensationseinheit kann sowohl analog als auch digital ausgeführt sein. Die Mikrofone eines Headsets oder eines Hörers mit einer aktiven Lärmkom-

5 pensation erfassen Audiosignale von unterschiedlicher Herkunft und mit unterschiedlichen Pegeln. Die Mikrofone erfassen beispielsweise Störschall aus externen Schallquellen, den durch den Wiedergabewandler wiedergegebenen Schall, den Nutzschall und Schall, der aufgrund von Bewegungen zwischen dem Kopfhörer bzw. dem Headset und dem Kopf des Anwenders entsteht. Jedes dieser Schallereignisse weist ein spezifisches

10 Spektrum mit einer spezifischen Pegelverteilung auf.

Als allgemeiner Stand der Technik wird auf die Dokumente DE 694 16 442 T2, US 5,278,911 A, US 6,134,331 A, US 4,985,925 A und WO 93/26084 A1 verwiesen.

Es ist somit wünschenswert, einen Kopfhörer oder ein Headset mit einer aktiven Lärmkompensation vorzusehen, welche verbessert eine unregelmäßige Pegelverteilung eines

15 Geräuschespektrums kompensieren kann.

Diese Aufgabe wird durch einen Hörer gemäß Anspruch 1 und ein Headset gemäß Anspruch 6 gelöst.

Somit wird ein Hörer mit mindestens einem Mikrofon, einem analogen Pre-Emphasefilter zur Vorentzerrung des Mikrofonsignals, einem AD-Wandler zum Digitalisieren des Ausgangssignals des Pre-Emphasefilters, einer aktiven Lärmkompensationseinheit zum

20 Durchführen einer aktiven Lärmkompensation basierend auf dem vorentzerrten und digitalisierten Ausgangssignal des Mikrofons und zum Ausgeben eines Gegenschallsignals sowie einem DA-Wandler zum Durchführen einer Analog/Digitalwandlung des durch die aktive Lärmkompensationseinheit erzeugten Gegenschalls vorgesehen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung werden Filterparameter des Emphasefilters zum Vorentzerren des Mikrofonsignals dem maximal erwarteten Pegel der von dem Mikrofon erfassten Audiosignale angepasst.

5 Somit wird ein Headset mit mindestens einem Mikrofon, einem Emphasefilter zur Vorentzerrung des Mikrofonsignals, einem DA-Wandler zum Digitalisieren des Ausgangssignals des Emphasefilters, einer aktiven Lärmkompensationseinheit zum Durchführen einer aktiven Lärmkompensation basierend auf dem vorentzerzten und digitalisierten Ausgangssignal des Mikrofons und zum Ausgeben eines Gegenschallsignals sowie einem DA-Wandler zum Durchführen einer Analog/Digitalwandlung des durch die aktive Lärm-

10 kompensationseinheit erzeugten Gegenschalls vorgesehen.

Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zum Steuern eines Hörers, der ein Mikrofon und eine aktive Lärmkompensationseinheit aufweist. Das Mikrofonsignal wird durch ein analoges Pre-Emphasefilter analog vorentzerzt. Das Ausgangssignal des Pre-Emphasefilters wird digitalisiert. Eine aktive Lärmkompensation wird basierend auf dem

15 vorentzerzten und digitalisierten Ausgangssignal des Mikrofons durchgeführt und ein Gegenschall wird ausgegeben. Eine Digital/Analog-Wandlung des durch die aktive Lärmkompensationseinheit erzeugten Gegenschalls wird durchgeführt.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein digitales Pre-Emphasefilter zwischen der aktiven Lärmkompensationseinheit und dem DA-Wandler vorgesehen.

20 Alternativ dazu kann ein analoges Pre-Emphasefilter nach dem DA-Wandler vorgesehen sein.

Die Erfindung betrifft den Gedanken, dass für jede Frequenz in einem Lärmspektrum unterschiedliche Pegel vorhanden sein können, welche stark voneinander abweichen können. Somit weist auch der durch die aktive Lärmkompensation erzeugte Gegenschall

25 eine unregelmäßige Pegelverteilung auf.

Um dies zu vermeiden, wird ein vorzugsweise analog vorentzerztes Audiosignal der digitalen Signalverarbeitung einer digitalen aktiven Lärmkompensation zugeführt, um eine nutzbare Gesamtdynamik erhöhen zu können. Das Eingangsaudiosignal wird einer Pre-Emphasisverarbeitung (analoge Vorentzerrung) unterzogen. Anschließend erfolgt eine

30 Analog/Digitalwandlung. Optional kann nach der digitalen Verarbeitung eine digitale Pre-Emphasis erfolgen.

Die analoge und die digitale Pre-Emphasisverarbeitung hat den Vorteil, dass die nutzbare Dynamik einer Digital/Analogumwandlung und Analog/Digitalumwandlung erhöht wird und ggf. entstandene Artefakte im hörbaren Bereich minimiert werden können.

Die Erfindung betrifft ferner den Gedanken, wie eine digitale Lärmkompensation in einem Hörer oder Headset verbessert werden kann. Wenn beispielsweise das Leistungsspektrum und/oder die maximalen Pegel in einer lärmerfüllten Umgebung bekannt sind, dann können die Filter der Vorentzerrung entsprechend angepasst werden.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Vorteile und Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

- Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Hörers bzw. Headsets gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines digitalen aktiven Lärmkompensationssystems zur Erläuterung der Erfindung,
- 15 Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines aktiven Lärmkompensationssystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild eines Hörers bzw. eines Headsets gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild eines Hörers oder eines Headsets gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel,
- 20 Fig. 6 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Hörers bzw. Headsets gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel, und
- Fig. 7 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Hörers bzw. eines Headsets gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel.

25 Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Hörers bzw. Headsets gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Das Headset weist eine Eingangseinheit 10 beispielsweise mit einem Audioeingang 11, einem ersten Mikrofon 12 und einem zweiten Mikrofon 13 auf. Das Headset weist ferner eine Pre-Emphasiseinheit 20 auf, welche die Signale der Eingangseinheit empfangen und eine Pre-Emphasisverarbeitung (Vorentzerrung) durch-

führen kann. Das Ausgangssignal der Pre-Emphasiseinheit 20 wird einem AD-Wandler 30 zugeführt, welcher eine Analog/Digitalwandlung durchführt. Das Ausgangssignal des AD-Wandlers 30 wird einer aktiven Lärmkompensationseinheit 40 zugeführt. Das Ausgangssignal der aktiven Lärmkompensationseinheit 40 wird einer digitalen Pre-Emphasisverarbeitungseinheit 60 zugeführt. Das Ausgangssignal der Pre-Emphasisverarbeitungseinheit 60 wird in einem DA-Wandler 50 digital/analog gewandelt. Das Ausgangssignal des DA-Wandlers 50 kann einem elektroakustischen Wiedergabewandler 70 zur Ausgabe zugeführt werden.

Die Lärmkompensationseinheit 40 kann einen oder mehrere Lärmkompensationsfilter 41, 42 aufweisen.

Die Pre-Emphasiseinheit 20 kann mehrere Teileinheiten aufweisen, um jedem Eingangssignal der Eingangseinheit 10 einer Pre-Emphasisverarbeitung zuzuführen. Die Pre-Emphasiseinheit 20 führt eine analoge Vorentzerrung durch. Nach der analogen Vorentzerrung wird das Ausgangssignal der Pre-Emphasiseinheit 20 in dem AD-Wandler analog/digital gewandelt.

Durch das Vorsehen einer digitalen Pre-Emphasiseinheit 60 kann die Dynamik des Digital/Analogwandlers 50 erhöht werden und ferner können ggf. entstandene Artefakte vermindert werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches auf dem ersten Ausführungsbeispiel basiert, kann eine analoge Vorentzerrung bzw. Pre-Emphasis erfolgen.

Eine Pre-Emphase gemäß der Erfindung stellt z. B. eine Anhebung von hohen Frequenzen und eine Absenkung von tiefen Frequenzen während eines Aufzeichnens oder Sendens eines Signals dar. Die Anhebung oder Absenkung der hohen und tiefen Frequenzen wird anschließend bei der Wiedergabe oder beim Empfang rückgängig gemacht, so dass eine originalgetreue Übertragung bzw. Aufzeichnung oder Erfassung erfolgen kann. Mit anderen Worten, eine Pre-Emphase bewirkt eine Anhebung der hohen Frequenzen und eine Absenkung der tiefen Frequenzen. Eine Emphase stellt also eine beabsichtigte Änderung der Amplitude/Frequenzcharakteristik eines Audiosignals dar, um beispielsweise das Rauschen zu unterdrücken.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die digitale Pre-Emphasisverarbeitungseinheit 60 auch als eine analoge Pre-Emphasisverarbeitungseinheit 60 ausgeführt sein und hinter statt vor dem DA-Wandler 50 vorgesehen sein. Damit würde die analoge Pre-Emphasisverarbeitungseinheit 60
5 direkt mit dem elektroakustischen Wiedergabewandler verbunden sein, d. h. die analoge Pre-Emphasisverarbeitungseinheit 60 ist zwischen dem DA-Wandler 50 und dem elektroakustischen Wiedergabewandler 70 vorgesehen.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines digitalen aktiven Lärmkompensations-systems zur Erläuterung der Erfindung. Der von dem Mikrofon erfasste Schall $x(t)$ wird
10 über einen AD-Wandler 30 digitalisiert ($x_d(n)$), einer aktiven Lärmkompensation unterzogen (in Fig. 2 nicht gezeigt), und der durch die aktive Lärmkompensation berechnete Gegenschall $y_d(n)$ wird durch einen DA-Wandler 50 wieder in ein analoges Signal $y(t)$ umgewandelt. In Fig. 2 ist unten links der maximal auftretende Pegel bei dem Eingangssignal $x(t)$ und rechts ist der maximal auftretende Pegel des Gegenschalls y_d gezeigt.
15 Ferner ist der Fullscale der Quantisierung gezeigt. Wie links unten zu sehen, weist das Spektrum des Eingangssignals x über die Frequenz einen sehr variablen Verlauf auf. Der in Fig. 2 unten rechts gezeigte Gegenschall weist ebenfalls einen sehr variablen Verlauf auf. In den beiden unteren Bildern in Fig. 2 ist jeweils das Quantisierungsrauschen QR und der jeweilige Signalrauschabstand $SNR_{x_d}(f_i)$ und $SNR_{y_d}(f_i)$ gezeigt. Dies hat zur
20 Folge, dass die zur Verfügung stehenden Dynamikbereiche nicht ausreichend ausgenutzt werden können.

Für eine optimale AD oder DA-Wandlung sollte vorzugsweise der höchste zu erwartende Pegel den vollen Darstellungsbereich (full scale) des Wandlers einnehmen, ohne dass es zu einer Übersteuerung kommen kann. Dies ist notwendig, damit die größtmögliche
25 auftretende Amplitude noch verarbeitet werden kann. Andererseits hat dies jedoch zur Folge, dass der Signal-Rausch-Abstand SNR bei anderen Frequenzen schlechter ist als bei der maximalen Auslenkung.

Wenn beispielsweise bei einer ersten Frequenz der maximale Pegel 40 dB kleiner ist als der maximal mögliche Pegel, dann hat dies zur Folge, dass der Signal-Rausch-Abstand
30 SNR 40 dB kleiner als möglich ist. Genauer betrachtet kann dies zu einem Verlust von 6 bis 7 Bit an Auflösung führen. Dies ist unerwünscht insbesondere im Hinblick darauf, dass die Auflösung eines DA-Wandlers und/oder eines AD-Wandlers typischerweise 12

bis 24 Bit beträgt. Der reduzierte Signal-Rausch-Abstand kann zu einem akustischen Rauschen führen und die Funktion der aktiven Lärmkompensation erheblich stören.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines aktiven Lärmkompensationssystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Das System weist ein Eingangssignal $x(t)$,
5 ein erstes analoges Filter (Eingangs-Pre-Emphasefilter) 20, einen AD-Wandler 30, ein erstes digitales Filter (Eingangs-Deemphasefilter) 21, eine nicht weiter dargestellte Audioverarbeitungseinheit, ein zweites digitales Filter (Ausgangs-Pre-Emphasefilter) 60, einen DA-Wandler 50 und ein zweites analoges Filter (Ausgangs-Pre-Emphasefilter) 61 auf. Durch das erste analoge Filter 20 kommt es bei entsprechender Auslegung der
10 Filterparameter zu einem Abgleich des maximal möglichen Pegels am AD-Wandler.

Optional können das erste und zweite digitale Filter 60 entfallen.

Durch das zweite digitale Filter 60 kommt es zu einer gleichmäßigeren spektralen Verteilung der Maximalpegel am D/A-Wandler. Somit weisen die durch die AD- und DA-Wandler zu verarbeitenden Eingangs- und Ausgangssignale einen besseren Signal-
15 Rausch-Abstand auf.

Wenn die zu erwartenden Audiosignale in einer lärmerfüllten Umgebung bekannt sind, dann können die Filterparameter entsprechend ausgelegt werden.

Durch die Filter 20 und 60 ändert sich jedoch die Übertragung des gesamten Signalpfades. Um eine Änderung der Empfangs- und Sendepfade zu vermeiden, wird hinter dem
20 AD-Wandler 30 ein erstes digitales Filter 21 und hinter dem DA-Wandler 50 ein zweites analoges Filter 61 vorgesehen, wobei das erste digitale Filter 21 ein Ausgleichsfilter (Deemphasis, Rückentzerrung) bezüglich des ersten analogen Filters 20 darstellt, und das zweite analoge Filter 61 stellt ein Ausgleichsfilter (Deemphasis, Rückentzerrung) bezüglich des zweiten digitalen Filters 60 dar.

25 Mit dem aktiven Lärmkompensationssystem gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel kann somit der Signal-Rausch-Abstand verbessert werden, wodurch weniger Rauschen zu hören ist.

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild eines Hörers bzw. eines Headsets gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel. Der Hörer bzw. das Headset gemäß dem dritten Ausführungsbei-

spiel kann auf einem Hörer/Headset gemäß dem ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel basieren. Der Hörer bzw. das Headset weist ein Mikrofon 12, einen AD-Wandler 30, einen aktiven Lärmkompensationsfilter 40, einen DA-Wandler 50 sowie einen elektroakustischen Wiedergabewandler 70 und eine Sekundärstrecke 100 auf. Die aktive Lärmkompensation gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel erfolgt vorzugsweise nach dem Feed Forward-Prinzip. Ein Audiosignal wird durch das Mikrofon 12 erfasst und als ein Ausgangssignal $x(t)$ ausgegeben. Dieses Ausgangssignal $x(t)$ wird einer AD-Wandlung in dem AD-Wandler 30 unterzogen und es wird ein digitales Ausgangssignal $x_d(n)$ an das Filter 40 ausgegeben. Das Ausgangssignal des Filters $y_d(n)$ wird an den DA-Wandler 50 ausgegeben, der wiederum ein analoges Ausgangssignal $y(t)$ ausgibt. Dieses analoge Ausgangssignal $y(t)$ wird dem elektroakustischen Wiedergabewandler 70 zugeführt.

Die Übertragungsstrecke von dem Lautsprecher 70 sowie die akustische Strecke stellt die sog. Sekundärstrecke 100 dar. Das Ausgangssignal $y(t)$ des DA-Wandlers 50 wird dem Lautsprecher 70 zugeführt, der wiederum einen Gegenschall $u(t)$ abgibt, welcher den Störschall $d(t)$ überlagert, um diesen zu kompensieren. Das Ergebnis dieser Kompensation stellt das Überlagerungssignal $e(t)$ dar.

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild eines Hörers oder eines Headsets gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel. Der Hörer bzw. das Headset gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem Hörer bzw. Headset gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel von Fig. 4. Der einzige Unterschied besteht darin, dass das Mikrofon 12 vor dem Lautsprecher vorgesehen ist und das Filter 40 als ein Feedback-Filter ausgestaltet ist, wobei ein Überlagerungssignal $e(t)$ zu dem Eingang des AD-Wandlers 30 zurückgeführt wird.

Fig. 6 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Hörers bzw. Headsets gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel. Der Hörer bzw. das Headset gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel basiert auf dem Hörer bzw. Headset gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel, wobei Angleich- und Ausgleichfilter 20, 21; 60, 61 vor und hinter dem AD-Wandler sowie dem DA-Wandler vorgesehen sind. Die Funktion der Filter 20, 21, 60, 61 entspricht der Funktion der Filter gemäß Fig. 3.

Fig. 7 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Hörers bzw. eines Headsets gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel. Der Hörer bzw. das Headset gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel beruht auf dem Hörer bzw. Headset gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel.

rungsbeispiel zusätzlich mit den in Fig. 3 gezeigten Angleich- und Ausgleichsfiltern 20, 21, 60, 61, welche vor und hinter dem AD-Wandler 30 und dem DA-Wandler 50 vorgesehen sind.

Zur Bestimmung der Parameter der Filter 20, 21, 60, 61 ist es vorteilhaft, wenn der maximal mögliche Pegel $S_{\max} \cdot x(f)$ durch das Außenmikrofon 12 bzw. das Innenmikrofon 12 ermittelt wird. Alternativ dazu kann der Maximalpegel auch geschätzt werden.

Für das Filter 20 gilt dann $|EQ_x(f)| \approx \frac{1}{|S_{\max} \cdot x(f)|}$.

Hieraus kann gefolgert werden, dass keine 100%ige Angleichung des Spektrums benötigt wird, sondern dass eine Begrenzung der Signaldynamik bereits zu einem ausreichenden Ergebnis führen kann. Für das Filter 21 für die digitale Ausgleichsfilterung gilt dann: $EQ_x^{-1}(f) \approx \frac{1}{EQ_x(f)}$.

Somit entspricht dann das Filter 61 gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel:

$$|EQ_y(f)| \approx \frac{1}{|S_{\max} \cdot x(f)| \cdot |FF|}$$

Das Ausgleichsfilter 61 sollte dann wie folgt beschrieben werden können:

$$EQ_y^{-1}(f) \approx \frac{1}{EQ_y(f)}$$

Bei dem sechsten Ausführungsbeispiel (Feed-Back), welches ein Innenmikrofon 12 aufweist, sollte dann das Filter 20 wie folgt beschrieben werden: $|EQ_x(f)| \approx \left| \frac{1 - FB \cdot S}{S_{\max} \cdot d(f)} \right|$.

Das Filter 21 entspricht dann dem inversen Filter 20, d. h. $EQ_x^{-1}(f) \approx \frac{1}{EQ_x(f)}$.

$$\text{Für das Filter 60 gilt dann } |EQ_y(f)| \approx \left| \frac{1 - FB \cdot S}{S_{\max} \cdot d(f) \cdot FB} \right|$$

$$\text{Damit gilt dann für das Filter 61 } EQ_y^{-1}(f) \approx \frac{1}{EQ_y(f)}$$

Die Filter 20, 60, 21, 61 gemäß der Erfindung dienen explizit nicht einer Filterung an den Rändern des zu verarbeitenden Frequenzbereichs, sondern beziehen sich auf den zu

verarbeitenden Frequenzbereich und ermöglichen eine Verbesserung des Signal-Rausch-Abstandes. Die Übertragungsfunktionen der Filter gemäß der Erfindung sind derart ausgestaltet, dass der maximale und der minimale Wert der Verstärkung zwischen 20 Hz und einem Viertel der Abtastfrequenz mit mindestens 3 dB voneinander abweichen.

Gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches auf einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 6 basieren kann, wird ein Hörer bzw. ein Headset vorgesehen, wobei der analoge Pre-Emphasefilter 20 als ein analoges Filter zum Durchführen einer Lärmkompensation ausgestaltet ist. Das analoge Filter 20 ist gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel als ein statisches Lärmkompensationssystem bzw. Filter ausgebildet. Die aktive Lärmkompensationseinheit 40 dient dann lediglich dazu, die benötigte Lärmkompensation anzupassen, soweit dies erforderlich ist. Der digitale Bereich des Hörers, d. h. die aktive Lärmkompensationseinheit 40, weist dann beispielsweise eine Verstärkung von 1 auf und adaptiert die Lärmkompensation nur dann, falls die Lärmkompensation verbessert werden kann.

Das Filter 20 kann gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel als eine Vor-Lärmkompensationseinheit ausgestaltet sein. Hier führt eine derartige Lärmkompensationseinheit eine statische Lärmkompensation durch, wenn das Ausgangssignal $x(t)$ dem Ausgangssignal $y(t)$ entsprechen würde. Dies kann beispielsweise erreicht werden, wenn die aktive Lärmkompensationseinheit 40 nicht in die aktive Lärmkompensation eingreift. Alternativ dazu kann die aktive Lärmkompensationseinheit 40 nur dann in die Lärmkompensation eingreifen, wenn dies zu einer verbesserten Lärmkompensation führen würde.

Ansprüche

1. Hörer, mit
mindestens einem Mikrofon (12),
5 mindestens einem analogen Pre-Emphasefilter (20) zum Vorentzerren eines Mikro-
fonsignals,
einem AD-Wandler (30) zum Digitalisieren des Ausgangssignals des Pre-
Emphasefilters (20),
einer aktiven Lärmkompensationseinheit (40) zum Durchführen einer aktiven
10 Lärmkompensation basierend auf dem vorentzerrten und digitalisierten Ausgangssignal
des Mikrofons (12) und zum Ausgeben eines Gegenschallsignals, und
einem DA-Wandler (50) zum Durchführen einer Digital/Analog-Wandlung des
durch die aktive Lärmkompensationseinheit (40) erzeugten Gegenschalls.
2. Hörer nach Anspruch 1, wobei
15 die Filterparameter des Pre-Emphasefilters (20) an den maximal erwarteten Pegel
der von dem Mikrofon (12) erfassten Audiosignale angepasst sind.
3. Hörer nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit
einem digitalen Pre-Emphasefilter (60) zwischen der aktiven Lärmkompensations-
einheit (40) und dem DA-Wandler (50).
- 20 4. Hörer nach Anspruch 1 oder 2, mit
einem analogen Pre-Emphasefilter nach dem DA-Wandler (50).
5. Hörer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei
das analoge Pre-Emphasefilter (20) als eine Vor-Lärmkompensationseinheit aus-
gestaltet ist, welche eine statische Lärmkompensation durchführt.
- 25 6. Headset, mit
mindestens einem Mikrofon (12),
mindestens einem analogen Pre-Emphasefilter (20) zum Vorentzerren eines Mikro-
fonsignals,

einem AD-Wandler (30) zum Digitalisieren des Ausgangssignals des Emphasefilters (20),

einer aktiven Lärmkompensationseinheit (40) zum Durchführen einer aktiven Lärmkompensation basierend auf dem vorentzerrten und digitalisierten Ausgangssignal des Mikrofons (12) und zum Ausgeben eines Gegenschallsignals, und

einem DA-Wandler (50) zum Durchführen einer Digital/Analog-Wandlung des durch die aktive Lärmkompensationseinheit (50) erzeugten Gegenschalls.

7. Verfahren zum Steuern eines Hörers, der ein Mikrofon (12) und eine aktive Lärmkompensationseinheit (40) aufweist, mit den Schritten:

10 analoges Vorentzerren eines Mikrofonsignals durch ein analoges Pre-Emphasefilter (20),

Digitalisieren des Ausgangssignals des Pre-Emphasefilters (20),

Durchführen einer aktiven Lärmkompensation basierend auf dem vorentzerrten und digitalisierten Ausgangssignal des Mikrofons (12) und Ausgeben eines Gegenschallsignals, und

15 Durchführen einer Digital/Analog-Wandlung des durch die aktive Lärmkompensationseinheit (50) erzeugten Gegenschalls.

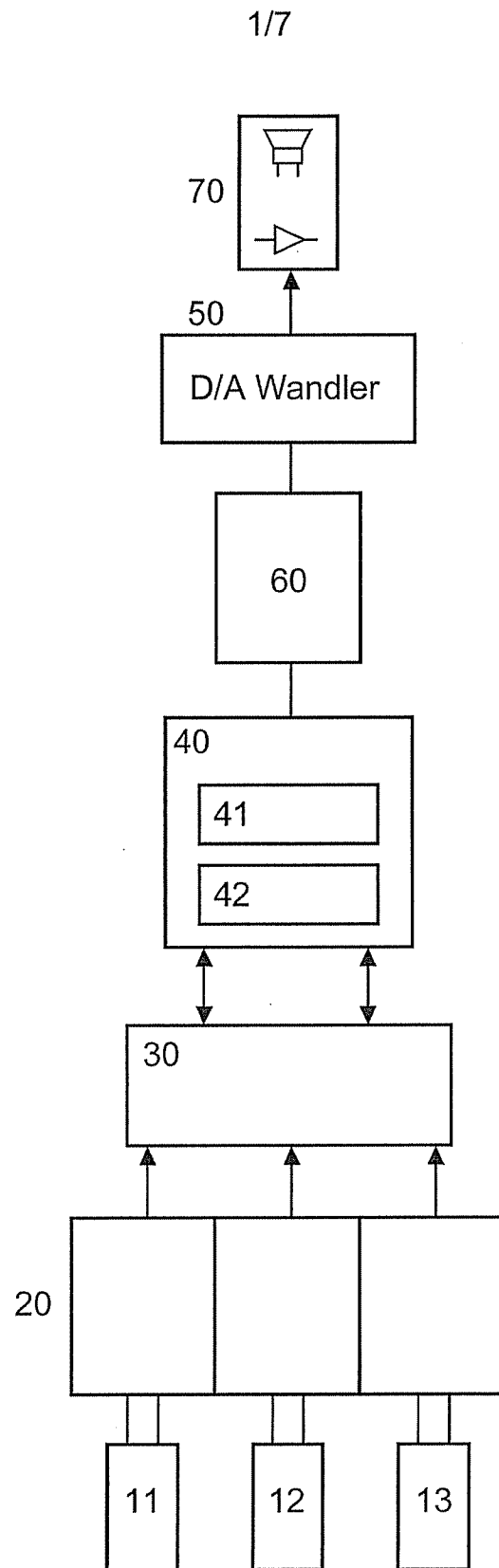


Fig. 1

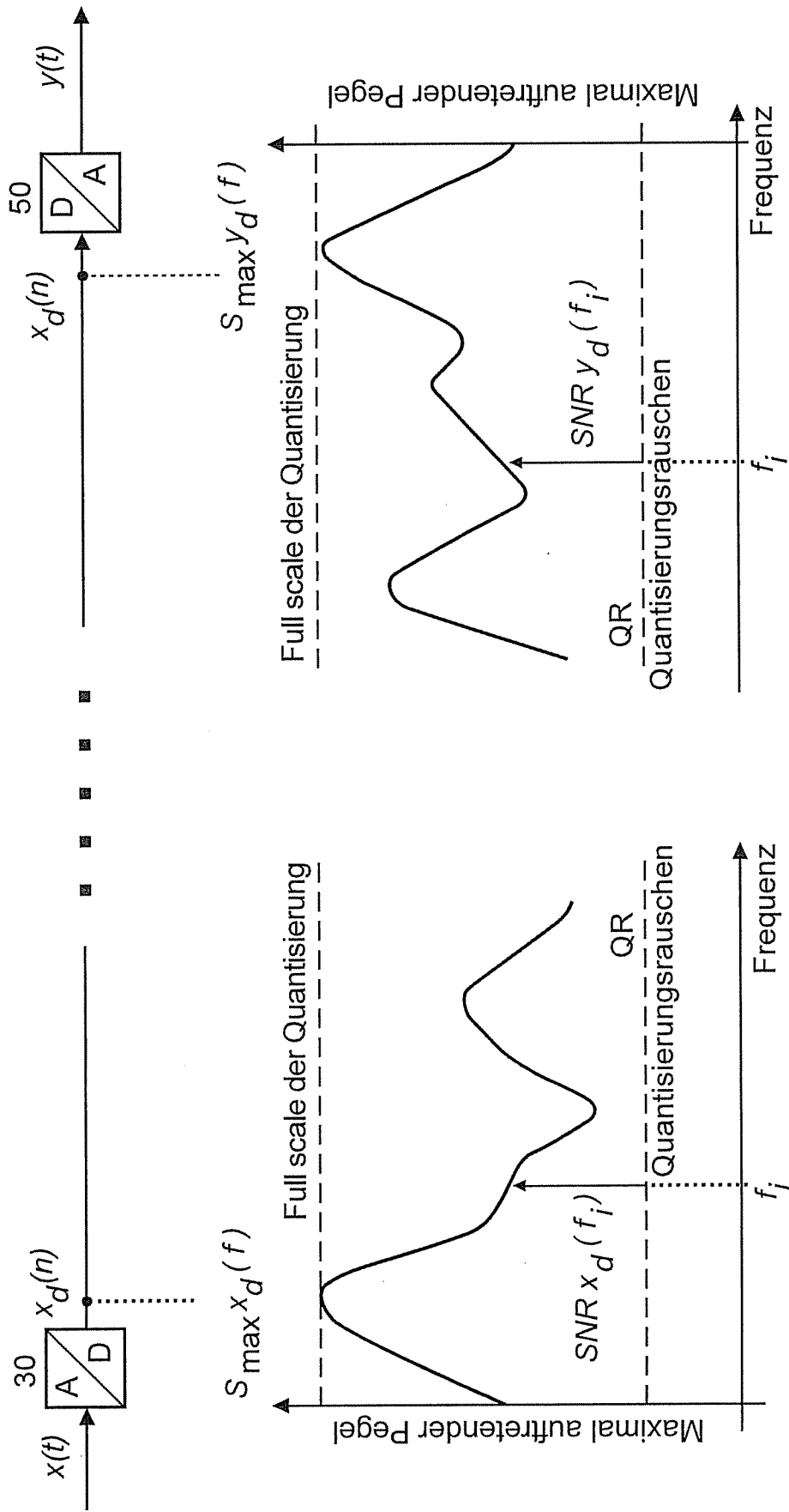


Fig. 2

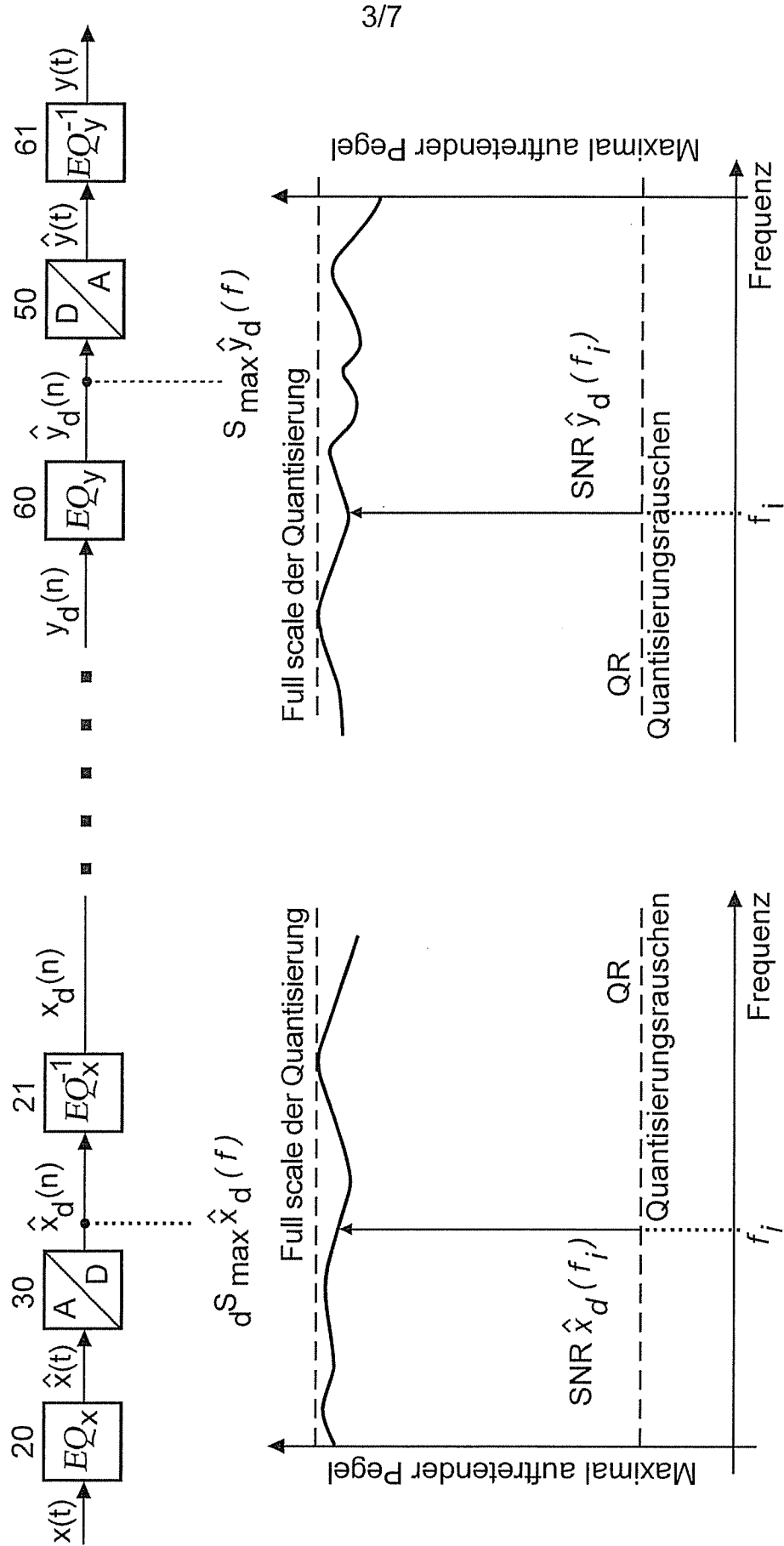


Fig. 3

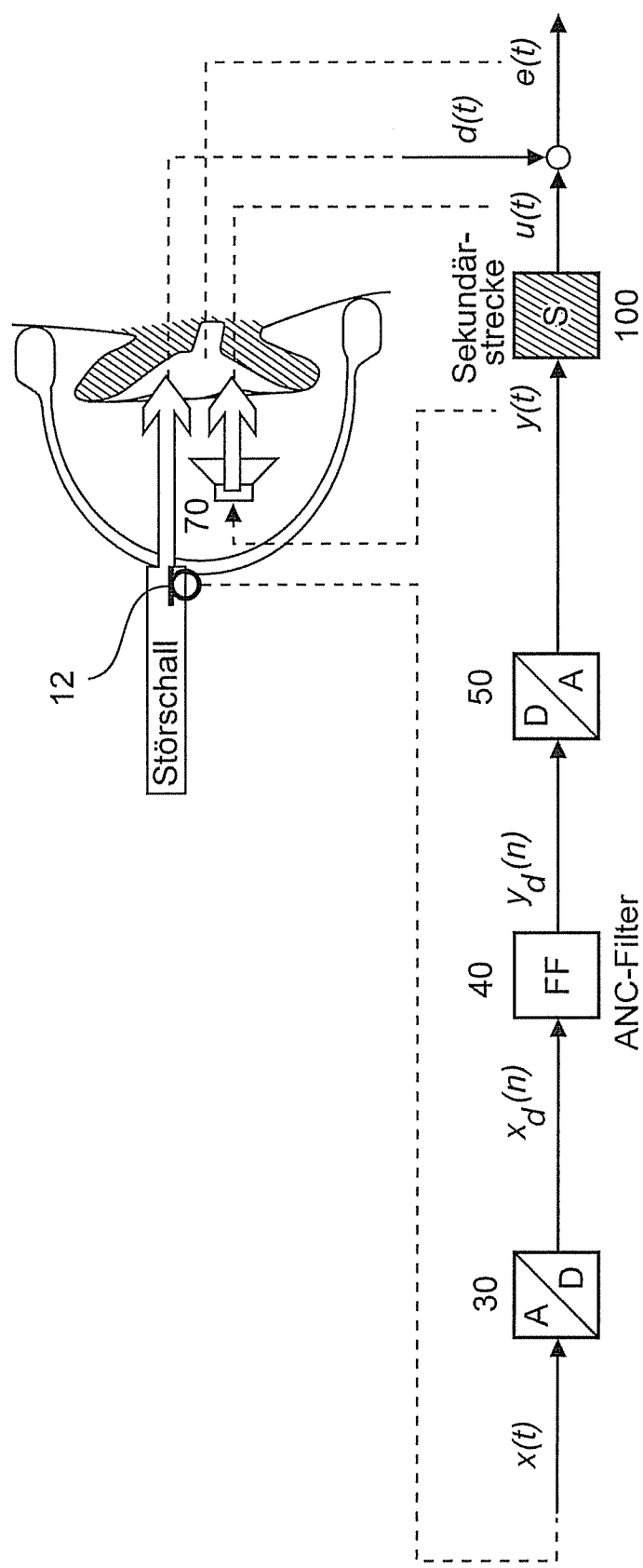


Fig. 4

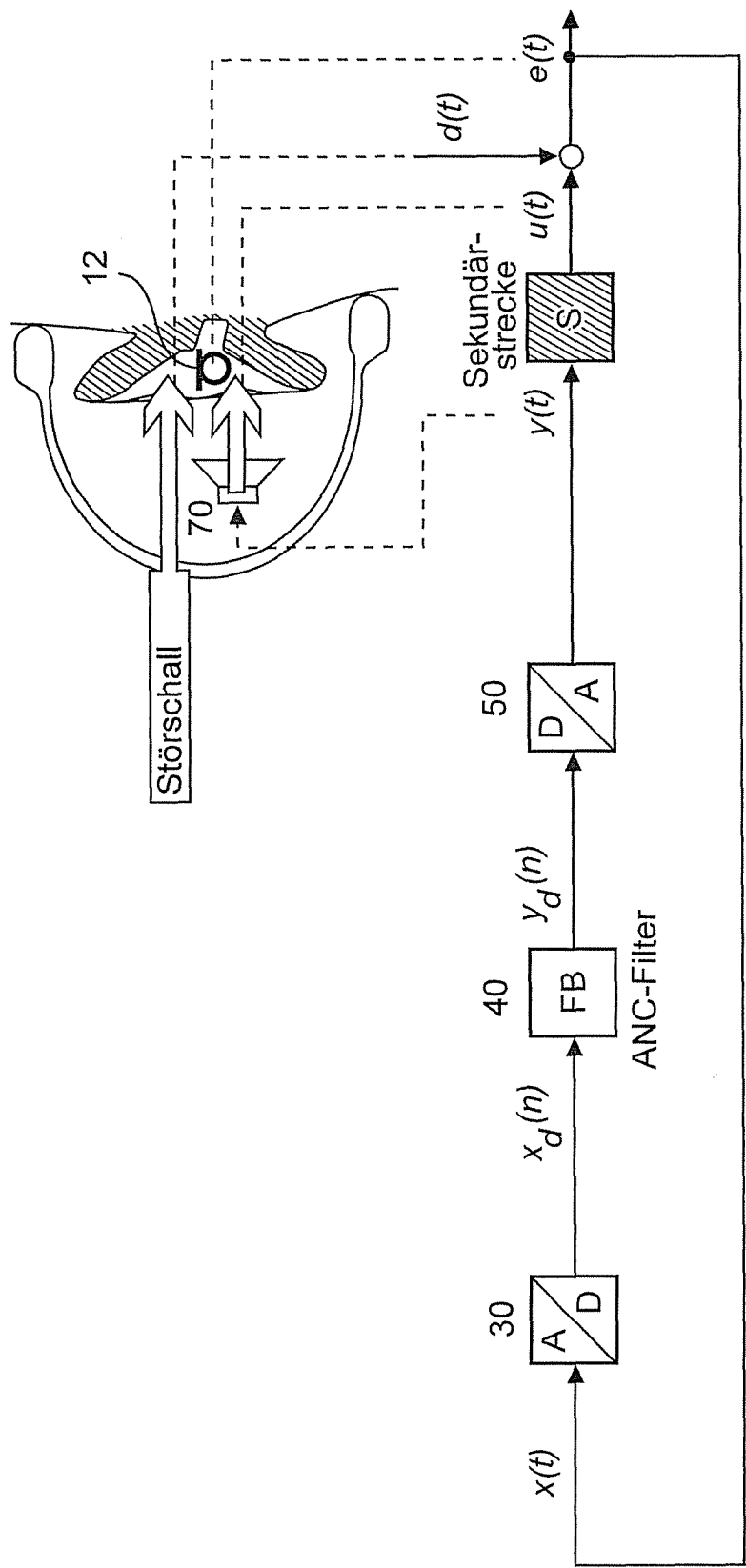


Fig. 5

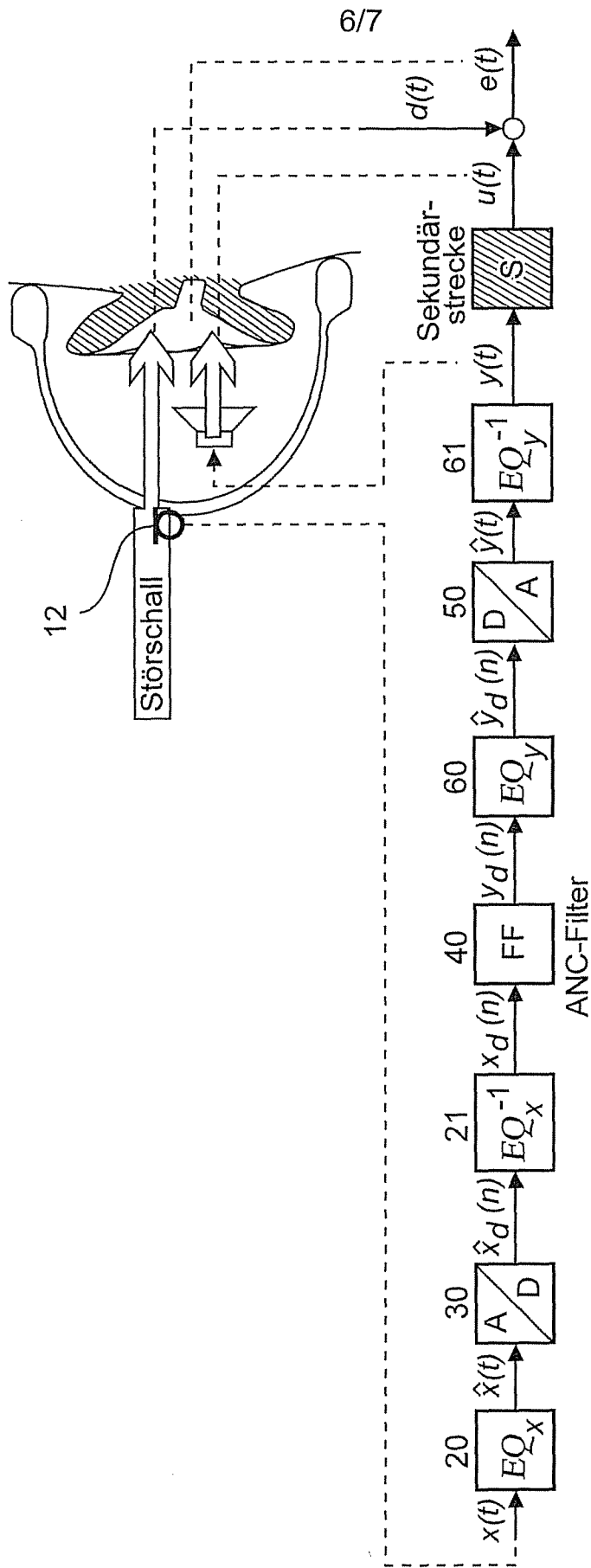


Fig. 6

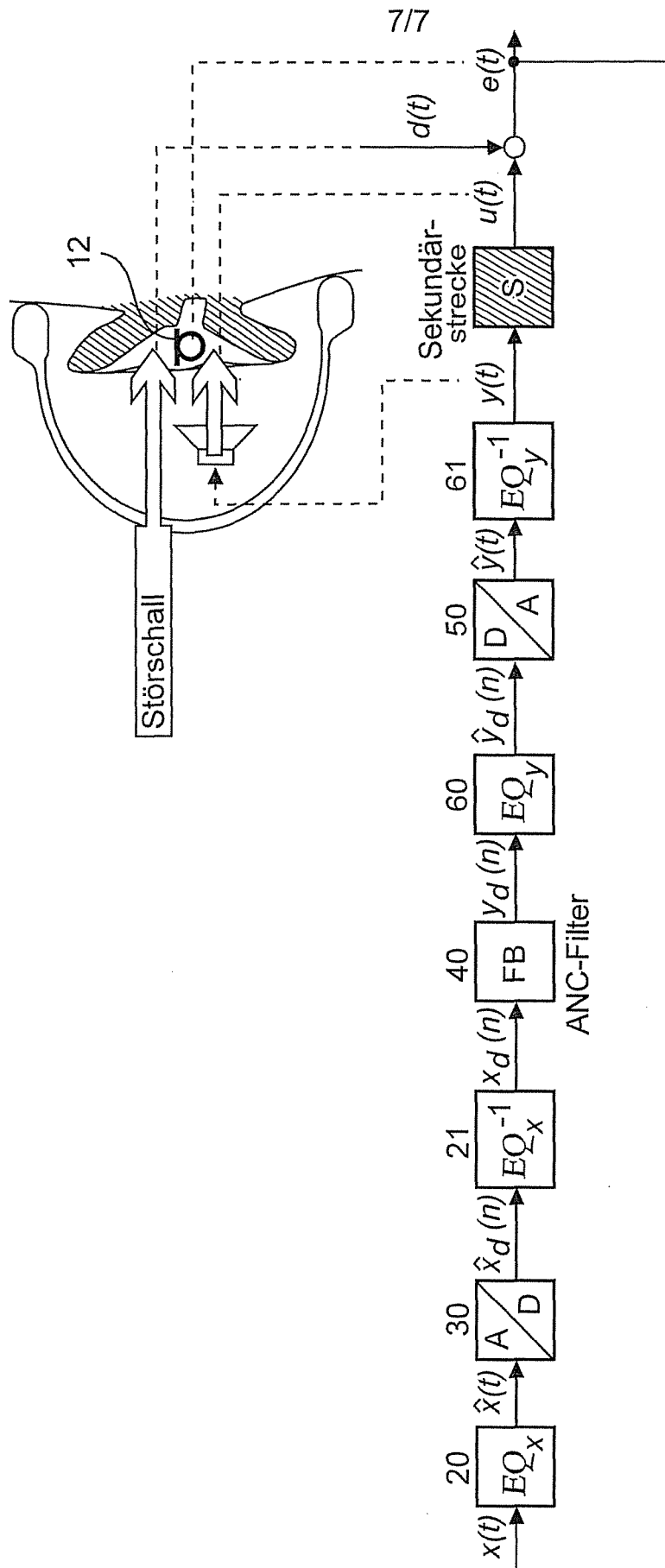


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/051622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G10K11/178
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G10K H04R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 985 925 A (LANGBERG EDWIN [US] ET AL) 15 January 1991 (1991-01-15)	1,6,7
Y	abstract claims 1,5,6,8,14 column 11, line 54 - column 12, line 17 column 3, lines 54-59 column 12, lines 8-14, 44-49 column 1, lines 10-20	2-5
Y	----- US 6 807 280 B1 (STROUD RICHARD SIDNEY [US] ET AL) 19 October 2004 (2004-10-19) abstract; figure 1 column 1, paragraph 5 Embodiment 5 figure 14 ----- -/-	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 May 2012

Date of mailing of the international search report

22/05/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wehland, Florian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/051622

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 803 860 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 29 October 1997 (1997-10-29) abstract figure 1 column 3, lines 54-56 column 12, lines 44-49 column 13, paragraph 2 column 18, paragraph 5 -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/051622

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4985925	A	15-01-1991	AT 147961 T 15-02-1997
		DE 68927707 D1 06-03-1997	
		DE 68927707 T2 07-05-1997	
		EP 0423172 A1 24-04-1991	
		JP 2989843 B2 13-12-1999	
		JP H03505639 A 05-12-1991	
		US 4985925 A 15-01-1991	
		WO 8912432 A1 28-12-1989	

US 6807280	B1	19-10-2004	US 6807280 B1 19-10-2004
		US 2005053248 A1 10-03-2005	

EP 0803860	A2	29-10-1997	DE 69721628 D1 12-06-2003
		DE 69721628 T2 25-03-2004	
		EP 0803860 A2 29-10-1997	
		JP 3325770 B2 17-09-2002	
		JP 9294038 A 11-11-1997	
		US 5796850 A 18-08-1998	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G10K11/178
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G10K H04R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 985 925 A (LANGBERG EDWIN [US] ET AL) 15. Januar 1991 (1991-01-15)	1,6,7
Y	Zusammenfassung Ansprüche 1,5,6,8,14 Spalte 11, Zeile 54 - Spalte 12, Zeile 17 Spalte 3, Zeilen 54-59 Spalte 12, Zeilen 8-14, 44-49 Spalte 1, Zeilen 10-20	2-5
Y	US 6 807 280 B1 (STROUD RICHARD SIDNEY [US] ET AL) 19. Oktober 2004 (2004-10-19) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 1, Absatz 5 Embodiment 5 Abbildung 1	1-7
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Mai 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/05/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wehland, Florian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 803 860 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 29. Oktober 1997 (1997-10-29) Zusammenfassung Abbildung 1 Spalte 3, Zeilen 54-56 Spalte 12, Zeilen 44-49 Spalte 13, Absatz 2 Spalte 18, Absatz 5 -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/051622

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4985925	A	15-01-1991	AT 147961 T 15-02-1997
		DE 68927707 D1	06-03-1997
		DE 68927707 T2	07-05-1997
		EP 0423172 A1	24-04-1991
		JP 2989843 B2	13-12-1999
		JP H03505639 A	05-12-1991
		US 4985925 A	15-01-1991
		WO 8912432 A1	28-12-1989

US 6807280	B1	19-10-2004	US 6807280 B1 19-10-2004
		US 2005053248 A1	10-03-2005

EP 0803860	A2	29-10-1997	DE 69721628 D1 12-06-2003
		DE 69721628 T2	25-03-2004
		EP 0803860 A2	29-10-1997
		JP 3325770 B2	17-09-2002
		JP 9294038 A	11-11-1997
		US 5796850 A	18-08-1998
