



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.06.2018 Patentblatt 2018/26

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

(21) Anmeldenummer: **17207540.0**

(22) Anmeldetag: **15.12.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

- **BEST, Sebastian**
91054 Erlangen (DE)
- **WURZBACHER, Tobias**
90768 Fürth (DE)
- **LÜKEN, Christoph**
91094 Langensendelbach (DE)
- **PETRAUSCH, Stefan**
91056 Erlangen (DE)
- **CEBULLA, Nicola**
91052 Erlangen (DE)
- **OREINOS, Christos**
90478 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **22.12.2016 DE 102016226112**

(71) Anmelder: **Sivantos Pte. Ltd.**
Singapore 539775 (SG)

(72) Erfinder:
• **ROSENKRANZ, Tobias Daniel**
91054 Erlangen (DE)

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**
Nordostpark 16
90411 Nürnberg (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES HÖRGERÄTES**

(57) Die Erfindung nennt ein Verfahren (20) zum Betrieb eines Hörgerätes (22), welches wenigstens einen Eingangswandler (24) und wenigstens einen Ausgangswandler (42) umfasst, wobei durch den wenigstens einen Eingangswandler (24) aus einem Schallsignal (2) der Umgebung ein Eingangssignal (26) erzeugt wird, wobei anhand des Eingangssignals (26) eine Klassifikation (28) einer Hörsituation der Umgebung erfolgt und/oder für das Schallsignal (2) der Umgebung wenigstens einer der vier Parameter (30) Tonalität, Lautstärke, Stationarität und

Nachhallzeit ermittelt werden, wobei in Abhängigkeit vom Eingangssignal (26) mittels einer Signalverarbeitung (32) ein erstes Zwischensignal (36) erzeugt wird, wobei anhand der Klassifikation (28) der Hörsituation bzw. anhand von wenigstens einem der vier Parameter (30) Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit wenigstens ein Parameter (f_t , Δ) einer Frequenzverzerrung (38) vorgegeben wird, und wobei die derart vorgegebene Frequenzverzerrung (38) auf das erste Zwischensignal (36) angewandt wird.

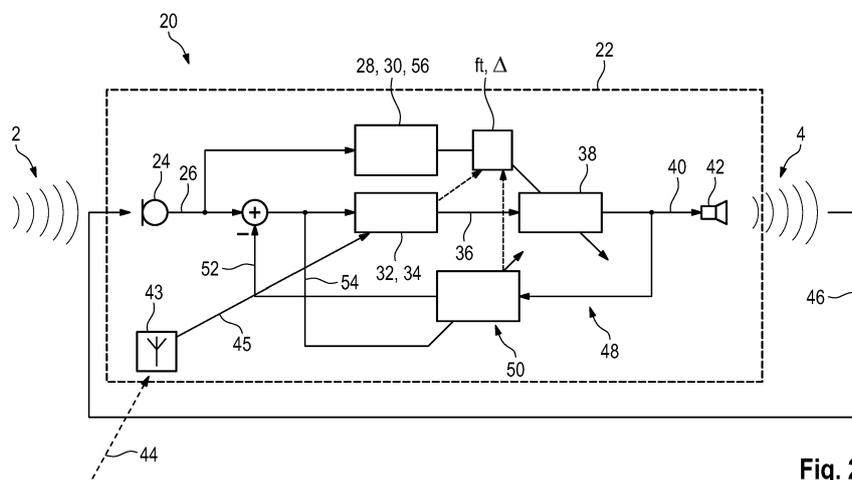


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes, welches wenigstens einen Eingangswandler und wenigstens einen Ausgangswandler umfasst, wobei durch den wenigstens einen Eingangswandler aus einem Schallsignal der Umgebung ein Eingangssignal erzeugt wird, und wobei in Abhängigkeit vom Eingangssignal mittels einer Signalverarbeitung ein erstes Zwischensignal erzeugt wird.

[0002] Im Betrieb eines Hörgerätes, insbesondere eines Hörhilfegerätes, wird typischerweise ein Schallsignal der Umgebung mittels eines Eingangswandlers in ein elektrisches Signal umgewandelt, und in einer Signalverarbeitungseinheit gemäß den audiologischen Anforderungen des Benutzers aufbereitet und dabei insbesondere frequenzabhängig verstärkt. Das aufbereitete Signal wird nun durch einen Ausgangswandler in ein Ausgangsschallsignal umgewandelt, welches dem Gehör des Benutzers zugeführt wird. Hierbei kann sich nun im Betrieb selbst bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Hörgerätes die Situation ergeben, dass das Ausgangsschallsignal des Hörgerätes vom Schallsignal der Umgebung überlagert wird, wenn es auf das Gehör des Benutzers trifft. Dies kann insbesondere daran liegen, dass Hörgeräte typischerweise derart konstruiert werden, dass sie den Gehörgang des Benutzers nicht vollständig verschließen, um so Okklusionseffekte zu vermeiden, welche vom Benutzer üblicherweise als störend empfunden werden. Hierfür kann gegebenenfalls auch eine kleine Bohrung ("vent") im Gehäuse des Hörgerätes vorgesehen sein.

[0003] Das vom Eingangswandler aus dem Schallsignal der Umgebung erzeugte Eingangssignal erfährt nun in der Signalverarbeitungseinheit insbesondere bei Prozessen zur Frequenzbandfilterung eine Zeitverzögerung, welche durch technische Maßnahmen der Signalverarbeitung nicht beliebig reduziert werden kann. Dies führt nun dazu, dass das Ausgangsschallsignal, welches im Hörgerät aus dem Ausgangssignal der Signalverarbeitung erzeugt wurde, sich mit einer leichten Zeitverzögerung mit dem Schallsignal der Umgebung überlagert. Hierdurch kann es im Gesamtschallsignal, welches durch den Benutzer wahrgenommen wird, zu sogenannten Kammfiltereffekten kommen. Durch die Zeitverzögerung in der Überlagerung vom Ausgangsschallsignal des Hörgerätes mit dem direkten Schallsignal der Umgebung werden, in Abhängigkeit von der Zeitverzögerung und Frequenz einzelne Signalanteile konstruktiv interferiert, was zu einer Verstärkung führt, während hingegen für Frequenzen, welche ein halbzahliges Vielfaches der inversen Zeitverzögerung sind, infolge einer destruktiven Interferenz eine erhebliche Abschwächung im Gesamtschallsignal auftreten kann. Kammfiltereffekte können dabei vom Benutzer als sehr unangenehm wahrgenommen werden, da sie beispielsweise durch die Auslöschung bestimmter Frequenzen infolge der destruktiven Interferenz die Obertonspektren des hörbaren Schallsi-

gnals wesentlich verändern können und/oder einem breitbandigen Rauschen eine harmonische Struktur "aufprägen" können. Dies gilt umso mehr vor dem Hintergrund, dass eine wesentliche Veränderung des Eingangssignals durch die Signalverarbeitung infolge der typischen audiologischen Anforderungen eines Benutzers üblicherweise erst bei deutlich höheren Frequenzen erfolgt als bei solchen, für welche Kammfiltereffekte bereits als unangenehm wahrgenommen werden können, und somit bei letzteren Frequenzen das Ausgangsschallsignal keine wesentlichen spektralen Unterschiede zum direkten Schallsignal aufweist, was die Bildung von Kammfiltereffekten noch begünstigt.

[0004] In der EP 2 590 437 A1 ist ein Verfahren zur adaptiven Unterdrückung einer akustischen Rückkopplung in einem Hörgerät offenbart, wobei der Adaptionsvorgang periodisch aktiviert wird, sodass im aktiven Zustand ein adaptives Filter mit einer veränderlichen Schrittweite den akustischen Rückkopplungspfad abbildet. Hierbei kann ein Algorithmus zur Frequenzverschiebung oder Frequenzkompression gestartet werden. Zusätzlich zur periodischen Aktivierung kann die Dauer eines Aktivitäts- bzw. Inaktivitätszustandes dabei auch in Abhängigkeit einer Hörsituation verändert werden.

[0005] Die DE 10 2010 025 918 A1 nennt ein Verfahren, in welchem bei einem festgestellten Auftreten einer akustischen Rückkopplung in einem Hörgerät zur besseren Unterdrückung derselben eine Frequenzverschiebung auf das durch den Lautsprecher auszugebende Ausgangssignal angewandt wird.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes anzugeben, durch welches auf möglichst einfache Weise für den Nutzer unangenehme Folgen von Kammfiltereffekten vermieden werden können, ohne dabei die benutzerspezifische Signalverarbeitung wesentlich zu verändern oder gar zu beeinträchtigen.

[0007] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätes, welches wenigstens einen Eingangswandler und wenigstens einen Ausgangswandler umfasst, wobei durch den wenigstens einen Eingangswandler aus einem Schallsignal der Umgebung ein Eingangssignal erzeugt wird, wobei anhand des Eingangssignals eine Klassifikation einer Hörsituation der Umgebung erfolgt und/oder für das Schallsignal der Umgebung wenigstens einer der vier Parameter Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit ermittelt werden, wobei in Abhängigkeit vom Eingangssignal mittels einer Signalverarbeitung ein erstes Zwischensignal abgeleitet wird, wobei anhand der Klassifikation der Hörsituation bzw. anhand von wenigstens einem der vier Parameter Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit wenigstens ein Parameter einer Frequenzverzerrung vorgegeben wird, und wobei die derart vorgegebene Frequenzverzerrung auf das erste Zwischensignal angewandt wird. Vorteilhafte und teils für sich gesehen erfinderische Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen und in der nachfolgenden

Beschreibung dargelegt.

[0008] Unter einem Eingangswandler ist generell ein akusto-elektrischer Wandler umfasst, welcher dazu eingerichtet ist, dass Schallsignal der Umgebung in ein entsprechendes elektrisches bzw. elektro-magnetisches Signal umzuwandeln, also beispielsweise ein Mikrofon. Unter einem Ausgangswandler ist generell ein elektro-akustischer Wandler umfasst, welcher dazu eingerichtet ist, aus einem elektrischen und/oder elektro-magnetischen Signal ein Ausgangsschallsignal zu erzeugen, also beispielsweise ein Lautsprecher oder ein Schallerzeuger zur Knochenschalleitung. Unter einer Signalverarbeitung ist hierbei insbesondere eine Aufbereitung des Eingangssignals oder eines vom Eingangssignal abgeleiteten Signals anhand benutzerspezifisch ermittelter Vorgaben zu verstehen, also insbesondere eine frequenzbandabhängige Verstärkung und/oder Rauschunterdrückung, wobei die jeweiligen Verstärkungsfaktoren in den einzelnen Frequenzbändern zur Korrektur eines möglichen Hörverlustes des Benutzers entsprechend seines Audiogrammes ausgelegt sind.

[0009] Unter einer Erzeugung des ersten Zwischensignals in Abhängigkeit vom Eingangssignal ist hierbei insbesondere zu verstehen, dass die Signalverarbeitung als Eingangsgröße direkt das Eingangssignal empfängt und hieraus das erste Zwischensignal erzeugt, oder dass die Signalverarbeitung ein vom Eingangssignal unmittelbar abhängiges Signal empfängt und hieraus das erste Zwischensignal erzeugt, also beispielsweise das Eingangssignal, welches zur Kompensation einer akustischen Rückkopplung um ein Kompensationssignal korrigiert wurde. Unter einer Klassifikation einer Hörsituation ist insbesondere zu verstehen, dass anhand von messbaren akustischen Parametern Gruppen von jeweils gleichartigen akustischen Umgebungen, in welchen sich der Benutzer erwartbarerweise jeweils wiederfinden kann, typisiert werden, und dass insbesondere in Abhängigkeit von dieser Typisierung Einstellungen am Hörgerät und/oder der Signalverarbeitung vorgenommen werden können. Als Hörsituationen kommen hierbei beispielsweise ein Gespräch ohne Hintergrundgeräusche, ein Gespräch mit Hintergrundgeräuschen, das Hören von Musik, Fahren im Auto, mehrere von erheblichen Hintergrundgeräuschen überlagerte Gespräche gleichzeitig (sogenannte "Cocktail-Party"-Hörsituation) usw. in Betracht. Unter einer Klassifikation anhand des Eingangssignals ist insbesondere eine Klassifikation zu verstehen, welche als relevante Größe direkt das Eingangssignal selbst verwendet, oder als relevante Größe ein vom Eingangssignal unmittelbar abhängendes Signal, welches Signalveränderungen im Eingangssignal in vergleichbarer Weise wiedergibt, z.B. das um ein Kompensationssignal korrigierte Eingangssignal.

[0010] Als Frequenzverzerrung kommt hierbei insbesondere eine Frequenzverschiebung in Betracht, welche in einem vorzugebenen Frequenzbereich das erste Zwischensignal um einen vorzugebenen Betrag verschiebt. Der Frequenzbereich, in welchem die Verschiebung an-

zuwenden ist, sowie der Betrag der Verschiebung sind in diesem Fall als Parameter der Frequenzverzerrung vorzugeben. Ebenso kann die Frequenzverzerrung auch gegeben sein durch eine Frequenztransposition mit einer komplexeren Abhängigkeit zwischen Eingangsfrequenz und Ausgangsfrequenz. Die Tonalität bzw. die Lautstärke des Schallsignals der Umgebung können hierbei insbesondere anhand der in der Psychoakustik für diese Parameter üblichen Definitionen ermittelt werden, die Stationarität beispielsweise anhand der Autokorrelationsfunktion des Eingangssignals oder dessen Pegelvarianz, jeweils über ein geeignetes Zeitfenster. **[0011]** Das Verfahren schlägt hierbei drei verschiedene Abhängigkeiten vor, den wenigsten einen Parameter der Frequenzverzerrung vorzugeben:

Wird anhand des Eingangssignals lediglich die Hörsituation klassifiziert, so wird der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung auch lediglich in Abhängigkeit der Klassifikation der Hörsituation vorgegeben. Wird für das Schallsignal der Umgebung lediglich wenigsten einer der vier Parameter Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit ermittelt, so wird der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung lediglich in Abhängigkeit von wenigstens einem dieser Parameter vorgegeben. Findet anhand des Eingangssignals sowohl eine Klassifikation der Hörsituation als auch eine Ermittlung der oben genannten Parameter für das Schallsignal der Umgebung statt, so kann der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung anhand dieser vollständigen Informationen vorgegeben werden, oder beispielsweise auch nur anhand der erwähnten Parameter für das Schallsignal der Umgebung erfolgen, wenn die Klassifikation der Hörsituation nur zur Einstellung der Signalverarbeitung erfolgt ist.

[0012] Durch die Erfindung wird hierbei in vorteilhafter Weise der Umstand ausgenutzt, dass das vom Eingangssignal abgeleitete erste Zwischensignal, welches auch nach der Signalverarbeitung üblicherweise noch einen hohen Grad an Korrelation mit dem Eingangssignal aufweist, durch die Frequenzverzerrung vom Eingangssignal in den entsprechenden verzerrten Frequenzbereichen dekorreliert wird, und eine derartige Dekorrelation nun aufgrund der hierdurch verloren gehenden Kohärenz mit dem Schallsignal der Umgebung zu einer erheblichen Unterdrückung von Kammfiltereffekten führt. Kammfiltereffekte treten gerade durch eine akustische Überlagerung des Schallsignals der Umgebung mit einem vom Ausgangswandler erzeugten Ausgangsschallsignal auf, wenn zwischen den sich überlagerten Signalen eine feste Phasenbeziehung besteht. Diese feste Phasenbeziehung wird nun durch die Frequenzverzerrung jedoch aufgebrochen.

[0013] Hierbei wird jedoch im Verfahren zudem noch berücksichtigt, dass Kammfiltereffekte vom Benutzer für beliebige Schallsignale der Umgebung nicht als gleich

unangenehm empfunden werden. Vielmehr wird beispielsweise in einem breitbandigen, atonalen Schallsignal durch einen Kammfiltereffekt und die dabei auftretenden konstruktiven sowie destruktiven Interferenzen an bestimmten Frequenzen künstlich eine Art Obertonspektrum generiert, was zu einer quasi-tonalen Wahrnehmung des eigentlich breitbandigen Schallsignals führt, was als unangenehm empfunden werden kann. Andererseits kann eine Frequenzverzerrung, beispielsweise in der Form einer Frequenzverschiebung, bei sehr tonalen Schallsignalen, insbesondere bei Musik, zu Schwebungen zwischen dem Ausgangsschallsignal des Hörgerätes mit frequenzverschobenen Signalanteilen und dem direkten Schallsignal der Umgebung führen, was ebenfalls als sehr unangenehm wahrgenommen werden kann, während hingegen Kammfiltereffekte bei besonders tonalen Signalen üblicherweise keine größeren Auswirkungen auf das Hörempfinden haben. Durch die Erfindung wird nun die Möglichkeit eröffnet, auf einfache Weise lediglich anhand von der Hörsituation und/oder von einfach zu ermittelnden Parameter des Schallsignals eine Entscheidung zu treffen, ob und in welchem Maße im vorliegenden Fall eine Bildung von Kammfiltereffekten einerseits überhaupt wahrscheinlich ist, und wie hierdurch das Hörempfinden des Benutzers beeinträchtigt zu werden droht, also ob und wie die Frequenzverzerrung zur Unterdrückung der Kammfiltereffekte einzustellen ist.

[0014] Diese Entscheidung wird nun getroffen in Form der Vorgabe des wenigstens einen Parameters der Frequenzverzerrung, sodass in Abhängigkeit des Schallsignals und der vorliegenden akustischen Umstände die Unterdrückung von Kammfiltereffekten über die vorgegebenen Parameter der Frequenzverzerrung entweder priorisiert wird, oder stattdessen akustische Frequenzüberlagerungen, wie z.B. Schwebungen zwischen dem Ausgangsschallsignal und dem Schallsignal der Umgebung, vorrangig verhindert werden, und der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung entsprechend vorgegeben wird. Das Abstellen auf die Hörsituation ist hier besonders vorteilhaft, da diese für die Signalverarbeitung in den meisten Fällen ohnehin ermittelt wird, und zudem ein besonders einfaches Kriterium für die Vorgabe des wenigstens einen Parameters der Frequenzverzerrung darstellt. Auf der anderen Seite erlaubt eine Abstimmung der Frequenzverzerrung auf den wenigstens einen der vier Parameter Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit des Schallsignals der Umgebung eine besonders detaillierte Anpassung der Frequenzverzerrung an das Schallsignal der Umgebung hinsichtlich der zu erwartenden Wahrnehmung des Ausgangsschallsignals durch den Benutzer.

[0015] Bevorzugt wird der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung zusätzlich in Abhängigkeit von wenigstens einem Parameter der Signalverarbeitung vorgegeben. Der wenigstens eine Parameter der Signalverarbeitung umfasst hierbei insbesondere eine Gesamtverstärkung, einen frequenzbandabhängigen Ver-

stärkungsfaktor oder andere akustische Kenngrößen, welche insbesondere durch eine Anpassung bei einem Hörgeräteakustiker bestimmt werden. Das Einbeziehen der Signalverarbeitung in die Abstimmung der Frequenzverzerrung durch den wenigstens einen Parameter bietet hierbei den Vorteil, insbesondere Frequenzbänder bestimmen zu können, in welchen die Bildung von Kammfiltereffekten in Folge der jeweiligen Verstärkung oder Absenkung besonders wahrscheinlich bzw. unwahrscheinlich sind.

[0016] Als vorteilhaft erweist es sich, wenn anhand der Klassifikation der Hörsituation bzw. anhand des wenigstens einen der vier Parameter Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit ein Kammfilter-Parameter ermittelt wird, welcher einen Wahrscheinlichkeitswert für ein Auftreten und/oder eine Intensität eines Kammfiltereffektes angibt, wobei der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung zusätzlich in Abhängigkeit des Kammfilter-Parameters vorgegeben wird. Wird hierbei nur eine Hörsituation klassifiziert oder nur wenigstens einer der genannten Parameter für das Schallsignal der Umgebung ermittelt, so wird der Kammfilter-Parameter entsprechend der jeweils vorliegenden Information ermittelt. Finden sowohl eine Klassifikation der Hörsituation als auch ein Ermitteln des wenigstens einen der vier genannten Parameter für das Schallsignal der Umgebung statt, so wird der Kammfilter-Parameter bevorzugt in Abhängigkeit der vollständigen vorliegenden Information ermittelt.

[0017] Das Ermitteln des Kammfilter-Parameters kann dabei insbesondere iterativ erfolgen, wobei zunächst für den wenigstens einen Parameter der Frequenzverzerrung ein vorläufiger Wert vorgegeben wird, und anhand dieses vorläufigen Wertes zusammen mit der weiteren vorliegenden Informationen der Kammfilter-Parameter bei einem Anwenden der Frequenzverzerrung mit dem vorläufigen Wert ermittelt wird. Der endgültige Wert für den wenigstens einen Parameter der Frequenzverzerrung wird dann in Abhängigkeit dieses so ermittelten Kammfilter-Parameters vorgegeben. Die Vorgabe des wenigstens einen Parameters der Frequenzverzerrung in Abhängigkeit eines derart beschaffenen Kammfilter-Parameters erlaubt es, anhand der zur Verfügung stehenden Wahrscheinlichkeit und potentiellen Intensität eines Kammfiltereffektes, vorzugsweise aufgelöst über einzelne Frequenzbänder, die Vorgabe in einem auch von weiteren Kenngrößen oder Parametern abhängenden Optimierungsverfahren durchzuführen.

[0018] Vorzugsweise wird durch die Anwendung der vorgegebenen Frequenzverzerrung auf das erste Zwischensignal ein Ausgangssignal erzeugt, wobei das Ausgangssignal von wenigstens einem Ausgangswandler in ein Ausgangsschallsignal umgewandelt wird. Die Ausgabe des Frequenzverzerrten ersten Zwischensignals als Ausgangssignal, welches unmittelbar in das Ausgangsschallsignal umgewandelt wird, hat den Vorteil, dass für eine optimale Bestimmung der Frequenzverzerrung keine weiteren nachfolgenden Prozesse mehr be-

rücksichtigt werden müssen.

[0019] Zweckmäßigerweise wird dabei der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung zusätzlich in Abhängigkeit einer zu erwartenden akustischen Überlagerung von frequenzverzerrten Signalanteilen des Ausgangsschallsignals mit dem Schallsignal der Umgebung vorgegeben. In einem ähnlichen Maße, in welchem sich durch eine akustische Überlagerung des Ausgangsschallsignals ohne Frequenzverzerrung mit dem Schallsignal der Umgebung Kammfilter-Effekte bilden können, können frequenzverzerrte Signalanteile des Ausgangsschallsignals bei einer akustischen Überlagerung mit dem Schallsignal der Umgebung ebenfalls das Hörempfinden des Benutzers beeinträchtigen, so z. B. bei einer Frequenzverschiebung als Frequenzverzerrung in Form einer Schwebung zwischen den nur geringfügig zueinander frequenzverschobenen Signalanteilen des Ausgangsschallsignals und des Schallsignals der Umgebung. Wird nun beispielsweise anhand der Klassifikation der Hörsituation und/oder des wenigsten einen der vier Parameter Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit des Schallsignals der Umgebung der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung als vorläufiger Wert vorgegeben, und ergibt sich aus den vorliegenden Informationen, dass in Folge eines hohen Grades an Tonalität und/oder Stationarität des Schallsignals eine deutlich wahrnehmbare Schwebung zu erwarten ist, so kann dies bei der Vorgabe des wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung entsprechend berücksichtigt werden, und die Frequenzverzerrung nur für wenige Frequenzbereiche und/oder mit geringerer Intensität erfolgen bzw. ganz abgestellt werden.

[0020] Als vorteilhaft erweist es sich, wenn der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung zusätzlich in Abhängigkeit einer zu erwartenden Überlagerung von frequenzverzerrten Signalanteilen des ersten Zwischensignals mit nicht frequenzverzerrten Signalanteilen des ersten Zwischensignals im Ausgangssignal vorgegeben wird. Insbesondere wenn die Frequenzverzerrung gegeben ist durch eine Frequenzverschiebung, welche nur auf bestimmte Frequenzbänder anzuwenden ist, kann es im Ausgangssignal aufgrund der endlichen Flankenteilheit der Frequenzbandfilter bei einer jeweiligen Teilungsfrequenz zu einer Überlagerung von frequenzverschobenen Signalanteilen mit Signalanteilen ohne Frequenzverschiebung kommen. Gerade bei tonalen Schallsignalen oder im Fall, dass im Bereich einer Teilungsfrequenz eine erhebliche Signalenergie vorliegt, kann dies zu unangenehmen Artefakten führen. Insbesondere kann somit der Frequenzgang des Eingangssignals bei der Vorgabe des wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung entsprechend berücksichtigt werden, und entsprechend Übergänge zwischen Frequenzbereichen, in welchen die Frequenzverzerrung angewandt wird, und Frequenzbereichen ohne Frequenzverzerrung so vorgegeben werden, dass an den Übergängen eine relativ geringe Signalenergie vorliegt, um die Bildung von Artefakten an den Übergängen zu unter-

binden.

[0021] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung vorgegeben durch eine Funktion einer Änderung einer Ausgangsfrequenz in Abhängigkeit von einer Eingangsfrequenz. Auf diese Weise lässt sich die Frequenzverzerrung besonders umfassend charakterisieren, und insbesondere auf die vorliegende akustische Situation besonders genau Abstimmen.

[0022] Günstigerweise wird dabei als Frequenzverzerrung eine Frequenzverschiebung angewandt, wobei der wenigstens eine Parameter durch den Träger der Funktion und/oder den Wert der Frequenzverschiebung vorgegeben wird. Eine Frequenzverschiebung als Frequenzverzerrung lässt sich in der beschriebenen Form besonders einfach realisieren, da lediglich mittels eines Filters der Frequenzbereich zu implementieren ist, in welchem die Frequenzverschiebung anzuwenden ist, und die Frequenzverschiebung um einen konstanten Betrag erfolgt. Üblicherweise ist der Frequenzbereich, in welchem die Frequenzverschiebung anzuwenden ist, also der Träger der Funktion, zusammenhängend oder halboffen, sodass auch besagter Filterprozess ohne einen nennenswerten Mehraufwand implementierbar ist.

[0023] In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das frequenzverzerrte erste Zwischensignal einer Rückkopplungsschleife hinzugeführt, wobei in der Rückkopplungsschleife aus dem frequenzverzerrten ersten Zwischensignal ein zweites Zwischensignal abgeleitet wird, und wobei das zweite Zwischensignal dem Eingangssignal zur Unterdrückung einer akustischen Rückkopplung hinzugefügt wird. Als frequenzverzerrtes erste Zwischensignal ist hierbei insbesondere das vollständige resultierende Signal nach Anwendung der Frequenzverzerrung auf das erste Zwischensignal, also einschließlich aller frequenzverzerrten und nicht frequenzverzerrten Signalanteile, umfasst. Die akustische Rückkopplung erfolgt hierbei insbesondere durch ein Einkoppeln eines Ausgangsschallsignals des Hörgerätes in den Eingangswandler, sodass Signalanteile des Ausgangsschallsignals durch die Signalverarbeitung erneut verstärkt werden. Bevorzugt wird das aus dem Eingangssignal und dem zweiten Zwischensignal resultierende Signal unmittelbar der Signalverarbeitung zugeführt. Das Auftreten von akustischen Rückkopplungen ist für Hörgeräte ein generelles häufig wiederkehrendes Problem, wobei zu einer besseren Unterdrückung der akustischen Rückkopplung gerade bei besonders tonalen Schallsignalen das zweite Schallsignal bevorzugt vom Eingangssignal zu dekorrelieren ist, um die Bildung von Artefakten zu verhindern. Eine derartige Dekorrelierung kann insbesondere durch die vorliegende Frequenzverzerrung erreicht werden.

[0024] Bevorzugt wird dabei der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung zusätzlich in Abhängigkeit der zu unterdrückenden akustischen Rückkopplung vorgegeben. Liegt beispielsweise ein besonders tonales Schallsignal vor, so kann es für das Hörempfinden des

Benutzers a priori vorteilhaft sein, den Anwendungsbereich und/oder die Intensität der Frequenzverzerrung eher gering zu wählen, und dafür die bei tonalen Signalen oftmals nicht als kritisch empfundenen Kammfiltereffekte in Kauf zu nehmen. Tritt jedoch nun eine akustische Rückkopplung auf, so kann entgegen der eigentlichen Vorgaben, welche gemäß der Klassifikation der Hörsituation und/oder für das Schallsignal der Umgebung getroffen wurden, dennoch eine Frequenzverzerrung von Vorteil sein, um die akustische Rückkopplung besonders wirksam unterdrücken zu können, da sonst auftretende Pfeiftöne für das Hörempfinden des Benutzers noch nachteilhafter wären.

[0025] In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird durch einen Signalempfänger des Hörgeräts ein Audiosignal entsprechendes Datensignal empfangen, wobei der wenigstens eine Parameter der Frequenzverzerrung zusätzlich in Abhängigkeit des Audiosignals vorgegeben wird. Unter einem Signalempfänger sind dabei insbesondere eine Antennenvorrichtung, welche zum Empfang eines elektromagnetischen Übertragungssignals eingerichtet ist, und eine sog. "Telecoil" umfasst, welche zum Empfang eines induktiven Übertragungssignals eingerichtet ist. Als das einem Audiosignal entsprechendes Datensignal ist hierbei insbesondere ein elektromagnetisches der induktives Signal umfasst, in welchem gemäß einem entsprechenden Protokoll das Audiosignal codiert ist, sodass nach einem Empfang des Datensignals durch den Signalempfänger und nach einer anschließenden Dekodierung des Datensignals die akustische Information des Audiosignals im Hörgerät zur Verfügung steht. Dies kann insbesondere durch ein Streaming-Signal eines Unterhaltungselektronik-Gerätes, z.B. via Bluetooth o.ä., der Fall sein.

[0026] Für die Vorgabe des wenigstens einen Parameters der Frequenzverzerrung in zusätzlicher Abhängigkeit des Audiosignals kann dabei für das Audiosignal insbesondere wenigstens einer der vier Parameter Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit und/oder eine Zeitdifferenz zwischen dem Audiosignal und dem Eingangssignal ermittelt werden. Wird beispielsweise beim Fernsehen unter Verwendung eines Streaming-Signals des Fernsehschalters für das Hörgerät bei gleichzeitiger Verwendung der Lautsprecher des Fernsehers festgestellt, dass das im Streaming-Signal codierte Audiosignal zu einem Zeitpunkt nur geringe tonale Komponenten aufweist, so werden die Parameter der Frequenzverzerrung auf die zwischen dem Audiosignal und dem das Lautsprechersignal des Fernsehers beinhaltende Eingangssignal auftretende Signalverzögerung abgestimmt, z.B. über einen Betrag und einen Anwendungsbereich einer Frequenzverschiebung als Frequenzverzerrung.

[0027] Wird zu einem späteren Zeitpunkt eine höhere Tonalität im Audiosignal festgestellt, können die Parameter der Frequenzverzerrung entsprechend verändert werden, wobei auch dem Umstand Rechnung getragen werden kann, dass das Eingangssignal noch viele wei-

tere Schallsignale zusätzlich zum im Streaming-Signal bzw. allgemein in einem Datensignal codierten Audiosignal umfassen kann, z.B. Hintergrundrauschen, welche unabhängig vom Audiosignal in oben beschriebener Weise zu Kammfiltereffekten im Hörgerät führen können.

[0028] Die Erfindung nennt weiter ein Hörgerät mit wenigstens einen Eingangswandler, wenigstens einen Ausgangswandler und einer Steuereinheit, welche zur Durchführung des vorgeschriebenen Verfahrens eingerichtet ist. Die für das Verfahren und seine Weiterbildungen angegebenen Vorteile können dabei sinngemäß auf das Hörgerät übertragen werden.

[0029] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen jeweils schematisch:

FIG. 1 in einem Diagramm jeweils den Frequenzgang für ein Schallsignal, für ein entsprechendes Ausgangsschallsignal eines Hörgerätes sowie für das überlagerte Schallsignal mit Kammfiltereffekten,

FIG. 2 in einem Blockdiagramm ein Verfahren zum möglichen Betrieb eines Hörgerätes, wobei Kammfilter-Effekte möglichst unterdrückt werden, und

FIG. 3 in einem Diagramm jeweils den Frequenzgang für das Schallsignal, das Ausgangsschallsignal und das überlagerte Schallsignal bei Anwendung des Verfahrens nach FIG. 2.

[0030] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0031] In FIG. 1 ist schematisch in einem Diagramm der Frequenzgang für ein direktes Schallsignal 2 (gestrichelte Linie), für ein verstärktes Ausgangsschallsignal 4 eines Hörgerätes (gepunktete Linie) und ein überlagertes Schallsignal 6 (durchgezogene Linie) dargestellt, indem jeweils der Schallpegel P gegen eine Frequenz f aufgetragen ist. Das direkte Schallsignal 2 wird hierbei durch ein in FIG. 1 nicht näher dargestelltes Hörgerät benutzerspezifisch verstärkt, und durch den Ausgangswandler des Hörgerätes als Ausgangsschallsignal 4 ausgegeben. Infolge der Zeitverzögerung bei der Signalverarbeitung im Hörgerät, welche insbesondere eine Frequenzband abhängige Verstärkung eines Eingangssignals und somit eine frequenzbandweise Filterung dieses Eingangssignals umfasst, überlagern sich das direkte Schallsignal 2 und das Ausgangsschallsignal 4 mit einer Zeitverzögerung.

[0032] Am überlagerten Schallsignal 6 ist nun ersichtlich, dass bei bestimmten Frequenzen die zeitverzögerte Überlagerung zu konstruktiven Interferenzen 8 führt, was im überlagerten Schallsignal 6 insgesamt zu einem erhöhten Schallpegel führt. Andererseits führt bei einigen Frequenzen die zeitverzögerte Überlagerung zu destruk-

tiven Interferenzen 10, welche bisweilen gar eine fast vollständige Auslöschung im überlagerten Schallsignal 6 zur Folge haben. Die Maxima für die konstruktive Interferenzen 8 finden sich hierbei jeweils bei ganzzahligen Vielfachen derjenigen Frequenz, welche der reziproken Zeitverzögerung im Hörgerät entspricht, die Minima der destruktiven Interferenzen 10 jeweils bei halbzahligen Vielfachen dieser Frequenz. Je nach Frequenzgang des Schallsignals 2, der benutzerspezifischen Verstärkung zur Erzeugung des Ausgangsschallsignals 4 sowie der auftretenden Zeitverzögerung können die auftretenden Kammfiltereffekte vom Benutzer des Hörgerätes als sehr unangenehm wahrgenommen werden.

[0033] In FIG. 2 ist schematisch in einem Blockdiagramm ein Verfahren 20 dargestellt, mit welchem im Betrieb eines Hörgerätes 22 für den Benutzer ein durch Kammfiltereffekte bedingtes negatives Hörempfinden möglichst unterbunden werden soll. Ein Eingangswandler 24, welcher im vorliegenden Fall gegeben ist, durch ein Mikrophon, erzeugt aus dem Schallsignal 2 der Umgebung ein Eingangssignal 26. Eine mögliche lineare Vorverstärkung des Eingangssignals 26 sei hierbei bereits im Eingangswandler 24 inkorporiert. Anhand des Eingangssignals 26 wird nun eine Klassifikation 28 der Hörsituation durchgeführt, in welcher sich der Benutzer des Hörgerätes 22 gerade befindet. Als Hörsituationen kommen hierbei beispielsweise ein Gespräch ohne Hintergrundgeräusche, ein Gespräch mit Hintergrundgeräuschen, das Hören von Musik, Fahren im Auto, mehrere von erheblichen Hintergrundgeräuschen überlagerte Gespräche gleichzeitig (sogenannte "Cocktail-Party"-Hörsituation) usw. in Betracht.

[0034] Weiter werden anhand des Eingangssignals 26 Parameter 30 ermittelt, anhand derer für das Schallsignal 2 Aussagen über dessen Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit möglich sind. Nach der Klassifikation 28 der Hörsituation und der Bestimmung der Parameter 30 wird das Eingangssignal 26 einer Signalverarbeitungseinheit 32 zugeführt, in welcher die für das Hörgerät 22 übliche, benutzerspezifische Signalverarbeitung 34 anhand der audiologischen Anforderungen des Benutzers erfolgt. Die Signalverarbeitung 34 umfasst dabei insbesondere eine Zerlegung des Eingangssignals 26 in verschiedenen Frequenzbänder, eine Verstärkung des Eingangssignals 26 mit frequenzbandabhängigen Verstärkungsfaktoren, sowie frequenzbandabhängige Prozesse zur Rauschunterdrückung, welche ebenfalls von der Klassifikation 28 der Hörsituation abhängen können. Die Signalverarbeitungseinheit 32 gibt nun ein erstes Zwischensignal 36 aus, auf welches in noch zu beschreibender Weise eine Frequenzverzerrung 38 angewandt wird. Hierdurch wird ein Ausgangssignal 40 erzeugt welches von einem Ausgangswandler 42 des Hörgerätes 22 in das Ausgangsschallsignal 4 umgewandelt wird. Im vorliegenden Fall ist der Ausgangswandler 42 gegeben durch einen Lautsprecher.

[0035] Überdies weist das Hörgerät 22 ein Signalempfänger 43 zum Empfang eines Datensignals 44, auf, in

welchem ein Audiosignal 45 codiert ist. Der Signalempfänger 43 kann hierbei z.B. gegeben sein durch eine Antennenvorrichtung, das Datensignal 44 beispielsweise durch ein Bluetooth-Signal. Das Audiosignal 45 kann dabei aus dem Datensignal 44 noch durch einen eigens dazu eingerichteten Prozessor des Signalempfängers 43 decodiert werden. Alternativ dazu kann das Audiosignal 45 auch erst in der Signalverarbeitungseinheit 32 aus dem Datensignal 44 decodiert werden. Das Audiosignal 45 wird, falls vorhanden, von der Signalverarbeitungseinheit 32 verarbeitet, und geht in das erste Zwischensignal 36 ein.

[0036] Zur Unterdrückung einer möglichen akustischen Rückkopplung 46, welche durch eine erneute Einkopplung des Ausgangsschallsignals 4 in den Eingangswandler 24 auftreten kann, wird das Ausgangssignal 40 zudem in eine Rückkopplungsschleife 48 abgezweigt. In der Rückkopplungsschleife 48 wird durch ein adaptives Filter 50 ein zweites Zwischensignal 52 vom Ausgangssignal 40 abgeleitet, welches dem Eingangssignal 26 zur Kompensation der akustischen Rückkopplung 46 zugeführt wird. Das um das zweite Zwischensignal 52 kompensierte Eingangssignal 26 wird dabei als Fehlersignal 54 den adaptiven Filter 50 als weitere Eingangsgröße zugeführt.

[0037] Vorliegend ist die Frequenzverzerrung 38 gegeben durch eine Frequenzverschiebung, welche oberhalb einer Teilungsfrequenz f_t das erste Zwischensignal 36 konstant um einen festen Betrag Δ verschiebt. Für die Bestimmung der Teilungsfrequenz f_t und des Betrages Δ der Verschiebung wird nun anhand der Klassifikation 28 der Hörsituation sowie der Parameter 30 über die Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit des Schallsignals 2 der Umgebung zunächst ein Kammfilterparameter 56 ermittelt, welcher in der vorliegenden Hörsituation und zu den vorliegenden Parametern 30 die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Kammfiltereffektes sowie dessen mögliche Intensität angibt.

[0038] Für die Bestimmung der Teilungsfrequenz f_t und des Betrages Δ der Verschiebung kann nun einerseits berücksichtigt werden, dass die Frequenzverschiebung das Ausgangsschallsignal 4 vom Schallsignal 2 der Umgebung dekorreliert, was prinzipiell die Bildung von Kammfiltereffekten unterdrückt. Ebenso kann diese dekorrelierende Wirkung Auswirkungen auf die Unterdrückung der akustischen Rückkopplung 46 haben, weswegen die Teilungsfrequenz f_t und der Betrag Δ der Verschiebung auch in Abhängigkeit der zu unterdrückenden akustischen Rückkopplung 46 mit vorgegeben werden können, beispielsweise durch entsprechende Korrelationsmessungen im adaptiven Filter 50. Insbesondere können für die Bestimmung der Teilungsfrequenz f_t und des Betrages Δ der Verschiebung der Frequenzverschiebung auch die Parameter 30, welche das Schallsignal 2 der Umgebung charakterisieren, derart mit einbezogen werden, dass mögliche Schwebungen, welche zwischen dem Schallsignal 2 und dem Ausgangsschallsignal 4 auftreten können, mit berücksichtigt werden.

[0039] Zudem können noch signalinterne Überlagerungen von Signalanteilen, auf welche die Frequenzverschiebung angewandt wurde, mit solchen Signalanteilen, welche aus dem unveränderten ersten Zwischensignal 36 bestehen, im Ausgangssignal 40 mitberücksichtigt werden. Konkret bedeutet dies, dass insbesondere die Teilungsfrequenz f_t bevorzugt so zu legen ist, dass derartige Überlagerung der Signalanteile in Folge von endlicher Steilheit der verwendeten Filter möglichst geringe Auswirkungen im Ausgangssignal 40 aufweisen. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Teilungsfrequenz f_t in ein Frequenzband mit einer besonders geringen Signalenergie gelegt wird. Die abschließende Bestimmung der Teilungsfrequenz f_t und des Betrages Δ der Verschiebung kann dann somit in einem Optimierungsprozess mehrerer Variablen erfolgen, welche anhand der vorliegenden Hörsituation, der durch die Parameter 30 bestimmten Klangeigenschaften des Schallsignals 2, einer möglichen akustischen Rückkopplung 46 sowie mögliche Überlagerungen der einzelnen Signalanteile entsprechend priorisiert durchzuführen ist. Hierbei kann beispielsweise zunächst einer effizienten Unterdrückung der akustischen Rückkopplung 46 die höchste Priorität eingeräumt werden, und anschließend vornehmlich in Abhängigkeit der Hörsituation und der Tonalität, welche für das Schallsignal 2 festgestellt wurde, die Frequenzverschiebung so eingestellt werden, dass für besonders tonale Schallsignale 2 möglichst Schwebungen zu vermeiden sind und die Frequenzverschiebung entsprechend geringer ausfällt, während für besonders breitbandige, atonale Signale das Auftreten von Kammfiltereffekten zu vermeiden ist, und demnach die Teilungsfrequenz f_t bereits in einem niedrigen Frequenzbereich gewählt werden sollte. Die endgültige Bestimmung der Teilungsfrequenz f_t kann dann in Abhängigkeit der Signalenergien einzelner Frequenzbänder des bereits vorgegebenen Frequenzbereiches bestimmt werden, um die Auswirkungen von Überlagerungen frequenzverschobener Signalanteile mit nicht frequenzverschobenen Signalanteilen im Ausgangssignal zu minimieren.

[0040] In FIG. 3 ist, vergleichbar der FIG. 1, jeweils der Frequenzgang für das direkte Schallsignal 2 (gestrichelte Linie), für das Ausgangsschallsignal 4 (gepunktete Linie) und für das überlagerte Schallsignal 6 (durchgezogene Linie) dargestellt. Hierbei wurde bei der Bildung des Ausgangsschallsignals 4 das Verfahren 20 nach FIG. 2 angewandt. Erkennbar ist nun, dass das relativ breitbandige atonale Schallsignal 2 nun bei der Überlagerung mit dem Ausgangsschallsignal 4 nicht mehr zum Auftreten von Kammfiltereffekten führt.

[0041] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht durch dieses Ausführungsbeispiel eingeschränkt. Andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0042]

5	2	Schallsignal der Umgebung
	4	Ausgangsschallsignal
	6	überlagertes Schallsignal
	8	konstruktive Interferenz
	10	destruktive Interferenz
10	20	Verfahren
	22	Hörgerät
	24	Eingangswandler
	26	Eingangssignal
	28	Klassifikation
15	30	Parameter
	32	Signalverarbeitungseinheit
	34	Signalverarbeitung
	36	erstes Zwischensignal
	38	Frequenzverzerrung/-verschiebung
20	40	Ausgangssignal
	42	Ausgangswandler
	43	Signalempfänger
	44	Datensignal
	45	Audiosignal
25	46	akustische Rückkopplung
	48	Rückkopplungsschleife
	50	adaptives Filter
	52	zweites Zwischensignal
	54	Fehlersignal
30	56	Kammfilter-Parameter
	f_t	Teilungsfrequenz
	Δ	Betrag der Frequenzverschiebung

Patentansprüche

1. Verfahren (20) zum Betrieb eines Hörgerätes (22), welches wenigstens einen Eingangswandler (24) und wenigstens einen Ausgangswandler (42) umfasst, wobei durch den wenigstens einen Eingangswandler (24) aus einem Schallsignal (2) der Umgebung ein Eingangssignal (26) erzeugt wird, wobei anhand des Eingangssignals (26) eine Klassifikation (28) einer Hörsituation der Umgebung erfolgt und/oder für das Schallsignal (2) der Umgebung wenigstens einer der vier Parameter (30) Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit ermittelt werden, wobei in Abhängigkeit vom Eingangssignal (26) mittels einer Signalverarbeitung (32) ein erstes Zwischensignal (36) erzeugt wird, wobei anhand der Klassifikation (28) der Hörsituation bzw. anhand von wenigstens einem der vier Parameter (30) Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit wenigstens ein Parameter (f_t , Δ) einer Frequenzverzerrung (38) vorgegeben wird, und wobei die derart vorgegebene Frequenzverzerrung

- (38) auf das erste Zwischensignal (36) angewandt wird.
2. Verfahren (20) nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Parameter (ft, Δ) der Frequenzverzerrung (38) zusätzlich in Abhängigkeit von wenigstens einem Parameter der Signalverarbeitung (32) vorgegeben wird.
 3. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei anhand der Klassifikation(28) der Hörsituation bzw. anhand des wenigstens einen der vier Parameter (30) Tonalität, Lautstärke, Stationarität und Nachhallzeit ein Kammfilter-Parameter (56) ermittelt wird, welcher einen Wahrscheinlichkeitswert für ein Auftreten und/oder eine Intensität eines Kammfiltereffektes angibt, und wobei der wenigstens eine Parameter (ft, Δ) der Frequenzverzerrung (38) zusätzlich in Abhängigkeit des Kammfilter-Parameters (56) vorgegeben wird.
 4. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei durch die Anwendung der vorgegebenen Frequenzverzerrung (38) auf das erste Zwischensignal (36) ein Ausgangssignal (40) erzeugt wird, und wobei das Ausgangssignal (40) vom wenigstens einen Ausgangswandler (42) in ein Ausgangsschallsignal (4) umgewandelt wird.
 5. Verfahren (20) nach Anspruch 4, wobei der wenigstens eine Parameter (ft, Δ) der Frequenzverzerrung (38) zusätzlich in Abhängigkeit einer zu erwartenden akustischen Überlagerung von frequenzverzerrten Signalanteilen des Ausgangsschallsignals (4) mit dem Schallsignal (2) der Umgebung vorgegeben wird.
 6. Verfahren (20) nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, wobei der wenigstens eine Parameter (ft, Δ) der Frequenzverzerrung (38) zusätzlich in Abhängigkeit einer zu erwartenden Überlagerung von frequenzverzerrten Signalanteilen des ersten Zwischensignals (36) mit nicht frequenzverzerrten Signalanteilen des ersten Zwischensignals (36) im Ausgangssignal (40) vorgegeben wird.
 7. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Parameter (ft, Δ) der Frequenzverzerrung (38) gegeben ist durch eine Funktion einer Änderung einer Ausgangsfrequenz in Abhängigkeit von einer Eingangsfrequenz.
 8. Verfahren (20) nach Anspruch 7, wobei als Frequenzverzerrung (38) eine Frequenzverschiebung angewandt wird, und dabei der wenigstens eine Parameter (ft, Δ) gegeben ist durch den Träger der Funktion und/oder den Wert (Δ) der Frequenzverschiebung.
 9. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das frequenzverzerrte erste Zwischensignal (40) einer Rückkopplungsschleife (48) zugeführt wird, wobei in der Rückkopplungsschleife (48) aus dem frequenzverzerrten ersten Zwischensignal (40) ein zweites Zwischensignal abgeleitet wird, und wobei das zweite Zwischensignal (52) dem Eingangssignal (26) zur Unterdrückung einer akustischen Rückkopplung (46) hinzugefügt wird.
 10. Verfahren (20) nach Anspruch 9, wobei der wenigstens eine Parameter (ft, Δ) der Frequenzverzerrung (38) zusätzlich in Abhängigkeit der zu unterdrückenden akustischen Rückkopplung (46) vorgegeben wird.
 11. Verfahren (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei durch einen Signalempfänger (43) des Hörgeräts (22) ein Audiosignal (45) entsprechendes Datensignal (44) empfangen wird, und wobei der wenigstens eine Parameter (ft, Δ) der Frequenzverzerrung (38) zusätzlich in Abhängigkeit des Audiosignals (45) vorgegeben wird.
 12. Hörgerät (22) mit wenigstens einem Eingangswandler (24), wenigstens einem Ausgangswandler (42) und einer Steuereinheit, welche zur Durchführung des Verfahrens (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet ist.

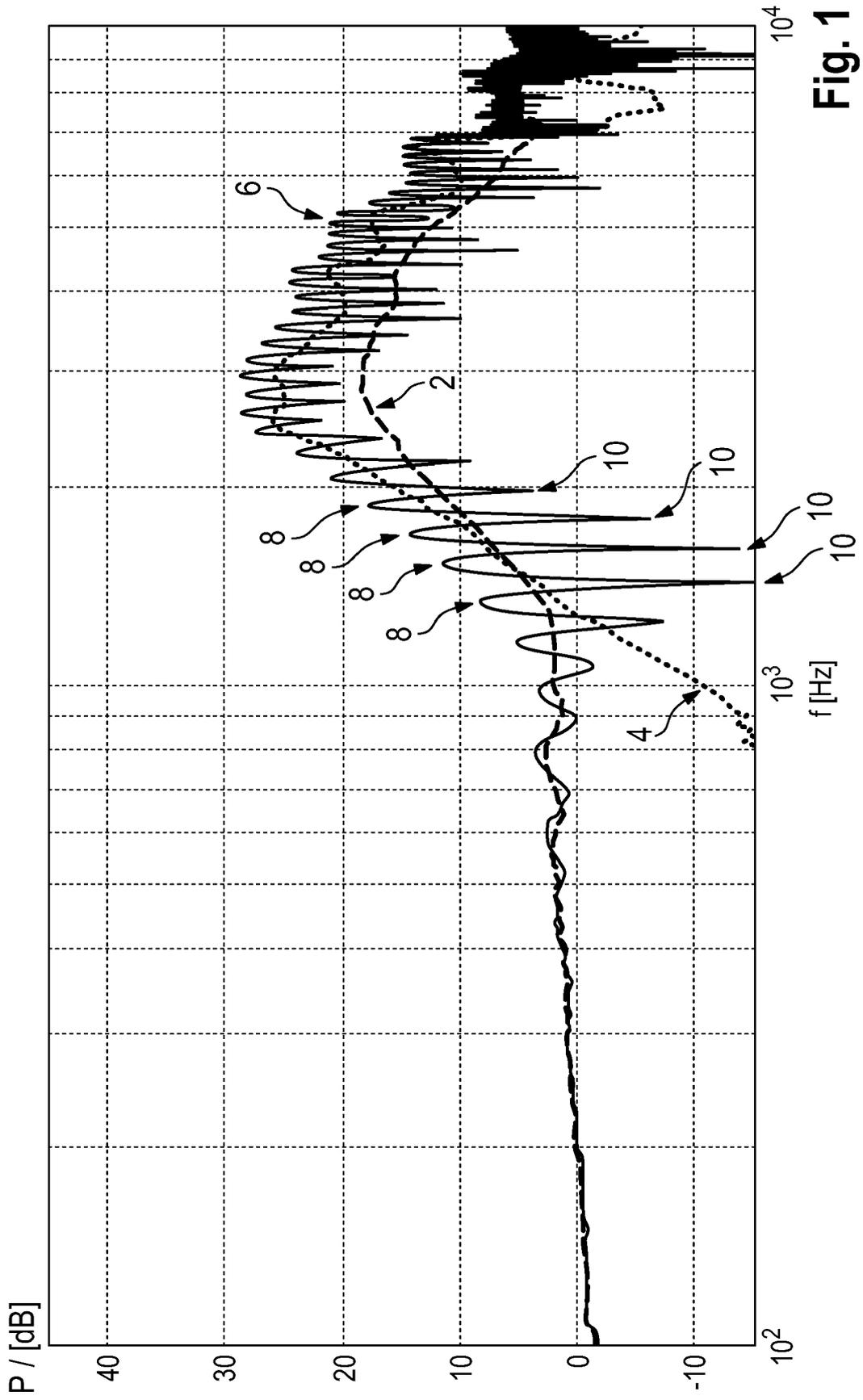


Fig. 1

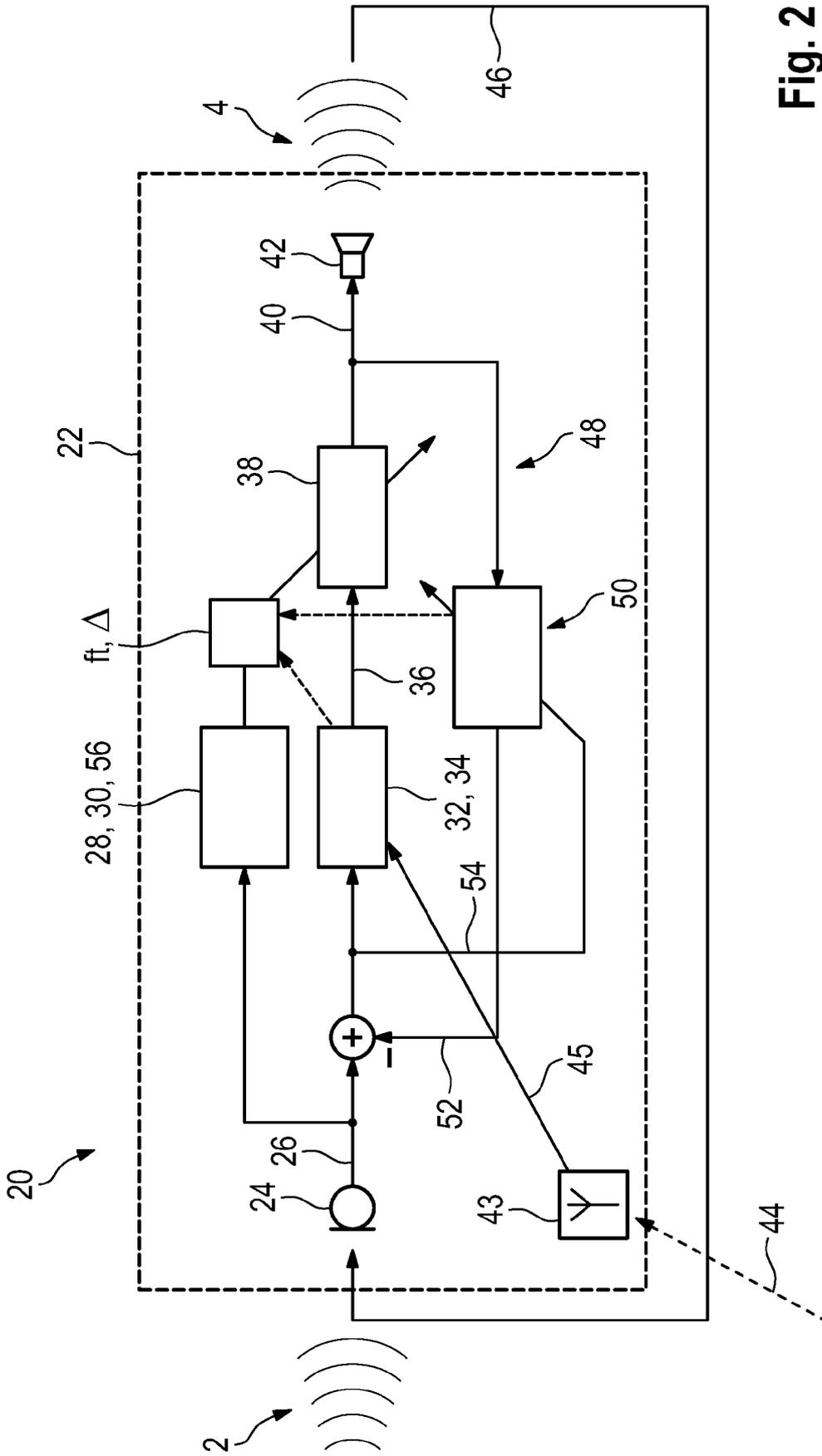


Fig. 2

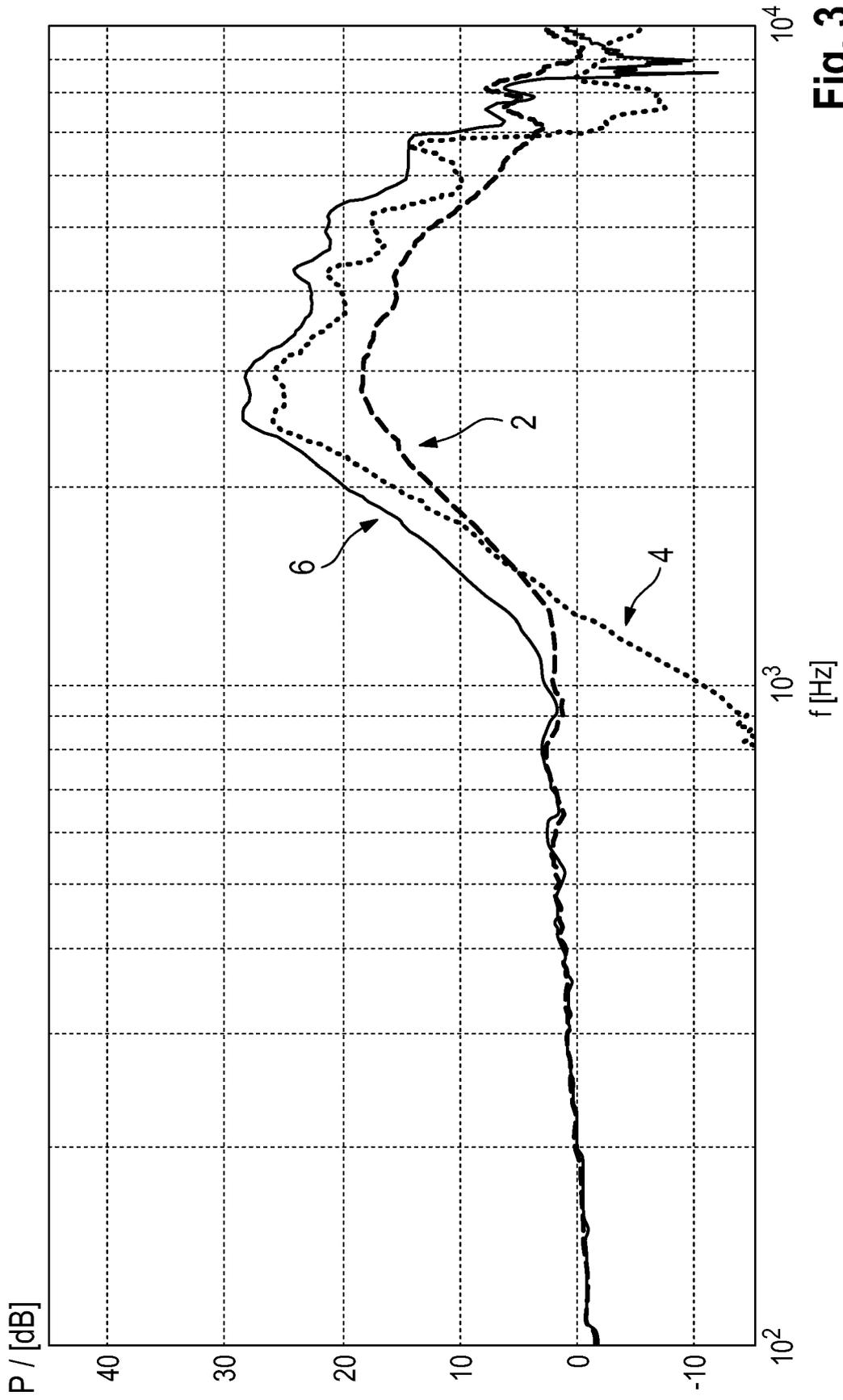


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 20 7540

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 369 859 A2 (PHONAK AG [CH]) 28. September 2011 (2011-09-28) * Absätze [0014], [0017], [0031], [0088]; Abbildung 13 * * Absatz [0090] * * Absätze [0072], [0073] * * Absätze [0086], [0094] * * Absätze [0039], [0078], [0089]; Abbildung 12 *	1-12	INV. H04R25/00
A	WO 2007/053896 A1 (PHONAK AG [CH]; HERSBACH ADAM [AU]; DERLETH RALPH [CH]) 18. Mai 2007 (2007-05-18) * Seite 7, Zeile 10 - Seite 8, Zeile 6; Abbildung 3 *	9	
A	EP 2 394 442 A1 (OTICON AS [DK]) 14. Dezember 2011 (2011-12-14) * Absatz [0074]; Abbildung 3 *	9	
A	EP 2 519 033 A2 (SIEMENS MEDICAL INSTR PTE LTD [SG]) 31. Oktober 2012 (2012-10-31) * Absatz [0007] *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. April 2018	Prüfer Betgen, Benjamin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 7540

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-04-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 2369859	A2	28-09-2011	DK	2304972 T3	17-08-2015
				DK	2369859 T3	13-03-2017
				EP	2304972 A1	06-04-2011
15				EP	2369859 A2	28-09-2011
				US	2011150256 A1	23-06-2011
				WO	2009143898 A1	03-12-2009

	WO 2007053896	A1	18-05-2007	AU	2005232314 A1	31-05-2007
20				EP	1949757 A1	30-07-2008
				US	2008279395 A1	13-11-2008
				WO	2007053896 A1	18-05-2007

	EP 2394442	A1	14-12-2011	AU	2009339343 A1	18-08-2011
25				CN	102308596 A	04-01-2012
				DK	2394442 T3	27-02-2017
				EP	2394442 A1	14-12-2011
				US	2011311075 A1	22-12-2011
				WO	2010088960 A1	12-08-2010

30	EP 2519033	A2	31-10-2012	CN	102761815 A	31-10-2012
				DE	102011075006 B3	31-10-2012
				DK	2519033 T3	05-03-2018
				EP	2519033 A2	31-10-2012
				US	2012275630 A1	01-11-2012
35	-----					
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 2590437 A1 [0004]
- DE 102010025918 A1 [0005]