



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.04.2012 Patentblatt 2012/14

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

(21) Anmeldenummer: **11178306.4**

(22) Anmeldetag: **22.08.2011**

(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

• **Kornagel, Ulrich**
91052 Erlangen (DE)
• **Pilgrim, Thomas**
91052 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **29.09.2010 DE 102010041644**

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

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

(72) Erfinder:
• **Bäumli, Robert**
90542 Eckental (DE)

Bemerkungen:

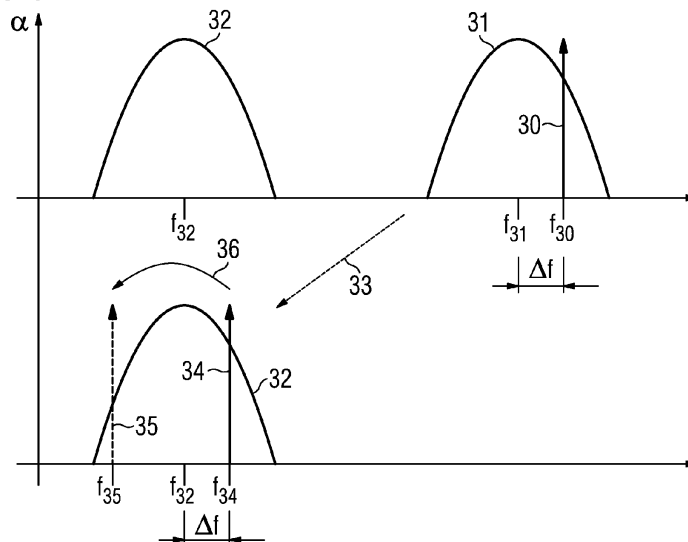
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **Verfahren zur Frequenzkompression mit harmonischer Korrektur und entsprechende Vorrichtung**

(57) Die Artefakte bei der Frequenzkompression insbesondere bei Hörgeräten sollen reduziert werden. Hierzu wird ein Verfahren zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische (30) besitzt, vorgeschlagen. Das Audiosignal wird in mehreren Frequenzkanälen (31, 32) bereitgestellt. Die Harmonische (30) des Audiosignals wird von einem ersten Frequenzkanal (31) der mehreren Fre-

quenzkanäle in einen zweiten Frequenzkanal (32) verschoben oder abgebildet (33). Außerdem wird eine Frequenz (f_{35}), die zu der Grundfrequenz ebenfalls harmonisch ist, in dem zweiten Frequenzkanal (32) geschätzt, wobei die Harmonische (30) auf die geschätzte Frequenz (f_{35}) verschoben oder abgebildet wird. Damit bleibt das harmonische Raster in dem komprimierten Signal erhalten und die Artefakte werden reduziert.

FIG 5



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische besitzt, durch Bereitstellen des Audiosignals in mehreren Frequenzkanälen und Verschieben oder Abbilden der Harmonischen des Audiosignals von einem ersten Frequenzkanal der mehreren Frequenzkanäle in einen zweiten Frequenzkanal der mehreren Frequenzkanäle. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine entsprechende Vorrichtung zur Frequenzkompression. Insbesondere ist eine derartige Vorrichtung einsetzbar in einer Höreinrichtung. Unter einer Höreinrichtung wird hier jedes im oder am Ohr tragbare schallausgebende Gerät, insbesondere ein Hörgerät, ein Headset, Kopfhörer und dergleichen verstanden.

[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 (HdO), Hörgerät mit externem Hörer (RIC: receiver in the canal) und In-dem-Ohr-Hörgeräte (IdO), z.B. auch Concha-Hörgeräte oder Kanal-Hörgeräte (ITE, CIC), 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 FIG 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] Viele Hörverluste können durch eine frequenz-

abhängige Verstärkung in Kombination mit einer Dynamikkompression ausgeglichen werden. Es gibt jedoch auch Hörverluste, bei denen eine Verstärkung keinen Effekt hat bzw. nachteilig ist. Ein Beispiel hierfür sind Hörverluste mit sog. "toten Regionen". Tote Regionen sind Frequenzbereiche, in denen Spektralanteile nicht mehr durch Verstärkung hörbar gemacht werden können.

[0005] Eine mögliche Technik, um mit obigem Problem umzugehen, ist die Frequenzkompression. Hierbei werden Strahlanteile Spektralanteile aus einem Quellfrequenzbereich, der typischerweise bei höheren Frequenzen liegt und in dem keine Verstärkung angewendet werden soll (z. B. tote Region), in einen tieferliegenden Zielfrequenzbereich geschoben. In diesem Zielfrequenzbereich ist in der Regel Hörbarkeit prinzipiell gewährleistet, weswegen eine Verstärkung angewendet werden kann.

[0006] Es sind Hörgeräte bekannt, die eine derartige Frequenzkompression unterstützen. Bei dem Kompressionsverfahren werden beispielsweise die Eigenschaften einer Filterbank für eine einfache Implementierung genutzt. Es werden selektiv einzelne Kanäle, unter anderem abhängig von deren Momentanleistung, auf andere Kanäle kopiert, sodass die in diesen Kanälen enthaltenen Frequenzanteile am Ausgang verschoben in einem anderen Frequenzbereich wieder auftauchen. Wohin die Kanäle abgebildet werden, bestimmt eine Abbildungsvorschrift, die einstellbar ist, sodass verschiedene Kompressionsverhältnisse realisierbar sind.

[0007] FIG 2 zeigt das Prinzip der Frequenzkompression durch einfaches Kopieren von Kanälen, wie es bereits für Hörgeräte verwendet wird. Es wird beispielsweise der Kanal 14' (gekennzeichnet durch seine Mittenfrequenz 14) auf den Kanal 11' (gekennzeichnet durch seine Mittenfrequenz 11) kopiert bzw. verschoben). In dem Kanal 14' befindet sich ein Ton 14" (z. B. eine Harmonische) der auf den Ton 11" in dem Zielkanal 11' verschoben wird. Der Abstand des Tons 14" zu der Mittenfrequenz 14 ist identisch zu dem Abstand des Tons 11" zu der Mittenfrequenz 11.

[0008] Diese einfache Abbildungsvorschrift bringt bei harmonischen Signalen Probleme mit sich. Harmonische Signale treten z. B. bei stimmhaften Lauten in der Sprache, beispielsweise bei Vokalen, auf. Hierbei hat das unkomprimierte Spektrum linienartige Struktur, wobei Spektrallinien bei der Sprachgrundfrequenz und bei deren ganzzahligen Vielfachen auftreten. Das Raster der harmonischen Signale (Linienstruktur) wird bei der einfachen Abbildungsvorschrift gemäß dem Stand der Technik nicht berücksichtigt und daher zerstört, d. h. die Spektrallinien treten nicht mehr garantiert auf einem ganzzahligen Vielfachen der Sprachgrundfrequenz auf. Dies äußert sich in deutlich wahrnehmbaren Artefakten (Signalanteile, die bei ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz auftreten, werden hier kurz "Harmonische" genannt).

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, Artefakte bei der Frequenzkompression weiter zu reduzieren. Erfindungsgemäß wird diese

Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische besitzt, durch

- Bereitstellen des Audiosignals in mehreren Frequenzkanälen und
- Verschieben oder Abbilden der Harmonischen des Audiosignals von einem ersten Frequenzkanal der mehreren Frequenzkanäle in einem zweiten Frequenzkanal der mehreren Frequenzkanäle, sowie
- Schätzen einer ersten Frequenz, die zu der Grundfrequenz ebenfalls harmonisch ist, in dem zweiten Frequenzkanal, wobei
- die Harmonische auf die geschätzte erste Frequenz verschoben oder abgebildet wird.

[0010] Darüber hinaus wird erfindungsgemäß bereitgestellt eine Vorrichtung zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische besitzt mit

- einer Signalverarbeitungseinrichtung zum Bereitstellen des Audiosignals in mehreren Frequenzkanälen und
- einer Verschiebeeinrichtung zum Verschieben oder Abbilden der Harmonischen des Audiosignals von einem ersten Frequenzkanal der mehreren Frequenzkanäle in einen zweiten Frequenzkanal der mehreren Frequenzkanäle, sowie mit
- einer Schätzeinrichtung zum Schätzen einer ersten Frequenz, die zu der Grundfrequenz ebenfalls harmonisch ist, in dem zweiten Frequenzkanal, wobei
- die Harmonische durch die Verschiebeeinrichtung auf die geschätzte erste Frequenz verschoben oder abgebildet wird.

[0011] In vorteilhafter Weise erfolgt beim oder nach dem Verschieben bzw. Abbilden der Harmonischen in einen anderen Frequenzkanal eine harmonische Korrektur. Dies bedeutet, dass die Harmonische auf eine Frequenzposition gesetzt wird, die ebenfalls ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz darstellt. Damit stellt die Harmonische auch nach dem Verschieben eine Harmonische dar. Dies reduziert die Artefakte deutlich.

[0012] In einer Ausführungsform wird der erste Frequenzkanal vollständig in den zweiten Frequenzkanal verschoben. Damit lässt sich beispielsweise ein Frequenzkanal aus einer toten Region in einen hörbaren Bereich eines Hörgeräträgers verschieben. Liegt in dem ersten Frequenzkanal eine Harmonische, so wird sie vollständig mit dem Frequenzkanal verschoben. Ihr Abstand zur Mittenfrequenz des Kanals bleibt dabei zunächst unverändert.

[0013] Eine der mit dem Frequenzkanal verschobenen Harmonischen zugeordnete zweite Frequenz kann geschätzt werden, und die verschobene Harmonische kann dann in dem zweiten Frequenzkanal weiter auf die erste

Frequenz verschoben werden. Dies bedeutet, dass das Verschieben in zwei Schritten erfolgt. Zunächst wird der gesamte Frequenzkanal verschoben und anschließend wird innerhalb des Frequenzkanals die ursprüngliche Harmonische wieder auf eine harmonische Frequenzposition geschoben.

[0014] Das Weiterverschieben auf die erste Frequenz in dem zweiten Schiebeschritt kann beispielsweise durch Amplitudenmodulation erfolgen. Dies lässt sich im Zeitbereich durch eine einfache Multiplikation mit einem Faktor $\exp(j\omega t)$ realisieren.

[0015] Vorzugsweise stellt die Harmonische in dem ersten Frequenzkanal eine dominante Frequenz dar. Damit lässt sich ihre Position vor und nach dem Verschieben verhältnismäßig genau schätzen.

[0016] In einer alternativen Ausführungsform wird die Harmonische auf die geschätzte erste Frequenz abgebildet, indem ein im zweiten Frequenzkanal synthetisch erzeugtes Signal die Amplitude der Harmonischen im ersten Frequenzkanal erhält und die geschätzte Frequenz des zweiten Frequenzkanals. Es muss also hier kein zweiter Verschiebeschritt beispielsweise durch Amplitudenmodulation erfolgen, denn es wird ein synthetisches Signal an der passenden, harmonischen Stelle verwendet. Dies hat allerdings den Nachteil, dass unter Umständen Phaseninformation verloren geht.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Frequenzkompression besitzt eine Signalverarbeitungseinrichtung, die vorzugsweise eine Polyphasen-Filterbank aufweist. Damit ist es möglich, in den Kanälen nur positive Frequenzanteile zu erzeugen.

[0018] Besonders vorteilhaft wird die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer Höreinrichtung und insbesondere in einem Hörgerät eingesetzt. Damit kann eine Frequenzkompression bei Hörgeräträgern mit weniger Artefakten realisiert werden.

[0019] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

- FIG 1 den prinzipiellen Aufbau eines Hörgeräts gemäß dem Stand der Technik;
- FIG 2 das Prinzip der Frequenzkompression durch einfaches Kopieren von Kanälen gemäß dem Stand der Technik;
- FIG 3 eine Kompression gemäß dem Stand der Technik;
- FIG 4 eine Kompression gemäß der vorliegenden Erfindung; und
- FIG 5 einen Ausschnitt eines unkomprimierten Spektrums und einen Ausschnitt eines komprimierten Spektrums.

[0020] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0021] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird jedoch zunächst anhand von FIG 3 eine Frequenzkompression gemäß dem Stand der Technik im Detail dar-

gestellt. Demnach werden Frequenzen gemäß einer Frequenz-Abbildungskurve (z. B. SPINC, BARK, ...) komprimiert. Ausgangsbasis ist beispielsweise ein Linienspektrum, wie es in FIG 3 oben dargestellt ist. Die Amplitudenantwort a ist über der Frequenz f aufgetragen. Das Linienspektrum besitzt zahlreiche Harmonische 20, die die spektrale Feinstruktur des harmonischen Signals bilden. Die Amplituden der Harmonischen 20 lassen sich durch eine spektrale Einhüllende 21 verbinden. Der Abstand f_0 zwischen zwei Harmonischen 20 entspricht im gesamten Spektralbereich der Grundfrequenz. Das Spektrum soll nun oberhalb einer Frequenz f_c komprimiert werden. Das Komprimieren erfolgt kanalweise, indem ausgewählte Kanäle des Originalspektrums in tiefergelegene Kanäle kopiert werden. Die Kanäle besitzen jedoch in der Regel eine andere Bandbreite als der Abstand f_0 zwischen den Harmonischen. Aufgrund dessen landen die Harmonischen 20 beim Verschieben auf Frequenzpositionen außerhalb des in FIG 3 oben dargestellten Liniennrasters. FIG 3 unten zeigt ein derartiges komprimiertes Spektrum. Die Abstände f_1, f_2 zwischen den einzelnen Linien 22, die die verschobenen Harmonischen darstellen, sind nicht mehr konstant und insbesondere ungleich f_0 . Die Einhüllende 23 des komprimierten Spektrums zeigt zwar in dem komprimierten Bereich die verschobenen Formanten 24 und 25, wie sie aus dem Originalspektrum hervorgehen, aber der Abstand der Linien 22 ist ungleichmäßig, wodurch also die spektrale Feinstruktur und damit die Struktur des harmonischen Signals zerstört ist. Entsprechende Artefakte sind die Folge.

[0022] Eine deutliche Verbesserung insbesondere für Sprachsignale ist erreichbar, wenn zusätzlich zu der einfachen Abbildungsvorschrift gemäß dem Stand der Technik eine harmonische Korrektur durchgeführt wird, was anhand von FIG 4 näher erläutert wird. Im oberen Teil der Figur ist nochmals das Originalspektrum mit seinen Harmonischen 20 und der Einhüllenden 21 wie in FIG 3 oben dargestellt. Der Abstand der einzelnen Harmonischen 20 entspricht im gesamten Originalspektrum der Grundfrequenz f_0 .

[0023] In FIG 4 unten ist das durch die Erfindung angestrebte Ziel beispielhaft dargestellt. Das Spektrum ist oberhalb der Grenzfrequenz f_c komprimiert. Die Einhüllende 23 des komprimierten Spektrums besitzt die gleiche Form wie diejenige von FIG 3 unten. D. h. auch die Formanten 24 und 25 sind im komprimierten Bereich zu erkennen. Die Linien 26 des Spektrums im komprimierten Bereich oberhalb von f_c besitzen untereinander den gleichen Abstand f_0 wie die Linien bzw. Harmonischen 20 im nicht komprimierten Bereich. Dies bedeutet, dass die Feinstruktur des Spektrums des harmonischen Signals von der Kompression unberührt ist. Dementsprechend kommt es zu weniger Artefakten.

[0024] Zu dem Zweck der Frequenzkompression mit harmonischer Korrektur wird zunächst die Frequenzstruktur des harmonischen Rasters des unkomprimierten Signals geschätzt d.h. es werden die Positionen der Har-

monischen im Frequenzbereich ermittelt. Anhand von FIG 5 sei dies näher erläutert, die oben wieder einen Ausschnitt eines unkomprimierten Spektrums und unten den Ausschnitt eines komprimierten Spektrums darstellt. Der Abschnitt des dargestellten Spektrums weist hier eine Linie bzw. Harmonische 30 auf. Diese liegt in einem Frequenzkanal 31, welcher seinerseits eine Mittenfrequenz f_{31} besitzt. Unterhalb des ersten Frequenzkanals 31 befindet sich ein zweiter Frequenzkanal 32, welcher die Mittenfrequenz f_{32} besitzt. Für die Kompression wird nun der erste Frequenzkanal 31 auf den zweiten Frequenzkanal 32 verschoben, kopiert oder abgebildet. Dies stellt einen ersten Schritt 33 der Frequenzkompression dar. Dieser Schritt 33 entspricht der Kompression gemäß dem Stand der Technik von FIG 3. Demnach wird die Harmonische 30 des ersten Frequenzkanals 31 auf die Linie 34 geschoben, der eine Frequenz f_{34} zugeordnet ist (im Weiteren auch zweite Frequenz genannt). Der Abstand Δf zwischen den Frequenzen f_{31} und f_{30} ist identisch mit dem Abstand zwischen den Frequenzen f_{32} und f_{34} . Die Frequenz f_{34} entspricht jedoch nicht einer Harmonischen der Grundfrequenz. Vielmehr würde an der Frequenzposition f_{35} in dem zweiten Frequenzkanal 32 eine Harmonische liegen. Dies kann beispielsweise durch eine erste Frequenzschätzung im Zielfrequenzbereich, d. h. in dem zweiten Frequenzkanal 32, auf den der erste Frequenzkanal 31 abgebildet bzw. verschoben wird, ermittelt werden. Die Linie 34 muss also auf die Frequenz f_{35} geschoben werden, um die Feinstruktur des harmonischen Signals zu erhalten. Hierzu wird die Frequenzstruktur der noch unkorrigierten komprimierten Spektralanteile in einer zweiten Schätzung geschätzt. In dem vereinfachten Beispiel von FIG 5, bei dem nur ein Kanal verschoben wird, wird also nach der Verschiebung im ersten Schritt 33 die Frequenz f_{34} der Linie 34 geschätzt bzw. ermittelt. Aus den beiden Frequenzschätzungen kann der Frequenzversatz, d. h. der Abstand zwischen den Frequenzen f_{34} und f_{35} ermittelt werden. Der Versatz wird mit Hilfe einer Modulation in einem zweiten Schritt 36 kompensiert, wobei das harmonische Raster wiederhergestellt wird. Dabei wird die Linie 34 auf die Frequenz f_{35} geschoben, wodurch sich die Linie 35 ergibt.

[0025] Die Modulation kann beispielsweise auf der Basis des analytischen Signals durch Multiplikation mit einem geeigneten komplexen Drehfaktor erreicht werden. So entspricht die Verschiebung um eine Kreisfrequenz ω_1 einer Multiplikation mit dem Faktor $\exp(j \cdot \omega_1 \cdot t)$. Die resultierende Modulation entspricht einer Amplitudenmodulation.

[0026] Vorteilhaft lässt sich dieses Verfahren bei einer Polyphasen-Filterbank einsetzen, die nur das komplexwertige, analytische Signal (nur positiver Frequenzanteil einer FourierTransformation) in den Kanälen erzeugt. Hierbei lässt sich mittels Modulation mit dem Modulationsterm $\exp(j \cdot \omega_1 \cdot t)$ jeder Kanal zyklisch modulieren, so dass die Frequenzanteile darin entsprechend zyklisch um die Kreisfrequenz ω_1 verschoben werden.

[0027] Grundsätzlich sind bei der Schätzung der (dominanten) Frequenz zwei Fälle zu unterscheiden:

- 1) Es existiert eine dominante Frequenz, die gut geschätzt werden kann, d. h. es existiert ein starker tonaler Anteil in diesem Kanal. Damit kann eine gute Korrektur des harmonischen Rasters erreicht werden.
- 2) Es existiert keine dominante Frequenz, d. h. das Signal in dem Kanal ist rauschartig. Die Frequenzschätzung führt zu einer mehr oder weniger zufälligen Momentanfrequenz. Dies wiederum führt bei der Abbildung auf eine Zielfrequenz zu einer Phasenrandomisierung bzw. zufälligen Modulation in dem Kanal, was bei rauschartigen Kanälen kaum Einfluss auf den Höreindruck bewirkt.

[0028] Das oben geschilderte Ausführungsbeispiel basiert darauf, dass die Harmonische 30 als Signalanteil des Audiosignals tatsächlich verschoben wird. Gemäß einer alternativen Ausführungsform werden die komprimierten Spektralanteile halb-synthetisch erzeugt. Die Information über die Frequenzposition der halb-synthetisch erzeugten Spektralanteile wird aus der Schätzung der unkomprimierten harmonischen Struktur gewonnen, d. h. die Frequenz 35 wird wie in dem obigen Beispiel ermittelt. Bei der Frequenz f_{35} wird nun jedoch ein synthetisches Signal erzeugt. Die Amplitude dieses synthetischen Signals wird so eingestellt, dass sie der Amplitude der ursprünglichen Harmonischen 30 entspricht, d. h. die zugehörige Amplitude wird aus dem Quellspektrum gewonnen. Auch hierdurch lässt sich eine Frequenzkompression erreichen, bei der das harmonische Raster erhalten bleibt.

[0029] Die Abbildungsvorschrift von Quellfrequenz nach Zielfrequenz für die Frequenzkompression wird in der Audiologie in bekannter Weise durchgeführt. Die harmonische Korrektur bzw. die Einhaltung der harmonischen Struktur der komprimierten Spektralkomponenten wird dann erfindungsgemäß erzielt. Damit werden die Artefakte der einfachen Abbildungsvorschrift gemäß dem Stand der Technik massiv reduziert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische (20, 30) besitzt, durch

- Bereitstellen des Audiosignals in mehreren Frequenzkanälen (31, 32) und
 - Verschieben oder Abbilden der Harmonischen (20, 30) des Audiosignals von einem ersten Frequenzkanal (31) der mehreren Frequenzkanäle in einem zweiten Frequenzkanal (32) der mehreren Frequenzkanäle,
- gekennzeichnet durch**

- Schätzen einer ersten Frequenz (f_{35}), die zu der Grundfrequenz ebenfalls harmonisch ist, in dem zweiten Frequenzkanal (32), wobei
- die Harmonische (20, 30) auf die geschätzte erste Frequenz (f_{35}) verschoben oder abgebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Frequenzkanal (31) vollständig in den zweiten Frequenzkanal (32) verschoben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei eine der verschobenen Harmonischen zugeordnete zweite Frequenz (f_{34}) geschätzt und die verschobene Harmonische (20, 30) in dem zweiten Frequenzkanal (32) weiter auf die erste Frequenz (f_{35}) verschoben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Weiterverschieben auf die erste Frequenz (f_{35}) durch Amplitudenmodulation erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Harmonische (20, 30) in dem ersten Frequenzkanal (31) eine dominante Frequenz darstellt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Harmonische (20, 30) auf die geschätzte erste Frequenz (f_{35}) abgebildet wird, indem ein im zweiten Frequenzkanal (32) synthetisch erzeugtes Signal die Amplitude der Harmonischen (20, 30) im ersten Frequenzkanal (31) erhält.
7. Vorrichtung zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische (20, 30) besitzt mit

- einer Signalverarbeitungseinrichtung zum Bereitstellen des Audiosignals in mehreren Frequenzkanälen (31, 32) und
- einer Verschiebeeinrichtung zum Verschieben oder Abbilden der Harmonischen (20, 30) des Audiosignals von einem ersten Frequenzkanal (31) der mehreren Frequenzkanäle in einen zweiten Frequenzkanal (32) der mehreren Frequenzkanäle,

gekennzeichnet durch

- eine Schätzeinrichtung zum Schätzen einer ersten Frequenz (f_{35}), die zu der Grundfrequenz ebenfalls harmonisch ist, in dem zweiten Frequenzkanal (32), wobei
- die Harmonische (20, 30) **durch** die Verschiebeeinrichtung auf die geschätzte erste Frequenz (f_{35}) verschoben oder abgebildet wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung eine Polyphasen-Filterbank aufweist.

9. Höreinrichtung mit einer Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ. 5

1. Verfahren zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische (20, 30) besitzt, durch 10

- Bereitstellen des Audiosignals in mehreren Frequenzkanälen (31, 32),
- Verschieben oder Abbilden der Harmonischen (20, 30) des Audiosignals von einem ersten Frequenzkanal (31) der mehreren Frequenzkanäle in einem zweiten Frequenzkanal (32) der mehreren Frequenzkanäle, und 15
- Schätzen einer ersten Frequenz (f_{35}), die zu der Grundfrequenz ebenfalls harmonisch ist, in dem zweiten Frequenzkanal (32), wobei 20
- die Harmonische (20, 30) auf die geschätzte erste Frequenz (f_{35}) verschoben oder abgebildet wird, 25

dadurch gekennzeichnet, dass

- eine der verschobenen Harmonischen zugeordnete zweite Frequenz (f_{34}) geschätzt und die verschobene Harmonische (20, 30) in dem zweiten Frequenzkanal (32) weiter auf die erste Frequenz (f_{35}) verschoben wird. 30

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Frequenzkanal (31) vollständig in den zweiten Frequenzkanal (32) verschoben wird. 35

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Weiterverschieben auf die erste Frequenz (f_{35}) durch Amplitudenmodulation erfolgt. 40

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Harmonische (20, 30) in dem ersten Frequenzkanal (31) eine dominante Frequenz darstellt. 45

5. Vorrichtung zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische (20, 30) besitzt mit 50

- einer Signalverarbeitungseinrichtung zum Bereitstellen des Audiosignals in mehreren Frequenzkanälen (31, 32) und
- einer Verschiebeeinrichtung zum Verschieben oder Abbilden der Harmonischen (20, 30) des Audiosignals von einem ersten Frequenzkanal (31) der mehreren Frequenzkanäle in einen zweiten Frequenzkanal (32) der mehreren Fre- 55

quenzkanäle, und

- einer Schätzeinrichtung zum Schätzen einer ersten Frequenz (f_{35}), die zu der Grundfrequenz ebenfalls harmonisch ist, in dem zweiten Frequenzkanal (32), wobei
- die Harmonische (20, 30) durch die Verschiebeeinrichtung auf die geschätzte erste Frequenz (f_{35}) verschoben oder abgebildet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- durch die Schätzeinrichtung eine der verschobenen Harmonischen zugeordnete zweite Frequenz (f_{34}) schätzbar und die verschobene Harmonische (20,30) in dem zweiten Frequenzkanal (32) durch die Schiebeeinrichtung weiter auf die erste Frequenz (f_{35}) verschiebbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung eine Polyphasen-Filterbank aufweist.

7. Höreinrichtung mit einer Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6.

FIG 1
(Stand der Technik)

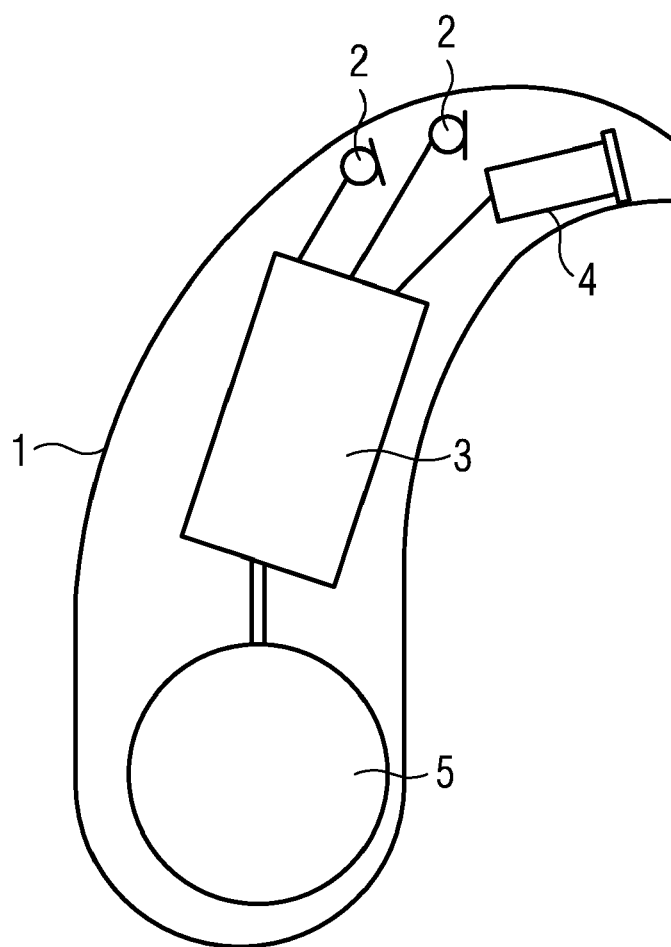


FIG 2
(Stand der Technik)

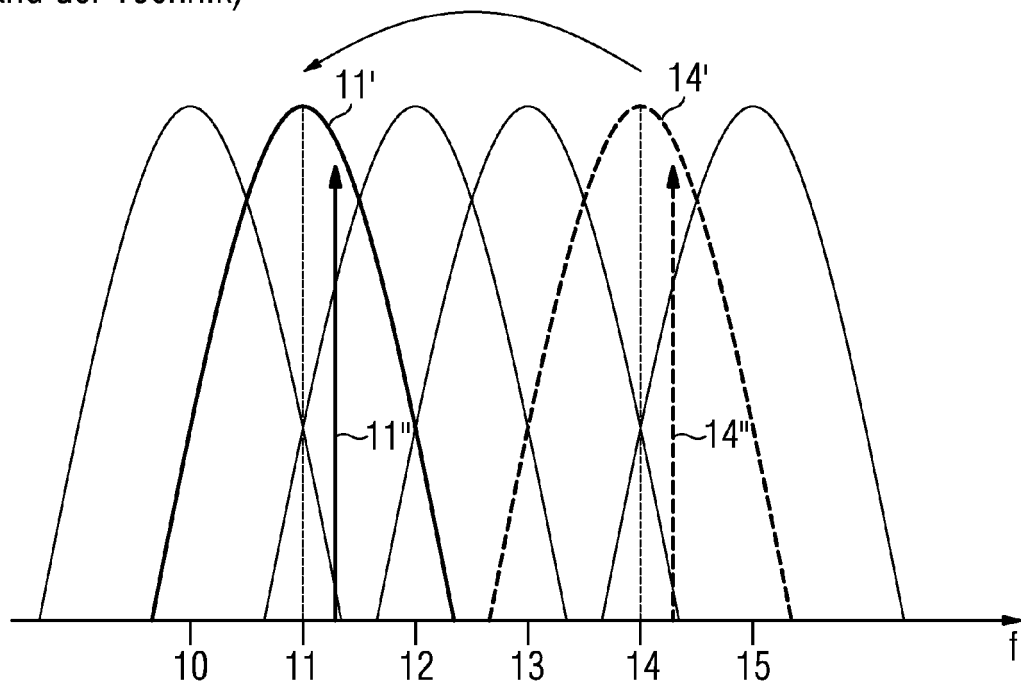


FIG 3
(Stand der Technik)

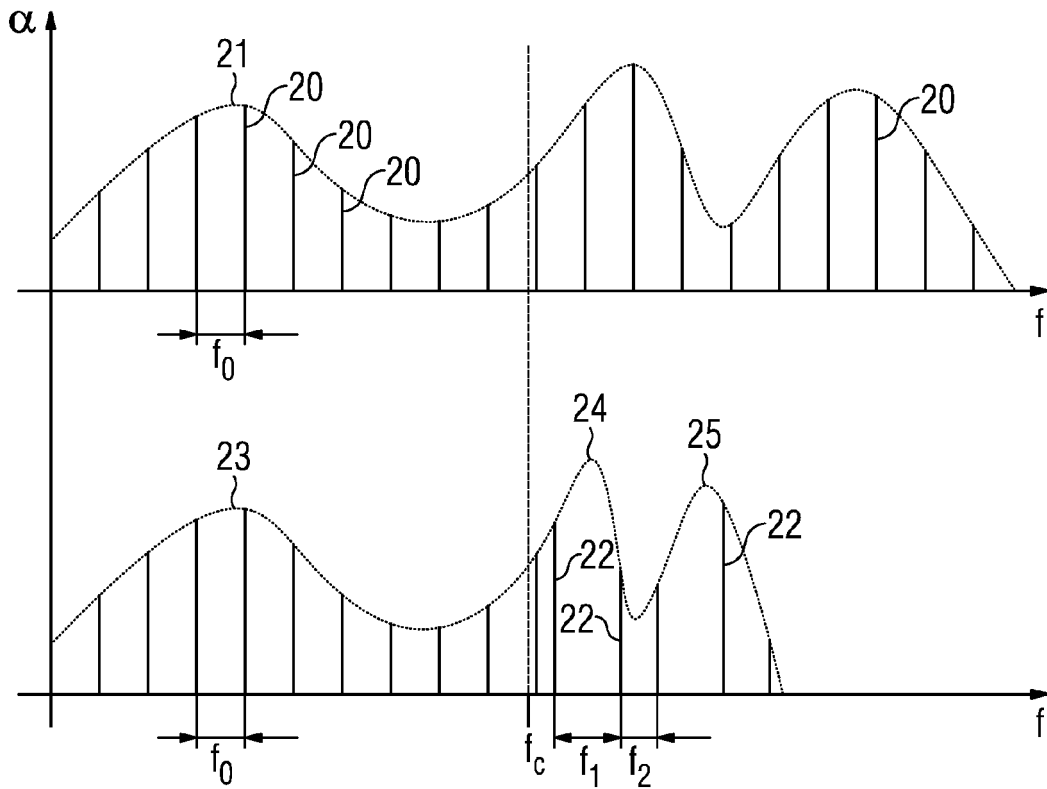


FIG 4

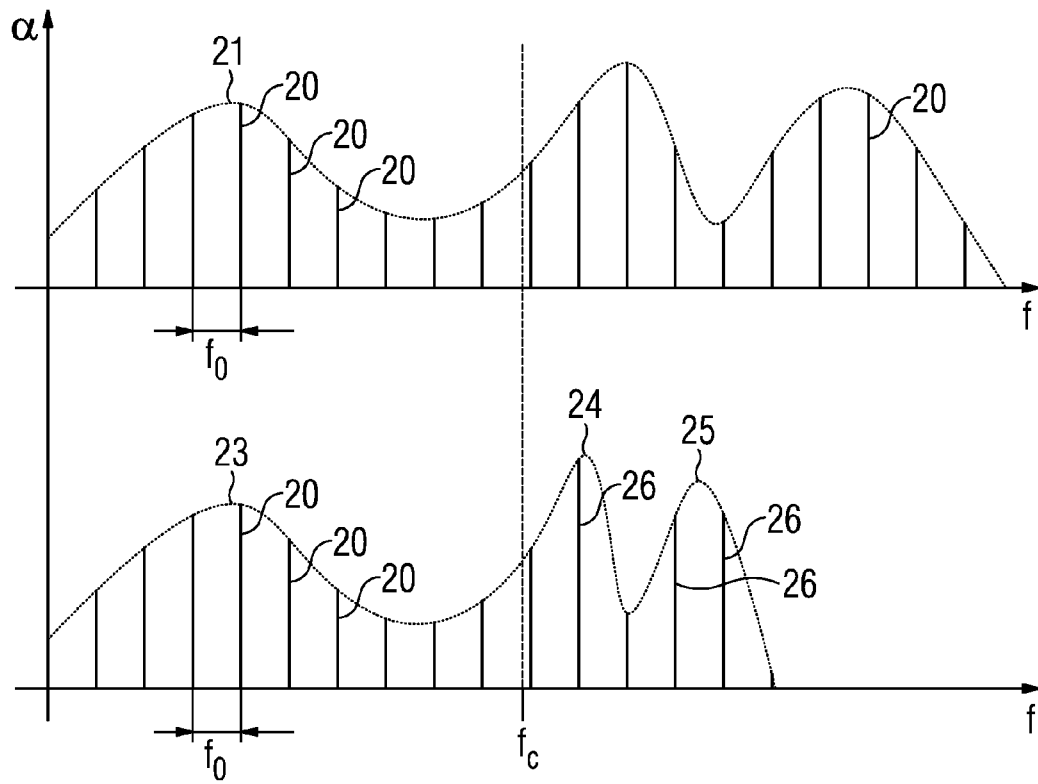
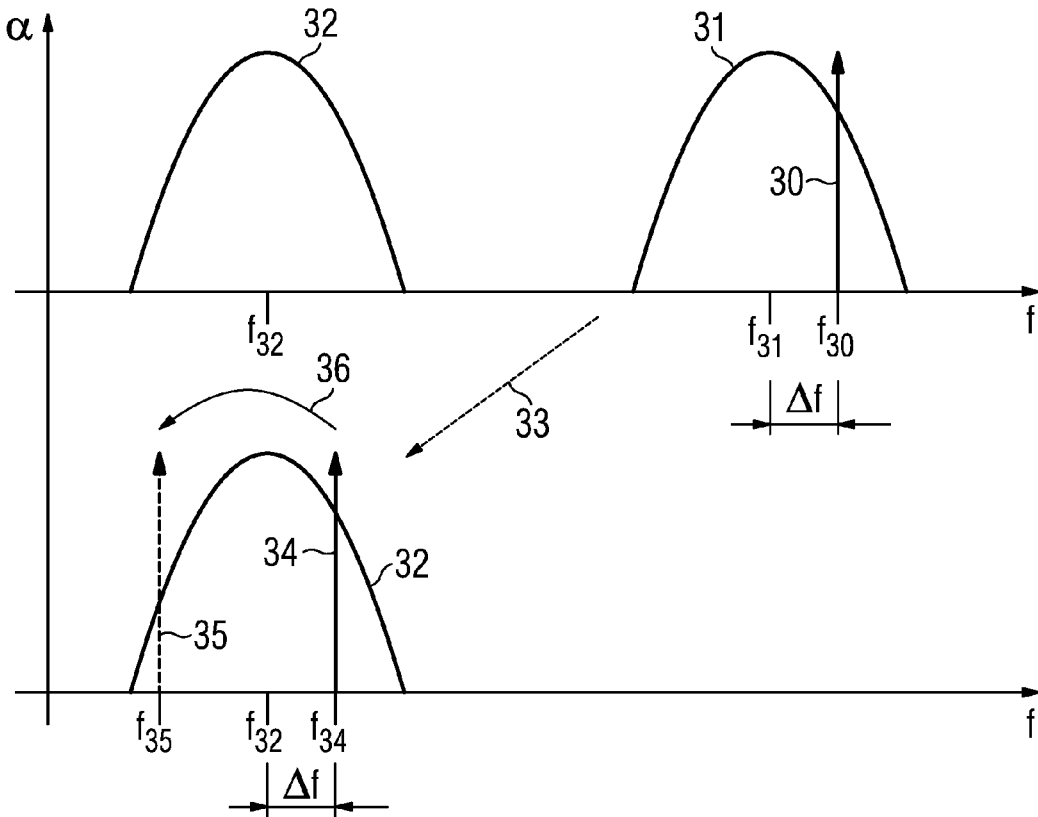


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 11 17 8306

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 577 739 B1 (HURTIG RICHARD RAY [US] ET AL) 10. Juni 2003 (2003-06-10) * Spalte 1, Zeilen 11-12 * * Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 48; Abbildungen 1,2 *	1,2,5-7, 9	INV. H04R25/00
X	WO 2009/143898 A1 (PHONAK AG [CH]; BAECHLER HERBERT [CH]; GLATT RAOUL [CH]) 3. Dezember 2009 (2009-12-03) * Seite 18, Zeile 23 - Seite 19, Zeile 23; Abbildungen 1,13 *	1,2,5-7, 9	
A	DE 26 13 513 A1 (KREMER ALBERT DIPL ING) 6. Oktober 1977 (1977-10-06) * das ganze Dokument *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Oktober 2011	Prüfer Kunze, Holger
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 : mündliche 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 11 17 8306

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.

28-10-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6577739	B1	10-06-2003	KEINE

WO 2009143898	A1	03-12-2009	EP 2304972 A1 06-04-2011
			EP 2369859 A2 28-09-2011
			US 2011150256 A1 23-06-2011

DE 2613513	A1	06-10-1977	KEINE

EPO FORM P0461

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