



(11)

EP 2 437 521 B2

(12)

## NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**13.09.2017 Patentblatt 2017/37**

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

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**30.04.2014 Patentblatt 2014/18**

(21) Anmeldenummer: **11178306.4**

(22) Anmeldetag: **22.08.2011**

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

Method for frequency compression with harmonic adjustment and corresponding device

Procédé de compression fréquentielle à l'aide d'une correction harmonique et dispositif correspondant

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

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.04.2012 Patentblatt 2012/14**

(73) Patentinhaber: **Sivantos Pte. Ltd.  
Singapore 139959 (SG)**

(72) Erfinder:  

- **Bäuml, Robert  
90542 Eckental (DE)**
- **Kornagel, Ulrich  
91052 Erlangen (DE)**
- **Pilgrim, Thomas  
91052 Erlangen (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  

<b>EP-A1- 0 054 450</b>	<b>EP-A1- 0 542 711</b>
<b>EP-A2- 0 279 451</b>	<b>EP-A2- 2 337 378</b>
<b>WO-A1-2007/006658</b>	<b>WO-A1-2009/143898</b>
<b>AU-A1- 2002 300 314</b>	<b>DE-A1- 2 613 513</b>
<b>DE-A1- 2 613 513</b>	<b>US-A- 5 864 813</b>
<b>US-A1- 2008 123 886</b>	<b>US-A1- 2009 226 016</b>
<b>US-A1- 2009 312 820</b>	<b>US-B1- 6 577 739</b>

• **SIMPSON A.: 'Frequency-Lowering devices for managing high-frequency hearing loss: A review'  
TRENDS IN AMPLIFICATION Bd. 13, Nr. 2, Juni 2009, Seiten 87 - 106**

## 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 wird eine entsprechende Vorrichtung zur Frequenzkompression beschrieben. 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 Hövorrichtungen, die zur Versorgung von Schwerhörigen 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. Wo hin 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]** Aus der Druckschrift US 6 577 739 B1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur proportionalen Audiokompression und zur Frequenzverschiebung bekannt.

Zur Kompression wird das Eingangsspektrum beispielsweise mit dem Faktor 0,5, 0,7 oder 0,9 multipliziert, so dass eine Proportionalität der spektralen Spitzen erhalten bleibt.

[0010] Darüber hinaus offenbart die Druckschrift WO 2009/143898 A1 ein Verfahren zum Anpassen eines Schalls in einem Hörgerät durch Frequenzmodifikation. Die Modifikation erfolgt auch hier beispielsweise durch Multiplikation des Eingangsspektrums mit einem Kompressionsfaktor. Gegebenenfalls erfolgt zusätzlich eine Verschiebung. Die Modifikation kann darüber hinaus auch logarithmisch vorgenommen werden.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, Artefakte bei der Frequenzkompression weiter zu reduzieren.

[0012] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Frequenzkompression eines Audiosignals, das eine Grundfrequenz und mindestens eine Harmonische besitzt, nach Anspruch 1.

[0013] Es 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.

[0014] Es 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 Hörgeräteträgers verschieben. Liegt in dem ersten Frequenzkanal eine Harmonische, so wird sie vollständig mit dem Frequenzkanal verschoben. Ihr Abstand zur Mittelfrequenz des Kanals bleibt dabei zunächst unverändert.

[0015] Eine der mit dem Frequenzkanal verschobenen Harmonischen zugeordnete zweite Frequenz wird geschätzt, und die verschobene Harmonische wird dann in dem zweiten Frequenzkanal weiter auf die erste Frequenz verschoben. 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.

[0016] Das Weiterverschieben auf die erste Frequenz in dem zweiten Schiebeschritt erfolgt durch Amplitudenummodulation. Dies lässt sich im Zeitbereich durch eine einfache Multiplikation mit einem Faktor  $\exp(j\cdot\omega\cdot t)$  realisieren.

[0017] 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.

[0018] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

FIG 1 den prinzipiellen Aufbau eines Hörgeräts ge-

mäß dem Stand der Technik;

FIG 2 das Prinzip der Frequenzkompression durch einfaches Kopieren von Kanälen gemäß dem Stand der Technik;

5 FIG 3 eine Kompression gemäß dem Stand der Technik;

FIG 4 eine Kompression gemäß der vorliegenden Erfindung; und

10 FIG 5 einen Ausschnitt eines unkomprimierten Spektrums und einen Ausschnitt eines komprimierten Spektrums.

[0019] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird jedoch zunächst anhand von FIG 3 eine Frequenzkompression gemäß dem Stand der Technik im Detail dargestellt. 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.

15 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 Ab-

20 stand  $f_0$  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 tie-

25 fergelegene 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 Linienrasters. FIG 3 unten zeigt ein derartiges kom-

30 primiertes 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

35 Signals zerstört ist. Entsprechende Artefakte sind die Folge.

[0020] Eine deutliche Verbesserung insbesondere für Sprachsignale ist erreichbar, wenn zusätzlich zu der einfachen Abbildungsvorschrift gemäß dem Stand der 40 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  $f_0$ .

45 [0021] 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 Formanden 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.

**[0022]** 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 Harmonischen 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  $\Delta f$  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.

**[0023]** 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  $\omega_1$  einer Multiplikation mit dem Faktor  $\exp(j\cdot\omega_1\cdot t)$ . Die resultierende Modulation entspricht einer Amplitudenummodulation.

**[0024]** 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, sodass die Frequenzanteile darin entsprechend zyklisch um die Kreisfrequenz  $\omega_1$  verschoben werden.

**[0025]** 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 Phasen-randomisierung bzw. zufälligen Modulation in dem Kanal, was bei rauschartigen Kanälen kaum Einfluss auf den Höreindruck bewirkt.

**[0026]** Das oben geschilderte Ausführungsbeispiel basiert darauf, dass die Harmonische 30 als Signalanteil des Audiosignals tatsächlich verschoben wird. Gemäß eines Beispiels, das nicht Teil der Erfindung ist, 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.

**[0027]** 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,
- wobei der erste Frequenzkanal (31) vollständig in den zweiten Frequenzkanal (32) verschoben wird,
- 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, und
- wobei das Weiterverschieben auf die erste Frequenz ( $f_{35}$ ) durch Amplitudenmodulation erfolgt.

## Claims

1. Method for compressing the frequency of an audio signal having a fundamental frequency and at least one harmonic (20, 30), by

- providing the audio signal in a plurality of frequency channels (31, 32) and
- shifting or mapping the harmonic (20, 30) of the audio signal from a first frequency channel (31) of the plurality of frequency channels into a second frequency channel (32) of the plurality of frequency channels,

### characterised by

- estimating a first frequency ( $f_{35}$ ) which is likewise harmonic with respect to the fundamental frequency in the second frequency channel (32), wherein
- the harmonic (20, 30) is shifted or mapped onto the estimated first frequency ( $f_{35}$ ).
- wherein the first frequency channel (31) is shifted completely into the second frequency chan-

nel (32),

- wherein a second frequency ( $f_{34}$ ) assigned to the shifted harmonic is estimated and the shifted harmonic (20, 30) in the second frequency channel (32) is shifted further onto the first frequency ( $f_{35}$ ), and
- wherein the further shifting onto the first frequency ( $f_{35}$ ) is accomplished by means of amplitude modulation.

## Revendications

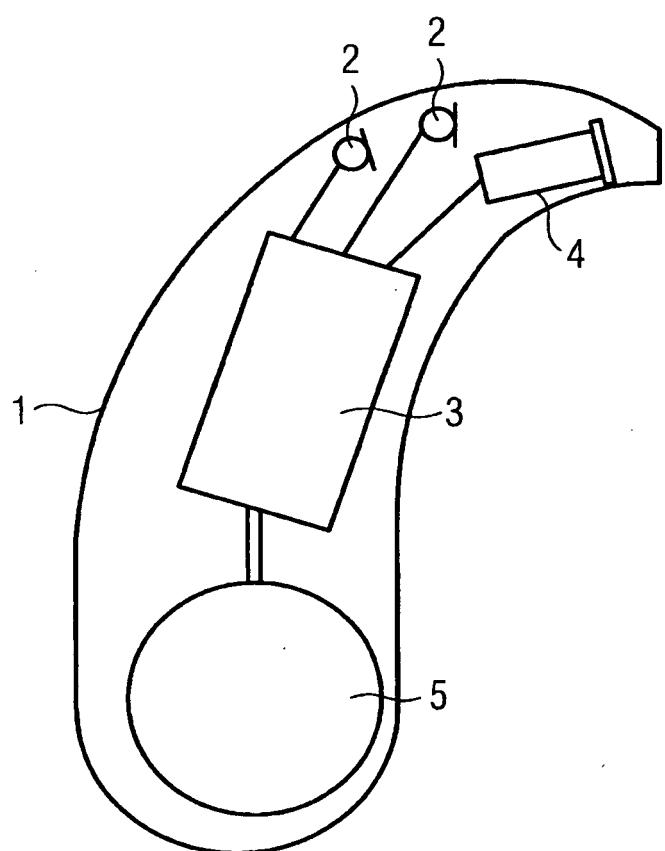
1. Procédé de compression fréquentielle d'un signal audio qui possède une fréquence fondamentale et au moins un harmonique (20, 30), par

- mise à disposition du signal audio dans plusieurs canaux (31, 32) de fréquence et
- déplacement ou reproduction des harmoniques (20, 30) du signal audio d'un premier canal (31) de fréquence parmi les plusieurs canaux de fréquence à un deuxième canal (32) de fréquence parmi les plusieurs canaux de fréquence,

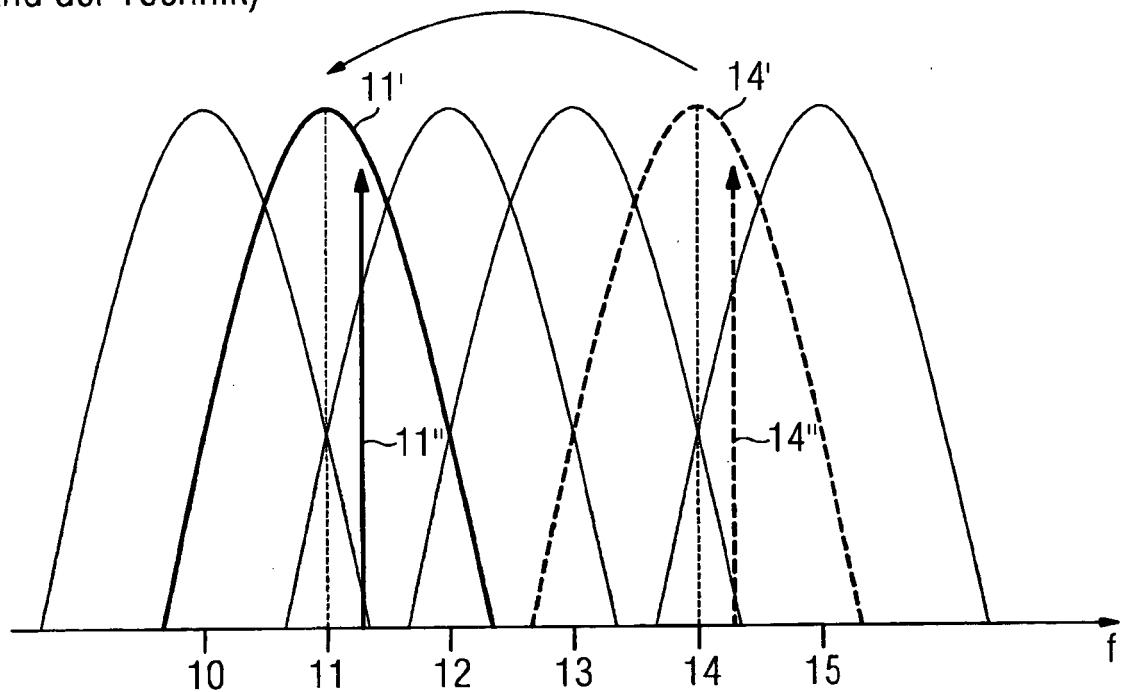
### caractérisé par

- estimation d'une première fréquence ( $f_{35}$ ), qui est également un harmonique de la fréquence fondamentale, dans le deuxième canal (32) de fréquence, dans lequel
- les harmoniques (20, 30) sont décalés ou reproduits sur la première fréquence ( $f_{35}$ ) estimée,
- dans lequel le premier canal (31) de fréquence est décalé complètement dans le deuxième canal (32) de fréquence,
- dans lequel on évalue une deuxième fréquence ( $f_{34}$ ) associée aux harmoniques décalés et on continue à décaler sur la première fréquence ( $f_{35}$ ), dans le deuxième canal (32) de fréquence, l'harmonique (20, 30) décalé et
- dans lequel on continue à effectuer le décalage sur la première fréquence ( $f_{35}$ ) par modulation d'amplitude.

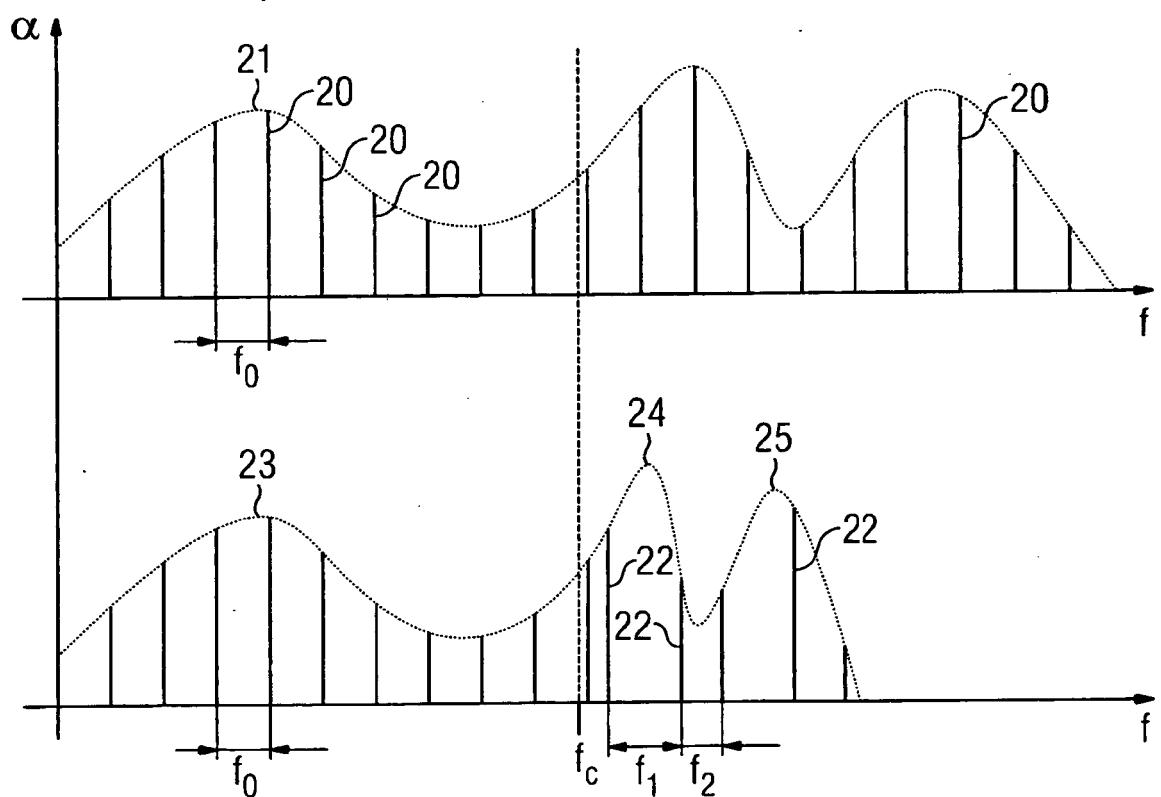
**FIG 1**  
(Stand der Technik)

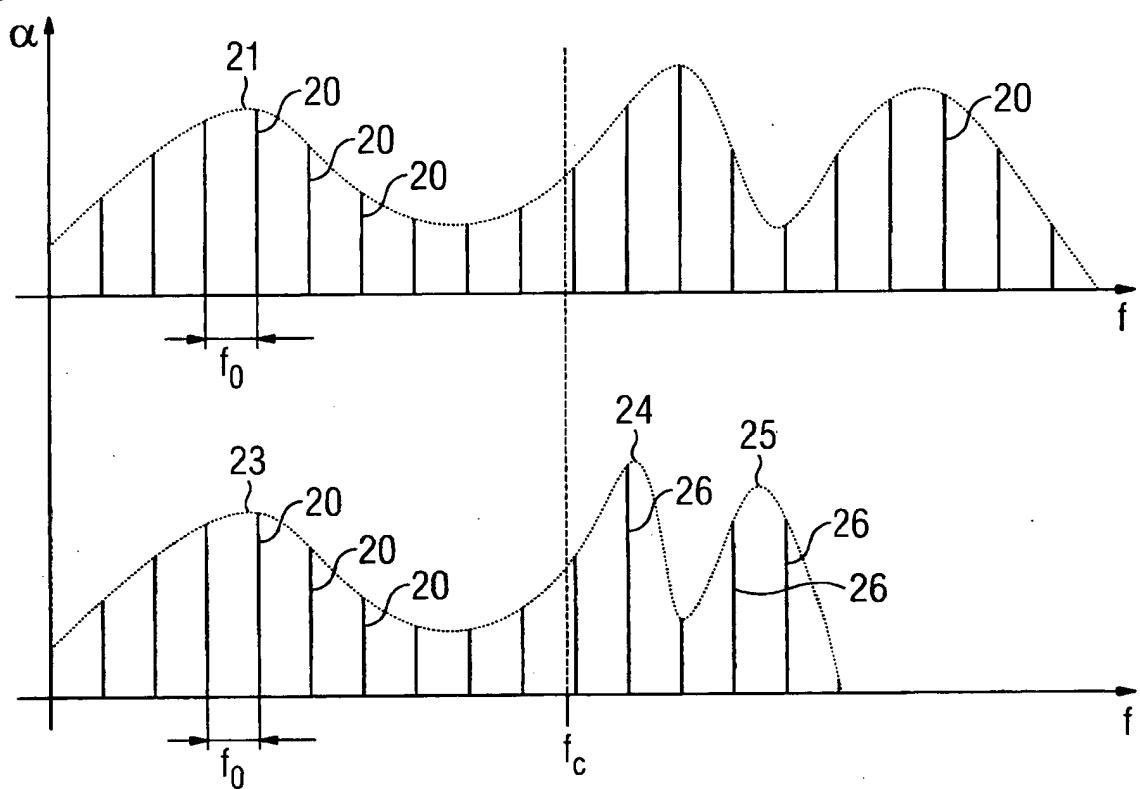
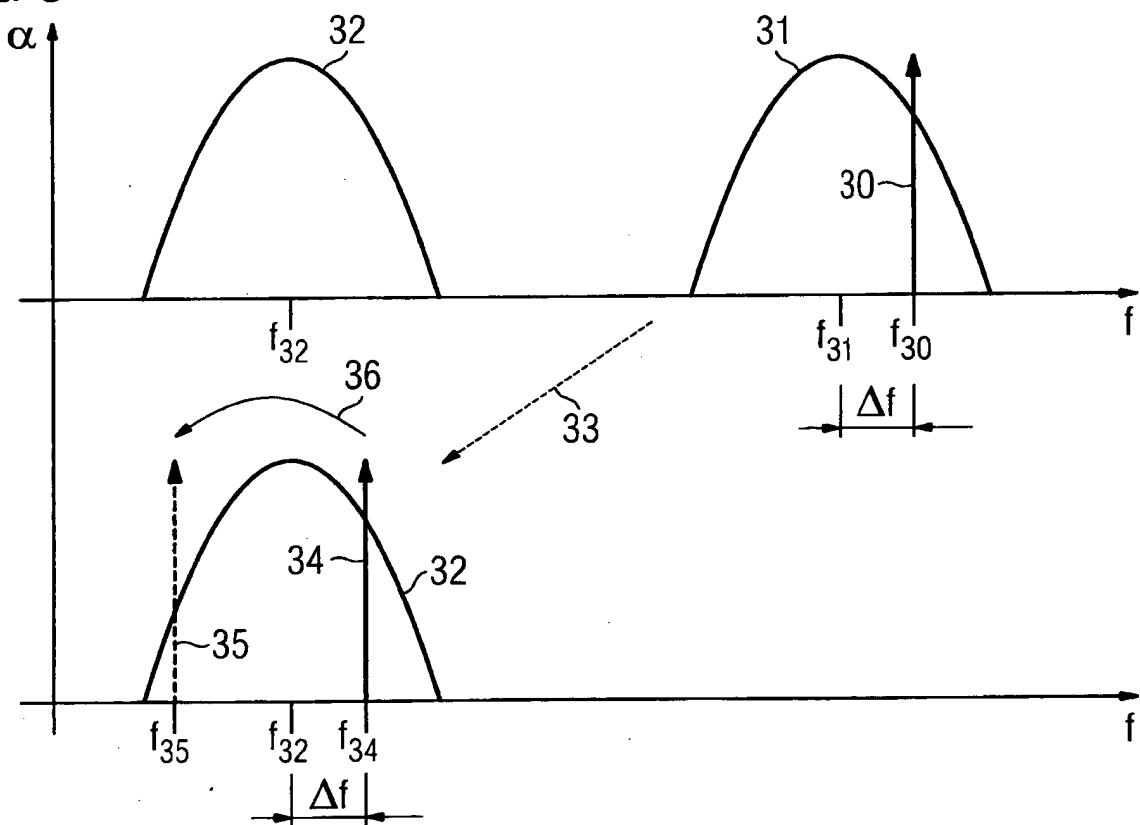


**FIG 2**  
(Stand der Technik)



**FIG 3**  
(Stand der Technik)



**FIG 4****FIG 5**

**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**

- US 6577739 B1 [0009]
- WO 2009143898 A1 [0010]