



(11)

EP 3 240 307 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.04.2020 Patentblatt 2020/14

(51) Int Cl.:
G10L 19/06 ^(2013.01) **G10L 25/12** ^(2013.01)
G10L 19/02 ^(2013.01) **H04R 25/00** ^(2006.01)
G10L 19/032 ^(2013.01)

(21) Anmeldenummer: **17155426.4**

(22) Anmeldetag: **09.02.2017**

(54) VERFAHREN ZUM ÜBERTRAGEN EINES AUDIOSIGNALS

METHOD FOR TRANSMITTING AN AUDIO SIGNAL

PROCÉDÉ DE TRANSFERT D'UN SIGNAL AUDIO

(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: **25.04.2016 DE 102016206985**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.11.2017 Patentblatt 2017/44

(73) Patentinhaber: **Sivantos Pte. Ltd. Singapore 539775 (SG)**

(72) Erfinder: **ROSENKRANZ, Tobias Daniel 91088 Bubenreuth (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
US-A1- 2004 044 527 US-A1- 2010 014 679
US-A1- 2011 046 966

EP 3 240 307 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen eines Audiosignals von einem Sender zu einem Empfänger. Die Erfindung betrifft ferner ein Hörgerät sowie ein Hörgerätesystem mit zwei derartigen Hörgeräten. Das Hörgerät ist bevorzugt ein Hörhilfegerät.

[0002] Personen, die unter einer Verminderung des Hörvermögens leiden, verwenden üblicherweise ein Hörhilfegerät. Hierbei wird meist mittels eines elektromechanischen Schallwandlers ein Umgebungsschall erfasst. Die erfassten elektrischen Signale werden mittels einer Verstärkerschaltung bearbeitet und mittels eines weiteren elektromechanischen Wandlers in den Gehörgang der Person eingeleitet. Es sind unterschiedliche Arten von Hörhilfegeräten bekannt. Die sogenannten "Hinter-dem-Ohr-Geräte" werden zwischen Schädel und Ohrmuschel getragen. Die Einleitung des verstärkten Schallsignals in den Gehörgang erfolgt hierbei mittels eines Schallschlauchs. Eine weitere gebräuchliche Ausgestaltung eines Hörhilfegeräts ist ein "im-Ohr-Gerät", bei dem das Hörhilfegerät selbst in den Gehörgang eingeführt wird. Mittels dieses Hörhilfegeräts wird folglich der Gehörgang zumindest teilweise verschlossen, sodass außer den mittels des Hörhilfegeräts erzeugten Schallsignalen kein weiterer Schall - oder lediglich in stark vermindertem Maß Schall - in den Gehörgang eindringen kann.

[0003] Sofern die Person unter einer Beeinträchtigung des Hörvermögens beider Ohren leidet, wird ein Hörgerätesystem mit zwei derartigen Hörhilfegeräten herangezogen. Hierbei ist jedem der Ohren jeweils eines der Hörhilfegeräte zugeordnet. Um der Person ein räumliches Hören zu ermöglichen, ist es erforderlich, dass die mit einem der Hörhilfegeräte erfassten Audiosignale dem jeweils anderen Hörhilfegerät zur Verfügung gestellt werden. Hierbei ist einerseits ein Übertragen mit lediglich einem vergleichsweise geringen Zeitversatz gefordert. Andererseits wirkt der Kopf der Person als Dämpfung, weswegen die Übertragungsrate zwischen den Hörhilfegeräten begrenzt ist. Zudem ist wegen der begrenzten Energiespeicher der Hörhilfegeräte und der ansonsten zu starken Belastung der Person eine Sendeleistung begrenzt.

[0004] Aus US 2011/046966 A1 ist ein Verfahren zur Codierung eines in der Zeit-Domäne vorliegenden Audiosignals bekannt.

[0005] In US 2010/014679 A1 ist ein Verfahren zum mehrkanaligen Codieren offenbart. Eine redundante Information wird dabei entfernt.

[0006] US 2004/044527 A1 zeigt einen Audiocodierer, bei dem eine Quantisierung herangezogen wird.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein besonders geeignetes Verfahren zum Übertragen eines Audiosignals von einem Sender zu einem Empfänger sowie ein besonders geeignetes Hörgerät als auch ein besonders geeignetes Hörgerätesystem mit zwei Hörgeräten anzugeben, wobei insbesondere eine Audioqualität

verbessert ist, und wobei vorzugsweise eine Übertragungsrate verringert ist.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 1 sowie hinsichtlich des Hörgeräts durch die Merkmale des Anspruchs 12 und hinsichtlich des Hörgerätesystems durch die Merkmale des Anspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

[0009] Das Verfahren dient dem Übertragen eines Audiosignals von einem Sender zu einem Empfänger, wobei der Sender oder der Empfänger vorzugsweise ein Bestandteil eines Hörgeräts ist. Das jeweils verbleibende Element, also der Sender bzw. der Empfänger, ist geeigneterweise ein Bestandteil eines weiteren Bauteils eines das Hörgerät aufweisenden Hörgerätesystems.

[0010] Beispielsweise ist das Hörgerät ein Kopfhörer oder umfasst einen Kopfhörer. Besonders bevorzugt ist das Hörgerät jedoch ein Hörhilfegerät. Das Hörhilfegerät dient der Unterstützung einer unter einer Verminderung des Hörvermögens leidenden Person. Mit anderen Worten ist das Hörhilfegerät ein medizinisches Gerät, mittels dessen beispielsweise ein partieller Hörverlust ausgeglichen wird. Das Hörhilfegerät ist beispielsweise ein "receiver-in-the-canal" - Hörhilfegerät (RIC; Ex-Hörer- Hörhilfegerät), ein Im-Ohr-Hörhilfegerät, wie ein "in-the-ear"-Hörhilfegerät, ein "in-the-canal"- Hörhilfegerät (ITC) oder ein "complete-in-canal"- Hörhilfegerät (CIC), eine Hörbrille, ein Taschenhörhilfegerät, ein Knochenleitungs-Hörhilfegerät oder ein Implantat. Besonders bevorzugt ist das Hörhilfegerät ein Hinter-dem-Ohr-Hörhilfegerät ("Behind-the-Ear" - Hörhilfegerät), das hinter einer Ohrmuschel getragen wird.

[0011] Das Verfahren sieht vor, dass senderseitig ein zu dem Audiosignal korrespondierendes Eingangssignal zeitlich in Zeitfenster unterteilt wird, wobei die Länge der Zeitfenster vorzugsweise gleich ist. Die Länge der Zeitfenster ist beispielsweise zwischen 0,5ms und 2ms und insbesondere gleich 1ms. Das Eingangssignal ist vorzugsweise das Audiosignal oder in Teil hiervon. Beispielsweise wird das Audiosignal in unterschiedliche Eingangssignale zerlegt, wobei jedes Eingangssignal jeweils in unterschiedliche Zeitfenster unterteilt wird. Die Zeitfenster, beispielsweise deren Länge, unterscheiden sich insbesondere bei unterschiedlichen Eingangssignalen. Für ein bestimmtes Zeitfenster wird das Eingangssignal senderseitig in eine Anzahl von Kanälen aufgeteilt. Die Kanäle sind hierbei Frequenzkanäle, im Weiteren als Kanäle bezeichnet. Senderseitig wird jedem Frequenzkanal ein aktueller Kanalwert zugeordnet. Der aktuelle Kanalwert ist beispielsweise eine Amplitude und/oder ein Phase oder ein Signalpegel. Der aktuelle Kanalwert ist insbesondere ein komplexer Wert und weist einen reellen und einen imaginären Teil auf.

[0012] Senderseitig wird anhand von vorhergehenden Kanalwerten eine Anzahl von Prognosewerten für die aktuellen Kanalwerte erstellt, wobei jedem der aktuellen Kanalwerte einer der Prognosewerte zugeordnet wird.

Beispielsweise erfolgt die Erstellung derart, dass ein Unterschied zwischen dem jeweiligen Prognosewert und dem zugeordneten aktuellen Kanalwert möglichst gering ist. Zumindest jedoch ist jedem der Prognosewerte eindeutig einer der aktuellen Kanalwerte zugeordnet. Mit anderen Worten werden genauso viele Prognosewerte erstellt, wie aktuelle Kanalwerte vorhanden sind. Die vorhergehenden Kanalwerte wurden einem zeitlich vorhergehenden Zeitfenster, beispielsweise dem zeitlich direkt vorhergehenden Zeitfenster zugeordnet. Mit anderen Worten wurde ein zeitlich vorhergehendes Zeitfenster bereits in die Anzahl der Kanäle aufgeteilt und jedem dieser Kanäle eben ein vorhergehender Kanalwert zugeordnet. Sofern das Verfahren beispielsweise das erste Mal ausgeführt wird, wird zur Initialisierung beispielsweise der Wert null (0) für sämtliche vorhergehende Kanalwerte herangezogen. Sobald das erste Mal ein zweites Zeitfenster vorhanden ist, sind beispielsweise dem zeitlich ersten Zeitfenster die vorhergehenden Kanalwerte und dem nachfolgenden Zeitfenster die aktuellen Kanalwerte zugeordnet. Beispielsweise wird zur Erstellung der Prognosewerte eine Anzahl von zeitlich vorhergehenden Kanalwerten herangezogen, wobei beispielsweise für jeden der Prognosewerte eine Anzahl von vorhergehenden Kanalwerten herangezogen wird, die dem gleichen zeitlich vorhergehenden Zeitfenster zugeordnet sind. Alternativ oder in Kombination hierzu wird für jeden der Prognosewerte eine Anzahl von vorhergehenden Kanalwerten herangezogen, die unterschiedlichen zeitlich vorhergehenden Zeitfenstern zugeordnet sind.

[0013] Senderseitig wird ein Referenzwert bestimmt, wobei der Referenzwert eine bestimmte Eigenschaft aufweist, und beispielsweise von einem bestimmten, vorgegebenen Wert nicht oder lediglich in einem geringen Maße abweicht. Alternativ weicht der Referenzwert von dem bestimmten, vorgegebenen Wert am geringsten ab. Ferner wird senderseitig einem Prognosewerte ein Verstärkungsfaktor zugeordnet, der anhand des Referenzwerts ermittelt wird. Der diesem Prognosewert zugeordnete aktuelle Kanalwert wird mittels des Verstärkungsfaktors zu einem angepassten Kanalwert abgeändert. Zusammenfassend wird folglich einem der Prognosewerte ein Verstärkungsfaktor zugeordnet, und der Verstärkungsfaktor wird verwendet, um den aktuellen Kanalwert, der dem gleichen Prognosewert zugeordnet ist, zu dem angepassten Kanalwert abzuändern. Beispielsweise wird der aktuelle Kanalwert mit dem Verstärkungsfaktor multipliziert oder aber der Verstärkungsfaktor wird zur Erstellung des angepassten Kanalwerts zu dem zugeordneten aktuellen Kanalwert addiert. Sofern der aktuelle Kanalwert beispielsweise ein komplexer Wert ist, wird der Verstärkungsfaktor vorzugsweise sowohl auf den reellen als auch auf den imaginären Anteil angewandt, also beide Teile mittels des gleichen Verstärkungsfaktors abgeändert. Zusammenfassend wird der aktuelle Kanalwert als Argument einer Funktion verwendet, die zumindest als einen Parameter den Verstärkungsfaktor aufweist. Das Ergebnis der Funktion ist der angepasste Ka-

nalwert.

[0014] Senderseitig wird der angepasste Kanalwert einem angepassten Datensatz zugeordnet. Folglich weist der angepasste Datensatz den angepassten Kanalwert. Beispielsweise weist der angepasste Datensatz weitere Werte auf, wobei der angepasste Datensatz vorzugsweise genauso viele Werte aufweist, wie aktuelle Kanalwerte vorhanden sind. Ein zu dem angepassten Datensatz korrespondierender Übertragungswert wird von dem Sender zu dem Empfänger übertragen, wobei der Übertragungswert zweckmäßigerweise zunächst senderseitig anhand des angepassten Datensatzes erstellt wird. Der Übertragungswert weist vorzugsweise eine geringere Dimensionalität, oder höchstens die gleiche Dimensionalität, wie der angepasste Datensatz auf, und ist beispielsweise ein eindimensionaler Wert.

[0015] Empfängerseitig wird anhand des Übertragungswerts ein rekonstruierter angepasster Datensatz erstellt, der zu dem senderseitig vorhandenen angepassten Datensatz korrespondiert. Hierfür wird insbesondere die Umkehrfunktion zur Erstellung des Übertragungswerts anhand des angepassten Datensatzes ausgeführt. Der auf diese Weise erstellte rekonstruierte angepasste Datensatz entspricht somit im Wesentlichen dem senderseitig vorhandenen angepassten Datensatz, wobei Unterschiede vorzugsweise lediglich aufgrund der Erstellung des Übertragungswerts vorhanden sind. Insbesondere würde, sofern die Funktion zur Erstellung des Übertragungswerts auf den rekonstruierten angepassten Datensatz angewandt würde, erneut der Übertragungswert erhalten werden. Der rekonstruierte Datensatz weist somit einen rekonstruierten angepassten Kanalwert auf, der zu dem angepassten Kanalwert korrespondiert, und insbesondere gleich dem angepassten Kanalwert ist.

[0016] Ferner wird empfängerseitig anhand von rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerten eine Anzahl von empfängerseitigen Prognosewerten erstellt, wobei die rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerte insbesondere zu den senderseitig vorhandenen vorhergehenden Kanalwerten korrespondieren und geeigneterweise diesen entsprechen. Beispielsweise werden die empfängerseitigen Prognosewerte anhand der gleichen Berechnungsvorschrift erstellt wie die Prognosewerte, die senderseitig vorhanden sind. Die rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerte sind zweckmäßigerweise bei einer vorhergehenden Ausführung des Verfahrens rekonstruiert worden und sind insbesondere einem zeitlich vorhergehenden Fenster zugeordnet, vorzugsweise dem gleichen zeitlich vorhergehenden Zeitfenster, dem die senderseitig vorhergehenden Kanalwerte zugeordnet sind. Beispielsweise wird beim erstmaligen Ausführen des Verfahrens den rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerten null (0) zugeordnet.

[0017] Insbesondere entspricht die Anzahl der empfängerseitigen Prognosewerte der Anzahl der Prognosewerte, die senderseitig vorhanden sind. Dem rekonstruierten angepassten Kanalwert wird einer der empfänger-

seitigen Prognosewerte zugeordnet. Insbesondere wird dem rekonstruierten angepassten Kanalwert derjenige empfängerseitige Prognosewert zugeordnet, der anhand der gleichen Daten erstellt wurde, wie der Prognosewert, der dem senderseitig vorhandenen angepassten Kanalwert zugeordnet ist. Ferner wird empfängerseitig ein empfängerseitiger Referenzwert bestimmt, wobei zur Bestimmung des empfängerseitigen Referenzwerts die gleiche Vorgehensweise wie zur Bestimmung des auf Seiten des Senders vorhandenen Referenzwerts gewählt wird.

[0018] Ferner wird empfängerseitig dem rekonstruierten angepassten Kanalwert ein empfängerseitiger Verstärkungsfaktor zugeordnet. Hierfür wird zunächst dem empfängerseitigen Prognosewert, der dem rekonstruierten angepassten Kanalwert zugeordnet ist, der empfängerseitige Verstärkungsfaktor zugeordnet, und über diesen wird dem angepassten Kanalwert eben der empfängerseitige Verstärkungsfaktor zugeordnet. Zudem wird empfängerseitig der rekonstruierte angepasste Kanalwert mittels des empfängerseitigen Verstärkungsfaktors zu einem rekonstruierten Kanalwert abgeändert. Hierbei wird insbesondere eine Umkehrfunktion zu der Funktion durchgeführt, mittels derer der senderseitig vorhanden aktuelle Kanalwert zu dem angepassten Kanalwert abgeändert wird. Mit anderen Worten wird der angepasste Kanalwert durch den empfängerseitigen Verstärkungsfaktor geteilt oder der empfängerseitige Verstärkungsfaktor von dem rekonstruierten angepassten Kanalwert abgezogen. Mit anderen Worten wird die Umkehroperation herangezogen. Alternativ hierzu wird die gleiche Berechnungsvorschrift verwendet, jedoch der empfängerseitige Verstärkungsfaktor ist das inverse Element. Zusammenfassend korrespondiert der rekonstruierte Kanalwert zu dem aktuellen Kanalwert, dem senderseitig der Verstärkungsfaktor zugeordnet ist, und insbesondere entsprechen sich die beiden Kanalwerte, wobei etwaige Unterschiede vorzugsweise lediglich aufgrund der Erstellung des Übertragungswerts vorhanden sind.

[0019] Empfängerseitig wird der rekonstruierte Kanalwert zu einem rekonstruierten Ausgangssignal hinzugefügt/zusammengefasst. Insbesondere werden noch weitere Werte des rekonstruierten angepassten Datensatzes oder anhand des rekonstruierten angepassten Datensatzes erstellte Werte zu dem rekonstruierten Ausgangssignal zusammengefasst/hinzugefügt. Insbesondere entspricht das rekonstruierte Ausgangssignal dem auf die Kanäle aufgeteilten Eingangssignal/der Gesamtheit der aktuellen Kanalwerte. Beispielsweise wird empfängerseitig das rekonstruierte Ausgangssignal weiter bearbeitet und die einzelnen Kanäle zusammengefasst und beispielsweise in den Zeitbereich transferiert, sofern die Kanäle einzelnen Frequenzen entsprechen. Beispielsweise werden die Kanalwerte des rekonstruierten Ausgangssignals bei erneutem Ausführen des Verfahrens als rekonstruierte vorhergehende Kanalwerte herangezogen und anhand dieser zumindest die empfängerseitigen Prognosewerte erstellt. Insbesondere wird

das Verfahren nach Ablauf des bestimmten Zeitfensters erneut ausgeführt.

[0020] Aufgrund der Anpassung des aktuellen Kanalwerts mittels des Verstärkungsfaktors kann ein Rauschen, welches aufgrund der Erstellung des Übertragungswerts eingeführt wird, geeignet auf die aktuellen Kanalwerte bzw. rekonstruierten Kanalwerte aufgeteilt werden, sodass eine Audioqualität erhöht ist. Aufgrund der Verwendung des Übertragungswerts ist eine zu übertragende Datenmenge verringert. Da die Verstärkungsfaktoren sowohl auf Empfänger- als auch auf Senderseite ermittelt werden, ist ein Übertragen dieses Werts nicht erforderlich, was eine erforderliche Übertragungsrate bei der Übertragung verringert.

[0021] Beispielsweise wird der Referenzwert einem bestimmten aktuellen Kanalwert und/oder einem der Prognosewerte zugeordnet, wobei insbesondere keine Anpassung dieses aktuellen Kanalwerts mittels eines Verstärkungsfaktors erfolgt, sofern dieser aktuelle Kanalwert dem angepassten Datensatz zugeordnet wird.

[0022] Zweckmäßigerweise wird der empfängerseitige Referenzwert einem der empfängerseitigen Prognosewerte zugeordnet. Beispielsweise wird als Referenzwert ein fester Wert (z.B. 0dB), das Minimum der Prognosewerte oder der einem bestimmten Kanal zugeordnete Prognosewert herangezogen. Besonders bevorzugt jedoch wird als Referenzwert das Maximum der Prognosewerte herangezogen. Mit anderen Worten wird der größte der Prognosewerte bestimmt, sowohl auf Seiten des Senders, als auch insbesondere auf Seiten des Empfängers. Zweckmäßigerweise wird hierbei senderseitig der aktuelle Kanalwert, dem das Maximum der Prognosewerte zugeordnet ist, dem angepassten Datensatz ebenfalls zugeordnet, und empfängerseitig wird anhand des Übertragungswerts der rekonstruierte angepasste Datensatz mit dem rekonstruierten angepassten Kanalwert, der zu dem angepassten Kanalwert korrespondiert, und mit einem rekonstruierten unangepassten Kanalwert, der zu dem dem Maximum der Prognosewerte zugeordneten aktuellen Kanalwert korrespondiert, erstellt. Empfängerseitig werden der rekonstruierte Kanalwert und der rekonstruierte unangepasste Kanalwert zu dem rekonstruierten Ausgangssignal zusammengefasst. Aufgrund der Verwendung des Maximums wird der aktuelle Kanalwert, der dem größten der Prognosewerte zugeordnet ist, und der höchstwahrscheinlich ebenfalls der größte der aktuellen Kanalwerte ist, nicht verändert, wohingegen zumindest einer der übrigen aktuellen Kanalwerte verändert wird. Insbesondere wird hierbei der Verstärkungsfaktor derart gewählt, dass die Abweichung zwischen dem zugeordneten Prognosewert und dem Referenzwert größer als eine Abweichung zwischen dem Referenzwert und dem mittels des Verstärkungsfaktors abgeänderten Prognosewerts wäre. Folglich wird auch höchstwahrscheinlich eine Abweichung zwischen dem angepassten Kanalwert und dem dem Referenzwert zugeordneten aktuellen Kanalwert verringert, weswegen ein etwaiges bei der Erstellung des Übertragungswerts

eingebrautes Rauschen lediglich in verringertem Maße im rekonstruierten Kanalwert vorhanden ist. Geeigneterweise wird der empfängerseitig vorhandene rekonstruierte unangepasste Kanalwert nicht verändert.

[0023] Vorzugsweise ist der Verstärkungsfaktor derart gewählt, dass eine Abweichung zwischen dem diesen zugeordneten Prognosewert und dem Referenzwert größer als eine Abweichung zwischen dem Referenzwert und dem mittels des Verstärkungsfaktors abgeänderten Prognosewerts wäre. Mit anderen Worten würde bei einer Anwendung des Verstärkungsfaktors auf den Prognosewerts, dem der Verstärkungsfaktor zugeordnet ist, die Abweichung zwischen dem Referenzwert und dem eben abgeänderten Prognosewert verringert werden. Sofern folglich eine Abweichung zwischen den Prognosewerten und den aktuellen Kanalwerten vergleichsweise gering ist, ist daher auch eine Abweichung zwischen dem angepassten Kanalwert und dem aktuellen Kanalwert, dem das Maximum der Prognosewerte zugeordnet ist, verringert. Sofern aufgrund der Erstellung des Übertragungswerts ein Rauschen eingebracht wird, welches in Abhängigkeit des aktuellen Kanalwerts ist, dem der Referenzwert zugeordnet ist, ist somit aufgrund der Verwendung des Verstärkungsfaktors sowie des empfängerseitigen Verstärkungsfaktors das Rauschen, welches der rekonstruierte Kanalwert aufweist, verringert.

[0024] Zweckmäßigerweise ist der rekonstruierte unangepasste Kanalwert dem gleichen Kanal zugeordnet, wie der aktuelle Kanalwert, dem der Referenzwert zugeordnet ist. Beispielsweise ist der rekonstruierte Kanalwert dem gleichen Kanal zugeordnet, der senderseitig dem aktuellen Kanalwert zugeordnet ist, dem der Verstärkungsfaktor zugeordnet ist. Vorzugsweise wird als Prognosewert der dem gleichen Kanal zugeordnete vorhergehende Kanalwert herangezogen. Mit anderen Worten wird als Prognosewert für jeden der aktuellen Kanalwerte der jeweilige vorhergehende Kanalwert herangezogen. Auf diese Weise ist ein Aufwand zur Erstellung der Prognosewerte verringert. Sofern das Eingangssignal somit vergleichsweise geringe Schwankungen aufweist, ist eine Abweichung zwischen dem Prognosewert und dem jeweiligen zugeordneten aktuellen Kanalwert vergleichsweise gering. Insbesondere werden als empfängerseitige Prognosewerte ebenfalls die rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerte herangezogen, wobei hierbei ebenfalls die Zuordnung zu den jeweiligen Kanälen berücksichtigt wird.

[0025] In einer Alternative hierzu wird zur Erstellung der Prognosewerte bzw. der empfängerseitigen Prognosewerte eine lineare Vorhersage herangezogen, wobei beispielsweise eine Anzahl von zeitlich vorhergehenden Kanalwerten verwendet wird. Mit anderen Worten ist jeder der Prognosewerte mittels einer Linearkombination erstellt, wobei beispielsweise eine Anzahl von zeitlich vorhergehenden Kanalwerten herangezogen wird.

[0026] Geeigneterweise wird anhand des empfängerseitigen Referenzwerts bestimmt, welcher der Werte des angepassten Datensatzes der rekonstruierte unange-

passte Kanalwert ist. Hierbei werden zunächst die empfängerseitigen Prognosewerte erstellt und jedem der Werte des rekonstruierten angepassten Datensatzes einer der empfängerseitigen Prognosewerte zugeordnet. Der Wert des rekonstruierten angepassten Datensatzes, dem der empfängerseitige Referenzwert zugeordnet ist, wird als rekonstruierter unangepasster Kanalwert herangezogen. Alternativ ist jedem Wert des rekonstruierten angepassten Datensatzes ein Index oder dergleichen zugeordnet, aufgrund dessen eine Zuordnung zu den jeweiligen Kanälen erfolgt.

[0027] Besonders bevorzugt wird der Verstärkungsfaktor anhand des Prognosewerts erstellt, dem der Verstärkungsfaktor zugeordnet wird. Geeigneterweise wird der empfängerseitige Verstärkungsfaktor anhand des empfängerseitigen Prognosewerts erstellt, dem der rekonstruierte angepasste Kanalwert zugeordnet ist. Auf diese Weise ist es nicht erforderlich, die Verstärkungsfaktoren oder hierzu korrespondierende Werte zwischen dem Empfänger und dem Sender zu übertragen, was eine zu übertragende Datenmenge weiter verringert. Insbesondere wird die gleiche Rechenvorschrift zur Erstellung des Verstärkungsfaktors bzw. des empfängerseitigen Verstärkungsfaktors verwendet.

[0028] Geeigneterweise wird der Verstärkungsfaktor anhand der Differenz zwischen dem Referenzwert und dem Prognosewert erstellt. Mit anderen Worten wird zunächst die Differenz zwischen dem Referenzwert und dem Prognosewert erstellt, dem der Verstärkungsfaktor zugeordnet werden soll. Anhand dieser Differenz wird der Verstärkungsfaktor ermittelt. Insbesondere ist der Verstärkungsfaktor die Differenz, die beispielsweise mittels eines Faktors multipliziert ist, wobei der Faktor zweckmäßigerweise konstant gewählt ist. Insbesondere wird empfängerseitig ebenfalls die Differenz zwischen dem empfängerseitigen Prognosewert, dem der rekonstruierte angepasste Kanalwert zugeordnet werden soll, und dem empfängerseitigen Referenzwert bestimmt, und der empfängerseitige Verstärkungsfaktor wird anhand dieser Differenz ermittelt. Insbesondere ist der empfängerseitige Verstärkungsfaktor die Differenz, die beispielsweise mit einem Faktor multipliziert ist. Auf diese Weise ist die Ermittlung des Verstärkungsfaktors vergleichsweise einfach. Zudem ist auf diese Weise eine Anpassung des angepassten Kanalwerts derart, dass eine Abweichung zu dem dem Referenzwert zugeordneten aktuellen Kanalwert verringert ist. Hierbei werden auch aktuelle Änderungen des Eingangssignals berücksichtigt, was beispielsweise bei einer festen Vorgabe der Verstärkungsfaktoren nicht der Fall wäre.

[0029] Insbesondere wird jedem der übrigen Prognosewerte jeweils ein Verstärkungsfaktor zugeordnet, und vorzugsweise werden diese jeweils mittels des zugeordneten Verstärkungsfaktors angepasst und dem angepassten Datensatz zugeordnet. Empfängerseitig ist somit eine Anzahl an rekonstruierten angepassten Kanalwerten vorhanden, wobei jedem dieser ein empfängerseitiger Verstärkungsfaktor zugeordnet wird, anhand

dessen jeweils rekonstruierten Kanalwerte erstellt werden, die zu dem rekonstruierten Ausgangssignal zusammengefasst werden. Mit anderen Worten werden sämtliche aktuellen Kanalwerte mit Ausnahme desjenigen aktuellen Kanalwerts, dem der Referenzwert zugeordnet ist, mittels des jeweiligen Verstärkungsfaktors abgeändert, und die auf diese Weise angepassten Kanalwerte werden mittels des Übertragungswerts übertragen. Auf Seiten des Empfängers wird anhand der rekonstruierten angepassten Kanalwerte sowie der empfängerseitig vorhandenen Verstärkungsfaktoren das rekonstruierte Ausgangssignal erstellt, welches somit insbesondere dem Eingangssignal entspricht. Der angepasste Datensatz weist hierbei lediglich einen einzigen aktuellen Kanalwert auf, nämlich denjenigen, dem der Referenzwert zugeordnet ist. Insbesondere wird empfängerseitig der empfängerseitige Referenzwert bestimmt, sodass vergleichsweise einfach bestimmbar ist, welcher der Werte des rekonstruierten angepassten Datensatzes nicht mit einem Verstärkungsfaktor verändert werden soll.

[0030] Bevorzugt werden den empfängerseitigen Prognosewerte sowie die Prognosewerte, die auf Seiten des Senders vorhanden sind, sowie der Verstärkungsfaktor als auch der empfängerseitige Verstärkungsfaktor im Wesentlichen gleichzeitig erstellt. Auf diese Weise ist eine Zeitdauer, die zum Übertragen des Audiosignals verwendet wird, verringert. Insbesondere ist eine Zeitdauer zwischen Erfassung des Eingangssignals und Erstellung des rekonstruierten Ausgangssignals auf diese Weise verkürzt.

[0031] Vorzugsweise unterscheiden sich die einzelnen Verstärkungsfaktoren und die einzelnen empfängerseitigen Verstärkungsfaktoren. Zweckmäßigerweise werden diese jeweils anhand des jeweiligen Prognosewerts sowie des Referenzwerts bzw. des empfängerseitigen Prognosewerts sowie des empfängerseitigen Referenzwerts bestimmt, zweckmäßigerweise anhand deren Differenz. Geeigneterweise ist der Verstärkungsfaktor

$$G_i = w\Delta L_i$$

[0032] Hierbei ist w ein konstanter Faktor und ΔL_i bezeichnet die Differenz zwischen dem Referenzwert und dem i -ten Prognosewert bzw. dem empfängerseitigen Referenzwert und dem i -ten empfängerseitigen Prognosewert, wobei i den jeweiligen Kanal kennzeichnet, dem der jeweilige Prognosewert bzw. empfängerseitige Prognosewert zugeordnet ist. Auf diese Weise werden im Wesentlichen sämtliche aktuelle Kanalwerte auf ein beinahe gleiches Level mit dem aktuellen Kanalwert angepasst, welchem der Referenzwert zugeordnet ist. Somit weisen sämtliche Werte des angepassten Datensatzes im Wesentlichen die gleiche Größe auf, weswegen ein etwaiges Rauschen im Wesentlichen gleichmäßig auf sämtliche rekonstruierten angepassten Kanalwerte und den rekonstruierten unangepassten Kanalwert aufgeteilt

wird. Nach Anwendung der empfängerseitigen Verstärkungsfaktoren ist somit das Rauschen bei den rekonstruierten Kanalwerten geringer als bei dem rekonstruierten unangepassten Kanalwert. Insbesondere, sofern als Referenzwert das Maximum herangezogen wird, ist daher bei vergleichsweise kleinen aktuellen Kanalwerten ein Rauschen verringert, was eine Audioqualität verbessert.

[0033] Beispielsweise wird das Eingangssignal mittels einer Fouriertransformation in die Frequenzkanäle aufgeteilt. Besonders bevorzugt jedoch werden Bandpassfilter herangezogen, die vorzugsweise in einer Filterbank zusammengefasst sind. Alternativ oder in Kombination hierzu wird als Eingangssignal eine Differenz zwischen einem prognostiziertem Audiosignal und dem tatsächlichen Audiosignal herangezogen, wobei hierfür beispielsweise das Audiosignal zunächst in die Kanäle oder hier von abweichende Kanäle aufgeteilt wird, und das prognostizierte Audiosignal mittels einer linearen Vorhersage erstellt wird.

[0034] Zusammenfassend wird das prognostizierte Audiosignal anhand der Formel

$$\hat{x}(n) = \sum_{i=1}^N a_i y(n-i)$$

oder

$$\hat{x}(n) = \sum_{i=1}^N A y(n-i)$$

ermittelt. $\hat{x}(n)$ bezeichnet hierbei die die Kanäle des prognostizierten Audiosignals. a_i bezeichnet einen Koeffizienten, A eine Koeffizientenmatrix und y die Gesamtheit der Werte, die zur Erstellung herangezogen werden, insbesondere die zeitlich vorhergehenden Wert des in die Kanäle aufgeteilten Audiosignals. Der Erstellungszeitpunkt ist hierbei $n-i$, und die verwendete Anzahl ist N . Eine Art von linearer Vorhersage ist beispielsweise in "Benesty, J., Chen, J., & Huang, Y. (Arden). (2008). Linear Prediction. In J. Benesty, M. M. Sondhi, & Y. (Arden) Huang (Eds.), Springer Handbook of Speech Processing (pp. 111-125) Springer Verlag" offenbart, insbesondere in Kapitel 7.2 (Seite 112-113), insbesondere Formel 7.6, sowie insbesondere in Kapitel 7.9 (Seite 120-124), insbesondere Formel 7.108. Als Eingangssignal wird Beispielsweise die Gesamtheit der Differenz zwischen dem jeweiligen $\hat{x}(n)$ und dem korrespondierenden $y(n)$ herangezogen.

[0035] Beispielsweise wird der Übertragungswert mittels Quantisierung des angepassten Datensatzes erstellt. Hierbei wird dem angepassten Datensatz der Übertragungswert zugeordnet, der zweckmäßigerweise lediglich eine diskrete Anzahl an unterschiedlichen Werten

annehmen kann. Mit anderen Worten ist der Übertragungswert ein diskreter Wert.

[0036] Bevorzugt werden senderseitig anhand des Übertragungswerts sowie anhand des Verstärkungsfaktors ein senderseitiger rekonstruierter Kanalwert und ein senderseitiger rekonstruierter unangepasster Kanalwert erstellt. Der senderseitiger rekonstruierter Kanalwert entspricht dem rekonstruierten Kanalwert, der auf Seiten des Empfängers vorhanden ist, und der senderseitige rekonstruierte unangepasste Kanalwert entspricht dem rekonstruierten unangepassten Kanalwert, der auf Seiten des Empfängers vorhanden ist. Der senderseitige rekonstruierte Kanalwert und der senderseitige rekonstruierte unangepasste Kanalwert sind auf Seiten des Senders vorhanden.

[0037] Mit anderen Worten wird senderseitig ebenfalls anhand des Übertragungswerts und des Verstärkungsfaktors das rekonstruierte Ausgangssignal erstellt, wobei dieses aufgrund der Quantisierung und dem hierdurch bedingten eingeführten Rauschen geringfügig von dem Eingangssignal abweichen kann. Bei einer zeitlich nachfolgenden Übertragung werden der senderseitige rekonstruierte Kanalwert und der senderseitige rekonstruierte unangepasste Kanalwert als die zeitlich vorhergehender Kanalwerte oder zumindest als ein Teil hiervon herangezogen. Auf diese Weise werden aufgrund der Quantisierung bedingte Abweichungen zwischen dem Ausgangssignal und dem Eingangssignal bei der Erstellung der Prognosewerte berücksichtigt, weswegen auch bei einem wiederholten Ausführen des Verfahrens eine maximale Abweichung zwischen dem Eingangssignal und dem rekonstruierten Ausgangssignal gering bleibt, und somit eine hohe Qualität beim Übertragen des Audiosignals vorhanden ist.

[0038] Geeigneterweise wird eine skalare Quantisierung herangezogen. Besonders bevorzugt ist die Quantisierung eine Vektorquantisierung. Geeigneterweise wird eine sog. gain-shape Vektorquantisierung herangezogen. Das quantisierte Signal wird hierbei aufgeteilt in die Signalform/Vektorform (shape) und einen Skalierungsfaktor (gain). Eine besonders geeignete Form der gain-shape Vektorquantisierung stellt die logarithmische Vektorquantisierung dar, insbesondere die (sphärisch-) logarithmische Vektorquantisierung. Hierbei sind mögliche Signalformen/Vektorformen Punkte auf einer (potentiell) hochdimensionalen Einheitskugel (d.h. mit Radius 1). Der Skalierungsfaktor wird hierbei logarithmisch quantisiert, beispielsweise mit dem bekannten A-law. Als Signalformen/Vektorformen kommen auch andere Formen in Betracht, wie beispielsweise (hochdimensionale) Pyramiden oder Würfel. Eine sphärisch-logarithmische Vektorquantisierung ist beispielsweise aus "B. Matschkal and J. B. Huber, "Spherical logarithmic quantization", IEEE Trans. Audio, Speech, and Language Processing, vol. 18, pp. 126-140, Jan. 2010" bekannt, insbesondere aus Kapitel III, wobei ein Beispiel in Kapitel IV offenbart ist, insbesondere in Fig. 8 und 9.

[0039] Das Hörgerät weist eine Kommunikationsein-

richtung zum Senden und/oder Empfangen eines Audiosignals auf. Hierfür umfasst die Kommunikationseinrichtung einen Sender bzw. einen Empfänger. Die Kommunikationseinrichtung ist geeignet sowie vorgesehen und eingerichtet, ein Verfahren zum Übertragen eines Audiosignals von dem Sender bzw. zu dem Empfänger durchzuführen. Das Verfahren sieht hierbei vor, dass senderseitig ein zu dem Audiosignal korrespondierendes Eingangssignal für ein bestimmtes Zeitfenster in eine Anzahl von Kanälen aufgeteilt wird, und dass senderseitig jedem Kanal ein aktueller Kanalwert zugeordnet wird. Ferner wird senderseitig anhand von vorhergehenden Kanalwerten, die einem zeitlich vorhergehenden Zeitfenster zugeordnet sind, eine Anzahl von Prognosewerten erstellt, wobei jedem aktuellen Kanalwert einer der Prognosewerte zugeordnet wird, und senderseitig wird ein Referenzwert bestimmt. Senderseitig wird einem der Prognosewerte ein anhand des Referenzwerts ermittelter Verstärkungsfaktor zugeordnet, und der diesem Prognosewert zugeordnet aktuelle Kanalwert wird mittels des Verstärkungsfaktors zu einem angepassten Kanalwert abgeändert. In einem weiteren Arbeitsschritt wird senderseitig der angepasste Kanalwert einem angepassten Datensatz zugeordnet. Ein zu dem angepassten Datensatz korrespondierender Übertragungswert wird von dem Sender zu dem Empfänger übertragen.

[0040] Empfängerseitig wird anhand des Übertragungswerts ein rekonstruierter angepasster Datensatz mit einem rekonstruierten angepassten Kanalwert, der zu dem angepassten Kanalwert korrespondiert erstellt. Anhand von rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerten, die insbesondere dem zeitlich vorhergehenden Zeitfenster zugeordnet sind, wird empfängerseitig eine Anzahl von empfängerseitigen Prognosewerten erstellt, wobei dem rekonstruierten angepassten Kanalwert einer der empfängerseitigen Prognosewerten zugeordnet wird. Ferner wird insbesondere empfängerseitig ein empfängerseitiges Referenzwert, insbesondere der empfängerseitigen Prognosewerte, bestimmt, und empfängerseitig wird dem rekonstruierten angepassten Kanalwert anhand des zugeordneten empfängerseitigen Prognosewerts ein empfängerseitiger Verstärkungsfaktor zugeordnet, der vorzugsweise anhand des empfängerseitigen Referenzwerts ermittelt wird. Empfängerseitig wird der rekonstruierte angepasste Kanalwert mittels des empfängerseitigen Verstärkungsfaktors zu einem rekonstruierten Kanalwert abgeändert. In einem weiteren Arbeitsschritt wird empfängerseitig der rekonstruierte Kanalwert zu einem rekonstruierten Ausgangssignal zusammengefasst.

[0041] Sofern die Kommunikationseinrichtung lediglich den Sender umfasst, werden hierbei insbesondere lediglich die senderseitigen Arbeitsschritte sowie ein Arbeitsschritt zum Übertragen der Abweichungen durchgeführt. Falls die Kommunikationseinrichtung lediglich den Empfänger aufweist, werden insbesondere lediglich die empfängerseitigen Arbeitsschritte sowie ein Arbeitsschritt zum Empfangen der Abweichungen durchgeführt.

Zweckmäßigerweise erfolgt die Übertragung drahtlos, beispielsweise induktiv oder mittels Funk.

[0042] Das Hörgerät umfasst bevorzugt einen Sensor, mittels dessen bei Betrieb ein Audiosignal erfasst wird. Der Sensor ist bevorzugt ein elektromechanischer Schallwandler, wie ein Mikrofon. Beispielsweise ist das Eingangssignal das Audiosignal, oder das Eingangssignal wird anhand des Audiosignals erstellt. Beispielsweise ist das Eingangssignal ein Teil des Audiosignals, oder entspricht einem bestimmten Frequenzbereich des Audiosignals. Zur Erstellung des Eingangssignals aus dem Audiosignals umfasst das Hörgerät beispielsweise eine Signalverarbeitungseinheit und/oder Filter. Das Hörgerät umfasst bevorzugt eine Verstärkerschaltung, mittels derer das Audiosignal/ Ausgangssignal/ rekonstruierte Ausgangssignal verstärkt werden kann. Vorzugsweise umfasst das Hörgerät einen Aktor, mittels dessen ein Schallsignal erstellt wird, wie einen Lautsprecher, und der zur Ausgabe des Ausgangssignals bzw. des rekonstruierten Ausgangssignals geeignet, und beispielsweise vorgesehen und geeignet ist.

[0043] Beispielsweise ist das Hörgerät ein Kopfhörer oder umfasst einen Kopfhörer. Besonders bevorzugt ist das Hörgerät jedoch ein Hörhilfegerät. Das Hörhilfegerät dient der Unterstützung einer unter einer Verminderung des Hörvermögens leidenden Person. Mit anderen Worten ist das Hörhilfegerät ein medizinisches Gerät, mittels dessen beispielsweise ein partieller Hörverlust ausgeglichen wird. Das Hörhilfegerät ist beispielsweise ein "receiver-in-the-canal" - Hörhilfegerät (RIC; Ex-Hörer- Hörhilfegerät), ein Im-Ohr-Hörhilfegerät, wie ein "in-the-ear"-Hörhilfegerät, ein "in-the-canal"- Hörhilfegerät (ITC) oder ein "complete-in-canal"- Hörhilfegerät (CIC), eine Hörbrille, ein Taschenhörhilfegerät, ein Knochenleitungs-Hörhilfegerät oder ein Implantat. Besonders bevorzugt ist das Hörhilfegerät ein Hinter-dem-Ohr-Hörhilfegerät ("Behind-the-Ear" - Hörhilfegerät), das hinter einer Ohrmuschel getragen wird.

[0044] Das Hörgerät ist insbesondere vorgesehen und eingerichtet, am menschlichen Körper getragen zu werden. Mit anderen Worten umfasst das Hörgerät bevorzugt eine Haltevorrichtung, mittels dessen eine Befestigung am menschlichen Körper möglich ist. Sofern es sich bei dem Hörgerät um ein Hörhilfegerät handelt, ist das Hörgerät vorgesehen und eingerichtet, beispielsweise hinter dem Ohr oder innerhalb eines Gehörgangs angeordnet zu werden. Insbesondere ist das Hörgerät kabellos und dafür vorgesehen und eingerichtet, zumindest teilweise in einen Gehörgang eingeführt zu werden. Beispielsweise ist das Hörgerät ein Bestandteil eines Hörgerätesystems, das ein weiteres Hörgerät oder ein weiteres Gerät umfasst, wie ein Richtmikrofon oder ein sonstiges, ein Mikrofon aufweisendes Gerät. Hierbei umfasst das Gerät vorzugsweise den Sender und das Hörgerät den Empfänger, und die Übertragung des Audiosignals zwischen dem Sender und dem Empfänger erfolgt gemäß dem Verfahren.

[0045] Das Hörgerätesystem umfasst bevorzugt zwei

Hörgeräte, die jeweils eine Kommunikationseinrichtung aufweisen, die zum Senden und/oder Empfangen eines Audiosignals gemäß dem obigen Verfahren vorgesehen und eingerichtet sind. Hierbei ist das Hörgerätesystem geeignet sowie vorgesehen und eingerichtet, Audiosignale zwischen den beiden Hörgeräten mittels deren jeweiliger Kommunikationseinrichtungen zu übertragen, wobei obiges Verfahren durchgeführt wird. Insbesondere weist jede der Kommunikationseinrichtungen jeweils einen Sender und einen Empfänger auf, und die Audiosignale werden zwischen den beiden Kommunikationseinrichtungen übertragen, zumindest von einem der Hörgeräte zu dem verbleibenden. Zweckmäßigerweise erfolgt die Übertragung drahtlos, beispielsweise induktiv oder mittels Funk.

[0046] Besonders bevorzugt ist das Hörgerätesystem ein Hörhilfesystem. Das Hörhilfesystem dient der Unterstützung einer unter Verminderung des Hörvermögens leidenden Person. Mit anderen Worten ist das Hörhilfesystem ein medizinisches Gerät, mittels dessen beispielsweise ein partieller Hörverlust ausgeglichen wird. Das Hörhilfesystem umfasst zweckmäßigerweise ein Hinter-dem-Ohr-Hörhilfegerät, das hinter einer Ohrmuschel getragen wird, ein "receiver-in-the-canal" - Hörhilfegerät (RIC; Ex-Hörer- Hörhilfegerät), ein Im-Ohr- Hörhilfegerät, wie ein "in-the-ear"- Hörhilfegerät, ein "in-the-canal"- Hörhilfegerät (ITC) oder ein "complete-in-canal"-Hörhilfegerät (CIC), eine Hörbrille, ein Taschenhörhilfegerät, ein Knochenleitungs-Hörhilfegerät oder aber ein Implantat. Das Hörgerätesystem ist insbesondere vorgesehen und eingerichtet, am menschlichen Körper getragen zu werden. Mit anderen Worten umfasst das Hörgerätesystem bevorzugt eine Haltevorrichtung, mittels dessen eine Befestigung am menschlichen Körper ermöglicht ist. Sofern es sich bei dem Hörgerätesystem um ein Hörhilfesystem handelt, ist zumindest eines der Hörgeräte vorgesehen und eingerichtet, beispielsweise hinter dem Ohr oder innerhalb eines Gehörgangs angeordnet zu werden. Insbesondere ist das Hörgerätesystem kabellos und dafür vorgesehen und eingerichtet, zumindest teilweise in einen Gehörgang eingeführt zu werden. Besonders bevorzugt umfasst das Hörgerätesystem einen Energiespeicher, mittels dessen eine Energieversorgung bereitgestellt ist.

[0047] Zusammenfassend sieht die Erfindung insbesondere vor, dass das Audiosignal in Frequenzkanäle zerlegt wird. Im Anschluss erfolgt die Bildung eines Vektors aus einer Menge von Kanalwerten und ein eines Referenzwertes sowie die Anwendung eines Verstärkungsfaktors auf alle Elemente des Vektors, wobei sich die Verstärkungsfaktoren vorzugsweise unterscheiden. Falls der Referenzwert ein aktueller Kanalwert ist, wird vorzugsweise auf diesen kein Verstärkungsfaktor angewendet. Es erfolgt die Berechnung des Verstärkungsfaktors als Funktion vorhergehender (vergänger, "rekonstruierter") Kanalwerte und daher die Verwendung von Information, die sowohl sender- als auch empfangsseitig vorliegt. Unter vorhergehendem Kanalwert wird hierbei

beispielsweise ein quantisierter Kanalwert oder ein rekonstruierter Kanalwert im Sinne einer prädiktiven Kodierung (also als Summe von Abweichung und Prognose) verstanden. Die derart angepassten Kanalwerte werden vektorquantisiert. Im Anschluss wird der inverse Verstärkungsfaktor auf die nun quantisierten Werte angewandt.

[0048] Die im Zusammenhang mit dem Verfahren beschriebenen Weiterbildungen und Vorteile sind sinngemäß auch auf das Hörgerät bzw. das Hörgerätesystem zu übertragen und umgekehrt.

[0049] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 schematisch ein Hörgerätesystem mit zwei Hörgeräten,
- Fig. 2 ein Verfahren zum Übertragen eines Audiosignals zwischen den bei-den Hörgeräten,
- Fig. 3 ein zu dem Audiosignal korrespondierendes Eingangssignal,
- Fig. 4 das in eine Anzahl von Kanälen aufgeteilte Eingangssignal,
- Fig. 5 aktuelle Kanalwerte,
- Fig. 6 Prognosewerte,
- Fig. 7 einen angepassten Datensatz,
- Fig. 8 schematisch ausschnittsweise das Hörgerätesystem, und
- Fig. 9 einen rekonstruierten angepassten Datensatz und ein rekonstruier-tes Ausgangssignal.

[0050] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0051] In Fig. 1 ist ein Hörgerätesystem 2 mit zwei baugleichen Hörhilfegeräten 4 dargestellt, die vorgesehen und eingerichtet sind, hinter einem Ohr eines Benutzers getragen zu werden. Mit anderen Worten handelt es sich jeweils um ein Hinter-dem-Ohr-Hörhilfegerät ("Behind-the-Ear" - Hörhilfegerät), welches einen nicht dargestellten Schallschlauch aufweist, der in das Ohr eingeführt wird. Jedes Hörhilfegerät 4 umfasst ein Gehäuse 6, das aus einem Kunststoff gefertigt ist. Innerhalb des Gehäuses 6 ist ein Mikrofon 8 mit zwei elektromechanischen Schallwandlern 10 angeordnet. Mittels der beiden elektromechanischen Schallwandler 10 ist es ermöglicht, eine Richtcharakteristik des Mikrofons 8 zu verändern, indem ein zeitlicher Versatz zwischen den mittels des jeweiligen elektromechanischen Schallwandlers 10 erfassten akustischen Signalen verändert wird. Die beiden elektromechanischen Schallwandler 10 sind mit einer Signalverarbeitungseinheit 12 signaltechnisch gekoppelt, die eine Verstärkerschaltung umfasst. Die Signalverarbeitungseinheit 12 ist mittels Schaltungselementen gebildet, wie zum Beispiel elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen.

[0052] Ferner ist mit der Signalverarbeitungseinheit 12 ein Lautsprecher 14 signaltechnisch gekoppelt, mittels dessen die mit den Mikrofonen 8 aufgenommenen

und/oder mittels der Signalverarbeitungseinheit 12 bearbeiteten Audiosignale 16 als Schallsignale ausgegeben werden. Diese Schallsignale werden mittels des nicht nahe dargestellten Schallschlauchs in das Ohr eines Benutzers des Hörgerätesystems 2 geleitet.

[0053] Jedes der Hörhilfegeräte 4 weist ferner einen Sender 18 und einen Empfänger 20 auf, mittels derer ein Austausch von Datensignalen 22 zwischen den beiden Hörhilfegeräten 4 erfolgt. Der Austausch erfolgt drahtlos, beispielsweise mittels Funk oder induktiv. Die Signalverarbeitungseinheit 12, der Sender 18 und der Empfänger 20 bilden hierbei zusammen jeweils im Wesentlichen eine Kommunikationseinrichtung 24. Aufgrund des Austauschs der Datensignale 22 ist es ermöglicht dem Träger des Hörgerätesystems 2 ein räumliches Hörgefühl zu vermitteln. Zusammenfassend ist das Hörgerätesystem 2 binaural ausgestaltet.

[0054] In Fig. 2 ist ein Verfahren 26 gezeigt, gemäß dessen die Audiosignale 16 zwischen den beiden Hörgeräten 4 mittels deren jeweiliger Kommunikationseinrichtung 24 übertragen werden. In einem ersten Arbeitsschritt 28 wird mittels eines der Hörhilfegeräte 4 das Audiosignal 16 empfangen. In einem sich anschließenden zweiten Arbeitsschritt 30 wird hieraus ein Eingangssignal 32 erstellt, das folglich zu dem Audiosignal 16 korrespondiert und das in Figur 3 beispielhaft dargestellt ist. Hierfür wird das Audiosignal 16 insbesondere gefiltert. Ferner wird das Eingangssignal 32 in Zeitfenster 34 unterteilt, die die gleiche zeitliche Länge aufweisen und die beispielsweise gleich einer Millisekunde ist. Sobald das zeitlich letzte Zeitfenster 34 beendet ist, wird dieses Zeitfenster 34 in eine Anzahl von Kanälen 36 aufgeteilt, wie beispielsweise in Figur 4 dargestellt. Die Kanäle 36 sind Frequenzkanäle und zur Aufteilung des Eingangssignals 32 in die einzelnen Frequenzkanäle 36 werden Frequenzpassfilter 38 herangezogen, die innerhalb der Signalverarbeitungseinheit 16 vorhanden sind. Ferner umfasst das Eingangssignal 32 lediglich die Kanäle 36, wohingegen das Audiosignal 16 die Kanäle 36 und noch weitere Frequenzkanäle aufweist. Jedem der Frequenzkanäle 36 wird ein bestimmter aktueller Kanalwert 40 zugeordnet. Zusammenfassend wird im zweiten Arbeitsschritt 30 das Eingangssignal 32 in die einzelnen Frequenzkanäle 36 aufgeteilt und mittels der Zuordnung des aktuellen Kanalwerts 40 diskretisiert.

[0055] Ferner wird nach Ausführung des ersten Arbeitsschritts 28 auf Seiten des Senders 18 ein dritter Arbeitsschritt 42 ausgeführt, bei dem zeitlich vorhergehende Kanalwerte 44 befüllt werden. Diese sind beispielsweise in einem vorhergehenden Durchlauf des Verfahrens 26 ermittelt worden oder, sofern das Verfahren 26 noch nicht ausgeführt wurde, es werden hierfür Standardwerte herangezogen, wie Null (0). Auch wird auf Seiten des Empfängers 20 ein vierter Arbeitsschritt 46 ausgeführt, bei dem rekonstruierte vorhergehende Kanalwerte 48 bestimmt werden. Dieses entsprechen den zeitlich vorhergehenden Kanalwerten 44 und sind auf die gleiche Weise ermittelt, wie die zeitlich vorhergehenden

Kanalwerte 44.

[0056] In Fig. 5 sind die aktuellen Kanalwerte 40 dargestellt, von denen jeder jeweils einem Kanal 36 zugeordnet ist. Einer der aktuellen Werte 40 ist hierbei vergleichsweise groß. Bei einer Anwendung einer sphärisch logarithmischen Quantisierung auf das Eingangssignal 32 würde ein erstes Rauschlevel 50 aufgrund des erhöhten aktuellen Kanalwerts 40 eingeführt werden, welches in weiten Teilen größer als die verbleibenden aktuellen Kanalwerte 40 ist, sodass diese übermäßig verfälscht würden.

[0057] In einem fünften Arbeitsschritt 52 wird daher senderseitig anhand der vorhergehenden Kanalwerte 44 eine Anzahl von Prognosewerten 54 erstellt, wobei jeder der Prognosewerte 54 einem der Kanäle 36 und somit ebenfalls einem der aktuellen Kanalwerte 40 zugeordnet ist, wie in Fig. 6 dargestellt. Als Prognosewert 54 wird der dem gleichen Kanal 36 zugeordnete zeitlich vorhergehende Kanalwert 44 herangezogen.

[0058] In einem sich daran anschließenden sechsten Arbeitsschritt 56 wird ein Referenzwert 58 der Prognosewerte 54 bestimmt, wobei als Referenzwert 58 das Maximum der Prognosewerte 54 herangezogen wird. Mit anderen Worten wird der größte der Prognosewerte 54, und somit der größte der vorhergehenden Kanalwerte 44 bestimmt.

[0059] Den übrigen Prognosewerten 54 wird in einem siebten Arbeitsschritt 60 jeweils ein Verstärkungsfaktor 62 zugeordnet, wobei sich die Verstärkungsfaktoren 62 unterscheiden. Somit sind den Kanälen 36 für das Zeitfenster 34 Verstärkungsfaktoren 62 zugeordnet, wobei jeder der Verstärkungsfaktoren 62 genau einem der aktuellen Kanalwerte 40 zugeordnet ist - mit Ausnahme des aktuellen Kanalwerts 40, dem der Referenzwert 58 zugeordnet ist. Jeder der Verstärkungsfaktoren 62 wird hierbei mit der Formel

$$G_i = w \Delta L_i$$

ermittelt, wobei w einen beliebigen Faktor zwischen null (0) und eins (1), beispielsweise 0,5 bezeichnet. G_i ist der Verstärkungsfaktor 62, der dem Kanal 36 mit dem Index i zugeordnet ist. ΔL_i bezeichnet die Differenz 64 zwischen dem Referenzwert 58 und dem Prognosewert 54, der dem Kanal 36 mit dem Index i zugeordnet ist. Folglich unterscheiden sich sämtliche der Verstärkungsfaktoren 62 und der jeweilige Verstärkungsfaktor 62 ist anhand des jeweils zugeordneten Prognosewerts 54 erstellt, dem der Verstärkungsfaktor 62 zugeordnet ist.

[0060] In einem sich anschließenden achten Arbeitsschritt 68 wird jeder der aktuellen Kanalwerte 40 mittels desjenigen Verstärkungsfaktors 54 abgeändert, der dem jeweils zugeordneten Prognosewert 54 zugeordnet und anhand dessen erstellt ist. Somit wird jeder der aktuellen Kanalwerte 40 mit Ausnahme desjenigen aktuellen Kanalwerts 40, dem der Referenzwert 58 zugeordnet ist, und dem folglich keiner der Verstärkungsfaktoren 62 zu-

geordnet ist, zu einem angepassten Kanalwert 70 abgeändert. Der jeweilige aktuelle Kanalwert 40 wird mit dem jeweils zugeordneten Verstärkungsfaktor 62 multipliziert, wie beispielsweise schematisch in Fig. 8 dargestellt. Somit ist der jeweilige Verstärkungsfaktor 54 derart gewählt, dass eine Abweichung zwischen dem zugeordneten Prognosewert 54 und dem Referenzwert 58 größer als eine Abweichung zwischen dem Referenzwert 58 und dem mittels des Verstärkungsfaktors 54 abgeänderten Prognosewerts wäre. Da die aktuellen Kanalwerte 40 meist lediglich vergleichsweise gering von dem jeweiligen zeitlich vorhergehenden Kanalwert 44 abweichen, ist somit auch die Abweichung zwischen dem aktuellen Kanalwert 40, dem der Referenzwert 58 zugeordnet ist, und den angepassten Kanalwerten 70 verringert.

[0061] Die angepassten Kanalwerte 70 sowie der aktuelle Kanalwert 40, dem der Referenzwert 58 zugeordnet ist, werden einem angepassten Datensatz 72 zugeordnet, der somit ein Vektor ist, der genauso viele Elemente aufweist, wie aktuelle Kanalwerte 40 vorhanden sind. In einem neunten Arbeitsschritt 74 wird der angepasste Datensatz 72 mittels einer sphärisch logarithmischen Quantisierung quantisiert und ein Übertragungswert 76 gebildet, der folglich eindimensional ist. Mit anderen Worten wird der Übertragungswert 76 mittels Quantisierung des angepassten Datensatzes 72 erstellt, wobei als Quantisierung die sphärisch logarithmische Quantisierung herangezogen wird. Aufgrund der Quantisierung wird ein zweites Rauschlevel 78 in den angepassten Datensatz 72 eingeführt. Der Übertragungswert 76 wird als Bestandteil des Datensignals 22 zu dem verbleibenden Hörgerät 4 übertragen.

[0062] Der Übertragungswert 76 wird mittels des Empfängers 20 empfangen und es wird ein zehnter Arbeitsschritt 80 ausgeführt, bei dem empfängerseitig anhand des Übertragungswerts 76 ein rekonstruierter angepasster Datensatz 82 erstellt wird, der in Fig. 9 gezeigt ist. Dieser entspricht mit Ausnahme von etwaigem Rauschen, welches aufgrund der Quantisierung eingebracht wurde, dem angepassten Datensatz 72. Mit anderen Worten weist der rekonstruierte angepasste Datensatz 82 eine zur Anzahl der angepassten Kanalwerte 70 korrespondierende Anzahl an rekonstruierten angepassten Kanalwerten 84 auf, wobei jeder der rekonstruierten angepassten Kanalwerte 84 zu einem der angepassten Kanalwerte 70 korrespondiert und insbesondere diesem entspricht. Ferner weist der rekonstruierte angepasste Datensatz 82 einen rekonstruierten unangepassten Kanalwert 86 auf, der zu dem dem Referenzwert 58 der Prognosewerte 54 zugeordneten aktuellen Kanalwert 40 korrespondiert und somit im Wesentlichen der einzige aktuelle Kanalwert 40 ist, der mit Ausnahme der Quantisierung im Wesentlichen unverändert von Seiten des Senders 18 zur Seite des Empfängers 20 übertragen wurde.

[0063] In einem elften Schritt 88 wird empfängerseitig anhand der rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerte 48 eine Anzahl von empfängerseitigen Prognosewerten

90 erstellt, wobei den rekonstruierten angepassten Kanalwerten 84 und dem rekonstruierten unangepassten Kanalwert 86 jeweils einer der empfängerseitigen Prognosewerte 90 zugeordnet wird. In einem zwölften Arbeitsschritt 92 wird ein Maximum der empfängerseitigen Prognosewerte 92 bestimmt, und auf diese Weise innerhalb sämtlicher Werte des rekonstruierten angepassten Datensatzes 82 der rekonstruierte unangepasste Kanalwert 86 identifiziert. In einem sich anschließenden dreizehnten Arbeitsschritt 94 wird anhand der empfängerseitigen Prognosewerte 90 sowie des empfängerseitigen Maximums der empfängerseitigen Prognosewerte 90 empfängerseitige Verstärkungsfaktoren 96 bestimmt. Jeder der empfängerseitigen Verstärkungsfaktoren 96 wird jeweils einem der rekonstruierten angepassten Kanalwerte 84 sowie den jeweils empfängerseitigen Prognosewerten 90 zugeordnet. Da die rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerte 48 im Wesentlichen den vorhergehenden Kanalwerten 44 entsprechen, entsprechen sich die Prognosewerte 54 sowie die empfängerseitigen Prognosewerte 90. Zur Bestimmung der empfängerseitigen Verstärkungsfaktoren 96 wird die gleiche Berechnungsvorschrift herangezogen wie zur Bestimmung der Verstärkungsfaktoren 62, die auf Seiten des Senders 18 vorhanden ist. Der empfängerseitige Verstärkungsfaktor 96, der dem senderseitigen Verstärkungsfaktor 62 entspricht, ist hierbei dem gleichen Kanal 36 zugeordnet.

[0064] Zusammenfassend entsprechen der elfte, zwölfte und dreizehnte Arbeitsschritt 88,92,94 im Wesentlichen dem fünften, sechsten und siebten Arbeitsschritt 52,56,60, wobei jedoch unterschiedliche Eingangsdaten herangezogen werden, nämlich einmal die zeitlich vorhergehenden Kanalwerte 44 und das andere Mal die rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerte 48, die jedoch aufgrund des vierten Arbeitsschritts 46 sowie des dritten Arbeitsschritts 42 gleich sind. Somit ist jeder Verstärkungsfaktor 62 gleich dem senderseitigen Verstärkungsfaktor 96, der dem jeweils gleichen Kanal 36 zugeordnet ist. Eine Übertragung des Verstärkungsfaktors 96 von Seiten des Senders 18 zu Seiten des Empfängers 20 ist nicht erforderlich.

[0065] In einem vierzehnten Arbeitsschritt 98 wird empfängerseitig jeder der rekonstruierten angepassten Kanalwerte 84 mittels des jeweils zugeordneten empfängerseitigen Verstärkungsfaktors 96 zu einem rekonstruierten Kanalwert 100 abgeändert und mit dem rekonstruierten unangepassten Kanalwert 86 zu einem rekonstruierten Ausgangssignal 102 zusammengefasst, welches somit mit Ausnahme von aufgrund Quantisierung eingebrachten Rauschens den aktuellen Kanalwerten 40 entspricht, die auf Seiten des Senders 18 vorhanden sind. Hierbei ist aufgrund der Quantisierung ein drittes Rauschlevel 104 vorhanden, welches bei jedem der Kanäle 36 unterschiedlich ist. So befindet sich das dritte Rauschlevel 104 jeweils unterhalb des rekonstruierten Kanalwerts 100 bzw. des rekonstruierten unangepassten Kanalwerts 86, weswegen eine Audioqualität erhöht ist. Bei erneutem Ausführen des Verfahrens 26 wird das

rekonstruierte Ausgangssignal 102 zumindest teilweise als die rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerte 48 herangezogen. In einem sich anschließenden fünfzehnten Arbeitsschritt 106 wird das rekonstruierte Ausgangssignal 102 in den Zeitbereich transferiert und mittels des Lautsprechers 14 ausgegeben.

[0066] Ferner wird ein sechzehnter Arbeitsschritt 108 auf Seiten des Senders 18 ausgeführt, bei dem anhand des Übertragungswerts 76 sowie der Verstärkungsfaktoren 62 senderseitig rekonstruierte Kanalwerte 110 sowie ein senderseitig rekonstruierter unangepasster Kanalwert 112 erstellt werden, die zu den rekonstruierten Kanalwerten 100 bzw. dem rekonstruierten unangepassten Kanalwert 86 korrespondieren. Mit anderen Worten wird das rekonstruierte Ausgangssignal 102 auch auf Seiten des Senders 18 erstellt. Die senderseitig rekonstruierten Kanalwerte 110 sowie der senderseitig rekonstruierte unangepasste Kanalwert 112 werden bei einer zeitlich nachfolgenden Übertragung als die zeitlich vorhergehenden Kanalwerte 44 herangezogen. Auf diese Weise ist eine etwaige Abweichung, welche aufgrund der sphärisch logarithmischen Quantisierung im rekonstruierten Ausgangssignal 102 vorhanden ist, auch auf Seiten des Empfängers 18 vorhanden, weswegen bei einer nachfolgenden Übertragung eine Abweichung verringert ist.

[0067] Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr können auch andere Varianten der Erfindung von dem Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen. Insbesondere sind ferner alle im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel beschriebenen Einzelmerkmale auch auf andere Weise miteinander kombinierbar, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0068]

2	Hörgerätesystem
4	Hörhilfegerät
6	Gehäuse
8	Mikrofon
10	Schallwandler
12	Signalverarbeitungseinheit
14	Lautsprecher
16	Audiosignal
18	Sender
20	Empfänger
22	Datensignal
24	Kommunikationseinrichtung
26	Verfahren
28	erster Arbeitsschritt
30	zweiter Arbeitsschritt
32	Eingangssignal
34	Zeitfenster
36	Frequenzkanal

38	Frequenzpassfilter	
40	aktueller Kanalwert	
42	dritter Arbeitsschritt	
44	zeitlich vorhergehende Kanalwerte	
46	vierter Arbeitsschritt	5
48	rekonstruierte vorhergehende Kanalwerte	
50	erstes Rauschlevel	
52	fünfter Arbeitsschritt	
54	Prognosewert	
56	sechster Arbeitsschritt	10
58	Referenzwert	
60	siebter Arbeitsschritt	
62	Verstärkungsfaktor	
64	Differenz	
68	achter Arbeitsschritt	15
70	angepasster Kanalwert	
72	angepasster Datensatz	
74	neunter Arbeitsschritt	
76	Übertragungswert	
78	zweites Rauschlevel	20
80	zehnter Arbeitsschritt	
82	rekonstruierter angepasster Datensatz	
84	rekonstruierter angepasster Kanalwert	
86	rekonstruierter unangepasster Kanalwert	
88	elfter Arbeitsschritt	25
90	empfängerseitiger Prognosewert	
92	zwölfter Arbeitsschritt	
94	dreizehnter Arbeitsschritt	
96	empfängerseitiger Verstärkungsfaktor	
98	vierzehnter Arbeitsschritt	30
100	rekonstruierter Kanalwert	
102	rekonstruiertes Ausgangssignal	
104	drittes Rauschlevel	
106	fünfzehnter Arbeitsschritt	
108	sechzehnter Arbeitsschritt	35
110	senderseitiger rekonstruierter Kanalwert	
112	senderseitiger rekonstruierter unangepasster Kanalwert	40

Patentansprüche

1. Verfahren (26) zum Übertragen eines Audiosignals (16) von einem Sender (18) zu einem Empfänger (20), bei dem
 - senderseitig ein zu dem Audiosignal (16) korrespondierendes Eingangssignal (32) für ein bestimmtes Zeitfenster (34) in eine Anzahl von Frequenzkanälen (36) aufgeteilt wird,
 - senderseitig jedem Frequenzkanal (36) ein aktueller Kanalwert (40) zugeordnet wird, wobei der aktueller Kanalwert (40) eine Amplitude und/oder ein Phase oder ein Signalpegel ist,
 - senderseitig anhand von vorhergehenden Kanalwerten (44), die einem zeitlich vorhergehenden Zeitfenster (34) zugeordnet sind, eine Anzahl von Prognosewerten (54) erstellt wird, wo-

bei jedem aktuellen Kanalwert (40) einer der Prognosewerte (54) zugeordnet wird,

- senderseitig ein Referenzwert (58) bestimmt wird,
- senderseitig einem der Prognosewerte (54) ein anhand des Referenzwerts (58) ermittelter Verstärkungsfaktor (62) zugeordnet wird, und der diesem Prognosewert (54) zugeordnet aktuelle Kanalwert (40) mittels des Verstärkungsfaktors (62) zu einem angepassten Kanalwert (70) abgeändert wird,
- senderseitig der angepasste Kanalwert (70) einem angepassten Datensatz (72) derart zugeordnet wird, dass dieser den angepassten Kanalwert (70) aufweist, wobei der angepasste Datensatz (72) genauso viele Werte aufweist, wie aktuelle Kanalwerte (40) vorhanden sind,
- ein zu dem angepassten Datensatz (72) korrespondierender Übertragungswert (76) von dem Sender (18) zu dem Empfänger (20) übertragen wird,
- empfängerseitig anhand des Übertragungswerts (76) ein rekonstruierter angepasster Datensatz (82) mit einem rekonstruierten angepassten Kanalwert (84), der zu dem angepassten Kanalwert (44) korrespondiert, erstellt wird,
- empfängerseitig anhand von rekonstruierten vorhergehenden Kanalwerten (48), eine Anzahl von empfängerseitigen Prognosewerten (90) erstellt wird, wobei dem rekonstruierten angepassten Kanalwert (84) einer der empfängerseitigen Prognosewerten (90) zugeordnet wird,
- empfängerseitig ein Referenzwert (58) bestimmt wird,
- empfängerseitig dem rekonstruierten angepassten Kanalwert (84) anhand des zugeordneten empfängerseitigen Prognosewerts (90) ein empfängerseitiger Verstärkungsfaktor (96) zugeordnet wird,
- empfängerseitig der rekonstruierte angepasste Kanalwert (84) mittels des empfängerseitigen Verstärkungsfaktors (96) zu einem rekonstruierten Kanalwert (100) abgeändert wird, und
- empfängerseitig der rekonstruierte Kanalwert (100) zu einem rekonstruierten Ausgangssignal (102) hinzugefügt wird, wobei

der Verstärkungsfaktor (62) und der empfängerseitige Verstärkungsfaktor (96) anhand des Prognosewerts (54), dem der Verstärkungsfaktor (62) zugeordnet wird, bzw. anhand des empfängerseitigen Prognosewerts (90), der dem rekonstruierten angepassten Kanalwert (84) zugeordnet ist, erstellt wird, und wobei der Verstärkungsfaktor (62) anhand der Differenz (64) zwischen dem Referenzwert (58) und dem Prognosewert (54) erstellt wird.

2. Verfahren (26) nach Anspruch 1,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass als Referenzwert (58) das Maximum der Prognosewerte (54) herangezogen wird.
3. Verfahren (26) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
- **dass** senderseitig der aktuelle Kanalwert (40), dem das Maximum (58) der Prognosewerte (54) zugeordnet ist, dem angepassten Datensatz (72) zugeordnet werden,
 - **dass** empfängerseitig anhand des Übertragungswerts (76) der rekonstruierter angepasster Datensatz (82) mit dem rekonstruierten angepassten Kanalwert (84), der zu dem angepassten Kanalwert (44) korrespondiert, und mit einem rekonstruierten unangepassten Kanalwert (86), der zu dem Maximum (58) der Prognosewerte (54) zugeordneten aktuellen Kanalwert (40) korrespondiert, erstellt wird, und
 - **dass** empfängerseitig der rekonstruierte Kanalwert (100) und der rekonstruierte unangepasste Kanalwert (86) zu dem rekonstruierten Ausgangssignal (102) zusammengefasst werden.
4. Verfahren (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Verstärkungsfaktor (54) derart gewählt ist, dass eine Abweichung zwischen dem diesem zugeordneten Prognosewert (54) und dem Referenzwert (58) größer als eine Abweichung zwischen dem Referenzwert (54) und dem mittels des Verstärkungsfaktors (62) abgeänderten Prognosewerts (54) wäre.
5. Verfahren (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Prognosewert (54) der dem gleichen Frequenzkanal (36) zugeordnete vorhergehende Kanalwert (44) herangezogen wird.
6. Verfahren (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass jedem der übrigen Prognosewerte (54) jeweils ein Verstärkungsfaktor (62) zugeordnet wird, wobei sich die Verstärkungsfaktoren (62) insbesondere unterscheiden.
7. Verfahren (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Aufteilung des Eingangssignals (32) in die Frequenzkanäle (36) mittels Bandpassfiltern (38) erfolgt.
8. Verfahren (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Übertragungswert (76) mittels Quantisierung des angepassten Datensatz (72) erstellt wird.
9. Verfahren (26) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass senderseitig anhand des Übertragungswerts (76) sowie des Verstärkungsfaktors (62) ein senderseitiger rekonstruierter Kanalwert (110) erstellt werden, der zu dem rekonstruierter Kanalwert (100) korrespondiert, und der bei einer zeitlich nachfolgenden Übertragung als einer der zeitlich vorhergehenden Kanalwerte (44) herangezogen werden.
10. Verfahren (26) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Quantisierung eine Vektorquantisierung herangezogen wird.
11. Verfahren (26) nach einem der Ansprüche 8 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Quantisierung eine sphärische logarithmische Quantisierung herangezogen wird.
12. Hörgerät (4), insbesondere Hörhilfegerät, mit einer Kommunikationseinrichtung (24), die zum Senden und/oder Empfangen eines Audiosignals (16) gemäß einem Verfahren (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 vorgesehen und eingerichtet ist.
13. Hörgerätesystem (2) mit zwei Hörgeräten (4) nach Anspruch 12, das vorgesehen und eingerichtet ist, Audiosignale (16) zwischen den beiden Hörgeräten (4) mittels deren Kommunikationseinrichtungen (24) gemäß einem Verfahren (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zu übertragen.

35 Claims

1. Method (26) for transmitting an audio signal (16) from a transmitter (18) to a receiver (20), in which
- at the transmitter end, an input signal (32) corresponding to the audio signal (16) is divided into a number of frequency channels (36) for a particular time window (34),
 - at the transmitter end, a current channel value (40) is allocated to each frequency channel (36), wherein the current channel value (40) is an amplitude and/or a phase or a signal level,
 - at the transmitter end, a number of prognostic values (54) is generated by means of preceding channel values (44) which are allocated to a time window (34) preceding in time, one of the prognostic values (54) being allocated to each current channel value (40),
 - at the transmitter end, a reference value (58) is determined,
 - at the transmitter end, a gain factor (62) determined by means of the reference value (58) is allocated to one of the prognostic values (54)

and the current channel value (40) allocated to this prognostic value (54) is modified by means of the gain factor (62) to form an adapted channel value (70),

- at the transmitter end, the adapted channel value (70) is allocated to an adapted data record (72) such that said data record has the adapted channel value (70), wherein the adapted data record (72) has exactly as many values as current channel values (40) are present,

- a transmission value (76) corresponding to the adapted data record (72) is transmitted from the transmitter (18) to the receiver (20),

- at the receiver end, a reconstructed adapted data record (82) with a reconstructed adapted channel value (84) which corresponds to the adapted channel value (44) is generated by means of the transmission value (76),

- at the receiver end, a number of receiver-end prognostic values (90) is generated by means of reconstructed preceding channel values (48), one of the receiver-end prognostic values (90) being allocated to the reconstructed adapted channel value (84),

- at the receiver end, a reference value (58) is determined,

- at the receiver end, a receiver-end gain factor (96) is allocated to the reconstructed adapted channel value (84) by means of the allocated receiver-end prognostic value (90),

- at the receiver end, the reconstructed adapted channel value (84) is modified by means of the receiver-end gain factor (96) to form a reconstructed channel value (100), and

- at the receiver end, the reconstructed channel value (100) is added to a reconstructed output signal (102), wherein

the gain factor (62) and the receiver-end gain factor (96) are generated by means of the prognostic value (54) to which the gain factor (62) is allocated and, respectively, by means of the receiver-end prognostic value (90) which is allocated to the reconstructed adapted channel value (84), and wherein the gain factor (62) is generated by means of the difference (64) between the reference value (58) and the prognostic value (54).

2. Method (26) according to Claim 1, **characterized in that** the maximum of the prognostic values (54) is utilized as reference value (58).
3. Method (26) according to Claim 2, **characterized**
 - **in that** at the transmitter end, the current channel value (40), to which the maximum (58) of the prognostic values (54) is allocated, is allocated

to the adapted data record (72),

- **in that** at the receiver end, the reconstructed adapted data record (82) is generated using the transmission value (76) with the reconstructed adapted channel value (84) which corresponds to the adapted channel value (44) and with a reconstructed unadapted channel value (86) which corresponds to the current channel value (40) allocated to the maximum (58) of the prognostic values (54) and

- **in that** at the receiver end, the reconstructed channel value (100) and the reconstructed unadapted channel value (86) are combined to form the reconstructed output signal (102).

4. Method (26) according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the gain factor (54) is chosen in such a manner that a deviation between the prognostic value (54) allocated to it and the reference value (58) would be greater than a deviation between the reference value (54) and the prognostic value (54) modified by means of the gain factor (62).
5. Method (26) according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the preceding channel value (44) allocated to the same channel (36) is utilized as prognostic value (54) .
6. Method (26) according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** to each of the remaining prognostic values (54), a gain factor (62) is allocated in each case, the gain factors (62) differing, in particular.
7. Method (26) according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the dividing of the input signal (32) into the frequency channels (36) occurs by means of bandpass filters (38).
8. Method (26) according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the transmission value (76) is generated by means of quantization of the adapted data record (72).
9. Method (26) according to Claim 8, **characterized in that** at the transmitter end, a transmitter-end reconstructed channel value (110), which corresponds to the reconstructed channel value (100) and which, during a transmission following in time, is utilized as one of the channel values (44) preceding in time, is generated by means of the transmission value (76) and the gain factor (62) .
10. Method (26) according to Claim 8 or 9, **character-**

ized in that

a vector quantization is utilized for the quantization.

11. Method (26) according to one of Claims 8 to 9, **characterized in that** a spherical logarithmic quantization is utilized for the quantization. 5
12. Hearing device (4), particularly a hearing aid, having a communication facility (24) which is provided and configured for transmitting and/or receiving an audio signal (16) in accordance with a method (26) according to one of Claims 1 to 11. 10
13. Hearing device system (2) having two hearing devices (4) according to Claim 12, which is provided and configured to transmit audio signals (16) between the two hearing devices (4) by means of their communication facilities (24) in accordance with a method (26) according to one of Claims 1 to 11. 20

Revendications

1. Procédé (26) de transmission d'un signal audio (16) d'un émetteur (18) vers un récepteur (20), procédé dans lequel
 - du côté émetteur, un signal d'entrée (32) correspondant au signal audio (16) est divisé en un certain nombre de canaux de fréquence (36) pour une fenêtre temporelle spécifique (34),
 - du côté émetteur, une valeur de canal actuelle (40) est associée à chaque canal de fréquence (36), la valeur de canal actuelle (40) étant une amplitude et/ou une phase ou un niveau de signal,
 - du côté émetteur, un certain nombre de valeurs de prévision (54) est créé sur la base de valeurs de canal précédentes (44) qui sont associées à une fenêtre temporelle (34) temporellement antérieure, l'une des valeurs de prévision (54) étant associée à chaque valeur de canal actuelle (40),
 - du côté émetteur, une valeur de référence (58) est déterminée,
 - du côté émetteur, un facteur de gain (62) déterminé sur la base de la valeur de référence (58) est associé à l'une des valeurs de prévision (54) et la valeur de canal actuelle (40) associée à cette valeur de prévision (54) est changée en une valeur de canal adaptée (70) au moyen du facteur de gain (62),
 - du côté émetteur, la valeur de canal adaptée (70) est associée à un ensemble de données adapté (72) de façon à comporter la valeur de canal adaptée (70), l'ensemble de données adapté (72) comportant autant de valeurs qu'il

y a de valeurs de canal actuelles (40),

- une valeur de transmission (76) correspondant à l'ensemble de données adapté (72) est transmise de l'émetteur (18) au récepteur (20),
- du côté récepteur, un ensemble de données adapté reconstruit (82) est créé avec une valeur de canal adaptée reconstruite (84), qui correspond à la valeur de canal adaptée (44), sur la base de la valeur de transmission (76),
- du côté récepteur, un certain nombre de valeurs de prévision côté récepteur (90) est créé sur la base de valeurs de canal précédentes reconstruites (48), l'une des valeurs de prévision côté récepteur (90) étant associée à la valeur de canal adaptée reconstruite (84),
- du côté récepteur, une valeur de référence (58) est déterminée,
- du côté récepteur, un facteur de gain côté récepteur (96) est associé à la valeur de canal adaptée reconstruite (84) sur la base de la valeur de prévision côté récepteur (90) associée,
- du côté récepteur, la valeur de canal adaptée reconstruite (84) est changée en une valeur de canal reconstruite (100) au moyen du facteur de gain côté récepteur (96), et
- du côté récepteur, la valeur de canal reconstruite (100) est ajoutée à un signal de sortie reconstruit (102),

le facteur de gain (62) et le facteur de gain côté récepteur (96) étant créés sur la base de la valeur de prévision (54) à laquelle le facteur de gain (62) est associé, ou sur la base de la valeur de prévision côté récepteur (90) qui est associée à la valeur de canal adaptée reconstruite (84) et le facteur de gain (62) étant créé sur la base de la différence (64) entre la valeur de référence (58) et la valeur de prévision (54) .

2. Procédé (26) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le maximum des valeurs de prévision (54) est utilisé comme valeur de référence (58).
3. Procédé (26) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**
 - du côté émetteur, la valeur de canal actuelle (40), à laquelle le maximum (58) des valeurs de prévision (54) est associé, est associée à l'ensemble de données adapté (72),
 - du côté récepteur, l'ensemble de données adapté reconstruit (82), comprenant la valeur de canal adaptée reconstruite (84) qui correspond à la valeur de canal adaptée (44) et une valeur de canal non adaptée reconstruite (86) qui correspond à la valeur de canal actuelle (40) associée au maximum (58) des valeurs de prévision

- (54), est créé sur la base de la valeur de transmission (76) et
 - du côté récepteur, la valeur de canal reconstruite (100) et la valeur de canal non adaptée reconstruite (86) sont combinées pour former le signal de sortie reconstruit (102).
4. Procédé (26) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le facteur de gain (54) est sélectionné de telle sorte qu'un écart entre la valeur de prévision (54) qui lui est associée et la valeur de référence (58) soit supérieur à un écart entre la valeur de référence (54) et la valeur de prévision (54) modifiée au moyen du facteur de gain (62).
5. Procédé (26) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la valeur de canal précédente (44) associée au même canal de fréquence (36) est utilisée comme valeur de prévision (54).
6. Procédé (26) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** chacune des autres valeurs de prévision (54) est associée à un facteur de gain (62), les facteurs de gain (62) étant en particulier différents.
7. Procédé (26) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la division du signal d'entrée (32) en les canaux de fréquence (36) est effectuée au moyen de filtres passe-bande (38).
8. Procédé (26) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la valeur de transmission (76) est créée par quantification de l'ensemble de données adapté (72).
9. Procédé (26) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** du côté émetteur, une valeur de canal reconstruite côté metteur (110), qui correspond à la valeur de canal reconstruite (100) et qui est utilisée comme l'une des valeurs de canal temporellement précédentes lors d'une transmission temporellement ultérieure (44), est créée sur la base de la valeur de transmission (76) et du facteur de gain (62).
10. Procédé (26) selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le vecteur de quantification est utilisé pour la quantification.
11. Procédé (26) selon l'une des revendications 8 et 9, **caractérisé en ce que** une quantification logarithmique sphérique est utilisée pour la quantification.
12. Appareil auditif (4), notamment aide auditive, comprenant un dispositif de communication (24) qui est prévu et conçu pour émettre et/ou recevoir un signal audio (16) selon un procédé (26) de l'une des revendications 1 à 11.
13. Système d'appareils auditifs (2) comprenant deux appareils auditifs (4) selon la revendication 12, lequel système est prévu et conçu pour transmettre des signaux audio (16) entre les deux appareils auditifs (4) au moyen de leurs dispositifs de communication (24) selon un procédé (26) de l'une des revendications 1 à 11.

FIG 1

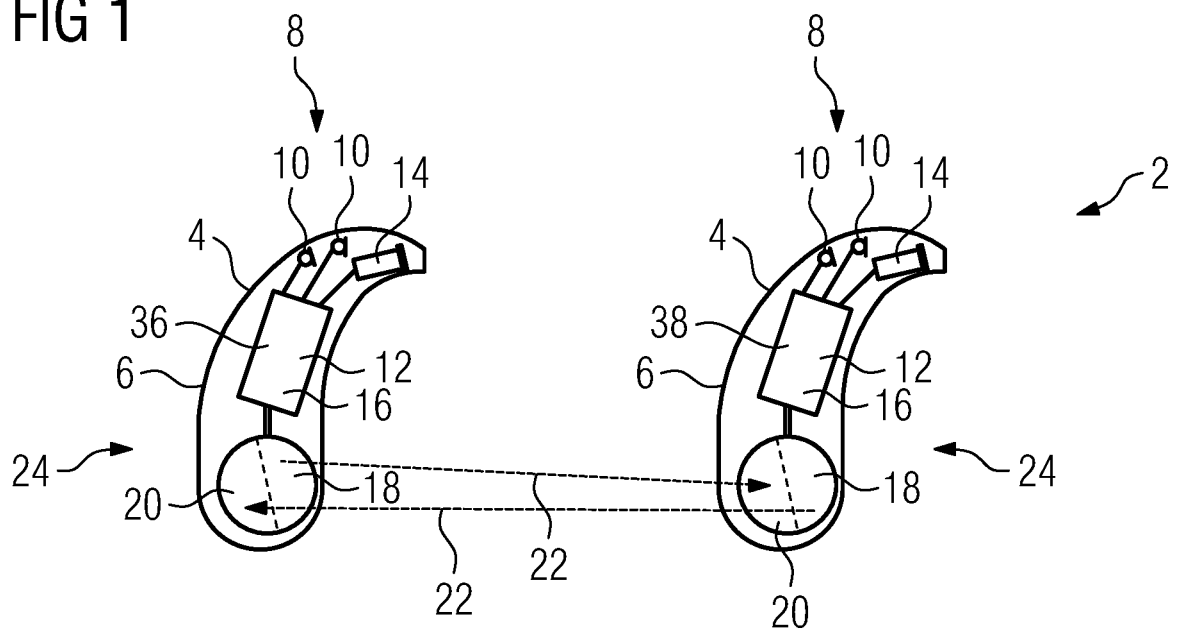


FIG 2

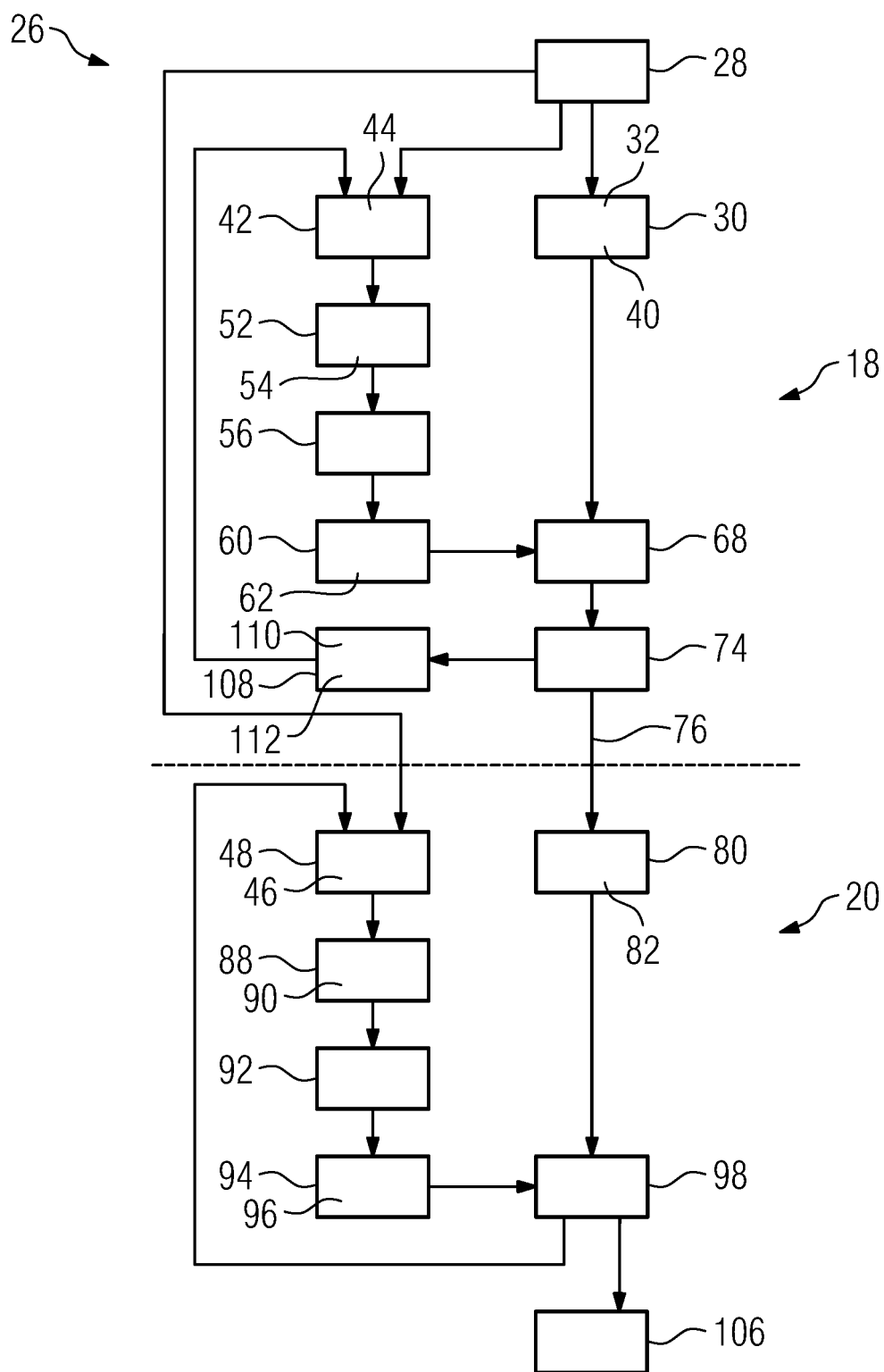


FIG 3

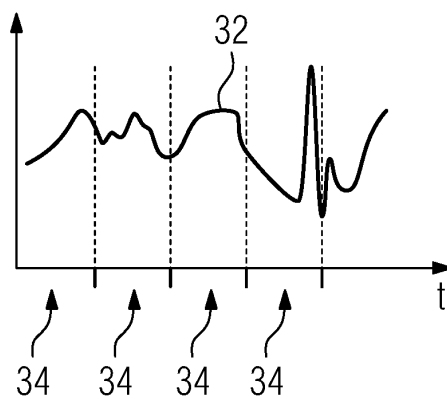


FIG 4

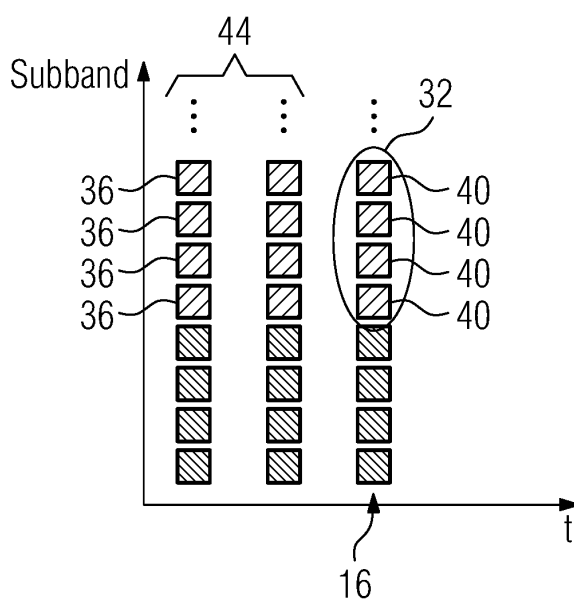


FIG 5

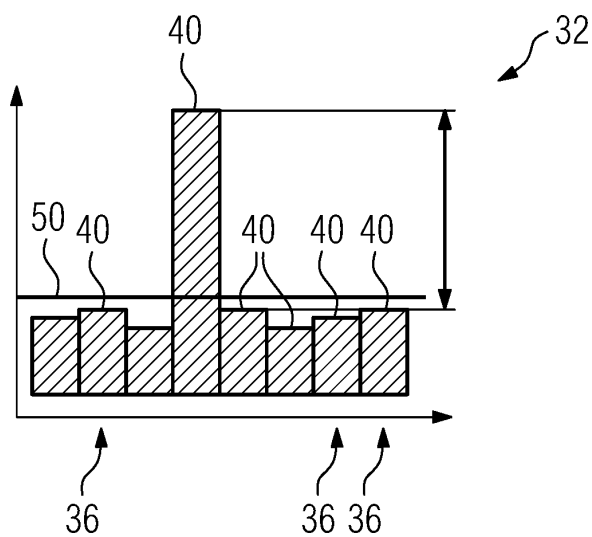


FIG 6

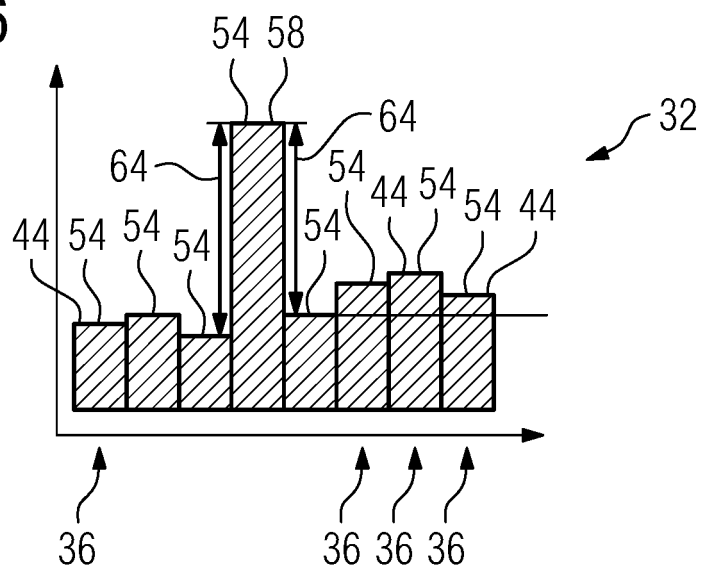


FIG 7

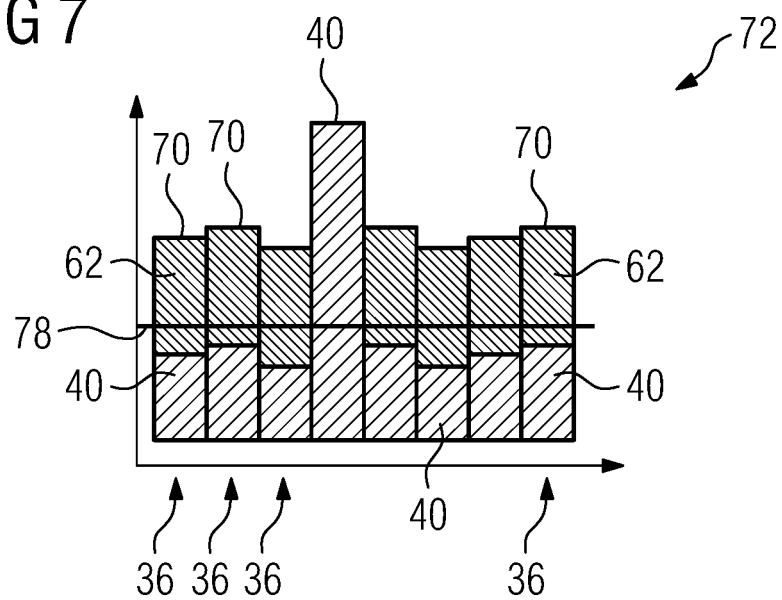


FIG 8

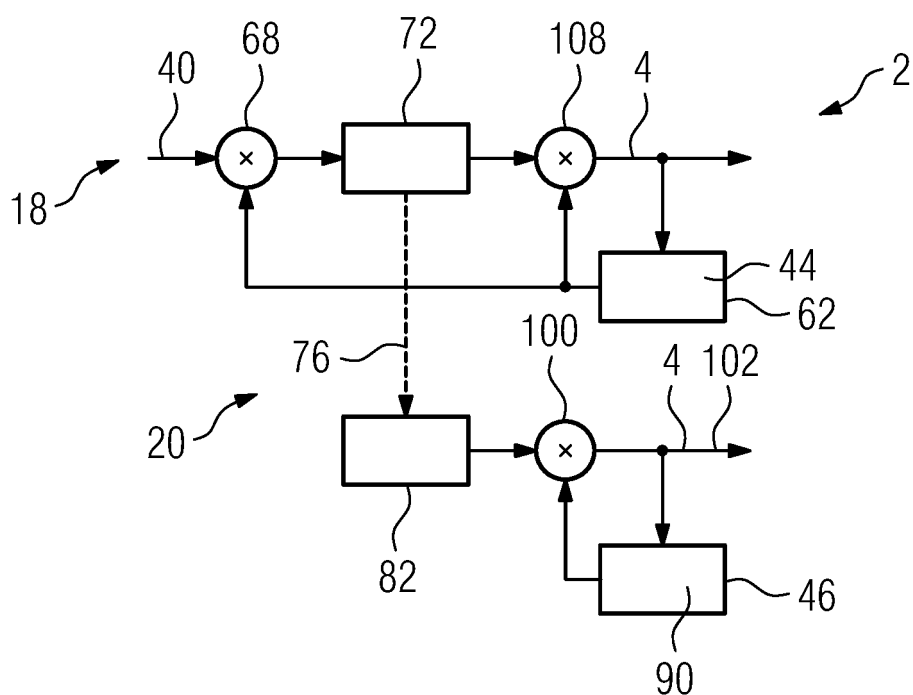
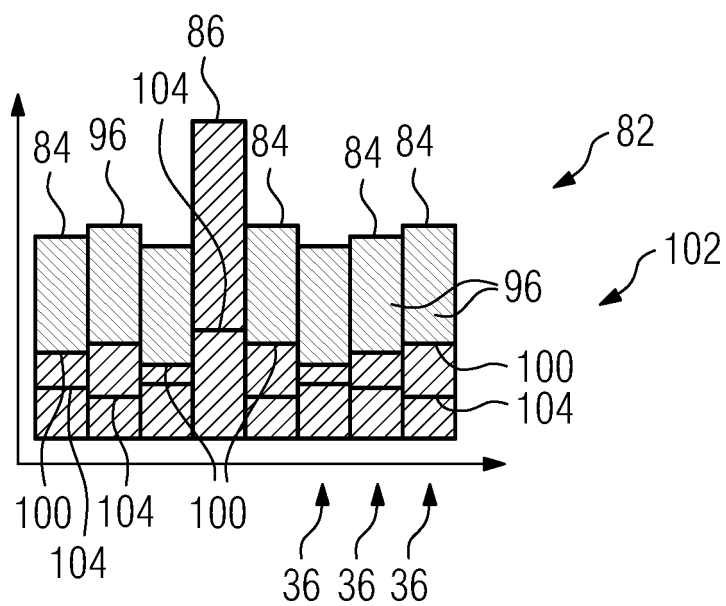


FIG 9



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 2011046966 A1 [0004]
- US 2010014679 A1 [0005]
- US 2004044527 A1 [0006]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Linear Prediction. **BENESTY, J. ; CHEN, J. ; HUANG, Y. (ARDEN.** Springer Handbook of Speech Processing. Springer Verlag, 2008, 111-125 [0034]
- **B. MATSCHKAL ; J. B. HUBER.** Spherical logarithmic quantization. *IEEE Trans. Audio, Speech, and Language Processing*, Januar 2010, vol. 18, 126-140 [0038]