(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 37 296 T2** 2007.11.08

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 473 710 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 37 296.4**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 090 222.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **02.04.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.11.2004**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **07.03.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.11.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***G10L 19/10*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
8666397 **04.04.1997** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL, SE

(73) Patentinhaber:
NEC Corp., Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Toshiyuki, Nomura, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Wenzel & Kalkoff, 22143 Hamburg

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Audiokodierung mittels einer mehrstufigen Mehrimpulsanregung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Audiokodiervorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und ein hierarchisches Kodierverfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 4.

Beschreibung des Standes der Technik:

[0002] Das Ziel des Einführens einer Audiokodier- und -dekodiervorrichtung, die das hierarchische Mehrstufen-Kodierverfahren übernehmen, das das Dekodieren von Audiosignalen von einem Teil eines Bitstroms von kodierten Signalen sowie des gesamten Bitstroms ermöglicht, ist es bisher, den Fall zu bewältigen, dass ein Teil der Pakete von kodierten Audiosignalen in einem Paketübertragungsnetzwerk verloren geht. Ein Beispiel einer solchen Vorrichtung, die auf einem CELP (Code Excited Linear Prediction, Kode-angeregte lineare Vorhersage)-Kodierverfahren basiert, umfasst Anregungssignalkodierblöcke in einer Mehrstufenverbindung. Dies ist in "Embedded CELP coding for variable bit-rate between 6.4 and 9.6 kbit/s" von R. Drog in Proceedings of ICASSP, 5. 681–684, 1991 und "Embedded algebraic CELP coders for wideband speech coding" von A. Le Guyader et al. in Proceedings of EUSIPCO, Signal Processing VI, S. 527–530, 1992 offenbart.

[0003] In diesem Dokument wird das CELP Anregungssignal fortschreitend modelliert unter Verwendung einer steigenden Anzahl von Wellenformen abhängig von der verfügbaren Bitrate.

[0004] Ein weiteres Beispiel von Mehrstufen Kodierung unter Verwendung einer kaskadierten Anordnung von Regulärpuls-Einstell-Anregungsbestimmungseinheiten ist offebnbart in dem Dokument S. Zhang und G. Lockhart „An embedded scheme for regular pulse excited (RPE) linear prediction coding", Proceedings der ICASSP 1995, S. 370. Dieses Dokument zeigt, wie der Kodierfehler fortschreitend modelliert wird durch einen Satz von Pulsen, und wie ein aktualisiertes Kodierfehler Signal erzeugt wird als Ergebnis dieses Kodierens, das Gegenstand eines weiteren Kodierens in einer nachfolgenden Stufe ist.

[0005] Mit Bezug auf Fig. 2A und Fig. 2B wird die Betriebsweise eines Beispiels des Standes der Technik erklärt. Obwohl im Beispiel der Einfachheit halber nur zwei Anregungssignalkodierblöcke verbunden sind, kann die folgende Erklärung auf die Struktur von drei oder mehr Stufen übertragen werden.

[0006] Die Rahmenteilschaltung **101** teilt ein Eingangssignal in Rahmen und liefert die Rahmen an die Subrahmenteilschaltung **102**.

[0007] Die Subrahmenteilschaltung **102** teilt das Eingangssignal in einem Rahmen in Subrahmen und liefert die Subrahmen an die lineare Vorhersageanalyseschaltung **103** und die psychoakustische Gewichtungssignal-Erzeugungsschaltung **105**.

[0008] Die lineare Vorhersageanalyseschaltung **103** wendet eine lineare Vorhersageanalyse auf jeden Subrahmen des Eingangs von der Subrahmenteilschaltung **102** an und liefert der linearen Vorhersagekoeffizienten-Quantisierschaltung **104**, der psychoakustischen Gewichtungssignal-Erzeugungsschaltung **105**, der psychoakustischen Gewichtungssignal-Reproduzierschaltung **106**, der adaptiven Kodebuch-Suchschaltung **109**, der Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** und der Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **112** die linearen Vorhersagekoeffizienten a(i) (i = 1, 2, 3, ..., Np). Die Zahl Np im vorigen Satz gibt den Grad der linearen Vorhersageanalyse wieder und nimmt zum Beispiel den Wert 10 an. In der linearen Vorhersageanalyse gibt es das Korrelationsverfahren und das Kovarianzverfahren, und sie werden detailliert in Kapitel fünf von "Digital Audio Processing", erschienen bei Tohkai University Press in Japan, erklärt.

[0009] Die lineare Vorhersagekoeffizienten-Quantisierschaltung **104** quantisiert die linearen Vorhersagekoeffizienten für jeden Rahmen anstatt für jeden Subrahmen. Um die Bitrate zu verringern, ist es üblich, das Verfahren zu übernehmen, in dem nur der letzte Subrahmen im aktuellen Rahmen quantisiert wird und die übrigen Subrahmen der Subrahmen im Rahmen unter Verwendung der quantisierten linearen Vorhersagekoeffizienten des aktuellen Rahmens und des vorigen Rahmens interpoliert werden. Die Quantisierung und Interpolation werden ausgeführt, nachdem die linearen Vorhersagekoeffizienten in Linienspektrumpaare (LSPs) umgewandelt werden. Die Umwandlung von linearen Vorhersagekoeffizienten in LSPs wird in "Speech Data Compression by LSP Speech Analysis-Synthesis Technique" im Journal of the Institute of Eletronics, Information and

Communication Engineers, J64-A, S. 599–606, 1981 erklärt. Zum Quantisieren von LSPs können wohlbekannte Verfahren verwendet werden. Ein Beispiel solcher Verfahren ist in JP-A-4171500 erklärt.

[0010] Nach dem Umwandeln der quantisierten LSPs in quantisierte linearen Vorhersagekoeffizietnen a'(i) (i = 1, 2, 3, ..., Np) liefert die lineare Vorhersagekoeffizienten-Quantisierschaltung **104** die quantisierten linearen Vorhersagekoeffizienten an eine psychoakustische Gewichtungssignal-Reproduzierschaltung **106**, eine adaptive Kodebuch-Suchschaltung **109**, eine Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** und eine Hilfs-Mehrfachpuls-Suchschaltung **112** und liefert Indizes, die quantisierte LSPs wiedergeben, an den Multiplexer **114**.

[0011] Die psychoakustische Gewichtungssignal-Erzeugungsschaltung **105** treibt den psychoakustischen Gewichtungsfilter Hw(z), der durch Gleichung (1) wiedergegeben wird, durch ein Eingangssignal in einem Subrahmen, um ein psychoakustisch gewichtetes Signal zu erzeugen, das an die Zielsignal-Erzeugungsschaltung **108** geliefert wird:

$$Hw(z) = \frac{1 - \sum_{i=1}^{N_p} a(i) R_2^i z^{-i}}{1 - \sum_{i=1}^{N_p} a(i) R_1^i z^{-i}} \qquad \ldots (1),$$

wobei R_1 und R_2 Gewichtungskoeffizienten sind, die das Ausmaß der psychoakustischen Gewichtung steuern. Zum Beispiel ist $R_1 = 0{,}6$ und $R_2 = 0{,}9$.

[0012] Die psychoakustische Gewichtungssignal-Erzeugungsschaltung **106** treibt einen psychoakustisch wichtenden Synthesefilter durch ein Anregungssignal des vorigen Subrahmens, der über den Subrahmenpuffer **107** geliefert wird. Der psychoakustische Gewichtungssynthesefilter besteht aus einem linearen Vorhersagesynthesefilter, der durch Gleichung (2) wiedergegeben wird, und einem psychoakustischen Gewichtungsfilter Hw(z) in Kaskadenverbindung, deren Koeffizienten vom vorigen Subrahmen stammen und darin gehalten wurden:

$$H_s(z) = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^{N_p} a'(i) z^{-i}} \qquad \ldots (2).$$

[0013] Nach dem Treiben treibt die psychoakustische Gewichtungssignal-Reproduzierschaltung **106** den psychoakustischen Gewichtungssynthesefilter durch eine Reihe von Nullsignalen, um die Antwort auf Nulleingänge zu berechnen. Die Antwort wird an die Zielsignal-Erzeugungsschaltung **108** geliefert.

[0014] Die Zielsignal-Erzeugungsschaltung **108** subtrahiert die Antwort auf Nulleingänge vom psychoakustischen Gewichtungssignal, um Zielsignale X(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) zu erhalten. Die Zahl N im vorigen Satz gibt die Länge eines Subrahmens wieder. Die Zielsignal-Erzeugungsschaltung **108** liefen die Zielsignale an die adaptive Kodebuch-Suchschaltung **109**, die Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110**, die Verstärkungssuchschaltung **111**, die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **112** und die Hilfs-Verstärkungssuchschaltung **113**.

[0015] Unter Verwendung des Anregungssignals des vorigen Subrahmens, der vom Subrahmenpuffer **107** geliefert wird, erneuert die adaptive Kodebuch-Suchschaltung **109** ein adaptives Kodebuch, das frühere Anregungssignale gehalten hat. Das adaptive Vektorsignal Ad(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1), das Abstand d entspricht, ist ein Signal, das um einen Abstand d verzögert wird, der im adaptiven Kodebuch gespeichert wurde. Wenn der Abstand d länger als die Länge eines Subrahmens N ist, trennt die adaptive Kodebuch-Suchschaltung **109** hier d Proben direkt vor dem aktuellen Subrahmen ab und verbindet die abgetrennten Proben wiederholt, bis die Zahl der Proben die Länge eines Subrahmens N erreicht. Die adaptive Kodebuch-Suchschaltung **109** treibt den psychoakustischen Gewichtungssynthesefilter, der für jeden Subrahmen vorbereitet wird (im Folgenden als psychoakustischer Gewichtungssynthesefilter im Nullzustand bezeichnet) durch den erzeugten adaptiven Kodevektor Ad(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1), um reproduzierte Signale SAd(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) zu erzeugen, und wählt Abstand d', der den Fehler E(d) minimiert, der den Unterschied zwischen Zielsignalen X(n) und SAd(n) ausmacht, aus einer Gruppe von d innerhalb eines vorbestimmten Suchbereichs aus, zum Beispiel D = 17, ..., 144. Im Folgenden wird der ausgewählte Abstand d' der Einfachheit halber als d bezeichnet.

$$E(d) = \sum_{n=1}^{N} X(n)^2 - \frac{\left(\sum_{n=1}^{N} X(n)SAd(n)\right)^2}{\sum_{n=1}^{N} SAd(n)^2} \quad \ldots (3)$$

[0016] Die adaptive Kodebuch-Suchschaltung **109** liefert dem Multiplexer **114** den ausgewählten Abstand d, der Verstärkungssuchschaltung **111** den ausgewählten adaptiven Kodevektor Ad(n) und der Verstärkungssuchschaltung **111** und der Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** die regenerierten Signale SAd(n).

[0017] Die Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** sucht p Teile eines Nicht-Null-Impulses, die ein Mehrfachimpulssignal darstellen. Hier ist die Position jedes Impulses auf die Impulspositionskandidaten beschränkt, die vorab bestimmt wurden. Die Impulspositionskandidaten für einen unterschiedlichen Nicht-Null-Impuls sind voneinander unterschiedlich. Die Nicht-Null-Impulse werden nur durch die Polarität ausgedrückt. Daher ist das Kodieren des Mehrfachimpulssignals der Auswahl des Indexes j äquivalent, der in Gleichung (4) den Fehler E(j) minimiert:

$$E(j) = \sum_{n=1}^{N} X'(n)^2 - \frac{\left(\sum_{n=1}^{N} X'(n)SC_j(n)\right)^2}{\sum_{n=1}^{N} SC_j(n)^2} \quad \ldots (4),$$

wobei SCj(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) ein reproduziertes Signal ist, das durch Treiben des psychoakustischen Gewichtungssynthesefilters im Nullzustand durch Mehrfachimpulssignale Cj (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) erhalten wird, die für Index j (J = 0, 1, 2, ..., J – 1) aufgestellt ist, der eines von J Teilen der Kombination des Impulspositionskandidaten und der Polarität wiedergibt, und wobei X'n (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) ein Signal ist, das durch Orthogonalisieren des Zielsignals X(n) durch das reproduzierte Signal SAd(n) des adaptiven Kodevektorsignals erhalten wird und durch Gleichung (5) gegeben ist:

$$X'(n) = X(n) - \frac{\sum_{n=1}^{N} X(n)SAd(n)}{\sum_{n=1}^{N} SAd(n)^2} SAd(n) \quad \ldots (5).$$

[0018] Dieses Verfahren ist detailliert in "Fast CELP coding based on algebraic codes" in Proceedings of ICASSP, S. 1957–1960, 1987 erklärt.

[0019] Der Index j, der das Mehrfachimpulssignal wiedergibt, kann mit

$$\sum_{p=0}^{P-1} (1 + \log_2 M(p))$$

Bit gesendet werden, wobei M(p) (p = 0, 1, 2, ..., P – 1) die Anzahl der Impulspositionskandidaten für den p-ten Impuls ist. Die Anzahl von Bits, die notwendig ist, um den Index j zu senden, ist zum Beispiel 20, vorausgesetzt, dass die Abtastrate 8 kHz beträgt, die Länge eines Subrahmens 5 msec (N = 40 Proben) beträgt, die Anzahl der Impulse P fünf beträgt, die Anzahl der Impulspositionskandidaten M(p) = 8 ist, p = 0, 1, 2, ..., P – 1 ist und die Anzahl der Impulspositionskandidaten der Einfachheit halber konstant ist.

[0020] Die Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** liefert das ausgewählte Mehrfachimpulssignal Cj(n) und das reproduzierte Signal SCj(n) für das Mehrfachimpulssignal an die Verstärkungssuchschaltung **111** und den entsprechenden Index j an den Multiplexer **114**.

[0021] Die Verstärkungssuchschaltung **111** sucht die optimale Verstärkung, die für ein Paar aus dem adaptiven Kodevektorsignal und dem Mehrfachimpulssignal von einem Verstärkungskodebuch der Größe K aus GA(k) und GE(K) (k = 0, 1, 2, ..., K – 1) besteht. Der Index k der optimalen Verstärkung wird so ausgewählt, dass der Fehler E(k) in Gleichung (6) minimiert wird:

$$E(k) = \sum_{n=1}^{N} \left[X(n) - GA(k)SAd(n) - GE(k)SCj(n) \right]^2 \qquad ...(6),$$

wobei X(n) das Zielsignal, SAd(n) der reproduzierte adaptive Kodevektor und SCj(n) das reproduzierte Mehrfachimpulssignal ist.

[0022] Die Verstärkungssuchschaltung **111** erzeugt unter Verwendung der ausgewählten Verstärkung, des adaptiven Kodevektors und des Mehrfachimpuls-Impulssignals auch ein Anregungssignal D(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1). Das Anregungssignal D(n) wird an den Subrahmenpuffer **107** und die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **112** geliefert. Darüber hinaus treibt die Verstärkungssuchschaltung **111** den psychoakustischen Gewichtungsfilter im Nullzustand durch das Anregungssignal D(n), um das reproduzierte Anregungssignal SD(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) zu erzeugen, das an die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **112**, die Hilfs-Verstärkungssuchschaltung **113** und den Multiplexer **114** geliefert wird.

[0023] Ähnlich wie die Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** erzeugt die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **112** das Hilfs-Mehrfachimpulssignal Cm(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) und das regenerierte Hilfs-Mehrfachimpulssignal SCm(n) (N = 0, 1, 2, ..., N – 1) und wählt m aus, das den Fehler E(m) in Gleichung (7) minimiert:

$$E(m) = \sum_{n=1}^{N} X''(n)^2 - \frac{\left(\sum_{n=1}^{N} X''(n)SC_m(n) \right)^2}{\sum_{n=1}^{N} SC_m(n)^2} \qquad ... (7),$$

wobei X"(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) ein Signal ist, das durch Orthogonalisieren des Zielsignals X(n) durch ein reproduziertes Signal SD(n) des Anregungssignals erhalten und durch Gleichung (8) gegeben wird:

$$X''(n) = X(n) - \frac{\sum_{n=1}^{N} X(n)SD(n)}{\sum_{n=1}^{N} SD(n)^2} SD(n) \qquad ... (8).$$

[0024] Der Index m, der ein Mehrfachimpulssignal C(m) wiedergibt, kann mit

$$\sum_{p=0}^{p'-1} (1 + \log_2 M'(p))$$

Bit gesendet werden, wobei P' die Anzahl der Hilfs-Mehrfachimpulssignale und M'(p) (p = 0, 1, 2, ..., P – 1) die Anzahl der Impulspositionskandidaten für den p-ten Impuls ist. Die Anzahl von Bits, die notwendig ist, um den Index m zu senden, ist zum Beispiel 20, vorausgesetzt, dass die Anzahl von Impulsen P' fünf beträgt, die Anzahl der Impulspositionskandidaten M'(p) = 8 ist, p = 0, 1, 2, ..., P – 1 ist und die Anzahl der Impulspositionskandidaten der Einfachheit halber konstant ist.

[0025] Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **112** liefert auch das regenenerte Signal SCm(n) an die Hilfs-Verstärkungssuchschaltung **113** und den entsprechenden Index m an den Multiplexer **114**.

[0026] Die Hilfs-Verstärkungssuchschaltung **113** such die optimale Verstärkung, bestehend aus GEA(1) und GEC(1) (1 = 0, 1, 2, ..., K – 1) für ein Paar aus Anregungssignal und Hilfs-Mehrfachimpulssignal von einem Verstärkungskodebuch der Größe K'. Index 1 der optimalen Verstärkung wird so ausgewählt, dass der Fehler E(1) in Gleichung (9) minimiert wird:

$$E(l) = \sum_{n=1}^{N} \left[X(n) - GEA(l)Sd(n) - GEC(l)SCm(n) \right]^2 \qquad ...(9),$$

wobei X(n) das Zielsignal, SD(n) das reproduzierte Anregungssignal und SCm(n) das reproduzierte Hilfs-Mehrfachimpulssignal ist.

[0027] Der ausgewählte Index 1 wird an den Multiplexer **114** geliefert.

[0028] Der Multiplexer **114** wandelt Indizes, die den quantisierten LSPs entsprechen, den adaptiven Kodevektor, das Mehrfachimpulssignal, die Verstärkungen, das Hilfs-Mehrfachimpulssignal und die Hilfsverstärkungen in einen Bitstrom um, der an den ersten Ausgangsanschluss **115** geliefert wird.

[0029] Der Bitstrom vom zweiten Eingangsanschluss **116** wird an den Demultiplexer **117** geliefert. Der Demultiplexer **117** wandelt den Bitstrom in die Indizes um, die den quantisierten LSPs, dem adaptiven Kodevektor, dem Mehrfachimpulssignal, den Verstärkungen, dem Hilfs-Mehrfachimpulssignal und den Hilfsverstärkungen entsprechen. Außerdem liefert der Demultiplexer **117** den Index der quantisierten LSPs an die lineare Vorhersagekoeffizienten-Dekodierschaltung **118**, den Index des Abstands an die adaptive Kodebuch-Dekodierschaltung **119**, den Index des Mehrfachimpulssignals an die Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **120**, den Index der Verstärkungen an die Verstärkungsdekodierschaltung **121**, den Index des Hilfs-Mehrfachimpulssignals an die Hilfs-Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **124** und den Index der Hilfsverstärkungen an die Hilfs-Verstärkungsdekodierschaltung **125**.

[0030] Die lineare Vorhersagekoeffizienten-Dekodierschaltung **118** dekodiert den Index des quantisierten LSPs zu quantisierten linearen Vorhersagekoeffizienten a(i)' (i = 1, 2, 3, ..., Np), die an die erste Signalreproduzierschaltung **122** und die zweite Signalreproduzierschaltung **126** geliefert werden.

[0031] Die adaptive Kodebuch-Dekodierschaltung **119** dekodiert den Index des Abstands zum adaptiven Kodevektor Ad(n), der an die Verstärkungsdekodierschaltung **121** geliefert wird. Die Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **120** dekodiert den Index des Mehrfachimpulssignals zum Mehrfachimpulssignal Cj(n), das an die Verstärkungsdekodierschaltung **121** geliefert wird. Die Verstärkungsdekodierschaltung **121** dekodiert den Index der Verstärkungen zu Verstärkungen GA(k) und GC(k) und erzeugt unter Verwendung der Verstärkungen GA(k) und GC(k), des adaptiven Kodevektors Ad(n), des Mehrfachimpulssignals Cj(n) und der Verstärkungen GA(k) und GC(k) ein erstes Anregungssignal. Das erste Anregungssignal wird an die erste Signalreproduzierschaltung **122** und die Hilfs-Verstärkungsdekodierschaltung **125** geliefert.

[0032] Die erste Signalreproduzierschaltung **122** erzeugt ein erstes reproduziertes Signal, indem der lineare Vorhersagesynthesefilter Hs(z) mit dem ersten Anregungssignal getrieben wird. Das erste reproduzierte Signal wird an den zweiten Ausgangsanschluss **123** geliefert.

[0033] Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **124** dekodiert den Index des Hilfs-Mehrfachimpulssignals zum Hilfs-Mehrfachimpulssignal Cm(n), das an die Hilfs-Verstärkungsdekodierschaltung **125** geliefert wird. Die Hilfs-Verstärkungsdekodierschaltung **125** dekodiert den Index der Hilfsverstärkungen zu Hilfsverstärkungen GEA(1) und GEC(1) und erzeugt unter Verwendung des ersten Anregungssignals, des Hilfs-Mehrfachimpulssignals Cm(n) und der Hilfsverstärkungen GEA(1) und GEC(1) ein zweites Anregungssignal.

[0034] Die zweite Signalreproduzierschaltung **126** erzeugt ein zweites reproduziertes Signal, indem der lineare Vorhersagesynthesefilter Hs(z) mit dem zweiten Anregungssignal betrieben wird. Das zweite reproduzierte Signal wird an den dritten Ausgangsanschluss **127** geliefert.

[0035] Das oben erklärte herkömmliche Verfahren weist darin einen Nachteil auf, dass die Kodiereffizienz eines Mehrfachimpulssignals in der zweiten Stufe und den folgenden Stufen nicht ausreichend ist, weil die Möglichkeit besteht, dass jede Stufe Impulse in die gleichen Positionen wie die der in vorherigen Stufen kodierten Pulse legt. Weil ein Mehrfachimpulssignal durch Positionen und Polaritäten der Impulse wiedergegeben wird, wird der gleiche Mehrfachimpuls gebildet, wenn sich mehrere Impulse in der gleichen Position befinden und wenn sich ein Impuls darin befindet. Daher wird die Kodiereffizienz nicht verbessert, wenn sich mehrere Impulse in der gleichen Position befinden.

[0036] US 5 193 140 offenbart ein Mehrpulsbestimungsverfahren, das geeignet ist, die Pulssuchstufen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 zu implementieren.

[0037] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Audiokodiervorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, die einen Mehrfachimpuls in mehreren Stufen effizient kodieren.

[0038] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 4.

[0039] Gemäß der vorliegenden Erfindung setzt die Mehrpulseinstellschaltung (eine Hilfs-Mehrpuls-Einstellschaltung) Kandidaten für Pulspositionen, so dass Pulspositionen, denen keine Pulse zugewiesen worden sind, mit Priorität über Pulspositionen, an denen Pulse bereits in vorhergehenden Stufen kodiert worden sind,

ausgewählt werden, und eine Mehrpuls-Suchschaltung, die der Mehrpuls-Einstellschaltung folgt, wählt Pulspositionen aus den Kandidaten aus und kodiert die ausgewählten Pulspositionen. Daher kodiert die Mehrpuls-Suchschaltung die Information betreffend die gewählten Pulspositionen unter Kandidaten von Pulspositionen, von den Positionen von bereits kodierten Pulsen ausgeschlossen sind, wodurch die erforderliche Anzahl von Bits für das Kodieren reduziert werden kann.

[0040] Diese und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im Licht der folgenden detaillierten Beschreibung der Ausführungsform der besten Art deutlicher, wie sie in den begleitenden Zeichnungen veranschaulicht ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0041] Fig. 1A zeigt eine Audiokodiervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0042] Fig. 1B zeigt eine Audiodekodiervorrichtung;

[0043] Fig. 2A zeigt eine Audiokodiervorrichtung im Stand der Technik; und

[0044] Fig. 2B zeigt eine Audiodekodiervorrichtung im Stand der Technik.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0045] Obwohl in den Vorrichtungen der Einfachheit halber nur zwei Anregungssignalkodierblöcke verbunden sind, kann die folgende Erklärung auf die Struktur von drei oder mehr Stufen übertragen werden.

[0046] Unterschiede zwischen den Vorrichtungen gemäß den Fig. 1A, Fig. 1B und dem in Fig. 2A, Fig. 2B gezeigten Stand der Technik sind der Zusatz der Mehrfachimpuls-Einstellschaltungen **130** und **132**, der Ersatz der Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **112** durch die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **131** und der Ersatz der Hilfs-Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **124** durch die Hilfs-Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **133**. Daher werden nur Unterschiede wie folgt erklärt.

[0047] Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** stellt Kandidaten für Impulspositionen so ein, dass Impulspositionen, denen kein Impuls zugewiesen wurde, vor denen der bereits in der Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** kodierten Pulsen in der Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **131** ausgewählt werden. Zum Beispiel arbeitet die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** wie folgt:
Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** teilt jeden Subrahmen in Q Teile von Subbereichen. Jedem Subbereich wird ein Impuls zugewiesen. Kandidaten für die Position jedes Impulses ist der Subbereich. Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** wählt eine begrenzte Anzahl von Subbereichen vom oberen Ende der aufsteigenden Reihenfolge der Anzahl der bereits darin kodierten Impulse aus und gibt die Indizes der ausgewählten Subbereiche aus. Die Indizes können die Indizes der Impulse genannt werden, weil die Impulse und die Subbereiche bi-eindeutig verbunden sind. Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** weist für die Impulsposition X(q, r) (q = 0, 1, 2, ..., Q – 1; r = 0, 1, 2, ..., M"(q) – 1) für O Teile von Impulsen im voraus Kandidaten auf, wobei O die Anzahl der Impulse angibt, g die Impulszahl angibt, M"(q) die Gesamtzahl der Kandidaten für Impulsposition angibt, die dem Impuls g entsprechen und r die Seriennummer eines Kandidaten einer Impulsposition angibt. Die Anzahl der Impulse Q, zum Beispiel 10, ist hier unterschiedlich von der Anzahl der Impulse des Mehrfachimpulssignals, zum Beispiel fünf, die die gleiche wie im Stand der Technik ist. In dieser Ausführungsform ist M"(q) konstant und vier, was für alle Werte von g der Quotient der Division der Länge des Subrahmens 40 durch die Anzahl der Impulse 10 ist. Ein Kandidat für eine Impulsposition X(q, r) für ein bestimmtes Paar von g und r ist von dem für ein anderes Paar von g und r verschieden. Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** umfasst Zähler Ctr(q) (q = 0, 1, 2, ..., Q – 1), entsprechend g Teilen von Impulsen. Die Anfangswerte der Zähler Ctr(q) sind null. Die Impulszahl g wird extrahiert, indem nach einem Kandidaten gesucht wird, dessen Position die gleiche wie die eines Impulses des Mehrfachimpulssignals ist, der von der Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** von Kandidaten für die Impulspositionen X(q, r) geliefert wird. Der Zähler Ctr(q), der der extrahierten Impulszahl g entspricht, wird inkrementiert. Der gleiche Schritt wird für alle von der Mehrfachimpuls-Suchschaltung **110** gelieferten Impulse wiederholt. Anschließend werden Q', zum Beispiel fünf, Teile von Zählern vom oberen Ende der aufsteigenden Reihenfolge von Zählwerten ausgewählt. Die Seriennummern der ausgewählten Zähler werden durch s(t) (t = 0, 1, 2, ..., Q – 1) wiedergegeben. Daher gibt s(t) eine der Impulszahlen an, die im Bereich von null bis Q – 1 liegen. In dieser Bedeutung kann s(t) Impulszahl genannt werden. In der Auswahl wird zum Beispiel der Zähler mit minimalen g ausgewählt, wenn mehrere Zähler den gleichen Zählwert annehmen. Darüber hinaus liefert die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** Q' Teile

der ausgewählten Impulszahl s(t) (t = 0, 1, 2, ..., Q – 1) an die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **131**.

[0048] Auf ähnliche Weise wie die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** umfasst die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **131** im voraus Kandidaten für die Impulspositionen X(q, r) (q = 0, 1, 2, ..., Q – 1; r = 0, 1, 2, ..., M''(q) – 1) für O Impulsteile. Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **131** sucht Q' Teile von Nicht-Null-Impuls, die ein Hilfs-Mehrfachimpulssignal darstellen. Hier ist die Position jedes Pulses in Übereinstimmung mit Q' Teilen der Impulszahl s(t) (t = 0, 1, 2, ..., Q – 1) auf Kandidaten für die Impulsposition X(s(t), r) (r = 0, 1, 2, ..., M''(s(t)) – 1) beschränkt. Darüber hinaus werden die Amplituden der Impulse nur durch die Polarität wiedergegeben. Daher wird die Kodierung des Hilfs-Mehrfachimpulses durchgefürt, indem die Hilfs-Mehrfachimpulssignale Cm(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) für den Index m aufgestellt werden, der eine von allen Kandidatenkombinationen für Impulspositionen und Polaritäten wiedergibt, der psychoakustische Gewichtungssynthesefilter im Nullzustand mit den Hilfs-Mehrfachimpulssignalen Cm(n) getrieben wird, um die reproduzierten Signale SCm(n) (n = 0, 1, 2, ..., N – 1) zu erzeugen und der Index m ausgewählt wird, der den durch Gleichung (7) wiedergegebenen Fehler E(m) minimiert. Der ausgewählte Index m kann mit

$$\sum_{t=0}^{Q'-1}\left(1+\log_2 M''(s(t))\right)$$

Bit kodiert und gesendet werden. Wenn zum Beispiel Q' = 5 und M''(s(t)) = 4 für die Gleichung substituiert werden, ist die Bitzahl 15. Das heißt, dass die zum Kodieren eines Hilfs-Mehrfachimpulssignals benötigte Bitzahl 15 ist. Die entsprechende Zahl im Stand der Technik ist 20. Daher wird die Bitzahl um fünf reduziert. Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Suchschaltung **131** liefert das reproduzierte Hilfs-Mehrfachimpulssignal SCm(n) an die Hilfs-Verstärkungssuchschaltung **113** und den entsprechenden Index m an den Multiplexer **114**.

[0049] Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **132** in der Audiodekodiervorrichtung arbeitet auf die gleiche Weise die die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **130** in der Audiokodiervorrichtung. Das heißt, dass die Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **132** Impulszahlen s(t) (t = 0, 1, 2, ..., Q – 1) für Q' Impulsteile in einem Mehrfachimpuls auswählt, der von der Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **120** geliefert wird, und die ausgewählten Impulszahlen s(t) an die Hilfs-Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **133** liefert.

[0050] Die Hilfs-Mehrfachimpuls-Dekodierschaltung **133** reproduziert das Hilfs-Mehrfachimpulssignal, indem sie den Index des Hilfs-Mehrfachimpulssignals, das vom Demultiplexer **117** geliefert wird, und die Impulszahl s(t) (t = 0, 1, 2, ..., Q – 1), die in der Hilfs-Mehrfachimpuls-Einstellschaltung **132** ausgewählt wird, verwendet und sich auf Kandidaten für jede Impulsposition X(s(t), r) (r = 0, 1, 2, ..., M'') bezieht, und liefert das Hilfs-Mehrfachimpulssignal an die Hilfs-Verstärkungsdekodierschaltung **125**.

[0051] Wie oben erläutert, kann die Effizienz des Kodierens eines Mehrfachimpulssignals in einer zweiten Stufe und in folgenden Stufen bei einer Mehrstufenverbindung gemäß der Audiokodiervorrichtung der vorliegenden Erfindung verbessert werden, weil sich mehrere Impulse, die das Mehrfachimpulssignal bilden, selten in der gleichen Position befinden, und die zum Kodieren erforderliche Bitzahl kann ohne Verschlechterung der Kodierqualität verringert werden.

Patentansprüche

1. Audiokodiervorrichtung zum Kodieren eines Mehrpulssignals, das ein Anregungssignal eines reproduzierten Audiosignals wiedergibt, in mehreren Stufen, indem mehrere Pulse Pulspositionen zugewiesen werden, die eine Differenz zwischen dem reproduzierten Audiosignal und einem eingegebenen Audiosignal minimieren, wobei das reproduzierte Audiosignal erhalten wird, indem ein linearer Vorhersage-Synthesefilter mittels des Anregungssignals getrieben wird,
wobei die Audiokodiervorrichtung umfasst:
eine erste Mehrpulssuchschaltung (**110**), die in einer ersten Stufe ein Mehrpulssignal bestimmt, in der das Mehrpulssignal kodiert wird und ein erstes minimiertes Differenzsignal erzeugt wird,
mindestens eine Hilfs-Mehrpulssuchschaltung (**131**), in der Pulspositionen von Pulspositionskandidaten in jeder folgenden der mehreren Stufen ausgewählt werden und die ausgewählten Pulspositionen kodiert werden, um ein Differenzsignal einer vorigen Stufe zu modellieren und ein weiteres minimiertes Differenzsignal zu erzeugen, **dadurch gekennzeichnet**, dass
die Audiokodiervorrichtung zwischen den Stufen eine Mehrpulseinstellschaltung (**130**) umfasst, die die Pulspositionskandidaten an Positionen setzt, denen keine Pulse zugewiesen worden sind, mit Priorität über Positionen, an denen Pulse bereits in vorhergehenden Stufen kodiert worden sind.

2. Audiokodiervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Mehrpulseinstellschaltung (**130**) jeden Subrahmen in mehrere Unterbereiche teilt, eine begrenzte Zahl der Unterbereiche entsprechend der Zahl von bereits darin kodierten Pulsen auswählt, wobei die Unterbereiche mit der kleineren Zahl von bereits kodierten Pulsen zuerst ausgewählt werden, und die Indizes der ausgewählten Unterbereiche an die nächste Stufe ausgibt.

3. Audiokodiervorrichtung nach Anspruch 2, wobei jede der mehreren Stufen Pulse des Mehrpulssignals nur in den Unterbereichen kodiert, die den Indizes von der Mehrpulseinstellschaltung (**130**) entsprechen.

4. Audiokodierverfahren zum Kodieren eines Mehrpulssignals, das ein Anregungssignal eines reproduzierten Audiosignals wiedergibt, in mehreren Stufen, indem mehrere Pulse Pulspositionen zugewiesen werden, die eine Differenz zwischen dem reproduzierten Audiosignal und einem eingegebenen Audiosignal minimieren, wobei das reproduzierte Audiosignal erhalten wird, indem ein linearer Vorhersage-Synthesefilter mittels des Anregungssignals getrieben wird,
wobei das Audiokodierverfahren umfasst:
einen ersten Mehrpulssuchschritt, der in einer ersten Stufe ein Mehrpulssignal bestimmt, in der das Mehrpulssignal kodiert wird und ein erstes minimiertes Differenzsignal erzeugt wird,
mindestens einen Hilfs-Mehrpulssuchschritt, in dem Pulspositionen von Pulspositionskandidaten in jeder folgenden der mehreren Stufen ausgewählt werden und die ausgewählten Pulspositionen kodiert werden, um ein Differenzsignal einer vorigen Stufe zu modellieren und ein weiteres minimiertes Differenzsignal zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass
das Audiokodierverfahren zwischen den Stufen einen Mehrpulseinstellschritt umfasst, der die Pulspositionskandidaten an Positionen setzt, denen keine Pulse zugewiesen worden sind, mit Priorität über Positionen, an denen Pulse bereits in vorhergehenden Stufen kodiert worden sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1A

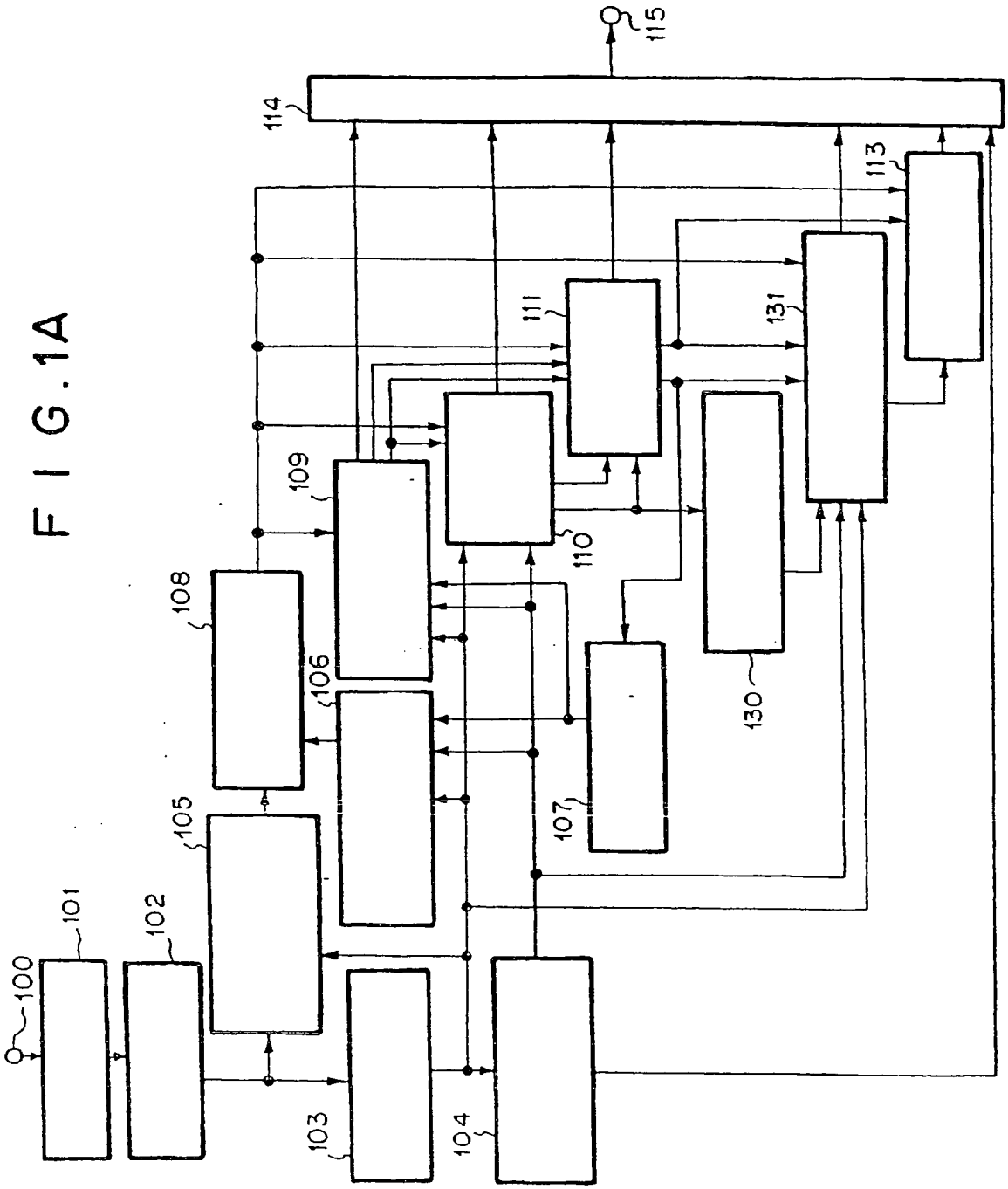

FIG.1B

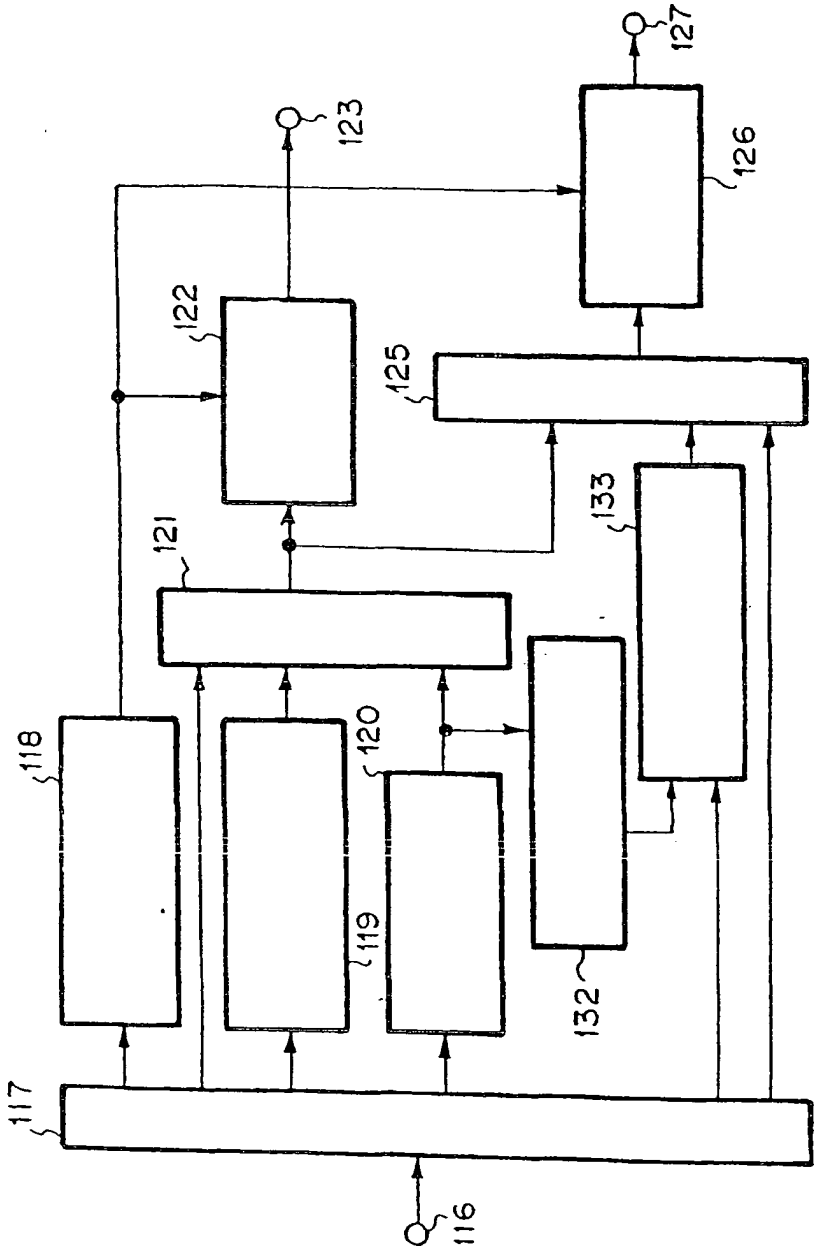

FIG.2A

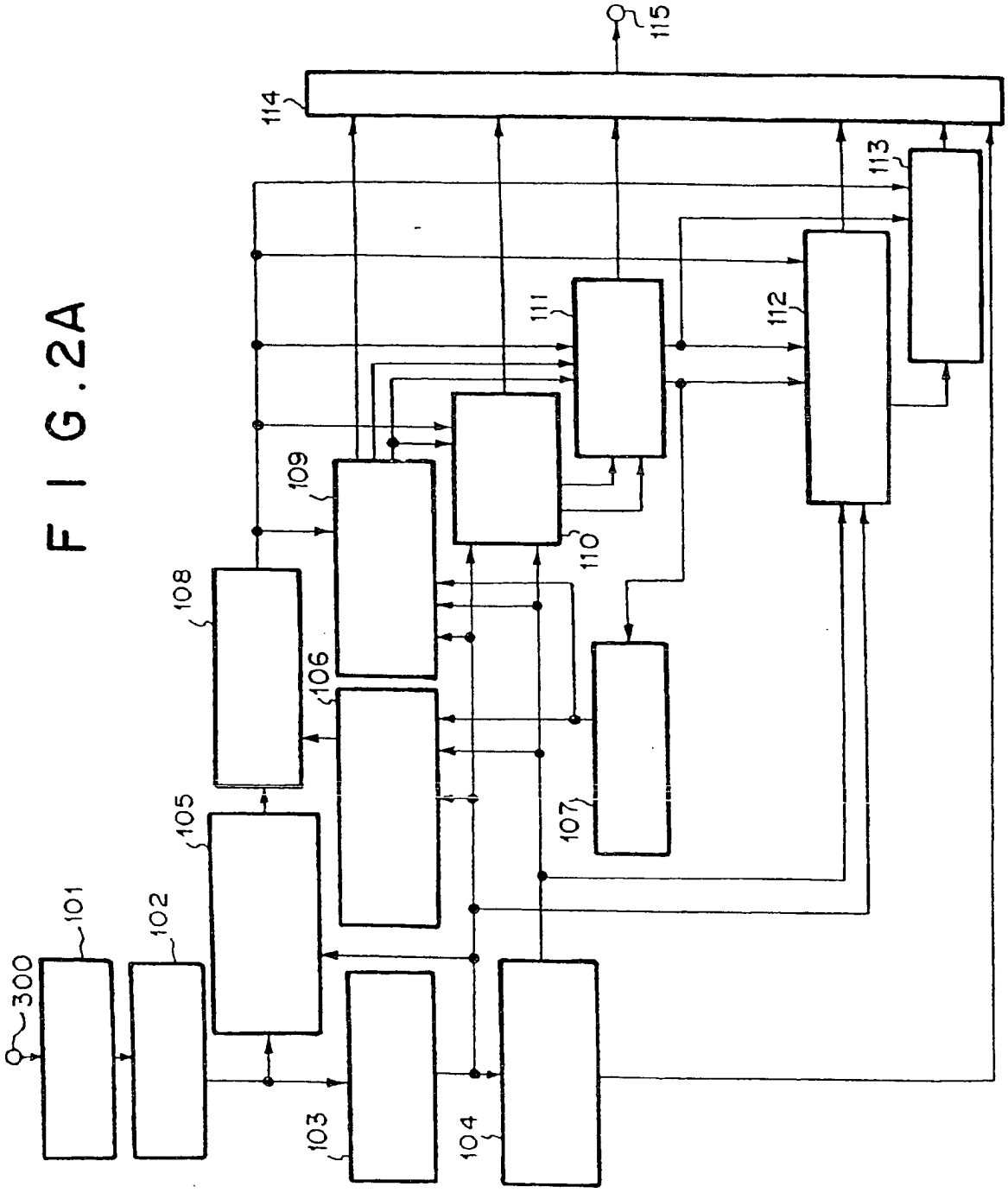

FIG. 2B

