

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 3 5 3 2 6 7 号

(P 3 3 5 3 2 6 7)

(45)発行日 平成14年12月3日(2002.12.3)

(24)登録日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I		
G 1 0 L	19/00	G 1 0 L	9/18	E
	19/02		9/14	J
	19/04			S
	19/12		7/04	G

請求項の数 1 3

(全 1 1 頁)

(21)出願番号	特願平8-35206	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22)出願日	平成8年2月22日(1996.2.22)	(72)発明者	岩上 直樹 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
(65)公開番号	特開平9-230898	(72)発明者	守谷 健弘 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
(43)公開日	平成9年9月5日(1997.9.5)	(72)発明者	池田 和永 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
審査請求日	平成10年11月17日(1998.11.17)	(74)代理人	100066153 弁理士 草野 卓
		審査官	山下 剛史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音響信号変換符号化方法及び復号化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力音響信号をフレーム単位に、その周波数特性の概形が取り除かれた周波数領域の残差係数に変換し、その残差周波数領域係数に対応する符号を出力する符号化方法において、
上記入力音響信号が上記ベクトル量子化に用いるコードブック中のコードベクトルに適合するかしないかを判断する第 1 の段階と、
上記第 1 の段階が適合しないと判断すると上記コードベクトルを変形する第 2 の段階とを有し、
上記第 1 の段階は、上記入力音響信号にスペクトルの微細構造を多く含むかどうか判断することにより上記適合するかを判断する段階であり、
上記微細構造を多く含むと判断すると上記第 2 の段階では上記コードベクトルの形状の微細構造が大きくなるよ

2

うに変形を加えることを特徴とした音響信号変換符号化方法。

【請求項 2】 上記第 2 の段階は、上記コードベクトルの各要素のうち絶対値の大きなものを残して他は 0 にすることであることを特徴とした請求項 1 記載の音響信号変換符号化方法。

【請求項 3】 上記第 2 の段階は、上記コードベクトルを複数の小帯域に分割し、その分割された各小帯域について、その要素中から絶対値の大きなものを残して他は 0 にする請求項 1 記載の音響信号変換符号化方法。

【請求項 4】 上記第 2 の段階は、コードベクトルの各要素のうち、絶対値の大きいものをさらに大きく、また絶対値の小さいものをさらに小さくすることにより変形を行うことであることを特徴とした請求項 1 記載の音響信号変換符号化方法。

10

【請求項 5】 上記第 1 の段階は上記入力音響信号をケプストラム分析し、その分析結果中の高次部分のエネルギーが大きい小さいかを判断することであり、その判断結果の情報を符号化出力に含めることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の音響信号変換符号化方法。

【請求項 6】 上記第 1 の段階は入力音響信号中に音声信号が含まれているかを判断し、その判断結果の情報を符号化出力に含めることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の音響信号変換符号化方法。

【請求項 7】 上記第 1 の段階は上記入力音響信号の周波数特性概形の低次成分が大きいかを判断することであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の音響信号変換符号化方法。

【請求項 8】 第 1 の段階でベクトル量子化された周波数領域係数を再生し、第 2 の段階で上記再生された周波数領域係数を音響信号に変換して出力する音響信号変換復号化方法において、

上記第 1 の段階で用いるコードブック中のコードベクトルを、変形を必要とする情報に応じて変形する第 3 の段階を含み、

上記第 3 の段階は、上記コードベクトルの形の微細構造が大きくなるように変形を加えることであることを特徴とした音響信号変換復号化方法。

【請求項 9】 上記第 3 の段階は、上記コードベクトルの各要素のうち絶対値の大きなものを残して他は 0 にすることであることを特徴とした請求項 8 記載の音響信号変換復号化方法。

【請求項 10】 上記第 3 の段階は、コードベクトルを複数の小帯域に分割し、その各小帯域ごとにその要素のうち絶対値の大きなものを残して他は 0 とすることであることを特徴とする請求項 8 記載の音響信号変換復号化方法。

【請求項 11】 上記第 3 の段階は、上記コードベクトルの各要素のうち、絶対値の大きいものをさらに大きく、また絶対値の小さいものをさらに小さくすることであることを特徴とした請求項 8 記載の音響信号変換復号化方法。

【請求項 12】 上記変形を必要とする情報は入力符号中に含まれていることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の音響信号変換復号化方法。

【請求項 13】 上記第 1 の段階はベクトル励振により平坦化周波数領域係数を再生する段階と、入力符号中の周波数特性概形情報から周波数特性概形を再生する段階と、上記再生された周波数特性概形により上記平坦化周波数領域係数を逆平坦化して上記周波数領域係数を得る段階とよりなり、上記周波数特性概形の低次成分が大きいかなかを判断し、大きいと判断されると上記変形を必要とする情報が得られる段階を含むことを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の音響信号変換復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はオーディオ信号、特に音楽信号などの音響信号を、周波数領域に変換してできるだけ少ない情報量でデジタル符号化する符号化方法、及びその符号化信号を音響信号に復号化する復号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、オーディオ信号を高効率に符号化する方法として、原音をフレームと呼ばれる 5 ~ 50 ms 程度の一定間隔の区間に分割し、その 1 フレームの信号に時間 - 周波数変換を行って得た周波数領域係数を、周波数特性の包絡形状（周波数特性概形）と、その周波数領域係数を前記周波数特性概形で平坦化して得られる残差係数という 2 つの情報とに分離し、それぞれを量子化することが提案されている。この従来の符号化方法及び復号化方法の処理手順を、図 5 を参照しながら説明する。

【0003】符号化側 10 においては手順 1 は、入力端子 11 より入力音響信号を、時間 - 周波数変換部 12 によって周波数領域係数に変換する。この変換の方法としては、MDCT (Modified Discrete Cosine Transformation, 変形離散コサイン変換) や、DCT (Discrete Cosine Transformation, 離散コサイン変換)、DFT (Discrete Fourier Transformation, 離散フーリエ変換) などを用いることができる。なお、時間 - 周波数変換部 12 では、前処理として、入力信号サンプル列のフレーム分割と窓掛けが必要である。フレーム分割は、MDCT の場合入力サンプルが N 点入力されるごとにこれを含む過去 2N 点のサンプルを 1 フレームとして分割する。DCT と DFT の場合入力サンプルが N 点ごとにこれを含む過去 N + 点のサンプルを 1 フレームとして分割する。窓掛けは従来行われている手法により行い、いずれの変換方法でも、N 点の周波数領域係数が得られる。

【0004】手順 2 は、概形計算部 13 で周波数領域係数の概形抽出する。この概形抽出方法としては、前処理された音響信号を入力として線形予測分析をする方法、周波数領域係数を入力としてスケールファクタを計算する方法、周波数領域係数をリフタリングする方法などを用いることができる。線形予測分析をする方法では、入力信号を線形予測分析し、線形予測係数を求め、この係数のスペクトル振幅の逆数を周波数特性概形とする。線形予測の次数は、20 次程度にするのが効果的である。

【0005】スケールファクタを計算する方法では、周波数領域係数を複数の小帯域に分割し、小帯域ごとにスケールファクタを計算し、これを周波数特性概形とする。小帯域に分割する方法は、周波数スケールで等間隔

としてもよいし、パークスケールで等間隔（つまり聴覚的に等間隔）としてもよい。小帯域の数は30程度に設定するのが効果的である。スケールファクタは小帯域内のサンプルの振幅の平均値でもよいし、振幅の最大値でもよい。

【0006】周波数領域係数をリフタリングする方法では、周波数領域係数をケプストラム分析し、ケプストラム係数の低次部分のみのスペクトル振幅を周波数特性概形とする。また、周波数領域係数の概形は、上記の方法の併用により求めてもよい。たとえば、線形予測分析とスケールファクタを併用する場合、線形予測分析による線形予測スペクトルを決定した後、これに掛け合わせた際に実際の周波数特性にもっとも近い形状になるようにスケールファクタを決定するなどの方法をとる。

【0007】手順3では、手順2で求めた周波数特性概形を概形量子化部14で量子化して、そのインデックス In_1 を得る。周波数特性概形を線形予測分析により求めた場合、線形予測係数を線スペクトル対(LSP)に変換し、これを量子化する方法が能率がよい。スケールファクタを量子化する場合、各々のスケールファクタをスカラ量子化してもよいし、いくつかのスケールファクタをまとめてベクトル量子化してもよい。ベクトル量子化をする際、インタリーブベクトル量子化の技術を使うと、能率良く量子化が可能である。ケプストラム係数を量子化する場合、ケプストラム係数をスカラ量子化してもよいし、ベクトル量子化してもよい。

【0008】いずれの方法も、予測量子化を行うとさらに高い能率が得られる。予測の方法としては、AR予測、MA予測などを用いることができる。手順2で複数方法で周波数特性概形を求めた場合、用いたすべての方法について量子化を行う。手順4では、手順3で量子化した周波数特性概形を概形再生部15で復号化し、周波数特性概形を再生する。線スペクトル対を量子化した場合、復号化して得られた再生線スペクトル対を再生線形予測係数に変換し、再生線形予測係数のスペクトル振幅の逆数を再生周波数特性概形とする。スケールファクタを量子化した場合、復号化した再生スケールファクタを再生周波数特性概形とする。ケプストラム係数を量子化した場合、復号化された再生ケプストラム係数のスペクトル振幅を再生周波数特性概形とする。

【0009】手順5では、平坦化部16において手順1で得られた周波数領域係数を手順4で得られた再生周波数特性概形で平坦化する。ここでは、各々の周波数領域係数をこれに対応する周波数特性概形で割ることによって平坦化周波数領域係数(残差周波数係数)が得られる。手順6では手順5で得られた平坦化周波数係数を残差量子化部17でベクトル量子化してインデックス In_2 を得る。この量子化方法として、重み付きベクトル量子化による変換符号化法(TC-WVQ, Transform Coding with Weighted Ve

ctor Quantization)、周波数領域重み付けインタリーブベクトル量子化法(TWINVQ, Transform-domain Weighted Interleave Vector Quantization)などがある。それぞれの技術については、T. Moriya, H. Suda: "An 8 kb it/s transformcoder for noisy channels," Proc. ICASSP '89 pp196-199および岩上、守谷、三樹、"周波数領域重みづけインタリーブベクトル量子化(TwinVQ)によるオーディオ符号化、"日本音響学会講演論文集 平成6年10月~11月pp.339-340に述べられている。

【0010】復号化側20において、手順7では、手順6で量子化された平坦化された周波数領域係数のインデックス In_2 を再生部21で復号再生する。手順8では、手順3で量子化した周波数特性概形のインデックス In_1 を再生部22で復号化し、再生周波数特性概形を再生する。手順3で線スペクトル対を量子化した場合、復号化して得られた再生線スペクトル対を再生線形予測係数に変換し、再生線形予測係数のスペクトル振幅の逆数を再生周波数特性概形とする。スケールファクタを量子化した場合、復号化した再生スケールファクタを再生周波数特性概形とする。ケプストラム係数を量子化した場合、復号化された再生ケプストラム係数のスペクトル振幅を再生周波数特性概形とする。

【0011】なお、手順3で予測量子化を行った場合、同じ予測合成を用いて再生を行う。手順3で複数方法の量子化を行った場合、すべての方法について再生を行い、たとえば各々で再生した概形を互いに掛け合わせるなどの方法により再生周波数特性概形を得る。手順9では、手順7で得られた、再生された平坦化周波数領域係数を、手順8で得られた、再生周波数特性概形を用いて逆平坦化部23で逆平坦化する。ここでは、各々の再生された平坦化周波数領域係数と、これに対応する再生周波数特性概形を掛け合わせることによって逆平坦化が行われ、再生周波数領域係数が得られる。

【0012】手順10では、周波数-時間変換部24によって再生周波数領域係数を出力音響信号に変換出力する。変換の方法としては、IMDCT(Inverse Modified Discrete Cosine Transformation, 逆変形離散コサイン変換)や、IDCT(Inverse Discrete Cosine Transformation, 逆離散コサイン変換)、IDFT(Inverse Discrete Fourier Transformation, 逆離散フーリエ変換)などを用いることができる。なお、周波数-時間変換部では、後処理として、出力信号サンプル列の窓掛けとフレーム結合が必要である。窓掛けは従来の手法と同様に行う。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従来の残差量子化部 17 における量子化法では、残差係数を重み付きベクトル量子化方法によって量子化する。この方法によると多くの音源に対して良好な性能で量子化を行うことができるが、ピッチ成分を多く含むなど、微細構造の振幅が極端に大きい入力があった場合、残差係数の形状が特殊な形となるため、この形に近いコードベクトルがない場合がある。例えば残差係数の形状が図 6 A に示すように大きな振幅（変動）の場合は、この残差係数に対する最適コードベクトルの波形が図 6 B に示すように可成り異なったものになってしまうことがある。このようなときには量子化を精度良く行うことができない。

【0014】この問題の対策として、ベクトル量子化に用いるコードブックを特殊な形のベクトルを含むものと入れ替える方法が従来からあるが、コードブックを複数持つと、符号化及び復号化装置が必要とするメモリが大きくなり望ましくない。この発明の目的は、ピッチ成分など、スペクトルの微細構造が極端に大きな振幅を持つ場合にもメモリを増やすことなく効率良くベクトル量子化する変換符号化方法、及びその符号化信号を音響信号に復号化する復号化方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】この符号化方法では、入力音響信号のスペクトルの微細構造が極端に大きな振幅を持つ場合には、残差係数のベクトル量子化の際、コードブック中のコードベクトルの要素の絶対値をその変動が大きくなるように伸張する。この発明の復号化方法では、変形を必要とする情報に応じて逆量子化の際にコードベクトルをその要素の絶対値の変動が大きくなるように伸張して用いる。

【0016】この構成によれば入力音響信号のスペクトルの微細構造の振幅が極端に大きい入力があり、その残差係数の形状が特殊な形となり、この形に近いコードベクトルがない場合があっても、コードベクトルの振幅に伸張が加えられ、コードベクトルが残差係数の形状に近づき、量子化効率の向上がはかれる。この方法を用いれば、用意すべきコードブックは単一ですむので、符号化及び復号化装置のメモリを増やす必要はない。

【0017】

【発明の実施の形態】図 1 を参照してこの発明による符号化方法、復号化方法を説明する。図 1 中で図 5 と対応する部分に同一符号を付けてある。従来と同様に手順 1 で入力音響信号を周波数係数に変換し、手順 2 でその入力信号の周波数特性概形を抽出し、これを手順 3 で量子化し、それを手順 4 で逆量子化し、その再生周波数概形により手順 5 で周波数係数を平坦化する。この実施例では残差周波数係数を更に平坦化した場合である。

【0018】手順 2 では、周波数特性概形抽出部 31 により手順 5 で得られた平坦化周波数領域係数（残差周

波数係数)の概形を求める。この概形抽出方法としては、平坦化周波数領域係数を入力としてスケールファクタを計算する方法、平坦化周波数領域係数をリフタリングする方法などを用いることができる。スケールファクタを計算する方法では、平坦化周波数領域係数を複数の小帯域に分割し、小帯域ごとにスケールファクタを計算し、これを第 2 周波数特性概形とする。小帯域に分割する方法は、周波数スケールで等間隔としてもよいし、バークスケールで等間隔（聴覚的に等間隔）としてもよい。小帯域の数は 30 程度に設定するのが効果的である。スケールファクタは小帯域内のサンプルの振幅の平均値でもよいし、振幅の最大値でもよい。

【0019】平坦化周波数領域係数をリフタリングする方法では、平坦化周波数領域係数をケプストラム分析し、ケプストラム係数の低次部分のみのスペクトル振幅を第 2 周波数特性概形とする。手順 3 では、手順 2 で求めた第 2 周波数特性概形を概形量子化部 32 で量子化してインデックス I_{n3} を得る。スケールファクタを量子化する場合、各々のスケールファクタをスカラー量子化してもよいし、いくつかのスケールファクタをまとめてベクトル量子化してもよい。ベクトル量子化をする際、インタリーブベクトル量子化の技術を使うと、効率良く量子化が可能である。ケプストラム係数を量子化する場合、ケプストラム係数をスカラー量子化してもよいし、ベクトル量子化してもよい。

【0020】いずれの方法も、予測量子化を行うとさらに高い効率を得られる。予測の方法としては、AR 予測、MA 予測などを用いることができる。手順 4 では、手順 3 で量子化した第 2 周波数特性概形再生部 33 で復号化し、再生第 2 周波数特性概形を再生する。スケールファクタを量子化した場合、復号化した再生スケールファクタを第 2 再生周波数特性概形とする。ケプストラム係数を量子化した場合、復号化された再生ケプストラム係数のスペクトル振幅を再生第 2 周波数特性概形とする。

【0021】手順 5 では、手順 5 で得られた平坦化周波数領域係数を手順 4 で得られた再生第 2 周波数特性概形で平坦化部 34 において平坦化する。ここでは、各々の平坦化周波数領域係数をこれに対応する再生第 2 周波数特性概形で割ることによって第 2 平坦化周波数領域係数が得られる。手順 11 では、手順 6 の重み付きベクトル量子化で用いる重みを重み計算部 35 で計算する。入力として、手順 4 で得られた再生周波数特性概形と手順 4 で得られた再生第 2 周波数特性概形を用いる。ここでは、下記の式 (1) の計算式に従って重みを計算する。ただし w は重み、 e_1 は再生周波数特性概形の各要素、 e_2 は再生第 2 周波数特性概形の各要素であり、 i は 0 から $N - 1$ の数である。べき係数 k_1 、 k_2 の値は定数でもよいし、入力信号の特性に応じて適応的に変化させてもよい。

【 0 0 2 2 】

$$w_i = (e_{1i})^{k_1} (e_{2i})^{k_2} \quad (1)$$

手順 6 では、手順 5 で平坦化された第 2 平坦化周波数領域係数を重み付きベクトル量子化する。この手順の詳細を図 3 に示す。手順 6 - 1 では、入力された第 2 平坦化周波数領域係数を長さ 1 5 程度の小ベクトルにベクトル分割部 3 7 で分割する。小ベクトルに分割する方法としては、インタリーブ分割してもよいし、サブバンド分割してもよい。インタリーブ分割の技術についての詳細は、岩上、守谷、"周波数領域重み付けインタリーブベクトル量子化 (TwinnVQ) によるオーディオ符号化、"日本音響学会講演論文集、平成 6 年 1 0 月 ~ 1 1 月、pp. 3 3 9 ~ 3 4 0 に記述されている。

【 0 0 2 3 】手順 6 - 2 では、入力された重み係数を、手順 6 - 1 と同じ方法で小ベクトルにベクトル分割部 3 8 で分割する。手順 6 - 3 では、あらかじめ用意されたコードブック 3 9 中のコードベクトルを、最適コードベクトル探索部 4 1 の要求に応じて出力する。手順 6 - 4 では、入力音響信号のスペクトルの微細構造の振幅の大小をスペクトル微細構造性有無判断部 4 2 で判断する。微細構造の振幅判断の方法として、たとえば、入力端子 1 1 よりの入力音響信号をケプストラム分析し、この高次部分のエネルギーが大きいときに微細構造の振幅が大きい、つまり微細構造を多く含むと判断する。あるいは、音声入力、微細構造信号の振幅が大きい信号に該当するので、音声検出器を用いて音声信号が検出されると微細構造を多く含むと判断してもよい。この判断結果は復号側でも必要なので、スイッチ情報 I_{n2o} として復号側に伝送する。

【 0 0 2 4 】前記ケプストラム分析してその高次部分のエネルギーにより判断する場合具体的には、そのケプストラムの高次のパワーと全体のパワーの比を例えば次式で計算する。

$$\mu_{te} = c_i / (c_i)$$

分母の $i = 1$ から $N_{ce} - 1$ まで分子の $i = N_{cu}$ から $N_{ce} - 1$ までただし、 c_i はケプストラム係数、 N_{ce} はケプストラムの次数、 N_{cu} はケプストラム高次のカットオフ点である。 $N_{cu} = N_{ce} / 5 0$ 程度に設定すると良好な性能が得られる。ここで得られた μ_{te} をそのままスペクトル微細構造の尺度としてもよいし、現在フレームと過去フレームで得られた μ_{te} の値を線形和して得られた値を μ としてもよい。

【 0 0 2 5 】このスペクトル微細構造尺度 μ から、スペクトルの微細構造の振幅が大 (微細構造を多く含む) かの判断する。 μ がしきい値を越えた場合スペクトルの微細構造が多いと判断する。しきい値は 0 . 3 程度に設定する。あるいは、図 2 に示すような判断アルゴリズムを用いてもよい。即ちまず 1 フレーム前のスペクトルの微細性を示すスイッチ $s_w - p$ が 0 か (微細性なし) を調べ (S_1)、微細性がなければ、 s_w を 0 とし

(S_2)、 μ がしきい値 THR_1 より大かを調べ (S_3)、大であれば s_w を 1 とし (S_4)、大でなければ s_w はそのままとする。ステップ S_1 で $s_w - p$ が 0 でなければ、 s_w を 1 とし (S_5)、 μ がしきい値 THR_2 より小さいかを調べ (S_6)、小さければ s_w を 0 とし (S_7)、小さくなければ s_w をそのままとする。このようにして得られた s_w の値を現在フレームにおける微細性有無の判断結果とした後、その s_w を $s_w - p$ として微細性有無判断処理を終了する (S_8)。 THR_1 , THR_2 の各値はそれぞれ 0 . 2 , 0 . 4 を用いるとよい。

【 0 0 2 6 】つまり全体のパワーに対して高次のパワーの比率が大ということは、入力信号の高周波成分が多く、振幅変動が大でスペクトルの微細性が有ることを示す。一方音声信号の有無を検出してスペクトルの微細構造の振幅が大 (微細構造が多) と判断するには例えばスペクトル概形の急峻性尺度 μ を計算して求める。具体的には、低次までのケプストラム係数のパワーと高次までのケプストラム係数のパワーの比を例えば次式により計算する。

$$\mu_{te} = c_i / (c_i)$$

分母の $i = N_{ba}$ から $N_H - 1$ まで、分子の $i = N_{ba}$ から $N_L - 1$ までただし、 N_L , N_H はそれぞれケプストラム係数のパワー計算の低次、高次の範囲 N_{ba} はケプストラム係数のパワー計算の開始点 (パワーの大きな直流成分を除去する)、例式が 5 ~ 1 0 程度あり、 N_L , N_H の値は、それぞれ $N_{ce} / 1 8$, $N_{ce} / 5$ 程度に設定するとよい。ここで得られた μ_{te} をそのままスペクトル概形の急峻性尺度 μ としてもよいし、現在フレームと過去フレームで得られた μ_{te} の値を線形和して得られた値を μ としてもよい。

【 0 0 2 8 】このスペクトル概形急峻性尺度 μ から、スペクトル概形の急峻性の有無、つまり音声信号の有無を判断する。 μ がしきい値を越えた場合スペクトル概形の急峻性 (音声信号) があると判断する。しきい値は 0 . 7 程度に設定する。あるいは、図 2 に示したような判断アルゴリズムを用いてもよい。このアルゴリズム中の s_w は、スペクトル概形の急峻性 (音声信号) の有無を示すスイッチ、 $s_w - p$ は、1 フレーム前の急峻性 (音声信号) の有無を示すスイッチである。 THR_1 , THR_2 の値は、それぞれ 0 . 4 5 , 0 . 8 を用いるとよい。つまり直流成分を除く低域成分のレベルが著しく大きいことは音声信号に特有しており、音声信号有りと判断する。

【 0 0 2 9 】手順 6 - 5 は、手順 6 - 4 で判断した入力信号スペクトルの微細構造の振幅の大小に基づいてコードブック 3 9 よりのコードベクトルの変形をコードベクトル変形部 4 3 で行う。まず、入力信号スペクトルの微

10

20

30

40

50

細構造の振幅が小さい（微細構造が少ない）場合には、この手順 6 - 5 ではなにもせず入力されたコードベクトルをそのまま出力する。

【0030】入力信号スペクトルの微細構造の振幅が大きい（微細構造が多い）場合、入力されたコードベクトルを変形する。コードベクトルの変形は、コードベクトルの要素の全体のうち、絶対値の大きいものから 3 分の 1 程度を残してほかの要素は 0 にしてしまうことにより行う。あるいは、コードベクトルを 3 つ程度に小帯域に*

$$c_i = \text{sign}(c_i) \cdot \max(|c_i| - e, 0) \quad (2)$$

ただし、 c_i はコードブックから出力されたコードベクトルの各要素、 c_i は出力コードベクトルの各要素、 e はコードベクトルの絶対値の平均値、 e は定数である。 e の値は、1.4 程度とすると効果的である。要素を 0 に落とす方法では、各々のコードベクトルに対してマスクベクトルをあらかじめ用意しておけば、手順 6 - 5 でその都度 0 に落とす要素を決定する必要がなく、演算量を節約できる。小帯域に分割してある要素を 0 にする方法はコードベクトルの全体にわたって変形を行うことになる。何れの手法でも入力信号の微細構造の振幅が大きい、つまり変動が大きい場合はコードブックから出力されたコードベクトルの要素間の変動が大きくなる。要素を 0 にする場合、前述のように所定数を残して 0 にする場合に限らず、所定値、例えば最大値の 1/2 以上を残して他を 0 とするにしてもよい。この手法はコードベクトルを分割する場合、しない場合の何れにも適用できる。

【0032】手順 6 - 6 では、手順 6 - 1 で求めた各々の小ベクトルごとに、対応重み係数ベクトルを用いてコードベクトル変形部 4 3 から出力されるコードベクトルのうち、最適なもの最適コードベクトル探索部 4 1 で探索する。ベクトル量子化の際の距離尺度の計算は式 (3) に従って行う。ここで得られた距離尺度 d が最小となるコードベクトルを最適ベクトルとして選択する。

【0033】

$$d(n) = \sum_{i=0}^{m-1} w_i^2 \{r_i - c_i(n)\}^2 \quad (3)$$

は $i = 0$ から $m - 1$ まで

ただし、 n はコードブックのベクトル番号、 w は重み係数、 r は周波数領域係数、 i はベクトルインデックス、 m はベクトル長をあらわす

次に図 1 中の復号化側 2 0 での処理手順を述べる。

【0034】手順 7 では、手順 6 で量子化された平坦化された第 2 平坦化周波数領域係数を残差再生部 2 1 で復号再生する。この詳細を図 4 を参照して説明する。手順 7 - 1 では、コードブック 5 1 中から、ベクトル励振部 5 2 から要求のあったコードベクトルを出力する。手順 7 - 2 では、符号化側 1 0 からインデックス I_{n_2} 中のスペクトルの微細構造の有無を表すスイッチ情報 $I_{n_{20}}$ をスペクトル微細構造の有無判断部 5 3 で受け、スペクトルの微細構造の有無を表すスイッチを入切す

* 分割し、各々について大きいものから 3 分の 1 程度を残してほかの要素は 0 にする方法でもよい。これらのようにベクトル要素の 3 分の 2 程度を 0 にしてしまうと、全体としてそのベクトルの変動が大きくなり、つまり振幅が大きくなる。あるいは、絶対値の平均値を中心としてこれより小さいものはさらに小さく、大きいものはさらに大きくすることにより伸縮をかけてもよい。伸縮の具体的な方法の一例を式 (2) に示す。

【0031】

$$c_i = \text{sign}(c_i) \cdot \max(|c_i| - e, 0) \quad (2)$$

る。

【0035】手順 7 - 3 では、手順 7 - 1 から得られたコードブック 5 1 からのコードベクトルをコードベクトル変形部 5 4 でスイッチ情報 $I_{n_{20}}$ の状態に応じて変形し、又は変形することなく生ずる。スイッチ情報 $I_{n_{20}}$ が N の場合は変形するが、その変形の手法は手順 6 - 5 で行ったものと同じである。手順 7 - 4 では、符号化側 1 0 よりのインデックス I_{n_2} に応じてコードブック 5 1 からのコードベクトルを各々の小ベクトルに関して対応ベクトル励振部 5 2 より順次それぞれ読み出し、つまりベクトル励振を行う。

【0036】手順 7 - 5 では、手順 7 - 4 で得られた小ベクトル群の要素の並び替えをベクトル結合部 5 5 で行い、もとの第 2 平坦化周波数領域係数を再生する。並び替えの手順は、手順 6 - 1 で行った分割の逆手順で行う。手順 8 では、図 1 に示すように手順 3 で量子化したインデックス I_{n_3} を周波数特性概形再生部 5 7 に入力して第 2 周波数特性概形を逆量子化し、再生第 2 周波数特性概形を再生する。手順 3 ではスケールファクタを量子化した場合、復号化した再生スケールファクタを再生第 2 周波数特性概形とする。ケプストラム係数を量子化した場合、復号化された再生ケプストラム係数のスペクトル振幅を再生第 2 周波数特性概形とする。

【0037】なお、手順 3 で予測量子化を行った場合、同じ予測合成を用いて再生を行う。手順 9 では、手順 7 で得られた再生第 2 平坦化周波数領域係数を、手順 8 で得られた再生第 2 周波数特性概形を用いて、逆平坦化部 5 8 において逆平坦化を行う。ここでは、再生第 2 平坦化周波数領域係数と、再生第 2 周波数特性概形の各要素を互いに掛け合わせるによって逆平坦化を行い、再生平坦化周波数領域係数を得る。

【0038】手順 8 では、手順 3 で量子化した周波数特性概形を従来と同様に復号化して再生周波数特性概形を再生する。手順 9 では、手順 9 で得られた再生平坦化周波数領域係数を、手順 8 で得られた再生周波数特性概形を用いて、逆平坦化部 2 3 において逆平坦化を行う。ここでは、再生平坦化周波数領域係数と、再生周波数特性概形の各要素を互いに掛け合わせるによって逆平坦化を行い、再生周波数領域係数を得る。

【0039】手順 1 0 では、従来と同様に周波数 - 時間

変換部 2 4 によって再生周波数領域係数を出力音響信号に変換して出力する。この実施例中の周波数特性概形抽出部 3 1、概形量子化部 3 2、再生部 3 3、平坦化部 3 4、周波数特性概形再生部 5 7、逆平坦化部 5 8 を省略して、図 4 に示した従来の方法と同様に、残差周波数係数を平坦化することなく、ベクトル量子化する場合にも、この発明を適用できる。

【0040】また上述では符号化側 1 0 で入力音響信号のスペクトルが微細構造を多く含むか否かの検出を行い、その検出結果を示すインデックス I_{n20} を符号化出力中に加えたが、このインデックス I_{n20} は必ずしも送出する必要はない。即ち前述したようにケプストラムの急峻性（音声信号）の有無に応じてコードベクトルを変形するか否かをしてもよいから、図 1 中の再生部 1 5 からの入力音響信号の周波数特性概形、特に図 1 中の再生部 1 5 又は / 及び 3 3 の再生周波数特性概形からその低周波成分のパワーの全体のパワーに占める割合を求め、これが所定値より大きければ、微細構造を多く含むと判定し、復号側でも再生部 2 2 又は / 及び 5 7 よりの再生周波数特性概形を同様に用いればよい。また符号化側でピッチ情報を出力する場合は、そのピッチが大きければ微細構造を多く含むと判断し、復号側でも再生ピッチ情報から同様に判断すればよい。

【0041】この発明は以上の説明から理解されるように、ベクトル量子化されるべき、平坦化周波数領域係数とマッチするコードベクトルがない場合に、コードベクトルを変形して近いコードベクトルを得るものである。従って、マッチするコードベクトルが存在しないことの検出は例えばコードベクトルとの距離が所定値以下になるものが検索できなかった場合に、コードベクトルの変形を行うようにしてもよい。コードベクトルの変形も予め決められた一手法の変形に限らず、例えば前述のようにコードベクトルの振幅を大に変形したり、高域レベルを大に変形したり、低域レベルを強調したりなど各種の変形を行うようにしてもよく、その何れを行うかを、コ

ードベクトルとの不適合の状態に応じて予め決めておくか、何れの変形をしたかを示すインデックスを符号化出力中に加えてもよい。更に上述ではこの発明を重み付きベクトル量子化に適用したが、重み付きでないベクトル量子化にも適用できる。

【0042】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、周波数領域係数のベクトル量子化において、入力信号のスペクトル形状に微細構造を多く含み、振幅の変動が大きい場合、コードブック中のコードベクトルを変形して、コードベクトル形状の微細構造を大きくして振幅変動を大きくする。これにより、このようにしない場合よりも、入力平坦化周波数係数、又は第 2 平坦化周波数係数に近い変形コードベクトルが得られ、コードブックのためのメモリを大幅に増やすことなくベクトル量子化の能率を高めることが可能になった。なおコードベクトルに対し変形を加えたか否かを示すスイッチ情報 I_{n20} を 1 ビット付加する必要はある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の符号化方法及びこの発明の復号化方法の各実施例を適用した符号化装置及び復号化装置の機能構成を示すブロック図。

【図 2】入力音響信号のスペクトル形状に微細構造が多く含まれているか否かの判断処理手順の例を示す流れ図。

【図 3】図 1 中の重み付きベクトル量子化部 1 7 の処理手順の詳細例を示す図。

【図 4】図 1 中の残差再生部 2 1 の処理手順の詳細例を示す図。

【図 5】従来の符号化器及び復号化器の機能構成を示すブロック図。

【図 6】A は入力信号スペクトル形状に微細構造が多く含まれている形状を示す図、B は従来のコードブックを用いた場合に A に示した波形に最適として選択されたコードベクトルの波形例を示す図である。

【図 1】

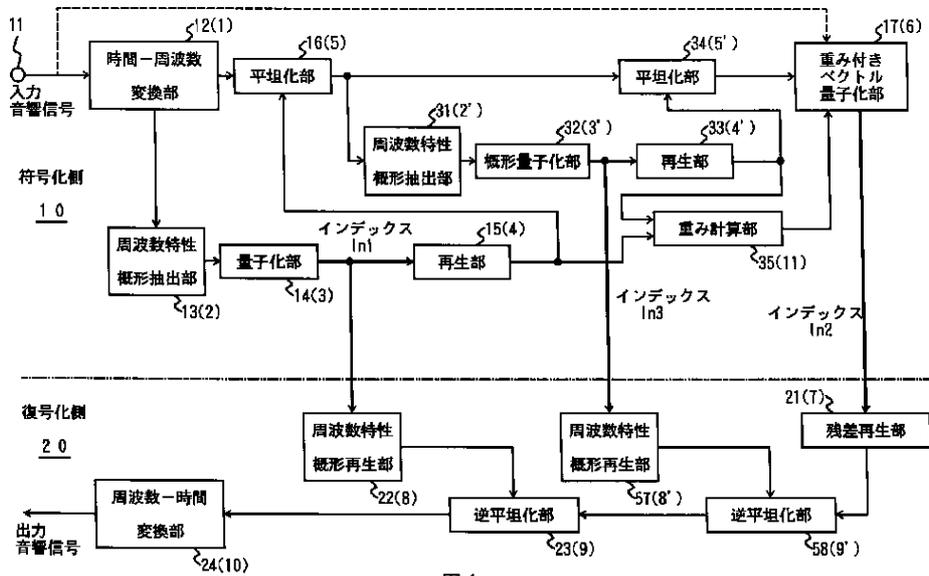


図 1

【図 3】

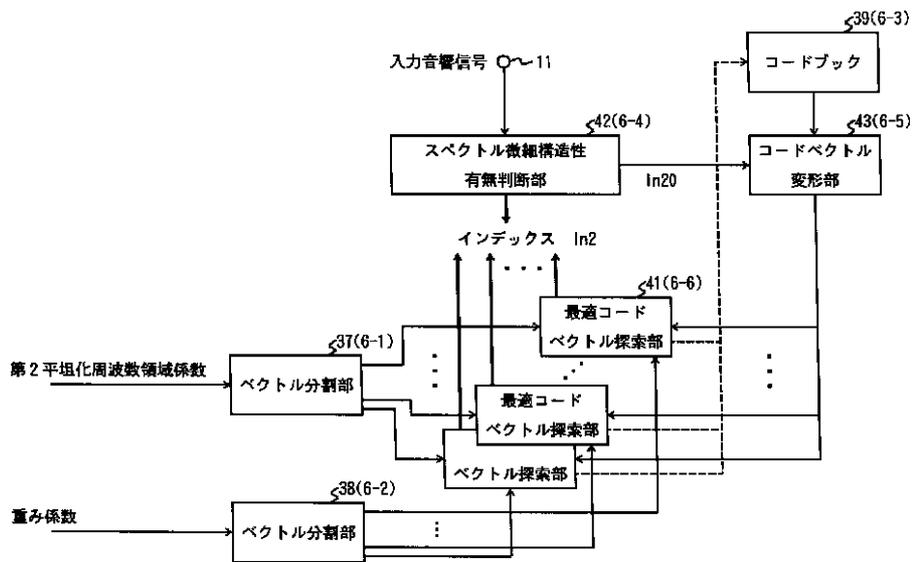


図 3

【図 2】

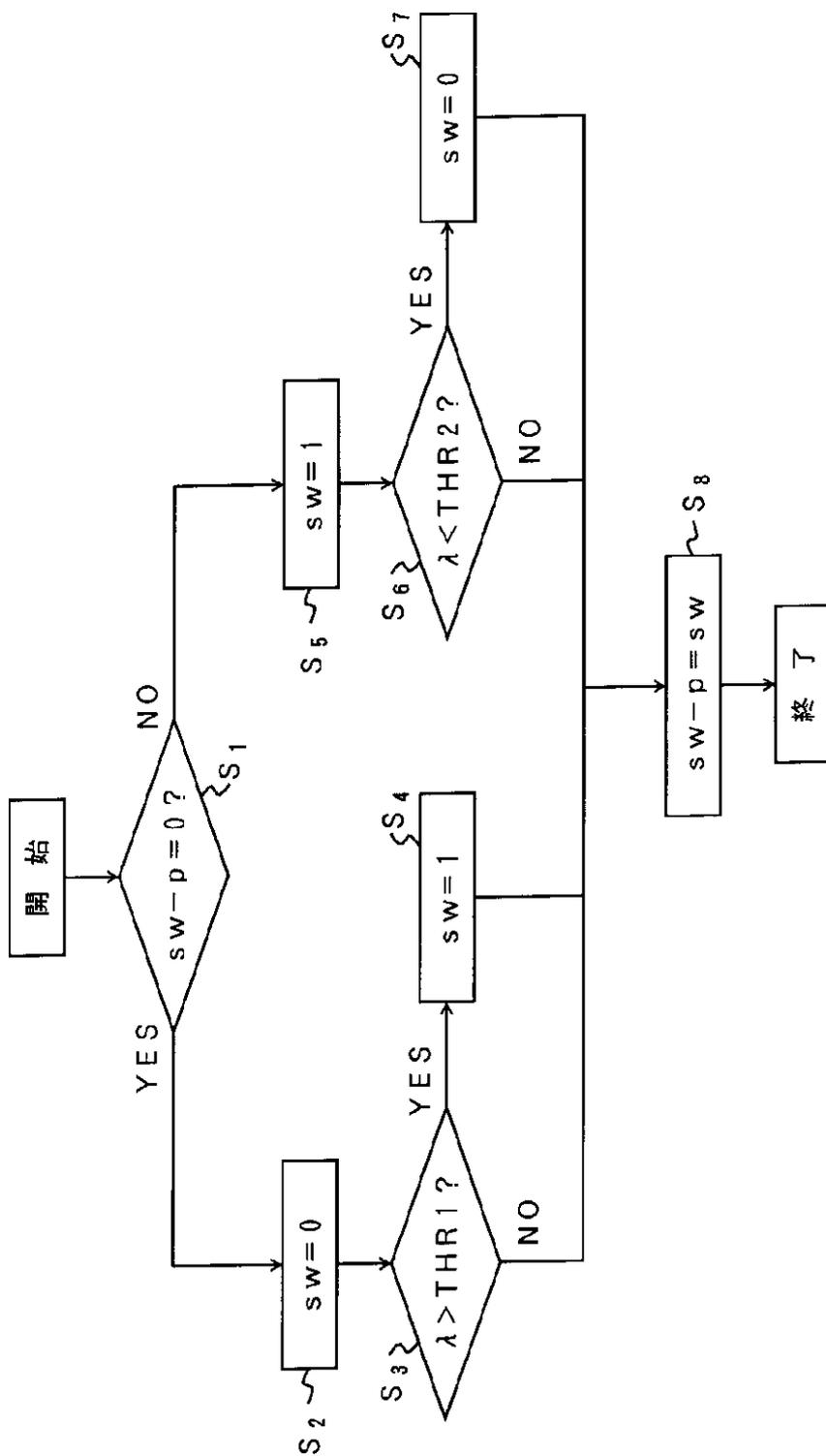


図 2

【図 4】

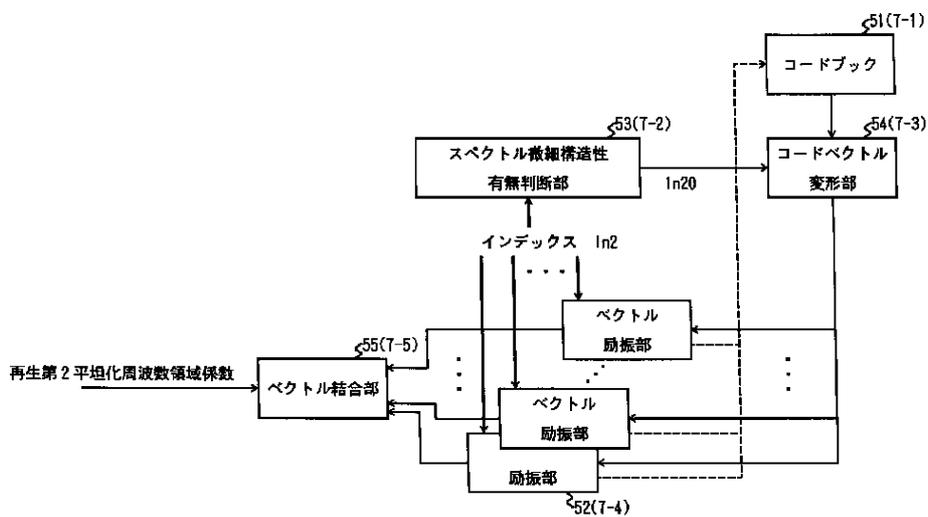


図 4

【図 5】

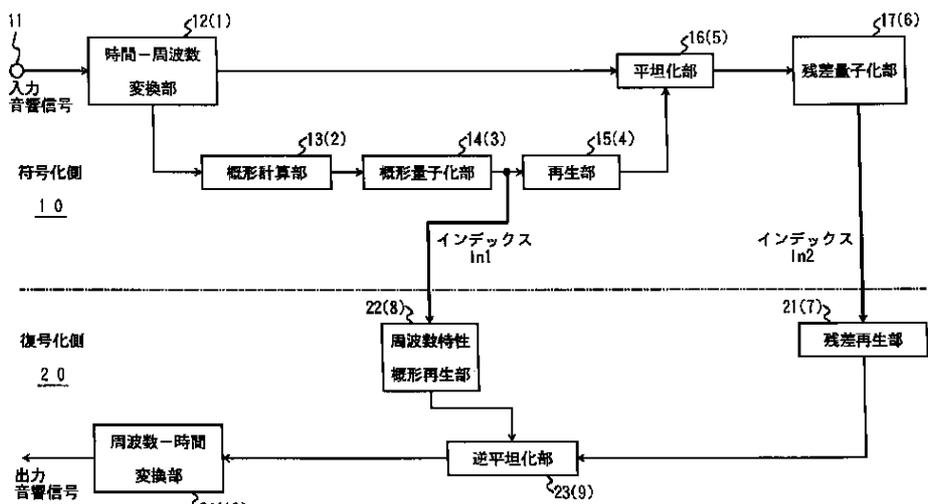


図 5

【図 6】

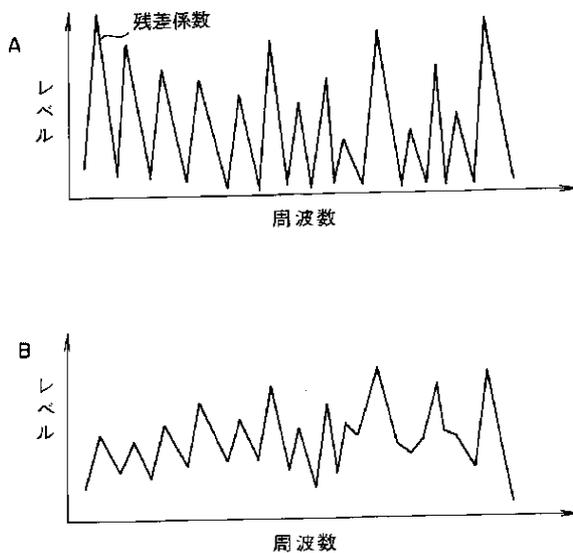


図 6

フロントページの続き

(72)発明者 三樹 聡

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日
本電信電話株式会社内

(56)参考文献 特開 平 6 - 274199 (J P , A)
 特開 平 8 - 44399 (J P , A)
 特開 平 5 - 61499 (J P , A)
 特開 平 5 - 158497 (J P , A)
 特開 平 6 - 259097 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

G10L 19/00 - 19/14

H03M 7/30

H04B 14/04