

(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 7 6 8 3 0 号

( P 3 3 7 6 8 3 0 )

(45)発行日 平成15年2月10日(2003.2.10)

(24)登録日 平成14年12月6日(2002.12.6)

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G 1 0 L 19/00

H 0 3 M 7/30

A

H 0 3 M 7/30

G 1 0 L 9/18

A

E

請求項の数 8

(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-243357

(73)特許権者 000004226

日本電信電話株式会社

(22)出願日 平成8年9月13日(1996.9.13)

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(65)公開番号 特開平10-91196

(72)発明者 岩上 直樹

(43)公開日 平成10年4月10日(1998.4.10)

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

審査請求日 平成13年5月11日(2001.5.11)

電信電話株式会社内

(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

(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

(74)代理人 100066153

弁理士 草野 卓

審査官 渡邊 聡

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音響信号符号化方法および音響信号復号化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力音響信号を周波数領域に変換して符号化する方法において、

入力音響信号についてフレーム単位に、複数の小帯域に分割された周波数領域の係数を得る第 1 の段階と、

上記分割された各小帯域ごとに、その小帯域中の最大の係数を抽出し、この抽出した最大係数を除いた他の係数

を残り成分とし、これら残り成分の平均値を求め、この平均値を符号化し、更にこれを復号し、その復号された

残り成分の平均値を、上記最大係数の絶対値から引き、その残りの値に上記最大係数の正負符号を付加して主要

成分とする第 2 の段階と、

各小帯域ごとの主要成分を符号化する第 3 の段階と、

各小帯域ごとの残り成分を符号化する第 4 の段階とを含むことを特徴とする音響信号符号化方法。

2

【請求項 2】 上記第 1 の段階は、特定尺度の周波数軸上で等間隔になるように帯域分割することを特徴とする請求項 1 記載の音響信号符号化方法。

【請求項 3】 上記第 4 の段階は、残り成分の振幅の代表値のみを符号化することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の音響信号符号化方法。

【請求項 4】 上記第 3 の段階で主要成分が残り成分の平均振幅に対する比が所定値以下の小帯域は符号化を行わないことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の音響信号符号化方法。

【請求項 5】 周波数領域に変換した信号を再生し音響信号出力を得る復号化方法において、

フレーム単位に、小帯域ごとに主要成分を再生する第 1 の段階と、

上記フレーム単位に、小帯域ごとに残り成分を再生する

10

第2の段階と、小帯域ごとに、第1の段階で得られた主要成分と、第2の段階で得られた残り成分の代表の平均値に主要成分の正負符号を付加した値を加えあわせて小帯域中で最大振幅の係数とする第3の段階とを含むことを特徴とする音響信号復号化方法。

【請求項6】 上記小帯域は、特定の尺度の周波数軸上で等間隔になるように帯域分割されていることを特徴とする請求項5記載の音響信号復号化方法。

【請求項7】 上記第2の段階は、残り成分の振幅の代表値を再生する第4の段階と、残り成分と同じ係数の数のランダムノイズを得る第5の段階と、このランダムノイズを第4の段階で再生され代表値で逆正規化し、これを再生された残り成分とする第6の段階とよりなることを特徴とした請求項5又は6記載の音響信号復号化方法。

【請求項8】 上記第3の段階で、対応する主要成分がない場合は主要成分の振幅は0として処理することを特徴とする請求項5～7の何れかに記載の音響信号復号化方法。

【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5～50ms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、周波数領域係数を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つの情報に分離し、それぞれを量子化することが提案されている。

【0003】このような符号化方法の例として、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。TWINVQの技術については、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。

【0004】これらの符号化法では、周波数領域に変換した係数を全て符号化するので、ビットレートが低い場合には各サンプルへ割り当てられる情報量が不足し符号化性能を確保できない。この対策として、重要度の高い

部分サンプルのみを符号化する方法があるが、サンプルの周波数軸上の位置情報の符号化に大きな情報量を必要とするため、サンプル数を多くすることができず、これもまた高い性能を確保することが困難である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この発明の目的は、低ビットレートでも能率良く音響信号を符号化することができる符号化方法及びその符号の復号化方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明の符号化方法では、入力音響信号を変換して得られる周波数領域係数を小帯域ごとにクラス分けし、主要成分と残りの成分に分離して、各々を符号化する。この発明の復号化方法では小帯域ごとに主要成分と残りの成分とを復号化して、これらより小帯域の再生周波数係数を得る。

【0007】

【作用】小帯域分割を細かく行くと、主要成分の周波数軸上での位置情報は少なくてよい。また、バンド幅が狭ければ残りの成分を狭帯域ノイズで近似することができるので、狭帯域ノイズのパワーだけを符号化することもでき、高い符号化能率が得られる。また小帯域分割をバーク尺度（聴覚的分解能が一定となる尺度）などの非線形周波数尺度上で等間隔に行くと、聴覚的に等間隔な小帯域分割ができ、バンド数を減らして高能率な符号化ができる。

【0008】

【発明の実施の形態】

実施例1

図1にこの発明の第1の実施例を示す。手順1～5は符号化部、6～10は復号化部である。手順1は、時間-周波数変換によって入力音響信号を周波数領域係数に変換する。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。この、時間-周波数変換手順1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点入力されることに過去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点ごとに過去N+1点のサンプルを1フレームとして分割する。窓掛けは、MDCTの場合2Nサンプルのフレームに次式(1)で表される窓 $w_i$ を掛ける。

【0009】

【数1】

$$x_i = \begin{cases} 0, & \text{for } i=0 \quad \text{to } N/2-M-1 \\ \sin\left(\pi \frac{i-(N/2-M)}{4M}\right), & \text{for } i=N/2-M \quad \text{to } N/2+M-1 \\ 1, & \text{for } i=N/2+M \quad \text{to } 3N/2-M-1 \\ \sin\left(\pi \frac{i-(3N/2-M)+2M}{4M}\right), & \text{for } i=3N/2-M \quad \text{to } 3N/2+M-1 \\ 0, & \text{for } i=3N/2+M \quad \text{to } 2N-1 \end{cases} \quad (1)$$

Mの値は0からN/2まで自由に選ぶことが可能である。ただし、M=N/2のときには(1)式の1、3、5行目は無効になる。M=N/4からM=N/2程度が推奨される値である。Nの値は1024から2048程度に設定すると良好な符号化性能が得られる。

【0010】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。手順2では、手順1で得られた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(線形スケール)で等間隔としてもよいし、パークスケールで等間隔としてもよいし、あるいは指数関数スケールで等間隔としてもよい。小帯域の数は30~60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。

【0011】手順3では、手順2で分割した小帯域ごとの周波数領域係数を分析し、主要成分と残りの成分とに分離する。この例では振幅が最大のサンプルを主要成分として抽出する。残り成分はこの小帯域内の他のサンプルとする。手順4では、手順3で分離した主要成分を量子化する。主要成分は小帯域の数と等しいサンプル数だけ存在するが、これらを位置情報と値情報に分けて符号化する。位置情報は小帯域内の何番目のサンプルに位置するかを符号化する。値情報はサンプルごとに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。スカラー量子化を行う場合、サンプルの振幅に対応してビット数の割り当てをしてもよい。ベクトル量子化する場合には、主要成分を複数サンプルまとめてそのままベクトル量子化してもよいし、主要成分を概形で平坦化したものを積み付けベクトル量子化してもよい。概形は、線形予測スペクトルを用いてもよいし、スケールファクタを求めてもよい。また、ベクトル量子化を全サンプルに対して一括で行うのではなく、複数の小ベクトルに分割してから各々小ベクトルごとに量子化を行ってもよい。分割の方法は、インタリーブ分割が効果的である。インタリーブ分割技術については、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。なお、ベクトル量子化を行う前に量

子化対象ベクトルのパワーを正規化しておくことより効果的である。この場合正規化ゲインも量子化する必要がある。上記主要成分を量子化した結果としてインデックスI<sub>m</sub>が出力される。

【0012】手順5では、手順3で分離した残り成分を符号化する。符号化はサンプルを直接スカラー量子化によって行ってもベクトル量子化によって行ってもよい。これらの量子化方法の実現法の詳細については手順4と同様である。なお、各サンプルを直接スカラー量子化する場合でも、一般に出力される符号化コードとしては所定ビット幅のコードが周波数の順に並べられるため何番目の小帯域であるかを区別するコードは不要であり、小帯域内のサンプル位置の量子化ビット数は少なくても済み、小帯域に分割することなく、重要部分のサンプルの位置とサンプル値を量子化する場合より全量子化ビット数を少なくすることができる。

【0013】ベクトル量子化する場合は、複数のサンプルを1つのコードに量子化するため、一層量子化ビット数を少なくすることができる。また、サンプルを直接符号化する方法ではなく図2の符号化部に示すような各小帯域ごとに残り成分の代表値を計算し、その代表値を量子化してもよい。この代表値の計算は、平均値を計算してもよいし、中央値を求めてもよい。量子化方法はスカラー量子化でもよいし、複数小帯域をまとめてベクトル量子化してもよい。このようにして残り成分を量子化した、結果としてインデックスI<sub>r</sub>が出力される。

【0014】手順6では、手順5で符号化した量子化インデックスI<sub>r</sub>を復号化して残り成分を得る。復号化はサンプルを直接スカラー逆量子化をしてもよいし、ベクトル逆量子化をしてもよい。また、手順5で図2中の符号化部に示した符号化の方法を用いたときには、図2中の復号化部に示す方法で復号化する。この方法では、まず符号化部から送られてきたインデックスI<sub>r</sub>を逆量子化して、各小帯域ごとの代表値を再生する。逆量子化は、スカラー逆量子化でもよいし、ベクトル逆量子化でもよいが、手順5で用いた量子化方法の逆量子化である必要がある。つぎに、小帯域ごとにパワーが1のランダムノイズを発生し、これを再生された代表値で逆正規化して残り成分の復号化出力を得る。

【0015】手順7では、手順4で符号化した量子化イ

ンデックス  $I_m$  を復号化して主要成分を得る。主要成分は小帯域の数と等しいサンプル数だけ存在するが、これらのサンプルは位置と値に分けて復号化する。位置情報は小帯域内の何番目であるかを復号化する。値はサンプルごとにスカラー逆量子化してもよいし、ベクトル逆量子化してもよい。ただし、手順 4 で行った量子化の逆量子化である必要がある。スカラー逆量子化を行う場合、各サンプルに適応ビット割り当てがされているならば与えられたビット数で逆量子化する。ベクトル逆量子化する場合、主要成分を複数サンプルまとめてそのままベクトル逆量子化してもよいし、主要成分を概形で平坦化したものが、ベクトル逆量子化により得られる場合は、その逆量子化出力に対し概形を付加することによって再生する。

【0016】概形は、線形予測スペクトルを用いてもよいし、スケールファクタでもよい。また、ベクトル逆量子化を全サンプルに対して一括で行うのではなく、複数の小ベクトルに分割してから各々小ベクトルごとに逆量子化を行ってもよい。分割の方法は、インタリーブ分割が効果的である。インタリーブ分割技術については、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。なお、ベクトル量子化を行う前に量子化対象ベクトルのパワーを正規化した場合、正規化ゲインを復号化し、その復号された正規化ゲインで、ベクトル逆量子化されたものを逆正規化する。

【0017】手順 8 では、小帯域ごとに再生された主要成分と残り成分を合成して小帯域ごとに分割された周波数領域係数を得る。まず主要成分を周波数領域係数に当てはめ、次に主要成分が当てはめられたサンプル以外の部分に残り成分を当てはめる。手順 9 では手順 8 で合成された小帯域ごとの周波数領域係数を全帯域一括の、つまり周波数の高低順の周波数領域係数にまとめる。手順 2 と逆手順で行う。

【0018】手順 10 では、手順 9 で得られた再生周波数領域係数を周波数 - 時間変換によって出力音響信号に変換する。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 - 時間変換処理では、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、IMDCT の場合  $2N$  サンプルの出力サンプル列に、先に示した式 (1) で表さ

れる窓  $x_i$  を掛ける。

【0019】この場合も  $M$  の値は 0 から  $N/2$  まで自由に選ぶことが可能であるが、符号器と同じ値を用いる必要がある。ただし、 $M = N/2$  のときには (1) 式の 1、3、5 行目は無効になる。 $M = N/4$  から  $M = N/2$  程度が推奨される値である。 $N$  の値は 1024 から 2048 程度に設定すると良好な符号化性能が得られる。フレーム結合は、IMDCT の場合、出力音響信号サンプル  $N$  点ごとに出力フレーム  $2N$  点を出力音響信号に重ね合わせる。

#### 【0020】実施例 2

第 2 の実施例の全体構成は第 1 の実施例 (図 1) と等しい。第 1 の実施例とは手順 3 の主要成分分離と、手順 8 の主要成分合成方法が異なる。図 3 に第 2 の実施例の手順 3 と 8 を示す。手順 3 では、小帯域ごとに分割された周波数領域係数を入力とする。まず入力係数のうち、振幅最大のもを特定する (S1)。次に特定された振幅最大の入力係数を除いた他の入力係数を残り成分とし、それらの振幅の平均値を求める (S2)。この平均値を符号化し (S3)、更にこれを復号化する (S4)、その後、ステップ S1 で特定された振幅最大の係数の絶対値から、ステップ S4 で復号化された残り成分の振幅の平均値を引き (S5)、その残りの値に、特定された振幅最大の係数の正負符号を付加して主要成分とする。

【0021】この主要成分は手順 4 で符号化され、インデックス  $I_{m1}$  として出力され、またステップ S3 の符号化された結果がインデックス  $I_{m2}$  として出力される。復号化部では手順 7 でインデックス  $I_{m1}$  が復号化されて主要成分が得られる。手順 8 ではインデックス  $I_{m2}$  を復号化して残り成分の振幅を得た後、その残り成分の振幅に主要成分の正負符号を付加して主要成分と加えあわせることにより特定された振幅最大の係数を得る。これを合成される小帯域係数に当てはめ、これ以外の部分に残り係数を当てはめる。

【0022】符号化部のステップ S3 で得られたインデックス  $I_{m2}$  を図 1 中の手順 5 における残り成分符号化インデックス  $I_r$  としてもよい。また復号化部における手順 8 で用いる残り成分の平均振幅は、図 1 中の手順 6 で得られた残り成分の振幅の平均値を求めてもよいし、この再生残り成分が残り成分の代表値である場合はこれを残り成分の平均振幅としてもよい。更に図 3 中の符号化部のステップ S5 で、振幅最大サンプル値から、残り成分の平均振幅値に、振幅最大サンプルの符号を付加した値を引いて主要成分としてもよい。同様に復号化部の手順 8 で再生された主要成分と、再生された残り成分の平均値に主要成分の正負符号を付加した値を加えあわせて小帯域中で最大振幅のサンプルとしてもよい。

【0023】この実施例において、残り成分の振幅の平均値を独立して符号化するのではなく、手順 5 で符号化した残り成分を再生して振幅の平均値を得てもよい。

実施例 3

実施例 3 では、手順 4 と 7 以外は実施例 1 又は 2 と同じである。手順 4 において、主要成分が小さい小帯域は符号化を行わない。手順 7 では、手順 4 において符号化が行われなかった小帯域は復号化を行わない。復号化を行わなかった小帯域の主要成分の値は 0 として手順 8 を行う。主要成分が小さいかどうかの判断は、残り成分の振幅の平均値との比で行う。主要成分の平均値に対する比が例えば 1 . 5 を下回る場合には主要成分は小さいと判断する。

【 0 0 2 4 】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、入力された周波数領域の係数を小帯域分割し、小帯域ごとに主要成分と残り成分に分離して符号化する。小帯域

分割を細かく行くと、主要成分の周波数軸上での位置情報は少なくてよい。また、小帯域の幅が狭ければ残りの成分を狭帯域ノイズで近似することができるので、狭帯域ノイズのパワーだけを符号化することもでき、高い符号化能率が得られる。また小帯域分割をパーク尺度などの非線形周波数尺度上で等間隔に行うと、聴覚的に等間隔な小帯域分割ができ、小帯域の数を減らして高能率な符号化ができる。

【 図面の簡単な説明 】

10 【 図 1 】 この発明の符号化方法とこの発明の復号化方法の各手順を示す図。

【 図 2 】 図 1 中の手順 4 と 7 を具体的に示す図。

【 図 3 】 この発明の第 2 の実施例における手順 3 と 8 の具体例を示す図。

【 図 1 】

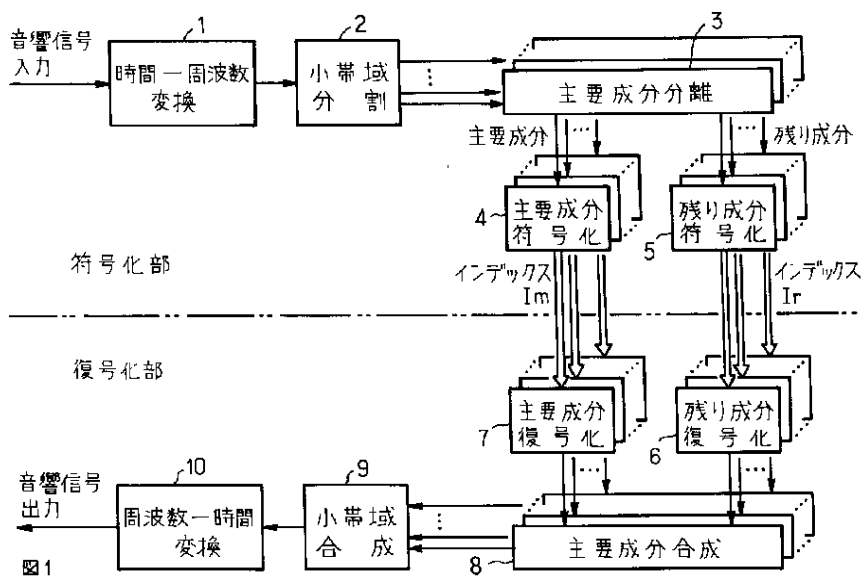


図 1

【図 2】

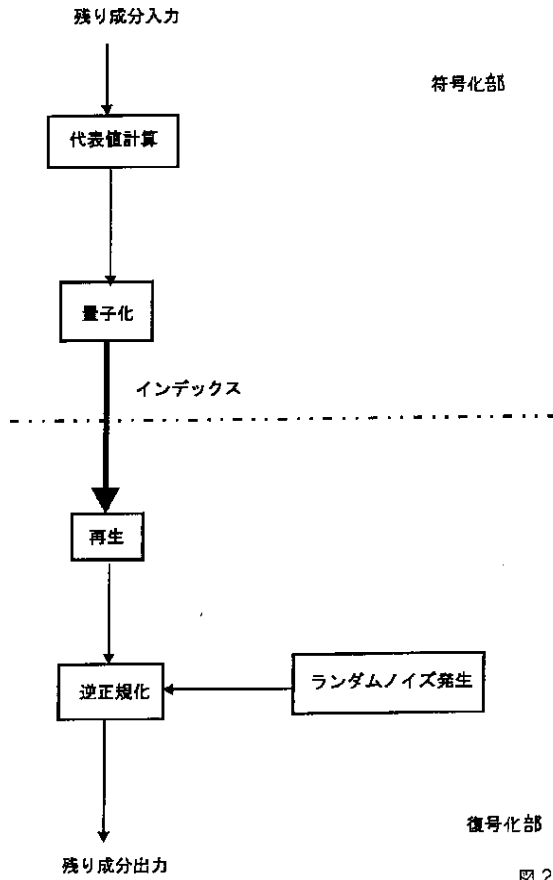


図 2

【図 3】

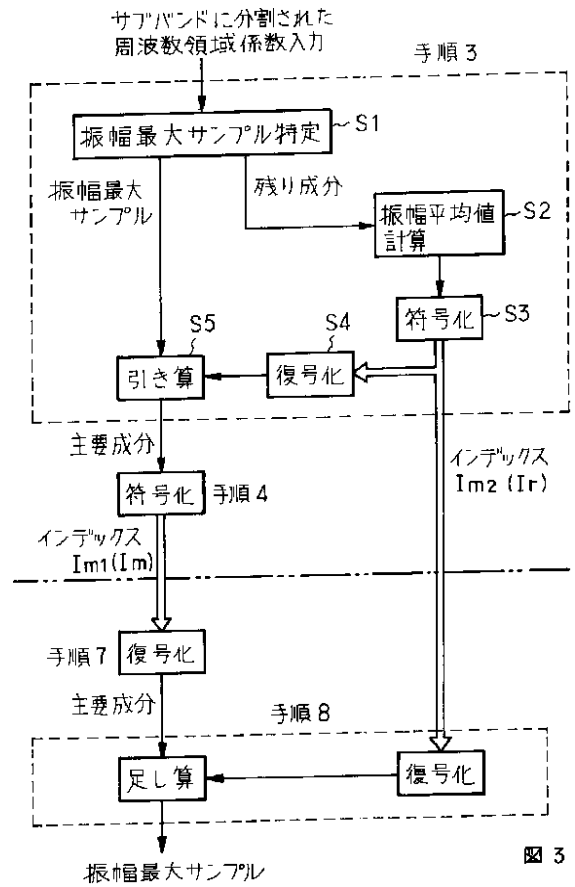


図 3

フロントページの続き

(72)発明者 神 明夫  
 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 7 - 336231 ( J P , A )  
 特開 昭60 - 88326 ( J P , A )  
 特開 昭64 - 28700 ( J P , A )  
 特開 平 4 - 177300 ( J P , A )  
 特開 平 5 - 265499 ( J P , A )  
 特開 平 6 - 51800 ( J P , A )  
 特開 平 6 - 242798 ( J P , A )  
 特開 平 7 - 253794 ( J P , A )  
 特開 平 8 - 234797 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)

- G10L 19/00  
 G10L 19/02  
 H03M 7/30