

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2008年6月19日 (19.06.2008)

PCT

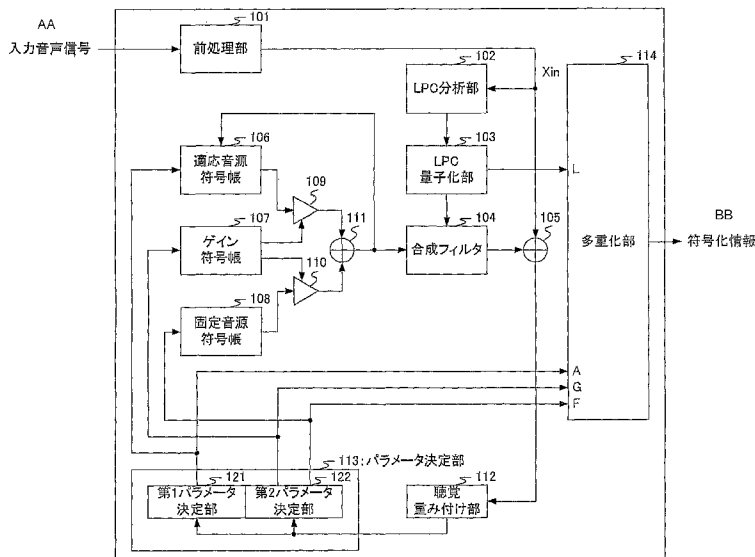
(10) 国際公開番号  
WO 2008/072732 A1

- (51) 国際特許分類: G10L 19/08 (2006.01) G10L 19/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/074132
- (22) 国際出願日: 2007年12月14日 (14.12.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2006-337025  
2006年12月14日 (14.12.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森井 利幸 (MORII, Toshiyuki).
- (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 - 1 新都市センタービル 5 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[ 続葉有 ]

(54) Title: AUDIO ENCODING DEVICE AND AUDIO ENCODING METHOD

(54) 発明の名称: 音声符号化装置および音声符号化方法



- AA INPUT AUDIO SIGNAL
- 101 PREPROCESSING UNIT
- 106 ADAPTIVE SOUND SOURCE CODEBOOK
- 107 GAIN CODEBOOK
- 108 FIXED SOUND SOURCE CODE BOOK
- 102 LPC ANALYSIS UNIT
- 103 LPC QUANTIZATION UNIT
- 104 COMBINATION FILTER
- 114 MULTIPLEXING UNIT
- BB ENCODED INFORMATION
- 113 PARAMETER DECISION UNIT
- 121 FIRST PARAMETER DECISION UNIT
- 122 SECOND PARAMETER DECISION UNIT
- 112 AUDITORY SENSE WEIGHTING UNIT

(57) Abstract: Provided is an audio encoding device which performs a closed loop search of a gain and a sound source vector without significantly increasing the calculation amount as compared to an open loop search. In the audio encoding device, firstly, a first parameter decision unit (121) performs a sound source search by an adaptive sound source codebook and then a second parameter decision unit (122) simultaneously performs by a closed loop, the sound source and the gain search by using a fixed sound source codebook. More specifically, for a combination of a fixed sound source vector and gain, the sum of a value obtained by multiplying a candidate fixed sound source vector by a candidate gain and a value obtained by multiplying an adaptive sound source vector by a candidate gain is subjected to a combination filter formed by a filter coefficient based on a quantization linear prediction coefficient so as to generate a combined signal. An encoded distortion as a distance between the combined signal and the input signal is calculated so as to search for the code and the gain of the fixed sound source vector which minimizes the encoded distortion.

(57) 要約: 開ループ探索と比較して計算量を大幅には増やさないようにゲインと音源ベクトルの閉ループ探索を

行う音声符号化装置。この音声符号化装置では、まず、第1パラメータ決定部(121)が、適

[ 続葉有 ]



WO 2008/072732 A1



SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,  
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

応音源符号帳による音源探索を行った後、第2パラメータ決定部(122)が、固定音源符号帳による音源探索とゲインの探索とを閉ループにより同時に行う。具体的には、固定音源ベクトルとゲインの組み合わせについて、候補固定音源ベクトルに候補ゲインを乗じた値と適応音源ベクトルに候補ゲインを乗じた値とを加算したものを、量子化線形予測係数に基づくフィルタ係数により構成された合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる固定音源ベクトルの符号およびゲインを探索する。

## 明 細 書

### 音声符号化装置および音声符号化方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、CELP(Code Excited Linear Prediction)によって音声を符号化する音声符号化装置および音声符号化方法に関する。

#### 背景技術

[0002] 移動体通信においては、電波などの伝送路容量や記憶媒体の有効利用を図るため、音声や画像のデジタル情報に対して圧縮符号化を行うことが必須であり、これまでに多くの符号化／復号化方式が開発されてきた。

[0003] 音声符号化技術は、音声の発声機構をモデル化してベクトル量子化を巧みに応用した基本方式CELPによってその性能を大きく向上させた。

[0004] ここで、CELPには、LPC(線形予測係数)系パラメータによるスペクトル包絡、適応音源符号帳と固定音源符号帳による音源および2つの音源のゲインと符号化対象となる情報が多いため、これらを探索するための計算量を少なくする工夫が必要となる。

[0005] 以下、従来から行われているCELPの各情報の典型的な符号化手順について図1を用いて説明する。

[0006] まず、入力音声信号に対して線形予測分析を行い、LPC系パラメータを抽出し、LSP(Line Spectrum Pair)のベクトルに変換する。そして、そのベクトルのVQ(ベクトル量子化)を行いLPCの符号を決める。

[0007] 次に、そのLPCの符号を復号化して復号化されたパラメータを求め、そのパラメータで合成フィルタを構成する。

[0008] 次に、適応音源符号帳単独による音源探索を行う。具体的には、理想ゲイン(歪が最も小さくなるゲイン)を仮定して、適応音源符号帳に格納されている各適応音源ベクトルに上記理想ゲインを乗じた値を上記合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる適応音源ベクトルの符号を探索する。

- [0009] 次に、その探索された符号を復号化し、復号化された適応音源ベクトルを求める。
- [0010] 次に、固定音源符号帳による音源探索を行う。具体的には、理想ゲイン(適応音源ベクトルのゲインと固定音源ベクトルのゲインの2種類)を仮定して、固定音源符号帳の各固定音源ベクトルに上記理想ゲインを乗じた値と上記復号化された適応音源ベクトルに上記理想ゲインを乗じた値とを加算したものを上記合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる固定音源ベクトルの符号を探索する。
- [0011] 次に、その探索された符号を復号化し、復号化された固定音源ベクトルを求める。
- [0012] 次に、上記復号化された適応音源ベクトルと上記復号化された固定音源ベクトルのゲインを量子化する。具体的には、各ゲイン候補を上記2つの音源ベクトルに乗じて上記合成フィルタに通したものが入力音声信号に最も近くなるゲインを探索し、最後に、探索されたゲインを量子化する。
- [0013] このように、従来からCELPでは、計算量を少なくするため、1つの情報を探索する際に他の情報を固定し、1つずつ符号を探索する開ループ探索のアルゴリズムを採用している。このため、CELPでは、十分な性能を得ることができなかった。
- [0014] この問題を解決するべく、従来から、計算量を大幅には増やさないような閉ループ探索法が検討されている。特許文献1には、適応音源符号帳と固定音源符号帳の探索を、予備選択を使いながら同時に最適な符号を求める基本的な発明が開示されている。この方法により2つの符号帳を閉ループで探索することが可能になる。

特許文献1:特開平5-19794号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0015] しかしながら、適応音源符号帳と固定音源符号帳の閉ループ探索は、それらのベクトルが加算される構造であることから元々比較的独立の関係にあり、開ループ探索と比較してそれほど大きな性能向上を得ることはできない。
- [0016] これに対し、2つのパラメータが乗算される関係にあれば、閉ループ探索で大きな効果がある。CELPにおいて、音源ベクトルやゲインの探索アルゴリズムにLPC合成フィルタを使用し、合成による分析(Analysis by Synthesis)により大きな性能向上を得

ることができたのは、合成フィルタが完全に2つの音源ベクトルやゲインと乗算される関係にあるためである。

[0017] 合成フィルタ以外で、乗算される関係にあるものは、ゲインと音源ベクトルであるが、ゲインと音源ベクトルの閉ループ探索に関する従来技術では、計算量が大幅に増えてしまうものしか開示されていない。

[0018] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、閉ループ探索と比較して計算量を大幅には増やさないようにゲインと音源ベクトルの閉ループ探索を行い、大きな性能向上を得ることができる音声符号化装置および音声符号化方法を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0019] 本発明の音声符号化装置は、適応音源符号帳の適応音源ベクトルの符号を探索する第1パラメータ決定手段と、固定音源符号帳の固定音源ベクトルの符号とゲインとを閉ループ探索する第2パラメータ決定手段と、を具備し、前記第2パラメータ決定手段は、固定音源ベクトルとゲインの組み合わせについて、候補固定音源ベクトルに固定音源用候補ゲインを乗じた値と前記適応音源ベクトルに適応音源用候補ゲインを乗じた値とを加算した値を、量子化線形予測係数に基づくフィルタ係数により構成された合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる固定音源ベクトルの符号およびゲインを探索する、構成を採る。

[0020] 本発明の音声符号化方法は、適応音源符号帳の適応音源ベクトルの符号を探索する第1ステップと、固定音源符号帳の固定音源ベクトルの符号とゲインとを閉ループ探索する第2ステップと、を具備し、前記第2ステップでは、固定音源ベクトルとゲインの組み合わせについて、候補固定音源ベクトルに固定音源用候補ゲインを乗じた値と前記適応音源ベクトルに適応音源用候補ゲインを乗じた値とを加算した値を、量子化線形予測係数に基づくフィルタ係数により構成された合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる固定音源ベクトルの符号およびゲインを探索する、方法を採る。

## 発明の効果

[0021] 本発明によれば、ベクトル演算を行うことなくゲインと固定音源ベクトルの閉ループ探索を行うことができるので、閉ループ探索と比較して計算量を大幅には増加させずに、大きな性能向上を得ることができる。

## 図面の簡単な説明

[0022] [図1]従来の符号化手順を示すフロー図

[図2]本発明の実施の形態1に係る音声符号化装置の構成を示すブロック図

[図3]本発明の実施の形態1に係る符号化手順を示すフロー図

[図4]本発明の実施の形態1に係る固定音源符号帳とゲインの閉ループ探索のアルゴリズムを示すフロー図

## 発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、本発明の各実施の形態について、図面を用いて説明する。

[0024] (実施の形態1)

図2は、実施の形態1に係る音声符号化装置の構成を示すブロック図である。

[0025] 前処理部101は、入力音声信号に対し、DC成分を取り除くハイパスフィルタ処理や後続する符号化処理の性能改善につながるような波形整形処理やプリエンファシス処理を行い、これらの処理後の信号(Xin)をLPC分析部102および加算部105に出力する。

[0026] LPC分析部102は、Xinを用いて線形予測分析を行い、分析結果(線形予測係数)をLPC量子化部103に出力する。LPC量子化部103は、LPC分析部102から出力された線形予測係数(LPC)の量子化処理を行い、量子化LPCを合成フィルタ104に出力するとともに量子化LPCを表す符号(L)を多重化部114に出力する。

[0027] 合成フィルタ104は、量子化LPCに基づくフィルタ係数により、後述する加算部111から出力される駆動音源に対してフィルタ合成を行うことにより合成信号を生成し、合成信号を加算部105に出力する。

[0028] 加算部105は、合成信号の極性を反転させてXinに加算することにより誤差信号を算出し、誤差信号を聴覚重み付け部112に出力する。

[0029] 適応音源符号帳106は、過去に加算部111によって出力された駆動音源をバッフ

ァに記憶しており、パラメータ決定部113から出力された信号により特定される過去の駆動音源から1フレーム分のサンプルを適応音源ベクトルとして切り出して乗算部109に出力する。

- [0030] ゲイン符号帳107は、パラメータ決定部113から出力された信号によって特定される適応音源ベクトルのゲインと固定音源ベクトルのゲインとをそれぞれ乗算部109と乗算部110とに出力する。
- [0031] 固定音源符号帳108は、パラメータ決定部113から出力された信号によって特定される形状を有するパルス音源ベクトル又はそのパルス音源ベクトルに拡散ベクトルを乗算して得られたベクトルを固定音源ベクトルとして乗算部110に出力する。
- [0032] 乗算部109は、ゲイン符号帳107から出力されたゲインを、適応音源符号帳106から出力された適応音源ベクトルに乗じて、加算部111に出力する。乗算部110は、ゲイン符号帳107から出力されたゲインを、固定音源符号帳108から出力された固定音源ベクトルに乗じて、加算部111に出力する。
- [0033] 加算部111は、利得乗算後の適応音源ベクトルと固定音源ベクトルとをそれぞれ乗算部109と乗算部110とから入力し、これらをベクトル加算し、加算結果である駆動音源を合成フィルタ104および適応音源符号帳106に出力する。なお、適応音源符号帳106に入力された駆動音源は、バッファに記憶される。
- [0034] 聴覚重み付け部112は、加算部105から出力された誤差信号に対して聴覚的な重み付けをおこない符号化歪みとしてパラメータ決定部113に出力する。
- [0035] パラメータ決定部113は、聴覚重み付け部112から出力された符号化歪みを最小とする適応音源ベクトル、固定音源ベクトル及びゲインの符号を探索し、探索された適応音源ベクトルを表す符号(A)、固定音源ベクトルを表す符号(F)及びゲインを表す符号(G)を多重化部114に出力する。
- [0036] 本発明は、パラメータ決定部113における固定音源ベクトル及びゲインの探索方法に特徴がある。すなわち、まず、第1パラメータ決定部121が、適応音源符号帳単独による音源探索を行った後、第2パラメータ決定部122が、固定音源符号帳による音源探索とゲインの探索とを閉ループにより同時に行う。
- [0037] 多重化部114は、LPC量子化部103から量子化LPCを表す符号(L)を入力し、パ

ラメータ決定部113から適応音源ベクトルを表す符号(A)、固定音源ベクトルを表す符号(F)およびゲインを表す符号(G)を入力し、これらの情報を多重化して符号化情報として出力する。

[0038] 次に、本実施の形態に係る符号化手順について図3を用いて説明する。

[0039] まず、入力音声信号に対して線形予測分析を行い、LPC系パラメータを抽出し、LSP(Line Spectrum Pair)のベクトルに変換する。そして、そのベクトルのVQ(ベクトル量子化)を行いLPCの符号を決める。

[0040] 次に、そのLPCの符号を復号化して復号化されたパラメータを求め、そのパラメータで合成フィルタを構成する。

[0041] 次に、適応音源符号帳単独による音源探索を行う。具体的には、理想ゲイン(歪が最も小さくなるゲイン)を仮定して、適応音源符号帳に格納されている各適応音源ベクトルに上記理想ゲインを乗じた値を上記合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる適応音源ベクトルの符号を探索する。

[0042] 次に、その探索された符号を復号化し、復号化された適応音源ベクトルを求める。

[0043] 次に、固定音源符号帳による音源探索とゲインの探索とを閉ループにより同時に行う。具体的には、すべての固定音源ベクトルとゲインの組み合わせについて、候補固定音源ベクトルに候補ゲインを乗じた値と上記復号化された適応音源ベクトルに候補ゲインを乗じた値とを加算したものを上記合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる固定音源ベクトルの符号およびゲインを探索する。

[0044] 最後に、探索された2つのベクトルのゲインを量子化する。

[0045] 次に、固定音源符号帳とゲインの閉ループ探索のアルゴリズムについて、図4のフローおよび数式を用いて具体的に説明する。

[0046] 式(1)は、CELPにおいて符号探索に用いる符号化歪Eを示すものである。この符号化歪Eを最小化する符号を探索するのが符号器の処理である。なお、式(1)において、 $x$ は符号化ターゲット(入力音声)、 $p$ は適応音源用ゲイン、 $H$ はLPC合成フィルタのインパルス応答、 $a$ は適応音源ベクトル、 $q$ は固定音源用ゲイン、 $s$ は固定音源

ベクトルをそれぞれ表す。

[数1]

$$E = |\mathbf{x} - (\mathbf{p}\mathbf{H}\mathbf{a} + \mathbf{q}\mathbf{H}\mathbf{s})|^2 \cdots (1)$$

[0047] 上記式(1)を展開すると以下の式(2)となる。ここで、以降の説明ではインデックスを付与して表記する。適応音源ベクトルは先に符号化して復号化しておくので上記記号のままで表記するが、固定音源ベクトルにはインデックス*i*を付与して $\mathbf{s}_i$ と表記する。またゲインは適応音源用ゲイン*p*と固定音源用ゲイン*q*をまとめてベクトル量子化するものとし、同じインデックス*j*を付与して $p_j$ 、 $q_j$ と表記する。

[数2]

$$E = \mathbf{x}^t \mathbf{x} + \mathbf{p}^2 \mathbf{a}^t \mathbf{H}^t \mathbf{H} \mathbf{a} - 2 \mathbf{p} \mathbf{x}^t \mathbf{H} \mathbf{a} + \mathbf{q}^2 \mathbf{s}^t \mathbf{H}^t \mathbf{H} \mathbf{s} - 2 \mathbf{q} \mathbf{x}^t \mathbf{H} \mathbf{s} + 2 \mathbf{p} \mathbf{q} \mathbf{a}^t \mathbf{H}^t \mathbf{H} \mathbf{s} \cdots (2)$$

t : 転置記号

[0048] ここで、本実施の形態では、固定音源符号帳とゲインの閉ループ探索を行う前に、固定音源ベクトル $\mathbf{s}_i$ あるいはゲイン $q_j$ に関わらない中間値を予め計算しておく。

[0049] まず、上記式(2)の第1項は、ターゲットのパワであり、符号帳探索には無関係であるので以後省略する。また、上記式(2)の第2項、第3項は、ゲイン $q_j$ および固定音源ベクトル $\mathbf{s}_i$ に関わらないので、第2項、第3項のゲイン $p_j$ 以外を、以下の式(3)に示すように中間値 $M^1$ 、 $M^2$ とする。なお、本実施の形態では前もって適応音源ベクトルの探索を終えているので、上記式(2)の第2項、第3項は両者ともスカラ値になる。

[数3]

$$\begin{aligned} M^1 &= \mathbf{a}^t \mathbf{H}^t \mathbf{H} \mathbf{a} \\ M^2 &= -2 \mathbf{x}^t \mathbf{H} \mathbf{a} \end{aligned} \cdots (3)$$

[0050] また、上記式(2)の第4項、第5項は、ゲイン $p_j$ に関わらないので、第4項、第5項のゲイン $q_j$ 以外を、以下の式(4)に示すように中間値 $M^3$ 、 $M^4$ とする。なお、式(4)において、 $\mathbf{I}$ は固定音源ベクトルの候補数である。

[数4]

$$\begin{aligned} M_i^3 &= \mathbf{s}_i^t \mathbf{H}^t \mathbf{H} \mathbf{s}_i \\ M_i^4 &= -2 \mathbf{x}^t \mathbf{H} \mathbf{s}_i \cdots (4) \\ i &= 1 \cdots I \end{aligned}$$

[0051] また、上記式(2)の第6項のゲイン $p_j, q_j$ 以外を、以下の式(5)に示すように中間値 $M^5$ とする。

[数5]

$$M_i^5 = 2a^t H^t H s_i \dots (5) \\ i = 1 \dots I$$

[0052] ここで、上記式(2)の第2項、第3項についてはゲイン候補全てについて予め加算しておくことができるので、以下の式(6)に示すように中間値 $N_j$ とする。なお、式(6)において、 $J$ はゲインの候補数(本実施の形態ではベクトル数)である。

[数6]

$$N_j = p_j p_j M_1 + p_j M_2 \dots (6) \\ j = 1 \dots J$$

[0053] このように、本実施の形態では、中間値を予め計算し、固定音源符号帳とゲインについてそれぞれの候補数の総当りで同時探索を行う。図4に示すように、本実施の形態の閉ループ探索は、ゲインの探索のループ(第1ループ)の中に固定音源符号帳の探索のループ(第2ループ)が入る2重ループになっている。

[0054] 図4に示す探索処理の特徴は、ループ内の計算が全て簡単な数値計算であり、ベクトルの演算が無い点である。この結果、計算量は必要最小限に抑えられる。

[0055] このように、本実施の形態によれば、CELP方式において、ベクトル演算を行うことなくゲインと固定音源ベクトルの閉ループ探索を行うことができるので、開ループ探索と比較して計算量を大幅には増加させずに、大きな性能向上を得ることができる。

[0056] また、中間値 $M^1, M^2, N_j$ を予め求めておくことによってゲインの探索(第1ループ)の計算量を大きく下げることができる。同様に、中間値 $M^3, M^4, M^5$ を予め求めておくことによって固定音源ベクトルの探索(第2ループ)の計算量を大きく下げることができる。

[0057] (実施の形態2)

実施の形態2では、固定音源ベクトルが少数のパルスで構成されたベクトルか、それを拡散させたベクトルであるときに、予めパルス本数や拡散ベクトルの種類毎にスケール係数を計算してメモリに格納しておき、固定音源符号帳とゲインの閉ループ

プ探索において、スケーリング係数を固定音源ベクトルに乗じてゲインの量子化を行う場合について説明する。本実施の形態におけるスケーリング係数は、固定音源ベクトルの大きさ(振幅)を表す値の逆数であり、パルスの本数や拡散ベクトルの種類に依存する。

[0058] 固定音源符号帳とゲインの閉ループ探索において、スケーリング係数を用いることは、ゲイン $q_j$ にスケーリング係数 $v$ を乗ずると等価であり、上記式(2)は以下の式(7)に変更になる。

[数7]

$$E = x'x + p^2 a' H' H a - 2 p x' H a + q^2 s' H' H s v^2 - 2 q x' H s v + 2 p q a' H' H s v \dots (7)$$

[0059] 上記スケーリング係数 $v$ は、パルスの本数に依存した量であるので、例えば以下の式(8)の様に予め算出しておく。なお、式(8)において、 $k_i$ は $i$ 番目の固定音源ベクトルのパルスの本数である。符号帳のこの式(8)は、インパルスの大きさを1とした場合に相当する。

[数8]

$$v_i = \frac{1}{\sqrt{k_i}} \dots (8)$$

$i = 1 \dots I$

[0060] なお、上記スケーリング係数はその定義から更に平方根の計算の前にベクトル長で割る場合もある。このような場合は、スケーリング係数を1サンプルの平均振幅の逆数と定義した場合等である。

[0061] また、更に拡散ベクトルを用いる場合には平均の振幅が拡散ベクトルによって異なってくる。この場合でも、以下の式(9)の様に、パルス本数や拡散ベクトル毎に全ての音源ベクトル候補の平均振幅や、上記本数に基づく係数を近似値として使用する等、本数や拡散ベクトル毎に1つのスケーリング係数を求めることができる。ただし、以下の式(9)の計算はあくまで近似である。なぜなら、パルスを拡散する場合、パルスの位置で、拡散ベクトルが重なるので位置毎にパワが異なってくるからである。なお、式(9)において、 $d_k^{m_i}$ は拡散ベクトル、 $m_i$ は $i$ 番目の固定音源ベクトルの拡散ベクトル

の番号を示す。

[数9]

$$v_i = \frac{1}{\sqrt{k_i \times Pd_{m_i}}} \quad \dots (9)$$

$$\text{ただし、} Pd_{m_i} = \sum_k d_k^{m_i} \times d_k^{m_i}$$

[0062] 従って、パルス本数や拡散ベクトルの種類毎にスケーリング係数  $v$  がある場合は、上記のスケーリング係数を用いて、中間値  $M^3$ 、 $M^4$ 、 $M^5$  は以下の式(10)の様に表される。

[数10]

$$\begin{aligned} M_i^3 &= s_i^t H^t H s_i v_i^2 \\ M_i^4 &= -2x^t H s_i v_i \\ M_i^5 &= 2\alpha^t H^t H s_i v_i \quad \dots (10) \\ i &= 1 \dots I \end{aligned}$$

[0063] このように、本実施の形態によれば、スケーリングに伴う処理があっても、中間値に含めることができるので、スケーリングを用いない場合と同様に固定音源符号帳とゲインの閉ループ探索を実現することができる。

[0064] なお、固定音源符号帳として代数的符号帳を用いる場合は、上記2つの中間値  $M^3$ 、 $M^4$  は代数的符号帳探索のコスト関数の分母項と分子項に相当する。また、代数的符号帳はパルスの位置とパルスの極性(+-)で符号化を行い、この場合、ベクトル  $x^t H$  の各要素の極性を参照して、パルスの極性をパルスの位置の参照値とすることによって、性能の劣化を最小限にしながら極性の探索を省略することができるので、インデクス  $i$  の種類を少なくでき、閉ループ探索の計算量をより少なくすることができる。例えば、パルス数3で各チャンネルのエントリ数が{16, 16, 8}の場合には情報量(ビット数)は(位置)(4+4+3)+(極性)(1+1+1)の14ビット( $I=16384$ 通り)であるが、極性が探索の対象外だとすると11ビット( $I=2048$ 通り)で済むことになる。したがって、上記実施の形態1に代数的符号帳を用いることは、計算量を下げるために有効なことである。

- [0065] また、固定音源符号帳としての代数的符号帳のパルス数の本数として様々なヴァリエーションを持つことは音質の向上に効果がある。これは、有声性の部分は声帯波に近いことから少数パルスが適しており、無声性や環境ノイズの部分は多数パルスが適しているという傾向から明らかである。例えば、パルス数のヴァリエーションとして2本、3本、4本を使用し、サブフレームの長さが40サンプルである場合、2本は{20, 20}で $20 \times 20 \times 2^2$ の1600通り、3本は{16, 16, 8}で $16 \times 16 \times 8 \times 2^3$ の16384通り、4本は{16, 8, 8, 8}で $16 \times 8 \times 8 \times 8 \times 2^4$ の131072通りで、入力音声信号はサブフレーム毎に合計17~18ビットで符号化される。
- [0066] また、拡散した音源を用いること、すなわち拡散ベクトルをパルスに畳み込んで固定音源ベクトルを作成することも音質の向上に効果がある。この技術により、固定音源ベクトルに様々な特性を与えることができる。この場合、使用する拡散ベクトルによってパワが異なってくることになる。
- [0067] また、本実施の形態では固定音源符号帳の説明の中で代数的符号帳を用いた場合を例に説明したが、本発明は、マルチパルス符号帳等、パルス本数のヴァリエーションがある音源でも有効である。
- [0068] また、パルスが立っている音源以外のフルパルス(全部の位置に値がある)の固定音源符号帳でも本発明は有効である。なぜなら、予め音源ベクトルのパワのクラスタリングを行い、その少数の代表値で計算したスケーリング係数を求めて格納しておけばよいからである。この場合は、各固定音源のインデクスと使用するスケーリング係数との対応を格納しておく必要がある。
- [0069] なお、上記各実施の形態では適応音源符号帳を事前に探索した後で、固定音源符号帳とゲインとの閉ループ探索を行ったが、本発明はこれに限られず、適応音源符号帳をも閉ループ探索に含めることもできる。ただし、この場合、適応音源符号帳の中間値は各実施の形態の固定音源符号帳に関する中間値と同様に計算することができるが、最後の閉ループ探索の部分が3重ループになるために計算量が掛かりすぎる可能性がある。この場合は適応音源符号帳の予備選択を行うことにより、適応音源ベクトルの候補数を削減し、現実的な計算量へ抑えることができる。
- [0070] また、上記各実施の形態では固定音源符号帳とゲインの閉ループ探索をそれぞれ

の候補の総当りで行ったが、本発明はこれに限られず、いずれかの候補の予備選択を組み合わせることができ、これにより計算量をさらに削減することができる。

[0071] また、本発明は、適応音源ベクトルを符号化した後で適応音源ベクトルのゲインを先に符号化した場合でも、固定音源符号帳と固定音源ベクトルのゲインの閉ループ探索を各実施の形態と同様に実現することができる。

[0072] また、上記各実施の形態ではCELPに対して用いる場合について説明したが、本発明はこれに限られず、音源の符号帳が存在する符号化であれば有効である。なぜなら、本発明の所在は固定音源ベクトルとゲインの閉ループ探索であり、適応音源符号帳の有無や、スペクトル包絡の分析方法に依存しないからである。

[0073] また、本発明に係る音声符号化装置の入力信号は、音声信号だけでなく、オーディオ信号でも良い。また、入力信号の代わりに、LPC予測残差信号に対して本発明を適用する構成であっても良い。

[0074] また、本発明に係る音声符号化装置は、移動体通信システムにおける通信端末装置および基地局装置に搭載することが可能であり、これにより上記と同様の作用効果を有する通信端末装置、基地局装置、および移動体通信システムを提供することができる。

[0075] また、ここでは、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本発明をソフトウェアで実現することも可能である。例えば、本発明に係る音声符号化方法のアルゴリズムをプログラミング言語によって記述し、このプログラムをメモリに記憶しておいて情報処理手段によって実行させることにより、本発明に係る音声符号化装置と同様の機能を実現することができる。

[0076] また、上記各実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されても良いし、一部または全てを含むように1チップ化されても良い。

[0077] また、ここではLSIとしたが、集積度の違いによって、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSI等と呼称されることもある。

[0078] また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現しても良い。LSI製造後に、プログラム化することが可能なFPGA(Field Pro

grammable Gate Array)や、LSI内部の回路セルの接続もしくは設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用しても良い。

[0079] さらに、半導体技術の進歩または派生する別技術により、LSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行っても良い。バイオ技術への適用等が可能性としてあり得る。

[0080] 2006年12月14日出願の特願2006-337025の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

#### 産業上の利用可能性

[0081] 本発明は、CELPによって音声を符号化する音声符号化装置等に用いるに好適である。

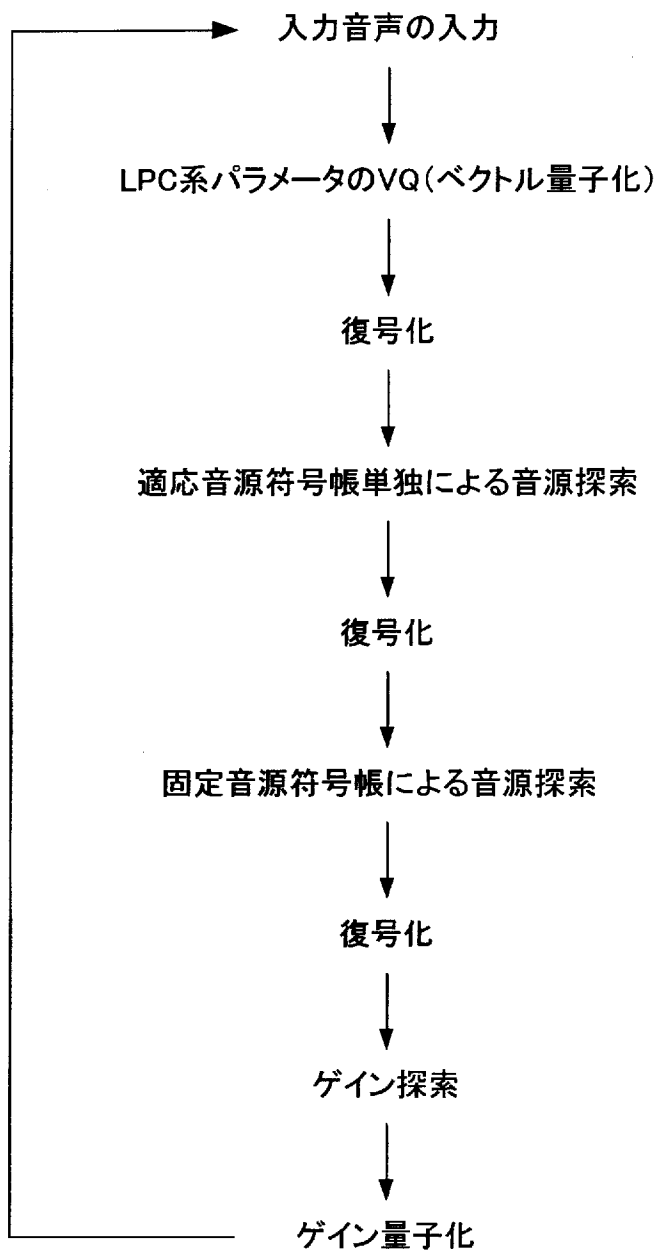
## 請求の範囲

- [1] 適応音源符号帳の適応音源ベクトルの符号を探索する第1パラメータ決定手段と、固定音源符号帳の固定音源ベクトルの符号とゲインとを閉ループ探索する第2パラメータ決定手段と、を具備し、
- 前記第2パラメータ決定手段は、固定音源ベクトルとゲインの組み合わせについて、候補固定音源ベクトルに固定音源用候補ゲインを乗じた値と前記適応音源ベクトルに適応音源用候補ゲインを乗じた値とを加算した値を、量子化線形予測係数に基づくフィルタ係数により構成された合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる固定音源ベクトルの符号およびゲインを探索する、
- 音声符号化装置。
- [2] 前記第2パラメータ決定手段は、前記符号化歪みにおいて前記固定音源ベクトルあるいは前記ゲインに関わらない部分である中間値を予め計算し、ゲインの探索のループの中に固定音源符号帳の探索のループが入る2重ループにより、前記中間値を用いた前記閉ループ探索を行う請求項1に記載の音声符号化装置。
- [3] 前記第2パラメータ決定手段は、前記固定音源ベクトルが所定数のパルスで構成されたベクトルか、それを拡散させたベクトルであるときに、予めパルス本数や拡散ベクトルの種類毎にスケーリング係数を計算してメモリに格納しておき、前記閉ループ探索において、スケーリング係数を固定音源ベクトルに乗じてゲインの量子化を行う請求項1に記載の音声符号化装置。
- [4] 適応音源符号帳の適応音源ベクトルの符号を探索する第1ステップと、固定音源符号帳の固定音源ベクトルの符号とゲインとを閉ループ探索する第2ステップと、を具備し、
- 前記第2ステップでは、固定音源ベクトルとゲインの組み合わせについて、候補固定音源ベクトルに固定音源用候補ゲインを乗じた値と前記適応音源ベクトルに適応音源用候補ゲインを乗じた値とを加算した値を、量子化線形予測係数に基づくフィルタ係数により構成された合成フィルタに通して合成信号を生成し、この合成信号と入力音声信号との距離である符号化歪を計算し、この符号化歪が最も小さくなる固定

音源ベクトルの符号およびゲインを探索する、  
音声符号化方法。

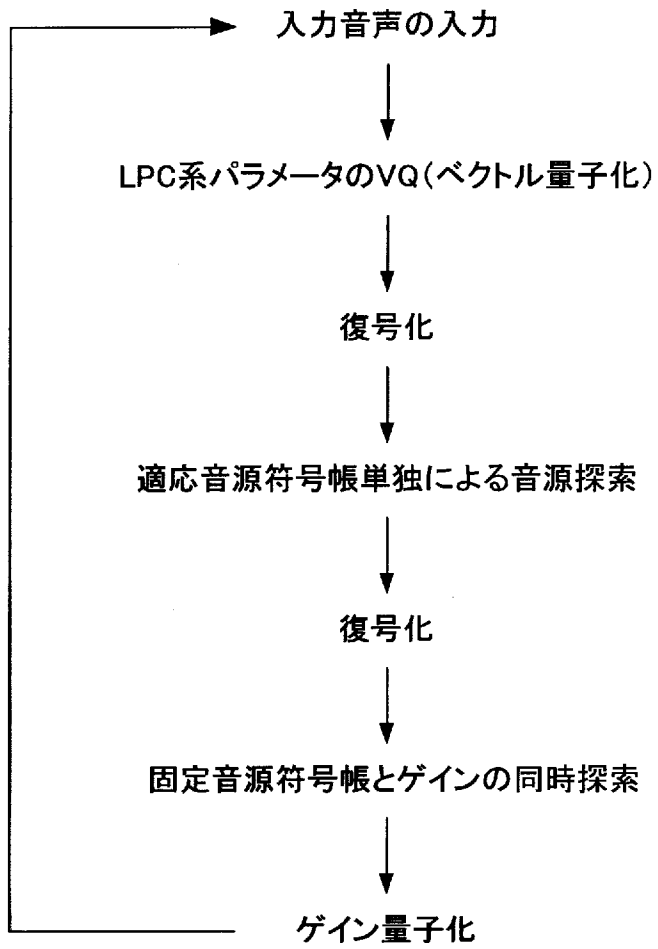
- [5] 前記第2ステップでは、前記符号化歪みにおいて前記固定音源ベクトルあるいは前記ゲインに関わらない部分である中間値を予め計算し、ゲインの探索のループの中に固定音源符号帳の探索のループが入る2重ループにより、前記中間値を用いた前記閉ループ探索を行う請求項4に記載の音声符号化方法。
- [6] 前記第2ステップでは、前記固定音源ベクトルが所定数のパルスで構成されたベクトルか、それを拡散させたベクトルであるときに、予めパルス本数や拡散ベクトルの種類毎にスケーリング係数を計算してメモリに格納しておき、前記閉ループ探索において、スケーリング係数を固定音源ベクトルに乗じてゲインの量子化を行う請求項4に記載の音声符号化方法。

[図1]

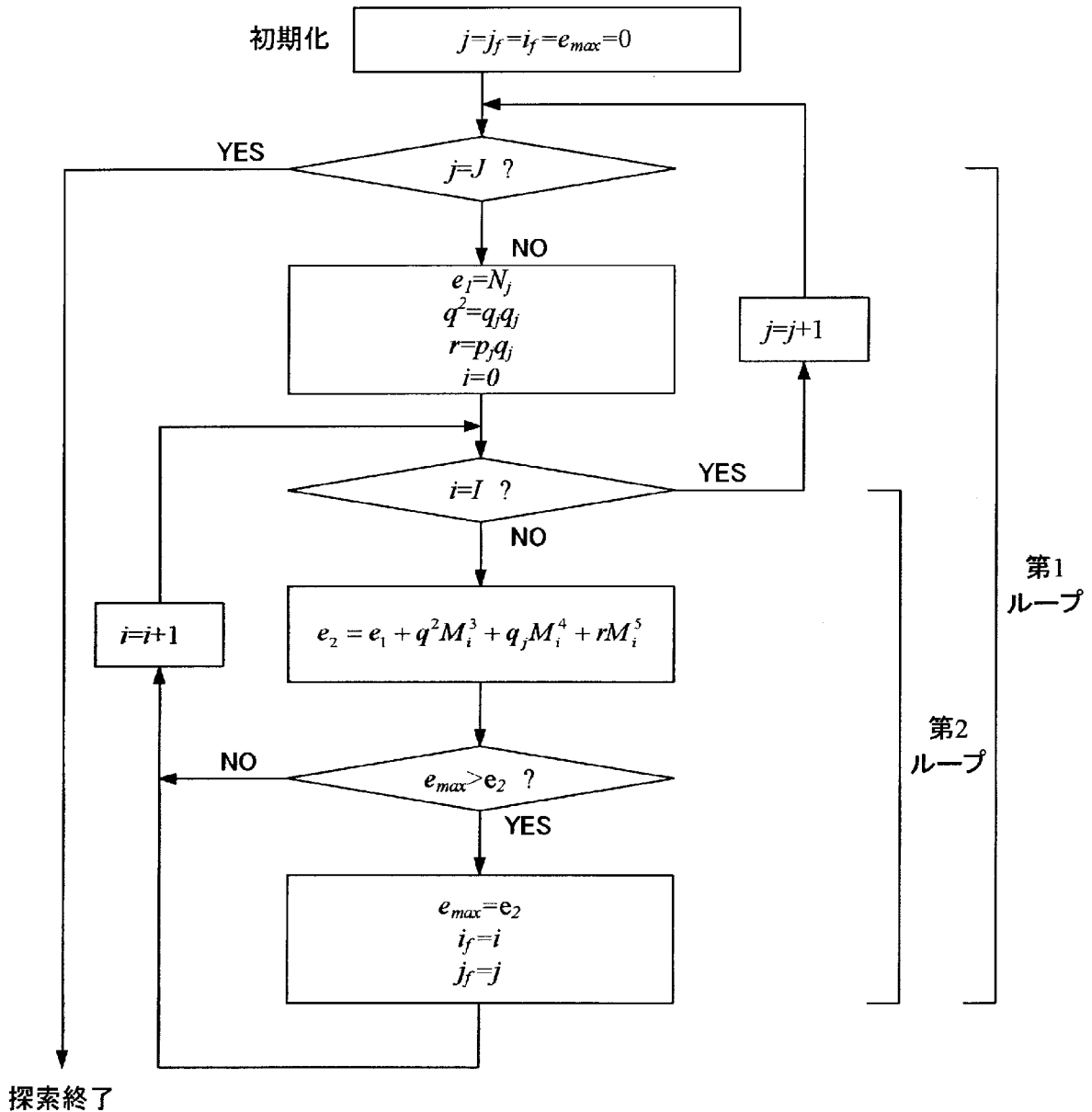




[図3]



[図4]



ただし、 $e_{max}$   $e_1$   $e_2$   $q^2$   $r$  : テンポラリのバッファ

$i$   $j$  : カウンター

$i_f$   $j_f$  : 最終的に求まる固定音源符号帳と  
ゲインの候補番号

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/074132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G10L19/08(2006.01) i, G10L19/12(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G10L19/00-19/14, H03M7/30		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) WPI		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 1999/034354 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 08 July, 1999 (08.07.99), Full text; Figs. 1 to 7 & EP 1052620 A1 & US 2005/0171770 A1 & JP 2003-36099 A	1-6
Y	JP 8-30299 A (NEC Corp.), 02 February, 1996 (02.02.96), Full text; Figs. 1 to 8 & EP 694907 A2	1-2, 4-5
Y	JP 11-282497 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text; Figs. 1 to 7 & WO 1999/021174 A1 & EP 967594 A1 & US 2002/0161575 A1 & US 6415254 B1	3, 6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 March, 2008 (11.03.08)		Date of mailing of the international search report 25 March, 2008 (25.03.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/074132

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-179797 A (NEC Corp.), 12 July, 1996 (12.07.96), Full text; Figs. 1 to 14 & EP 724252 A2 & US 5924063 A	1-6
A	JP 10-63297 A (Toshiba Corp.), 06 March, 1998 (06.03.98), Full text; Figs. 1 to 14 & US 5926785 A	1-6
A	JP 2000-89797 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 March, 2000 (31.03.00), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G10L19/08(2006.01)i, G10L19/12(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G10L19/00-19/14, H03M7/30		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008年		
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) WPI		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 1999/034354 A1 (三菱電機株式会社) 1999.07.08, 全文, 図1-7 & EP 1052620 A1 & US 2005/0171770 A1 & JP 2003-36099 A	1-6
Y	JP 8-30299 A (日本電気株式会社) 1996.02.02, 全文, 図1-8 & EP 694907 A2	1-2, 4-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 11.03.2008	国際調査報告の発送日 25.03.2008	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 山下 剛史 電話番号 03-3581-1101 内線 3541	5Z 8946

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-282497 A (松下電器産業株式会社) 1999.10.15, 全文, 図1-7 & WO 1999/021174 A1 & EP 967594 A1 & US 2002/0161575 A1 & US 6415254 B1	3, 6
A	JP 8-179797 A (日本電気株式会社) 1996.07.12, 全文, 図1-14 & EP 724252 A2 & US 5924063 A	1-6
A	JP 10-63297 A (株式会社東芝) 1998.03.06, 全文, 図1-14 & US 5926785 A	1-6
A	JP 2000-89797 A (松下電器産業株式会社) 2000.03.31, 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-6