

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2011/016247 A1

PCT

(43) 国際公開日
2011年2月10日(10.02.2011)

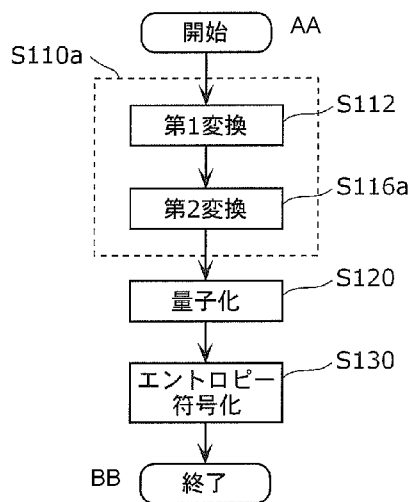
- (51) 国際特許分類:
H03M 7/30 (2006.01) H04N 7/32 (2006.01)
H04N 7/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/004950
- (22) 国際出願日: 2010年8月6日(06.08.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-183791 2009年8月6日(06.08.2009) JP
特願 2009-192618 2009年8月21日(21.08.2009) JP
特願 2009-192627 2009年8月21日(21.08.2009) JP
61/309,090 2010年3月1日(01.03.2010) US
61/345,703 2010年5月18日(18.05.2010) US
61/364,580 2010年7月15日(15.07.2010) US
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006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): 柴原 陽司(SHIBAHARA, Youji). 西 孝啓(NISHI, Takahiro). 笹井 寿郎(SASAI, Hisao). 谷川 京子(TANIKAWA, Kyoko). ナロス キ マティアス(NARROSCHKE, Matthias). ドリウ ジョーン ヴィルジニー(DRUGEON, Virginie). ウィットマン ステファン(WITTMANN, Steffen).
- (74) 代理人: 新居 広守(NII, Hiromori); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目3番10号タナカ・イトーピア新大阪ビル6階新居国際特許事務所内 Osaka (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, PE, PG, PH,

[続葉有]

(54) Title: ENCODING METHOD, DECODING METHOD, ENCODING DEVICE AND DECODING DEVICE

(54) 発明の名称: 符号化方法、復号方法、符号化装置及び復号装置

[図10]



AA BEGIN
S112 FIRST TRANSFORM
S116a SECOND TRANSFORM
S120 QUANTIZATION
S130 ENTROPY ENCODING
BB END

(57) Abstract: Disclosed is an encoding method including a transform step (S110a) for transforming an input signal; a quantization step (S120) for quantizing the transform output signal; and an entropy encoding step (S130) for entropy encoding quantized coefficients. The transform step (S110a) includes a first transform step (S112) for generating the first transform output signal by way of performing a first transform on the input signal using a first transform coefficient; and a second transform step (S116a) for generating a second transform output signal by way of performing a second transform using a second transform coefficient on a first partial signal which is a portion of the first transform output signal, and outputting a transform output signal which includes the generated second transform output signal and a second partial signal which is the portion of the first transform output signal excluding the first partial signal. In the second transform step (S116a), either the range of the first transform output signal for the second transform as the first partial signal, and/or the second transform coefficient, is temporally or spatially adaptively determined.

(57) 要約: 本発明に係る符号化方法は、入力信号を変換する変換ステップ(S110a)と、変換出力信号を量子化する量子化ステップ(S120)と、量子化係数をエントロピー符号化するエントロピー符号化ステップ(S130)とを含み、変換ステップ(S110a)は、第1変換係数を用いて入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する第1変換ステップ(S112)と、第1変換出力信号の一部である第1部分信号に、第2変換係数を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成し、生成した第2変換出力信号と、第1変換出力信号のうち第1部分信号以外の部分である第2部分信号を含む変換出力信号を出力する第2変換ステップ(S116a)とを含み、第2変換ステップ(S116a)では、第1部分信号として、第1変換出力信号のうち第2変換の対象となる範囲と、第2変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定す

る。



PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, 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, LR, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 符号化方法、復号方法、符号化装置及び復号装置 技術分野

[0001] 本発明は、オーディオ、静止画像、及び動画像を符号化する符号化方法に関し、特に、時空間ドメインから周波数ドメインへ入力信号を変換する変換処理を含む符号化方法に関する。

背景技術

[0002] 音声データや動画像データを圧縮するために、複数の音声符号化規格、動画像符号化規格が開発されてきた。動画像符号化規格の例として、H. 26xと称されるITU-T規格やMPEG-xと称されるISO/IEC規格が挙げられる。最新の動画像符号化規格は、H. 264/MPEG-4 AVCと称される規格である。

[0003] 図1は、従来の符号化装置1600の構成を示すブロック図である。図1に示すように、符号化装置1600は、変換部1610と、量子化部1620と、エントロピー符号化部1630とを備え、音声データや動画像データを低ビットレートで符号化する。

[0004] 変換部1610は、各種データである入力信号、又は入力信号に何らかの処理を加えた変換入力信号を時空間ドメインから周波数ドメインへ変換することで、相関を軽減した変換出力信号を生成する。生成された変換出力信号は、量子化部1620に出力される。

[0005] 量子化部1620は、変換部1610から出力された変換出力信号を量子化することで、総データ量の少ない量子化係数を生成する。生成された量子化係数は、エントロピー符号化部1630に出力される。

[0006] エントロピー符号化部1630は、量子化部1620から出力された量子化係数を、エントロピー符号化アルゴリズムを用いて符号化することで、残りのデータを圧縮した符号化信号を生成する。生成された符号化信号は、例えば、記録媒体に記録され、あるいは、ネットワークを介して復号装置など

に送信される。

[0007] 以下では、変換部 1610 が行う変換処理について詳細に説明する。

[0008] 変換部 1610 には、変換対象信号（すなわち、変換入力信号）である n 点のベクトル（ n 次元信号）が、変換入力（Transform Input）ベクトル x^n として入力される。変換部は、変換入力ベクトル x^n に、所定の変換処理（変換 T ）を行い、変換出力信号として、変換出力（Transform Output）ベクトル y^n を出力する（式 1 参照）。

[0009] [数1]

$$(式 1) \quad y^n = T[x^n]$$

[0010] 変換 T が線形変換である場合、式 2 に示すように、変換 T は、 $n \times n$ の正方行列である変換行列（Transform Matrix） A と変換入力ベクトル x^n との行列積として表現できる。なお、式 3 は、変換出力ベクトル y^n を、変換行列 A の各要素である変換係数 a_{ik} を用いて要素 y_i 毎に算出するための式であり、式 1 と式 2 とから導出される。

[0011] [数2]

$$(式 2) \quad T[x^n] = Ax^n$$

[0012] [数3]

$$(式 3) \quad y_i = \sum_{k=1}^n a_{ik} x_k$$

[0013] 変換行列 A は、入力信号の相関を軽減し、変換出力ベクトル y^n の要素のうち小さい n を持つ要素（いわゆる低域側）へエネルギーが集中するように設計される。変換行列 A の設計にあたり、KLT（Karhunen Loeve Transform：カルーネンレーベ変換）という変換係数導出方法、又は変換方法が知られている。

[0014] KLT は、入力信号の統計的性質に基づいて、最適な変換係数を導出する方法、又は、導出した最適な変換係数を用いた変換方法である。KLT は、

入力信号の相関性を完全に無くすることが可能で、最も効率良くエネルギーを低域へ集中させることができる技術として知られている。

- [0015] つまり、KLTは、理想的な変換処理であり、優れた符号化効率で、KLTによって変換された符号化対象信号を符号化することができる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0016] しかしながら、上記従来技術に示すKLTには、演算量が大きく、かつ、変換に用いる変換行列の係数である変換係数のデータ量が多いという問題がある。具体的には、以下の通りである。
- [0017] 図2に示すように、バタフライ構成などの高速アルゴリズムの存在するDCT (Discrete Cosine Transform: 離散コサイン変換) では、入力信号の次元数 (以下、入力点数とも記載) がMの場合の乗算回数は、 $M \times L \log_2(M)$ である。これに対して、KLTでは、乗算回数は $M \times M$ になる。例えば、DCTの乗算回数は、入力点数が4点の場合8回、入力点数が8点の場合24回である。これに対して、KLTの乗算回数は、例えば、入力点数が4点の場合16回 (DCT比2倍)、8点の場合64回 (DCT比2.6倍)、16点の場合はDCT比4.0倍である。変換サイズが大きくなるほど、KLTの演算量の増加傾向は著しくなるため、KLTは、DCTと比べて演算量が膨大になるという課題がある。
- [0018] また、KLTでは、入力信号ベクトル x^n を含む集合 S_A の統計的性質に基づいて、変換行列Aを導出する。変換行列Aを用いた変換は、集合 S_A に含まれる入力信号ベクトル x^n に対して、最適な無相関化と低域へのエネルギー圧縮とを行うことができる。しかし、設計時に想定した集合 S_A と異なる統計的特性を持つ集合 S_B に含まれる入力信号ベクトルが入力された場合、変換行列Aを用いた変換結果は、最適にならない。逆に、常に最適を求めて、入力信号の統計的性質のわずかな変化毎に変換係数を生成すれば、変換係数のデータ量が膨大になる。
- [0019] 以上のように、KLTなどの、入力信号の統計的性質に基づき計算される

変換係数で構成される変換行列を用いる変換には、演算量が大きく、かつ、変換係数のデータ量が多いという課題があるため、従来の符号化の際にKLTを利用するのは困難であった。

[0020] そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、演算量の増加、及び、変換係数のデータ量の増加を抑制し、符号化効率を高めることができる符号化方法及び符号化装置を提供することを目的とする。さらに、本発明は、本発明に係る符号化方法及び符号化装置によって符号化された信号を正しく復号することができる復号方法及び復号装置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

[0021] 上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る符号化方法は、入力信号を変換することで、変換出力信号を生成する変換ステップと、前記変換出力信号を量子化することで、量子化係数を生成する量子化ステップと、前記量子化係数をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成するエントロピー符号化ステップとを含み、前記変換ステップは、第1変換係数を用いて前記入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する第1変換ステップと、前記第1変換出力信号の一部である第1部分信号に、第2変換係数を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成し、生成した第2変換出力信号と、前記第1変換出力信号のうち前記第1部分信号以外の部分である第2部分信号とを含む前記変換出力信号を出力する第2変換ステップとを含み、前記第2変換ステップでは、前記第1部分信号として、前記第1変換出力信号のうち前記第2変換の対象となる範囲と、前記第2変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する。

[0022] 本構成によれば、入力信号に対して1段階目の第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成し、第1変換出力信号の一部である第1部分信号に2段階目の第2変換を行う。第2変換の対象となる第1部分信号は、第1変換出力信号よりも次元数が低減しているので、演算量の削減と変換係数の総数の削減とが可能となる。また、第1変換と第2変換との2回の変換によって

、より相関を少なくするような変換を行うことができ、符号化効率を高めることができる。さらに、第2変換の対象となる範囲と第2変換係数との少なくとも一方を適応的に決定するので、入力信号に応じて、さらに相関を少なくするような適した変換を行うことができる。

[0023] また、前記第2変換ステップでは、前記第1部分信号として、前記第1変換出力信号のうち前記第2変換の対象となる範囲と、前記第2変換係数との少なくとも一方を、所定の符号化パラメータに基づいて適応的に決定してもよい。

[0024] 本構成によれば、第2変換の対象となる範囲と第2変換係数との少なくとも一方を適応的に決定するので、符号化パラメータに応じて、さらに相関を少なくするような適した変換を行うことができる。

[0025] また、前記符号化パラメータは、予め定められた複数の予測方法のうちの1つの予測方法を示し、前記符号化方法は、さらに、前記符号化パラメータに基づいて、符号化対象である入力画像に含まれる符号化対象ブロックの予測画素を生成する予測ステップと、前記符号化対象ブロックの画素と前記予測画素との差分である予測誤差画像を生成する差分ステップとを含み、前記第1変換ステップでは、前記予測誤差画像を示す信号を前記入力信号として、前記第1変換を行ってもよい。

[0026] 本構成によれば、予測方法に基づいて、第2変換の対象となる範囲と第2変換係数との少なくとも一方を適応的に決定することができる。予測方法は、入力信号の特徴に応じて決定されるパラメータであるので、入力信号に応じて、より相関を少なくするような範囲に対して、第2変換を行うことができる。

[0027] また、前記第2変換ステップでは、前記符号化パラメータが、所定の方角への外挿を示す予測方法を示す場合、前記第1変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、前記所定の方角の係数値を含む範囲を、前記第2変換の対象として決定してもよい。

[0028] 本構成によれば、外挿方向に応じて第2変換の対象を決定する。外挿方向

によってパワーの集中する部分が想定できるので、より相関を少なくするような範囲に対して、第2変換を行うことができる。

[0029] また、前記第2変換ステップでは、前記方向が略水平方向である場合、前記第1変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、横方向の係数値を含む範囲を、前記第2変換の対象として決定してもよい。

[0030] 本構成によれば、水平方向に外挿する場合、左側にパワーが集中することが想定されるので、左側の係数値を第2変換の対象とすることで、より相関を少なくすることができる。

[0031] また、前記第2変換ステップでは、前記方向が略垂直方向である場合、前記第1変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、縦方向の係数値を含む範囲を、前記第2変換の対象として決定してもよい。

[0032] 本構成によれば、垂直方向に外挿する場合、上側にパワーが集中することが想定されるので、上側の係数値を第2変換の対象とすることで、より相関を少なくすることができる。

[0033] また、前記符号化パラメータは、互いに異なる係数値の組を有する複数の変換行列の中から1つの変換行列を指定するインデックス情報であり、前記第2変換ステップでは、前記符号化パラメータによって指定される変換行列を、前記第2変換係数として決定してもよい。

[0034] 本構成によれば、複数のインデックスと複数の変換行列とを予め対応付けておくことで、複数の変換行列の中から、より適した変換行列を第2変換係数として用いることができる。

[0035] また、本発明の一態様に係る復号方法は、符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数を生成するエントロピー復号ステップと、前記復号量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成する逆量子化ステップと、前記復号変換出力信号を逆変換することで、復号信号を生成する逆変換ステップとを含み、前記逆変換ステップは、第2逆変換係数を用いて、前記復号変換出力信号の一部である第2復号変換出力信号に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する第2逆変換ステップと、前記

第1復号部分信号と、前記復号変換出力信号のうち前記第2復号変換出力信号以外の部分である第2復号部分信号とを含む第1復号変換出力信号に、第1逆変換係数を用いて第1逆変換を行うことで、前記復号信号を生成する第1逆変換ステップとを含み、前記第2逆変換ステップでは、前記第2復号変換出力信号として、前記復号変換出力信号のうち前記第2逆変換の対象となる範囲と、前記第2逆変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する。

[0036] 本構成によれば、少ない演算量と少ない変換係数で符号化信号を正しく復号することができる。

[0037] また、前記第2逆変換ステップでは、前記第2復号変換出力信号として、前記復号変換出力信号のうち前記第2逆変換の対象となる範囲と、前記第2逆変換係数との少なくとも一方を、所定の符号化パラメータに基づいて適応的に決定してもよい。

[0038] また、前記符号化信号は、入力画像の予測誤差を示す予測誤差画像が符号化された信号であり、前記符号化パラメータは、予め定められた複数の予測方法のうちの1つの予測方法を示し、前記第1逆変換ステップでは、前記復号方法は、さらに、前記符号化パラメータに基づいて、前記予測誤差画像に含まれる復号対象ブロックの予測画素を生成する予測ステップと、前記復号対象ブロックの画素と前記予測画素とを加算することで、前記入力画像を復元する加算ステップとを含んでもよい。

[0039] また、前記第2逆変換ステップでは、前記符号化パラメータが、所定の方
向への外挿を示す予測方法を示す場合、前記復号変換出力信号を構成する複
数の係数値のうち、前記所定の方
向の係数値を含む範囲を、前記第2逆変換
の対象として決定してもよい。

[0040] また、前記第2逆変換ステップでは、前記方向が略水平方向である場合、
前記復号変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、横方向の係数値を含
む範囲を、前記第2逆変換の対象として決定してもよい。

[0041] また、前記第2逆変換ステップでは、前記方向が略垂直方向である場合、

前記復号変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、縦方向の係数値を含む範囲を、前記第2逆変換の対象として決定してもよい。

[0042] また、前記符号化パラメータは、互いに異なる係数値の組を有する複数の変換行列の中から1つの変換行列を指定するインデックス情報であり、前記第2逆変換ステップでは、前記符号化パラメータによって指定される変換行列を、前記第2逆変換係数として決定してもよい。

[0043] 以上のいずれの復号方法においても、符号化方法の場合と同様に、演算量の増加及び変換係数のデータ量の増加を抑制することができる。また、上記の符号化方法によって符号化された信号を正しく復号することができる。

[0044] なお、本発明は、符号化方法及び復号方法として実現できるだけでなく、当該符号化方法及び復号方法に含まれる処理ステップを行う処理部を備える符号化装置及び復号装置として実現することもできる。また、これらステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現してもよい。さらに、当該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能なCD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory) などの記録媒体、並びに、当該プログラムを示す情報、データ又は信号として実現してもよい。そして、それらプログラム、情報、データ及び信号は、インターネットなどの通信ネットワークを介して配信してもよい。

[0045] また、上記の各符号化装置及び復号装置を構成する構成要素の一部又は全部は、1個のシステムLSI (Large Scale Integration: 大規模集積回路) から構成されていてもよい。システムLSIは、複数の構成部を1個のチップ上に集積して製造された超多機能LSIであり、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM及びRAM (Random Access Memory) などを含んで構成されるコンピュータシステムである。

発明の効果

[0046] 本発明によれば、演算量の増加、及び、変換係数のデータ量の増加を抑制し、符号化効率を高めることができる。

図面の簡単な説明

- [0047] [図1] 図 1 は、従来の符号化装置の構成を示すブロック図である。
- [図2] 図 2 は、DCT と KLT との演算量の比較を示す図である。
- [図3] 図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。
- [図4] 図 4 は、本発明の実施の形態 1 に係る変換処理の一例を示すフローチャートである。
- [図5A] 図 5 A は、本発明の実施の形態 1 に係る変換部のデータフローの一例を示す概念的に示す図である。
- [図5B] 図 5 B は、本発明の実施の形態 1 に係る変換部のデータフローの別の一例を概念的に示す図である。
- [図6] 図 6 は、本発明の実施の形態 1 に係る変換処理の別の一例を示すフローチャートである。
- [図7] 図 7 は、本発明の実施の形態 1 に係る変換部における変換係数の導出の一例を概念的に示す図である。
- [図8] 図 8 は、本発明の実施の形態 1 に係る行列演算の一例を概念的に示す図である。
- [図9] 図 9 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。
- [図10] 図 10 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る符号化装置の動作の一例を示すフローチャートである。
- [図11A] 図 11 A は、本発明の実施の形態 2 に係る復号装置の構成の一例を示すブロック図である。
- [図11B] 図 11 B は、本発明の実施の形態 2 に係る復号装置における逆変換部の構成の一例を示すブロック図である。
- [図12] 図 12 は、本発明の実施の形態 2 に係る復号装置の動作の一例を示すフローチャートである。
- [図13A] 図 13 A は、本発明の実施の形態 2 に係る逆変換部のデータフローの

一例を概念的に示す図である。

[図13B]図 1 3 Bは、本発明の実施の形態 2 に係る逆変換部のデータフローの別の一例を概念的に示す図である。

[図14]図 1 4 は、本発明の実施の形態 2 に係る逆変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図15]図 1 5 は、本発明の実施の形態 2 の変形例に係る復号装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図16]図 1 6 は、本発明の実施の形態 2 の変形例に係る復号装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図17]図 1 7 は、本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図18]図 1 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図19]図 1 9 は、本発明の実施の形態 3 に係る変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図20]図 2 0 は、本発明の実施の形態 3 に係る変換部の構成の別の一例を示すブロック図である。

[図21]図 2 1 は、本発明の実施の形態 3 に係る変換部における変換係数の導出の一例を概念的に示す図である。

[図22]図 2 2 は、本発明の実施の形態 3 の変形例に係る変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図23]図 2 3 は、本発明の実施の形態 3 の変形例に係る符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図24A]図 2 4 A は、本発明の実施の形態 3 の変形例に係る符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図24B]図 2 4 B は、本発明の実施の形態 3 の変形例に係る符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図25]図 2 5 は、本発明の実施の形態 3 の変形例に係る符号化装置において

、メモリに格納された第2変換係数と分割統合情報との対応関係の一例を示す図である。

[図26A]図26Aは、本発明の実施の形態3に係る第1変換出力信号と第1部分信号及び第2部分信号との関係を概念的に示す図である。

[図26B]図26Bは、本発明の実施の形態3に係る分割統合情報の一例を概念的に示す図である。

[図26C]図26Cは、本発明の実施の形態3に係る分割統合情報の一例を概念的に示す図である。

[図27]図27は、本発明の実施の形態4に係る復号装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図28]図28は、本発明の実施の形態4に係る復号装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図29]図29は、本発明の実施の形態4に係る逆変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図30]図30は、本発明の実施の形態4の変形例に係る復号装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図31]図31は、本発明の実施の形態4の変形例に係る復号装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図32]図32は、本発明の実施の形態5に係る変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図33]図33は、本発明の実施の形態5に係る変換部における変換係数の導出を概念的に示す図である。

[図34]図34は、本発明の実施の形態5の変形例に係る変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図35]図35は、本発明の実施の形態5の変形例に係る変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図36]図36は、本発明の実施の形態6に係る逆変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図37]図37は、本発明の実施の形態6の変形例に係る逆変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図38]図38は、本発明の実施の形態6の変形例に係る逆変換部の構成の一例を示すブロック図である。

[図39]図39は、本発明の実施の形態7に係る変換部のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図40]図40は、本発明の実施の形態7に係る分離型の構成の第2変換のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図41]図41は、本発明の実施の形態7に係る多次元の変換入力信号がYUVの信号である場合のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図42]図42は、本発明の実施の形態7に係る多次元の変換入力信号が空間的に隣接するブロックの信号である場合のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図43]図43は、本発明の実施の形態8に係る逆変換部のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図44]図44は、本発明の実施の形態8に係る逆変換部のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図45]図45は、本発明の実施の形態8に係る多次元の復号変換出力信号がYUVの信号である場合のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図46]図46は、本発明の実施の形態8に係る多次元の復号変換出力信号が空間的に隣接するブロックの信号である場合のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図47]図47は、本発明の実施の形態9に係る変換部のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[図48A]図48Aは、本発明の実施の形態9に係る変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図48B]図48Bは、本発明の実施の形態9に係る変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図49]図49は、本発明の実施の形態9の変形例に係る変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図50]図50は、本発明の実施の形態9の変形例に係る変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図51A]図51Aは、本発明の実施の形態10に係る逆変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図51B]図51Bは、本発明の実施の形態10に係る逆変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図52]図52は、本発明の実施の形態10の変形例に係る逆変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図53]図53は、本発明の実施の形態10の変形例に係る逆変換処理の一例を示すフローチャートである。

[図54A]図54Aは、本発明の実施の形態11に係る符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図54B]図54Bは、本発明の実施の形態11に係る符号化装置における、信号毎の処理の違いの一例を示す図である

[図55A]図55Aは、本発明の実施の形態12に係る復号装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図55B]図55Bは、本発明の実施の形態12に係る復号装置における、信号毎の処理の違いの一例を示す図である。

[図56A]図56Aは、本発明の実施の形態13に係る変換行列の一例を示す図である。

[図56B]図56Bは、本発明の実施の形態13に係る絶対平均値の一例を示す図である。

[図56C]図56Cは、本発明の実施の形態13に係るヘッダ記述値（すなわち、差分）の一例を示す図である。

[図56D]図56Dは、本発明の実施の形態13に係る第2変換行列の一例を示す図である。

[図56E]図56Eは、本発明の実施の形態13に係る上三角要素と下三角要素との間の符号の関係を示す図である。

[図56F]図56Fは、本発明の実施の形態13に係る変換行列の一例を示す図である。

[図57A]図57Aは、本発明の実施の形態14に係る変換及び量子化のタイミングチャートの一例を示す図である。

[図57B]図57Bは、本発明の実施の形態14に係る変換及び量子化のタイミングチャートの一例を示す図である。

[図58A]図58Aは、本発明の実施の形態15に係る逆量子化及び逆変換のタイミングチャートの一例を示す図である。

[図58B]図58Bは、本発明の実施の形態15に係る逆量子化及び逆変換のタイミングチャートの一例を示す図である。

[図59]図59は、コンテンツ配信サービスを実現するコンテンツ供給システムの全体構成図である。

[図60]図60は、デジタル放送用システムの全体構成図である。

[図61]図61は、携帯電話の外観を示す図である。

[図62]図62は、携帯電話の構成例を示すブロック図である。

[図63]図63は、テレビの構成例を示すブロック図である。

[図64]図64は、光ディスクである記録メディアに情報の読み書きを行う情報再生／記録部の構成例を示すブロック図である。

[図65]図65は、ディスクである記録メディアの構造例を示す図である。

[図66]図66は、各実施の形態の動画像符号化方法及び動画像復号方法を実現する集積回路の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0048] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0049] (実施の形態1)

本発明の実施の形態1に係る符号化装置は、入力信号を変換することで、変換出力信号を生成する変換部と、変換出力信号を量子化することで、量子

化係数を生成する量子化部と、量子化係数をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成するエントロピー符号化部とを備える。そして、変換部は、第1変換係数で構成される第1変換行列を用いて入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する第1変換部と、第1変換出力信号の一部である第1部分信号に、第2変換係数で構成される第2変換行列を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成し、生成した第2変換出力信号と、第1変換出力信号のうち第1部分信号以外の部分である第2部分信号とを含む前記変換出力信号を出力する第2変換部とを備える。

[0050] 言い換えると、本発明の実施の形態1に係る符号化装置は、入力信号に対して2段階の変換を行うことを特徴とする。具体的には、本発明の実施の形態1に係る符号化装置は、入力信号に第1変換を行い、第1変換後の信号の一部である第1部分信号に第2変換を行うことを特徴とする。

[0051] なお、本明細書においては、変換行列と変換係数とはほぼ同義として用いる場合がある。

[0052] なお、バタフライ構成やシフトと加算の演算を用いる構成のように、単純な行列演算でなくとも実現できる変換であっても、本明細書では行列表現で記述する場合がある。このように行列表現で記述することは、バタフライ構成や、シフトと加算の演算を用いる構成、あるいは、リフティング構造を用いる構成など、各種の演算量を軽減した変換を除外するものではない。

[0053] 図3は、本発明の実施の形態1に係る符号化装置100の構成の一例を示すブロック図である。図3に示すように、符号化装置100は、変換部110と、量子化部120と、エントロピー符号化部130とを備える。

[0054] 変換部110は、入力信号（変換入力信号）を変換することで、変換出力信号を生成する。変換部110は、図3に示すように、第1変換部200と、分割部210と、第2変換部220と、統合部230とを備える。

[0055] 第1変換部200は、第1変換行列を用いて変換入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する。

[0056] 分割部210は、第1変換出力信号を2つの部分に分割する。具体的には

、分割部 210 は、第 1 変換部 200 によって生成された第 1 変換出力信号を、分割統合情報を用いて第 1 部分信号と第 2 部分信号とに分割する。なお、分割統合情報は、第 1 部分信号が第 1 変換出力信号のどの部分に対応するかを示す選択範囲情報の一例である。

[0057] 第 2 変換部 220 は、第 2 変換行列を用いて第 1 部分信号に第 2 変換を行うことで、第 2 変換出力信号を生成する。

[0058] 統合部 230 は、第 2 変換出力信号と第 2 部分信号とを統合することで、変換出力信号を生成する。

[0059] 上記の変換部 110 が備える各処理部の詳細な動作については、後で説明する。

[0060] 量子化部 120 は、変換部 110 によって生成された変換出力信号を量子化することで、量子化係数を生成する。

[0061] エントロピー符号化部 130 は、量子化部 120 によって生成された量子化係数をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成する。

[0062] なお、符号化装置 100 には、音声データ、静止画像データ、動画データなどの各種データである入力信号が符号化対象信号として入力される。変換部 110 には、符号化対象信号 (Original Signal)、又は、この符号化対象信号と、以前に入力された符号化対象信号に基づいて作成された予測信号との差分である予測誤差信号が、変換入力信号として、入力される。一般的には、予測誤差信号が変換の対象として入力されることが多いが、伝送路にエラーが混入する場合を想定して予測を行わない場合、又は、エネルギーが小さい場合には、予測を行わずに入力信号が変換の対象として入力される。このような変換入力 (Transform Input) 信号を式 4 に示すようなベクトル x^n と表す。

[0063] [数 4]

$$(式 4) \quad x^n = (x_1, x_2, \dots, x_n)^t$$

[0064] 続いて、本発明の実施の形態 1 に係る符号化装置 100 の動作の一例につ

いて説明する。

[0065] 図4は、本発明の実施の形態1に係る符号化装置100の動作の一例を示すフローチャートである。また、図5A及び図5Bは、本発明の実施の形態1に係る符号化装置100における変換部110のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[0066] まず、変換部110は、変換入力信号 x^n を変換することで、変換出力信号 y^n を生成する（ステップS110）。

[0067] 具体的には、まず、第1変換部200が、第1変換行列を用いて変換入力信号 x^n に第1変換を行うことで、第1変換出力信号 y_1^n を生成する（ステップS112）。具体的には、第1変換部200は、変換入力信号 x^n の相関を軽減し、低周波数帯域にエネルギーを集中させるように、変換入力信号 x^n を第1変換出力信号 y_1^n に変換する。

[0068] このとき、第1変換に用いる第1変換係数として、例えば、以前に入力された変換入力信号 x^n の第1変換の際に、既に算出されている係数を用いることができる。つまり、第1変換を行う度に第1変換係数を算出しなくてもよいので、第1変換係数の算出にかかる演算量を低減することができる。第1変換係数を算出する場合の具体的な処理については、後で説明する。

[0069] 次に、分割部210は、第1変換出力信号 y_1^n を、第1部分信号 y_{1L}^m と第2部分信号 y_{1H}^{n-m} とに分割する（ステップS114）。具体的には、分割部210は、分割統合情報に基づいて、第1部分信号 y_{1L}^m の相関エネルギーが第2部分信号 y_{1H}^{n-m} の相関エネルギーよりも大きくなるように、第1変換出力信号 y_1^n を分割する。

[0070] 分割統合情報とは、分割部210に対して、低周波数帯域を第1部分信号 y_{1L}^m とし、高周波数帯域を第2部分信号 y_{1H}^{n-m} として分割する制御を行わせるような情報である。分割統合情報は、エネルギーの大きな成分を第1部分信号 y_{1L}^m へ、エネルギーの小さな成分を第2部分信号 y_{1H}^{n-m} へと入力に応じて、動的に制御するように指示する情報であってもよい。

[0071] このとき、分割統合情報として、例えば、以前に入力された第1変換出力

信号 y_{1n} の分割の際に既に決定された分割統合情報を用いることができる。

つまり、分割を行う度に、新たな分割統合情報を決定する必要はない。

[0072] 分割部 210 によって分割された第 1 部分信号 y_{1L^m} は、図 5 A に示すように、一次元に並び替えられ、第 2 変換部 220 に入力される。

[0073] 次に、第 2 変換部 220 は、第 2 変換行列を用いて第 1 部分信号 y_{1L^m} に第 2 変換を行うことで、第 2 変換出力信号 y_{2^m} を生成する（ステップ S 116）。具体的には、第 2 変換部 220 は、第 1 部分信号 y_{1L^m} の相関を軽減し、より低周波数帯域にエネルギーを集中させるように、第 1 部分信号 y_{1L^m} を第 2 変換出力信号 y_{2^m} に変換する。

[0074] このとき、第 2 変換係数として、例えば、以前に入力された第 1 部分信号 y_{1L^m} の第 2 変換の際に既に算出された係数を用いることができる。つまり、第 2 変換を行う度に第 2 変換係数を算出しなくてもよいので、第 2 変換係数の算出にかかる演算量を低減することができる。第 2 変換係数を算出する場合の具体的な処理については、後で説明する。

[0075] 次に、統合部 230 は、第 2 変換出力信号 y_{2^m} と第 2 部分信号 $y_{1H^{n-m}}$ とを統合することで、変換出力信号 y^n を生成する（ステップ S 118）。具体的には、統合部 230 は、第 2 変換出力信号 y_{2^m} を一次元に並び替えられる前の次元に並び替え、分割統合情報に基づいて、並び替えた後の第 2 変換出力信号 y_{2^m} と第 2 部分信号 $y_{1H^{n-m}}$ とを統合する。

[0076] 次に、量子化部 120 は、以上のようにして生成された変換出力信号 y^n を量子化することで、量子化係数を生成する（ステップ S 120）。最後に、エントロピー符号化部 130 は、量子化係数をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成する（ステップ S 130）。

[0077] なお、図 5 B に示すように、分割部 210 は、第 1 部分信号 y_{1L^m} を一次元に並び替えることなく、そのまま第 2 変換部 220 に出力してもよい。この場合、第 2 変換部 220 は、二次元の第 1 部分信号 y_{1L^m} に第 2 変換を行うことで、二次元の第 2 変換出力信号 y_{2^m} を生成する。ここでは、第 2 変換部 220 は、例えば、非分離型の第 2 変換を行う。そして、統合部 230 では、

第2変換出力信号 y_2^m の並び替えを行うことなく、第2変換出力信号 y_2^m と第2部分信号 y_{1H}^{n-m} とを統合する。

[0078] また、図5A及び図5Bでは、第2変換の対象は、第1変換出力信号の任意の領域（非矩形領域）であるように図示したが、これに限るものではなく矩形領域であっても構わない。具体的には、図5A及び図5Bに示す例では、第2変換部220は、第1変換出力信号の低周波成分の係数値を含む、行列表現した場合における非矩形領域に含まれる信号を、第1部分信号として第2変換を行う。これに対して、第2変換部220は、第1変換出力信号の低周波成分の係数値を含む、行列表現した場合における矩形領域に含まれる係数値を含む信号を、第1部分信号として第2変換を行ってもよい。

[0079] 次に、第1変換係数、第2変換係数及び分割統合情報を決定する場合の動作及び構成について説明する。

[0080] 図6は、本発明の実施の形態1に係る変換部110における変換処理の一例を示すフローチャートである。また、図7は、本発明の実施の形態1に係る変換部110における変換係数の導出の一例を示す概念図である。

[0081] 図7に示すように、変換部110は、さらに、第1変換係数導出部202と、第2変換係数導出部222とを備える。なお、図7には、分割部210及び統合部230は、図示していない。

[0082] まず、図6に示すように、第1変換係数導出部202は、変換入力信号 x^n に基づいて第1変換係数を決定する（ステップS111）。次に、第1変換部200は、第1変換係数導出部202によって決定された第1変換係数で構成される第1変換行列を用いて、変換入力信号 x^n に第1変換を行う（ステップS112）。

[0083] 次に、分割統合情報が決定される（ステップS113）。分割統合情報は、予め決められた分割を行うように分割部210を制御するものであれば、符号化装置100のメモリ等から読み出す。また、分割統合情報が、第1変換出力信号 y_1^n に応じた分割を行うよう分割部210を制御するものであれば、第1変換出力信号 y_1^n に基づいてエネルギー状態の分布に鑑みて分割統

合情報を導出する。

[0084] このようにして決定された分割統合情報に基づいて、分割部 210 は、第 1 変換出力信号 y_1^n を分割する（ステップ S114）。

[0085] 次に、第 2 変換係数導出部 222 は、第 1 部分信号 y_{1L}^m に基づいて第 2 変換係数を決定する（ステップ S115）。次に、第 2 変換部 220 は、決定された第 2 変換係数で構成される第 2 変換行列を用いて、第 1 部分信号 y_1^n に第 2 変換を行う（ステップ S116）。

[0086] 最後に、統合部 230 は、第 2 変換出力信号 y_2^m と分割された第 2 部分信号 y_{1H}^{n-m} とを統合し、変換出力信号 y^n として出力する（ステップ S118）。

[0087] 図 7 を用いて、第 1 変換部 200 における第 1 変換と第 2 変換部 220 における第 2 変換とについて詳細に説明する。

[0088] 多くのサンプルを含むある集合 S_A には、第 1 変換部 200 に入力される変換入力信号 x^n が含まれている。第 1 変換係数導出部 202 は、例えば、KLT を用いて、この集合 S_A に含まれる多くのサンプルに平均的に最適化された第 1 変換係数を求める。

[0089] このように多くのサンプルを含む集合 S_A に基づいて、第 1 変換係数を求めることにより、個々の変換入力信号 x^n の統計的性質にあまり影響を受けず、多少異なる性質であっても同じ第 1 変換係数で構成される第 1 変換行列を用いて第 1 変換を行うことができる。よって、第 1 変換係数の更新頻度を抑えることができ、つまり、図 4 に示す処理のように、第 1 変換係数の決定を行わない場合を多くすることができるので、演算量を削減することができる。

[0090] また、第 1 変換係数の更新をする場合であっても、更新前と後の変換係数の個々の値の変化量は小さいため、差分情報量を少なくすることができる。したがって、第 1 変換係数を復号装置に送信する場合に、符号量の増加を抑制することができる。

[0091] 一方、第 2 変換部 220 には、第 1 変換出力信号 y_1^n を構成する係数値のうち、相関エネルギーの大きな部分である第 1 部分信号 y_{1L}^m が入力される。

第2変換係数導出部222は、第1変換係数導出部202と同様に、例えばKLTを用いて、第1部分信号 y_{1L}^m を含み、集合 S_A と比較してサンプル数の少ない集合 S_C に含まれるサンプルに平均的に最適化された第2変換係数を求める。

[0092] このように、集合 S_C を集合 S_A より小さい集合とすることで、入力される第1変換出力信号 y_{1n} の統計的性質の変化に鋭敏に追従でき、さらなる相関の軽減とエネルギー圧縮とが可能となる。なお、小さい集合 S_C とすることで変換係数の更新頻度は高まるが、第1部分信号 y_{1L}^m は、第1変換出力信号 y_{1n} の一部であり、変換入力信号 x_n よりも次元数が少ないため、第2変換行列の要素数は少なくなり、高効率な変換と、演算量及びデータ量の削減とを両立させることができる。

[0093] なお、第2変換部220には、第1変換出力信号 y_{1n} を構成する係数値のうち相関エネルギーの大きな部分である第1部分信号 y_{1L}^m が入力されるとしたが、これは、第1変換出力信号 y_{1n} の自己相関の高い位置を選択しているといえる。これに対して、類似の方法として、第1変換出力信号 y_{1n} の相互相関の高い位置を第1部分信号 y_{1L}^m として選択してもよい。

[0094] なお、第1部分信号 y_{1L}^m と第2変換出力信号 y_{2m} とのそれぞれについて、次元の並び替えを分割部210と統合部230とが行うこととしたが、それぞれの並び替えを第2変換部220が行う構成であってもよい。また、符号化の対象が音声データ等の一次元信号である場合、あるいは、一次元信号処理と見なすことができる分離型の各次元の処理において、変換部110に入力される変換入力信号 x_n は一次元であるため、これらの並び替えの処理は不要となる。

[0095] 以上のように、本発明の実施の形態1に係る符号化装置100は、入力信号に第1変換を行い、第1変換後の信号の一部である第1部分信号に第2変換を行うことを特徴とする。これにより、本発明の実施の形態1に係る符号化装置100によれば、入力信号の統計的性質に基づいて計算される変換係数を用いる変換において、変換の演算量の削減、及び、変換行列の要素数（

データ量)の削減を実現することができる。

[0096] なお、上記の実施の形態1に係る符号化装置100では、第1変換出力信号 y_1^n を第1部分信号 y_{1L}^m と第2部分信号 y_{1H}^{n-m} とに分割し、第2変換後に統合するが、明示的に分割しなくてもよく、実質的に分割すればよい。すなわち、第1変換出力信号 y_1^n のうち、第2変換を実行する対象となる部分を決定すればよい。例えば、第2変換の際に、第2変換の対象とならない要素に対する行の対角要素を1、非対角要素を0にすることで、実質的に第1部分信号 y_{1L}^m にのみ、第2変換を行うことができる。図8に行列演算の具体例を示す。

[0097] 図8(a)のように、4点のベクトル X_n のうちの3点(X_1, X_2, X_3)に対して 3×3 の大きさの行列 A^3 を乗算して得られる結果と、図8(b)のように、 A^3 を 4×4 へ拡張し、拡張の際、対角要素は1、非対角要素は0を設定した拡張後の行列 A^4 と4点の X との乗算結果の3点の部分とは、一致する。

[0098] 図9は、本発明の実施の形態1の変形例に係る符号化装置100aの構成の一例を示すブロック図である。

[0099] 符号化装置100aは、変換部110aと、量子化部120と、エントロピー符号化部130とを備える。なお、図3に示す符号化装置100と同じ動作を行う処理部には、同じ符号を付しており、以下では説明を省略する。

[0100] 変換部110aは、第1変換部200と、第2変換部220aとを備える。つまり、変換部110aは、図3に示す変換部110と比較して、分割部210と、統合部230とを備えていない点と、さらに、第2変換部220の代わりに第2変換部220aとを備える点とが異なっている。

[0101] 第2変換部220aは、第1変換出力信号 y_1^n の一部である第1部分信号 y_{1L}^m を含む集合の統計特性に基づいて決定された第2変換係数で構成される第2変換行列を用いて、第1部分信号 y_{1L}^m に第2変換を行うことで、第2変換出力信号 y_2^m を生成する。具体的には、第2変換部220aは、第1変換出力信号 y_1^n を構成する係数値のうち、第2変換の対象となる係数値を決定

し、決定した係数値から構成される信号を第1部分信号 y_{1L}^m として、第2変換を行う。より具体的には、第2変換部220aは、第1変換出力信号 y_1^n を構成する複数の係数値のうち、所定の閾値より値の大きな係数値を含む信号を、第1部分信号 y_{1L}^m として、第2変換を行う。

[0102] そして、第2変換部220aは、生成した第2変換出力信号 y_2^m と、第1変換出力信号 y_1^n のうち第1部分信号 y_{1L}^m 以外の部分である第2部分信号 y_{1H}^{n-m} とを含む変換出力信号 y^n を出力する。

[0103] 図10は、図9に示す符号化装置100aの動作の一例を示すフローチャートである。

[0104] まず、変換部110aが、入力された変換入力信号 x^n を変換することで、変換出力信号 y^n を生成する（ステップS110a）。具体的には、まず、入力された変換入力信号 x^n に対して、第1変換部200は、第1変換を行うことで、第1変換出力信号 y_1^n を生成する（ステップS112）。

[0105] 次に、第2変換部220aが、第1部分信号 y_{1L}^m に第2変換を行う（ステップS116a）。例えば、第2変換部220aは、第1変換出力信号 y_1^n のうち、第2変換を行う対象となる部分を、第1部分信号 y_{1L}^m として決定し、決定した第1部分信号 y_{1L}^m に対して第2変換行列を用いて第2変換を行う。

[0106] 次に、量子化部120は、第2変換出力信号 y_2^m を含む変換出力信号 y^n を量子化することで、量子化係数 C^n を生成する（ステップS120）。最後に、エントロピー符号化部130は、量子化係数 C^n をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成する（ステップS130）。

[0107] 以上のように、実施の形態1の変形例に係る符号化装置100aも、部分的に2段階の変換を行うことで、符号化処理における演算量の増加、及び、変換係数のデータ量の増加を抑制することができる。

[0108] （実施の形態2）

本発明の実施の形態2に係る復号装置は、符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数を生成するエントロピー復号部と、復号量子化

係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成する逆量子化部と、復号変換出力信号を逆変換することで、復号信号を生成する逆変換部とを備える。そして、逆変換部は、第2逆変換係数で構成される第2逆変換行列を用いて、復号変換出力信号の一部である第2復号変換出力信号に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する第2逆変換部と、第1復号部分信号と、復号変換出力信号のうち第2復号変換出力信号以外の部分である第2復号部分信号とを含む第1復号変換出力信号に、第1逆変換係数で構成される第1逆変換行列を用いて第1逆変換を行うことで、復号信号を生成する第1逆変換部とを備える。

[0109] 言い換えると、本発明の実施の形態2に係る復号装置は、符号化信号に対して2段階の逆変換を行うことを特徴とする。具体的には、本発明の実施の形態2に係る復号装置は、符号化信号にエントロピー復号及び逆量子化を行うことで生成される復号変換出力信号の一部である第2復号変換出力信号に第2逆変換を行い、第2逆変換後の信号と、復号変換出力信号の残りの部分である第2復号部分信号とを含む第1復号変換出力信号に第1逆変換を行うことを特徴とする。

[0110] 図11Aは、本発明の実施の形態2に係る復号装置300の構成の一例を示すブロック図である。復号装置300には、音声データや動画データが低ビットレートで符号化した符号化信号が入力され、復号装置300は、符号化信号から音声データや動画データを復号することで、復号信号を生成する。

[0111] 復号装置300は、符号化信号に対してエントロピー復号をし、逆量子化をし、逆変換をするという符号化の処理とほぼ逆の処理を行う。図11Aに示すように、復号装置300は、エントロピー復号部310と、逆量子化部320と、逆変換部330とを備える。

[0112] エントロピー復号部310は、入力された符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数を生成する。復号量子化係数は、実施の形態1に係る量子化部120が生成する量子化係数に相当する。

- [0113] 逆量子化部 320 は、エントロピー復号部 310 によって生成された復号量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成する。復号変換出力信号は、実施の形態 1 に係る変換部 110 が生成する変換出力信号に相当する。
- [0114] 逆変換部 330 は、逆量子化部 320 によって生成された復号変換出力信号を逆変換することで、復号信号を生成する。復号信号は、実施の形態 1 に係る変換部 110 に入力される変換入力信号に相当する。
- [0115] 以下では、本発明の実施の形態 2 に係る逆変換部 330 について、詳細に説明する。図 11B は、本発明の実施の形態 2 に係る復号装置 300 における逆変換部 330 の構成の一例を示すブロック図である。図 11B に示すように、逆変換部 330 は、分割部 400 と、第 2 逆変換部 410 と、統合部 420 と、第 1 逆変換部 430 とを備える。
- [0116] 分割部 400 は、復号変換出力信号を 2 つの部分に分割する。具体的には、分割部 400 は、逆量子化部 320 によって生成された復号変換出力信号を、分割統合情報を用いて第 2 復号変換出力信号と第 2 復号部分信号とに分割する。
- [0117] 第 2 復号変換出力信号は、実施の形態 1 に係る第 2 変換部 220 によって生成された第 2 変換出力信号に相当する。すなわち、第 2 復号変換出力信号は、符号化の際に、第 2 変換が実行された部分に相当し、第 2 逆変換の対象となる部分である。また、第 2 復号部分信号は、実施の形態 1 に係る分割部 210 によって分割された第 2 部分信号に相当する。
- [0118] 第 2 逆変換部 410 は、第 2 復号変換出力信号に第 2 逆変換を行うことで、第 1 復号部分信号を生成する。第 1 復号部分信号は、実施の形態 1 に係る分割部 210 によって分割された第 1 部分信号に相当する。
- [0119] 統合部 420 は、第 2 逆変換部 410 によって生成された第 1 復号部分信号と、第 2 復号部分信号とを統合することで、第 1 復号変換出力信号を生成する。第 1 復号変換出力信号は、実施の形態 1 に係る第 1 変換部 200 によって生成された第 1 変換出力信号に相当する。

- [0120] 第1逆変換部430は、第1逆変換行列を用いて第1復号変換出力信号に第1逆変換を行うことで、復号信号を生成する。第1復号変換出力信号は、第2復号変換出力信号と第2復号部分信号とを含む信号である。
- [0121] なお、復号装置300には音声データ、静止画像データ、動画データなどの各種データである信号を符号化することで生成された符号化信号が入力される。逆変換部330には、この符号化信号をエントロピー復号し、かつ、逆量子化することで生成された信号が、復号変換出力信号 y^n として入力される。ここで、記号「 $\wedge$ （ハット）」は、それぞれ直前の文字の上に付される記号を示し、本明細書では、以下、記号「 $\wedge$ （ハット）」を同様な意味で使用する。
- [0122] 続いて、本発明の実施の形態2に係る復号装置300の動作の一例について説明する。
- [0123] 図12は、本発明の実施の形態2に係る復号装置300の動作の一例を示すフローチャートである。また、図13A及び図13Bは、本発明の実施の形態2に係る復号装置300における逆変換部330のデータフローの一例を概念的に示す図である。
- [0124] まず、エントロピー復号部310は、符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数を生成する（ステップS210）。次に、逆量子化部320は、復号量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号 y^n を生成する（ステップS220）。
- [0125] 次に、逆変換部330は、復号変換出力信号 y^n を逆変換することで、復号信号 x^n を生成する（ステップS230）。
- [0126] 具体的には、まず、分割部400が、分割統合情報に基づいて、復号変換出力信号 y^n を、2つの領域に分割する（ステップS232）。つまり、分割部400は、復号変換出力信号 y^n を第2復号変換出力信号 $y_{2^m}^n$ と第2復号部分信号 $y_{1_H^{n-m}}^n$ とに分割する。第2復号変換出力信号 $y_{2^m}^n$ は、復号変換出力信号 y^n を構成する複数の係数値のうち、第2逆変換の対象となる部分である。第2復号部分信号 $y_{1_H^{n-m}}^n$ は、第2復号変換出力信号 $y_{2^m}^n$

m は、復号変換出力信号 $y^{\wedge n}$ を構成する複数の係数値のうち、第2逆変換の対象とならない部分である。

[0127] このとき、分割統合情報として、例えば、以前に入力された復号変換出力信号 $y^{\wedge n}$ の分割の際に用いた分割統合情報を用いることができる。つまり、分割を行う度に、新たな分割統合情報を決定する必要はない。

[0128] 分割部400によって分割された第2復号変換出力信号 $y^{\wedge 2m}$ は、図13Aに示すように、一次元に並び替えられ、第2逆変換部410に入力される。

[0129] 次に、第2逆変換部410は、第2逆変換行列を用いて第2復号変換出力信号 $y^{\wedge 2m}$ に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号 $y^{\wedge 1Lm}$ を生成する（ステップS234）。

[0130] このとき、第2逆変換係数として、例えば、以前に入力された第2復号変換出力信号 $y^{\wedge 2m}$ の第2逆変換の際に既に決定された係数を用いることができる。つまり、第2逆変換を行う度に、新たな第2逆変換係数を決定する必要はない。

[0131] 次に、統合部420は、第2復号部分信号 $y^{\wedge 1Hn-m}$ と、第1復号部分信号 $y^{\wedge 1Lm}$ とを統合することで、第1復号変換出力信号 $y^{\wedge 1n}$ を生成する（ステップS236）。具体的には、統合部420は、第1復号部分信号 $y^{\wedge 1Lm}$ を一次元に並び替えられる前の次元に並び替え、分割統合情報に基づいて、並び替えた後の第1復号部分信号 $y^{\wedge 1Lm}$ と第2復号部分信号 $y^{\wedge 1Hn-m}$ とを統合する。

[0132] 次に、第1逆変換部430は、第1逆変換行列を用いて、第1復号変換出力信号 $y^{\wedge 1n}$ に第1逆変換を行うことで、復号信号 $x^{\wedge n}$ を生成する（ステップS238）。

[0133] このとき、第1逆変換係数として、例えば、以前に入力された第1復号変換出力信号 $y^{\wedge 1n}$ の第1逆変換の際に既に決定された係数を用いることができる。つまり、第1逆変換を行う度に、新たな第1逆変換係数を決定する必要はない。

[0134] なお、図 1 3 B に示すように、分割部 4 0 0 は、第 2 復号変換出力信号 $y^{\wedge}_2{}^m$ を一次元に並び替えることなく、そのまま第 2 逆変換部 4 1 0 に出力してもよい。この場合、第 2 逆変換部 4 1 0 は、二次元の第 2 復号変換出力信号 $y^{\wedge}_2{}^m$ に第 2 逆変換を行うことで、二次元の第 1 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1L}{}^m$ を生成する。そして、統合部 4 2 0 では、第 1 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1L}{}^m$ の並び替えを行うことなく、第 1 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1L}{}^m$ と第 2 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1H}{}^{n-m}$ とを統合する。

[0135] また、図 1 3 A 及び図 1 3 B では、第 2 逆変換の対象は、復号変換出力信号の任意の領域（非矩形領域）であるように図示したが、これに限るものではなく矩形領域であっても構わない。具体的には、図 1 3 A 及び図 1 3 B に示す例では、第 2 逆変換部 4 1 0 は、復号変換出力信号の低周波成分の係数値を含む、行列表現した場合における非矩形領域に含まれる信号を、第 2 復号変換出力信号として第 2 逆変換を行う。これに対して、第 2 逆変換部 4 1 0 は、復号変換出力信号の低周波成分の係数値を含む、行列表現した場合における矩形領域に含まれる係数値を含む信号を、第 2 復号変換出力信号として第 2 逆変換を行ってもよい。

[0136] 次に、分割統合情報、第 1 逆変換係数及び第 2 逆変換係数を決定する場合の動作について説明する。

[0137] 図 1 4 は、本発明の実施の形態 2 に係る逆変換部 3 3 0 における逆変換処理の一例を示すフローチャートである。

[0138] これらを用いて、逆変換処理について説明する。

[0139] まず、図 1 4 に示すように、分割部 4 0 0 は、分割統合情報を取得する（ステップ S 2 3 1）。そして、分割部 4 0 0 は、上記で説明した復号変換出力信号 $y^{\wedge}_n$ を、低周波数帯域を含む第 2 復号変換出力信号 $y^{\wedge}_2{}^m$ と、高周波数帯域を含む第 2 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1H}{}^{n-m}$ とに分割する（ステップ S 2 3 2）。具体的には、分割部 4 0 0 は、分割統合情報に基づいて、第 2 復号変換出力信号 $y^{\wedge}_2{}^m$ の相関エネルギーが、第 2 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1H}{}^{n-m}$ の相関エネルギーよりも大きくなるように、復号変換出力信号 $y^{\wedge}_n$ の分割を行う。

- [0140] なお、分割統合情報は、実施の形態 1 で説明したものと同様であり、分割統合情報の取得とは、予め定められたメモリ等に保存されたものを読み出し、復号変換出力信号 $y^{(2^m)}$ に応じて動的に決定してもよい。
- [0141] 次に、第 2 逆変換部 410 は、第 2 逆変換に用いる第 2 逆変換係数を取得する（ステップ S233）。第 2 逆変換係数で構成される第 2 逆変換行列は、実施の形態 1 で説明した第 2 変換の変換係数の逆行列又はそれに近似した行列である。この第 2 逆変換係数は、実施の形態 1 と同様に例えば KLT を用いて、第 2 復号変換出力信号 $y^{(2^m)}$ を含む集合 S_D に基づいて求めてもよいし、符号化装置での第 2 変換に用いられた第 2 変換係数から求めてもよい。
- [0142] 次に、第 2 逆変換部 410 は、決定された第 2 逆変換係数で構成される第 2 逆変換行列を用いて、第 2 復号変換出力信号 $y^{(2^m)}$ に第 2 逆変換を行うことで、第 1 復号部分信号 $y^{(1^m)}$ を生成する（ステップ S234）。そして、統合部 420 は、第 1 復号部分信号 $y^{(1^m)}$ と、第 2 復号部分信号 $y^{(1^{n-m})}$ とを統合することで、第 1 復号変換出力信号 $y^{(1^n)}$ を生成する（ステップ S236）。
- [0143] 次に、第 1 逆変換部 430 は、第 1 逆変換に用いる第 1 逆変換係数を取得する（ステップ S237）。第 1 逆変換係数で構成される第 1 逆変換行列は、実施の形態 1 で説明した第 1 変換の変換係数の逆行列又はそれに近似した行列である。この第 1 逆変換係数は、実施の形態 1 と同様に例えば KLT を用いて、第 1 復号変換出力信号 $y^{(1^n)}$ を含む集合 S_E に基づいて求めてもよいし、符号化装置での第 1 変換に用いられた第 1 変換係数から求めてもよい。このような逆変換係数の算出は以下の実施の形態でも同様に行ってよい。
- [0144] 第 1 逆変換部 430 は、決定された第 1 逆変換係数で構成される第 1 逆変換行列を用いて、第 1 復号変換出力信号 $y^{(1^n)}$ に第 1 逆変換を行うことで、復号信号 $x^{(n)}$ を生成する（ステップ S238）。
- [0145] なお、集合 S_D と集合 S_E は、実施の形態 1 の集合 S_C と集合 S_A の関係にあり、集合 S_D のほうが集合 S_E よりも含むサンプル数が少ない小さな集合である。以上のようにして、本発明の実施の形態 2 に係る逆変換部 330 を備え

た復号装置 300 は、実施の形態 1 と同様に、高効率な変換と、演算量及びデータ量の削減とを両立させることができる。

[0146] なお、第 2 復号変換出力信号 $y^{\wedge}_2{}^m$ と第 1 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1L}{}^m$ とのそれぞれについて、次元の並び替えを分割部 400 と統合部 420 とが行うこととしたが、それぞれの並び替えを第 2 逆変換部 410 が行う構成であってもよい。つまり、分離型の変換を用いてもよいし、図 8 (b) で示すような対角要素は 1 で非対角要素は 0 という行を含む変換行列 A^4 を用いてもよい。また、復号の対象が、音声データ等の一次元信号の場合、あるいは、多次元信号を分離型で構成する場合の各次元の信号は一次元信号と見なせるため、逆変換部 330 に入力される復号変換出力信号 $y^{\wedge}_n$ は一次元であり、前述の次元の並び替え（分割部 400 における一次元信号への並び替え、及び、統合部 420 における元の次元への並び替え）の処理は不要となる。

[0147] 以上のように、本発明の実施の形態 2 に係る復号装置 300 は、符号化信号にエントロピー復号及び逆量子化を行うことで生成される復号変換出力信号の一部である第 2 復号変換出力信号に第 2 逆変換を行い、第 2 逆変換後の信号と、復号変換出力信号の残りの部分である第 2 復号部分信号とを含む第 1 復号変換出力信号に第 1 逆変換を行うことを特徴とする。これにより、本発明の実施の形態 2 に係る復号装置 300 によれば、入力信号の統計的性質に基づいて計算される逆変換係数を用いる逆変換において、変換の演算量の削減、及び、逆変換行列の要素数の削減を実現することができる。また、実施の形態 1 に示す符号化装置 100 のように、入力信号の統計的性質に基づいて計算される変換係数を用いる変換を含む 2 段階の変換を行うことで生成された符号化信号を正しく復号することができる。

[0148] なお、上記の実施の形態 2 に係る復号装置 300 では、復号変換出力信号 $y^{\wedge}_n$ を第 2 復号変換出力信号 $y^{\wedge}_2{}^m$ と第 2 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1H}{}^{n-m}$ とに分割し、第 2 逆変換後に統合するが、明示的に分割しなくてもよい。すなわち、復号変換出力信号 $y^{\wedge}_n$ のうち、第 2 逆変換を実行する対象となる部分を決定すればよい。例えば、第 2 逆変換の際に、図 8 (b) で示すような対角要素

は1で非対角要素は0という行を含む変換行列 A^4 を用いることで、分割と統合とを実質的に第2逆変換の際に行うことができる。

[0149] 図15は、本発明の実施の形態2の変形例に係る復号装置300aの構成の一例を示すブロック図である。

[0150] 復号装置300aは、エントロピー復号部310と、逆量子化部320と、逆変換部330aとを備える。なお、図11Aに示す復号装置300と同じ動作を行う処理部には、同じ符号を付しており、以下では説明を省略する。

[0151] 逆変換部330aは、第2逆変換部410aと、第1逆変換部430とを備える。つまり、逆変換部330aは、図11Bに示す逆変換部330と比較して、分割部400と、統合部420とを備えていない点と、さらに、第2逆変換部410の代わりに第2逆変換部410aを備える点とが異なっている。

[0152] 第2逆変換部410aは、第2逆変換行列を用いて、復号変換出力信号 y^n の一部である第2復号変換出力信号 $y_{2^m}^n$ に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号 $y_{1^m}^n$ を生成する。例えば、第2逆変換部410aは、復号変換出力信号 y^n を構成する係数値のうち、第2逆変換の対象となる係数値を決定し、決定した係数値から構成される信号を第2復号変換出力信号 $y_{2^m}^n$ として、第2逆変換を行う。より具体的には、第2逆変換部410aは、復号変換出力信号 y^n を構成する複数の係数値のうち、所定の閾値より値の大きな係数値を含む信号を、第2復号変換出力信号 $y_{2^m}^n$ として、第2変換を行う。

[0153] 例えば、第2逆変換部410aは、復号変換出力信号 y^n のうち第2逆変換の対象とならない部分である第2復号部分信号 $y_{1^{n-m}}^n$ に乘じられる第2逆変換係数の対角要素が1で非対角要素を0にすることで、実質的に第2復号変換出力信号 $y_{2^m}^n$ のみに、第2逆変換を行うことができる。

[0154] 図16は、図15に示す復号装置300aの動作の一例を示すフローチャートである。

- [0155] まず、エントロピー復号部 310 は、入力された符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数 C^n を生成する（ステップ S210）。次に、逆量子化部 320 は、復号量子化係数 C^n を逆量子化することで、復号変換出力信号 y^n を生成する（ステップ S220b）。
- [0156] 次に、逆変換部 330a が、復号変換出力信号 y^n を逆変換することで、復号信号を生成する（ステップ S230a）。具体的には、まず、第 2 逆変換部 410a は、復号変換出力信号 y^n のうち、第 2 逆変換の対象となる部分である第 2 復号変換出力信号 $y_{2^m}^n$ を逆変換することで、第 1 復号部分信号 $y_{1L^m}^n$ を生成する（S234a）。そして、第 2 逆変換部 410a は、生成した第 1 復号部分信号 $y_{1L^m}^n$ と、復号変換出力信号 y^n のうち第 2 逆変換の対象とならなかった部分である第 2 復号部分信号 $y_{1H^{n-m}}^n$ とを含む第 1 復号変換出力信号 y_1^n を出力する。
- [0157] 最後に、第 1 逆変換部 430 は、第 1 逆変換行列を用いて第 1 復号変換出力信号 y_1^n に第 1 逆変換を行うことで、復号信号 x^n を生成する（S238）。
- [0158] 以上のように、実施の形態 2 の変形例に係る復号装置 300a によっても、演算量の増加及び逆変換係数のデータ量の増加を抑制するために、2 段階の変換が行われた符号化信号を復号することができる。
- [0159] （実施の形態 3）
- 本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置及び符号化方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなど符号化対象となる信号を、複数種類の変換の組み合わせによって変換を行う変換部及び変換方法を備える。本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置及び符号化方法は、変換入力信号として、符号化対象信号（入力信号）と予測信号との差分である予測誤差信号に対して、2 段階の変換を行うことを特徴とする。
- [0160] 図 17 は、本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置 500 の構成の一例を示すブロック図である。図 17 に示すように、本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置 500 は、減算器 505 と、変換部 510 と、量子化部 120 と

、エントロピー符号化部 130 と、逆量子化部 540 と、逆変換部 550 と、加算器 560 と、メモリ 570 と、予測部 580 と、制御部 590 とを備える。なお、図 3 に示す実施の形態 1 に係る符号化装置 100 と同じ構成については、同じ符号を付し、以下では説明を省略する。

[0161] 減算器 505 は、符号化対象である入力信号と、以前の符号化対象信号から生成された予測信号との差分（予測誤差）を算出する。算出された予測誤差を示す信号が、変換入力信号として、変換部 510 に入力される。

[0162] 変換部 510 は、実施の形態 1 で説明した変換部 110 と同様に、変換入力信号に対して 2 段階の変換を行う。すなわち、変換部 510 は、変換入力信号に第 1 変換を行うことで、第 1 変換出力信号を生成し、生成した第 1 変換出力信号の一部である第 1 部分信号に第 2 変換を行うことで、第 2 変換出力信号を生成する。そして、変換部 510 は、生成した第 2 変換出力信号と、第 1 変換出力信号のうち第 1 部分信号以外の部分である第 2 部分信号とを含む変換出力信号を量子化部 120 に出力する。変換部 510 の詳細については、後で説明する。ここでは、変換部 510 には、変換入力信号として、予測誤差画像を示す信号が入力される。

[0163] 逆量子化部 540 は、量子化部 120 によって生成された量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成する。復号変換出力信号は、変換部 510 によって生成された変換出力信号に相当する。

[0164] 逆変換部 550 は、逆量子化部 540 によって生成された復号変換出力信号を逆変換することで、復号変換入力信号を生成する。復号変換入力信号は、減算器 505 によって生成された変換入力信号に相当する。

[0165] 加算器 560 は、逆変換部 550 によって生成された復号変換入力信号と、以前の符号化対象信号から生成された予測信号とを加算することで、復号信号を生成する。

[0166] メモリ 570 は、生成された復号信号を格納するための記憶部の一例である。

[0167] 予測部 580 は、復号信号を用いて、符号化対象信号の予測を行うことで

、予測信号を生成する。具体的には、予測部 580 は、所定の符号化パラメータに基づいて、符号化対象である入力画像に含まれる符号化対象ブロックの予測画素（予測信号）を生成する。減算器 505 では、符号化対象ブロックの画素と予測画素との差分である予測誤差画像が生成される。

[0168] 制御部 590 は、局所情報に基づいて、変換部 510 の動作を制御するための制御信号を出力する。局所情報は、例えば、変換係数及び分割統合情報に対応付けられたインデックス、あるいは、予測モードなどを示す情報である。制御部 590 は、これらの局所情報に基づいて、変換係数及び分割統合情報を決定し、決定した係数及び情報を示す制御情報を変換部 510 に出力する。

[0169] 本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置 500 では、制御部 590 からの制御に基づいて、第 2 変換の際に、第 1 部分信号として、第 1 変換出力信号のうち第 2 変換の対象となる範囲と、第 2 変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する。例えば、所定の符号化パラメータに基づいて、第 1 部分信号として、第 1 変換出力信号のうち第 2 変換の対象となる範囲と、第 2 変換係数との少なくとも一方を決定する。

[0170] なお、メモリ 570 は、符号化対象信号とそれ以前の対象信号から生成された予測信号との比較を可能にする遅延部として動作する。量子化部 120 の量子化処理によって情報量が圧縮される（情報の損失が発生する）ので、符号化信号に符号化された情報を取り出すために、逆量子化部 540 は、量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成し、逆変換部 550 は、復号変換出力信号を逆変換することで、復号変換入力信号を生成する。

[0171] なお、逆変換部 550 の逆変換処理は、変換部 510 の変換処理と逆変換の関係が成り立つ必要がある。ただし、演算に必要なビット長を抑えるための乗算の簡易化や丸め処理の挿入により、変換処理及び逆変換処理は厳密に行列で表現されない場合もあり、また、変換部 510 の変換処理と逆変換部 550 の逆変換処理とは、厳密な逆変換の関係を満たさないように設計する

場合もある。

[0172] なお、音声又はオーディオのデータを符号化する場合には入力信号は一次元であり、静止画像又は動画像のデータを符号化する場合には入力信号は二次元となる。

[0173] 次に、図18を用いて、本発明の実施の形態3に係る符号化装置500が実行する符号化処理を説明する。図18は、本発明の実施の形態3に係る符号化装置500の動作の一例を示すフローチャートである。

[0174] まず、符号化装置500に符号化対象信号（入力信号）が入力されると、予測部580は、メモリ570に格納された符号化済み信号（復号信号）を用いて予測信号を生成する。そして、減算器505は、入力信号と予測信号との誤差である予測誤差信号を生成する（ステップS305）。なお、予測誤差信号ではなく、入力信号を直接変換する場合には、ステップS305の予測誤差信号を生成するステップは省略される。

[0175] 減算器505によって生成された予測誤差信号又は入力信号は、変換部510に入力される。変換へ入力される点のベクトル、すなわち、予測誤差信号を、変換入力（Transform Input）信号 x^n とする（式4参照）。なお、多くの圧縮符号化において予測が行われるため、変換入力信号 x^n は、予測誤差（Prediction Error）であることが多いが、伝送路にエラーが混入する場合を想定して予測を行わない場合、あるいは、十分にエネルギーが小さい場合には予測を行わずに、符号化対象信号（Original Signal）、すなわち、入力信号を直接に変換へ入力する場合もある。

[0176] 変換部510は、変換入力信号 x^n を、ある変換 T で変換することで、変換出力（Transform Output）信号 y^n を生成する（式5参照）（ステップS110）。また、変換出力信号（変換出力ベクトル） y^n は、単に係数（Coefficient）と呼ばれることもある。

[0177] [数5]

$$(式5) \quad y^n = T[x^n]$$

[0178] 次に、量子化部120は、変換出力信号 y^n を量子化することで、量子化係数(Quantized Coefficient) C^n を生成する(ステップS120)。量子化部120が行う量子化処理は、丸めオフセット a を加算後に一様量子化ステップ s で除算する処理であり、式6のように表現される。 a 及び s は、符号化装置500において高能率符号化のために制御される。

[0179] [数6]

$$(式6) \quad C^n = \lfloor (y^n + a) / s \rfloor$$

[0180] 次に、エントロピー符号化部130は、量子化係数 C^n をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成する(ステップS130)。生成された符号化信号は、復号装置へ送られる。

[0181] 次に、逆量子化部540は、式7のように、量子化係数 C^n に逆量子化を行うことで、復号変換出力(Decoded Transform Output) 信号 $\hat{y}^n$ を生成する(ステップS340)。

[0182] [数7]

$$(式7) \quad \hat{y}^n = sC^n$$

[0183] なお、データ量を大幅に削減する代わりに元のデータへ完全に復元することはできないロッシー符号化では、量子化処理によって情報量が失われるため、復号変換出力信号 $\hat{y}^n$ と変換出力信号 y^n とは一致しない。つまり、復号変換出力信号 $\hat{y}^n$ には、量子化による歪みが混入していることから、変換の前に予測をしている場合には、復号変換出力信号 $\hat{y}^n$ は、量子化予測誤差(Quantized Prediction Error)と呼ばれることもある。なお、ロッシー符号化の場合でも十分なデータ量で符号化する場合には、情報はあまり失われず、 $\hat{y}^n$ と y^n とはほぼ一致する。

[0184] 次に、逆変換部550は、式8のように、復号変換出力信号 $\hat{y}^n$ に逆変換 T^{-1} を行うことで、復号変換入力ベクトル $\hat{x}^n$ を生成する(ステップS35

0)。

[0185] [数8]

$$(式 8) \quad \hat{x}^n = T^{-1}[\hat{y}^n]$$

[0186] 次に、加算器 560 が、上記予測信号と復号変換入力信号とを加算することで、復号信号を生成する。そして、加算器 560 は、生成した復号信号をメモリ 570 に格納して、次のタイミングにて参照できるようにする（ステップ S360）。

[0187] なお、変換 T 及び逆変換 T^{-1} はそれぞれ式 9 及び式 10 に示すような $n \times n$ の大きさの変換行列 A 及び B との行列積で表現される。

[0188] [数9]

$$(式 9) \quad T[x^n] = A^{n \times n} x^n$$

[0189] [数10]

$$(式 10) \quad T^{-1}[\hat{y}^n] = B^{n \times n} \hat{y}^n$$

[0190] 一般的な変換（いわゆる直交変換）では、変換行列 B は、A の逆行列であり転置行列（ $B = A^T$ ）である。ただし、これに限るものではなく、符号化装置 500 内の逆変換 T^{-1} の演算量を抑えるために、B は A の厳密な逆行列や厳密な転置行列とならない場合もある。また、双直交（Biorthogonal）変換と呼ばれる、厳密には直交をしていない変換 A 及びその逆変換 B であってもよい。

[0191] 式 9 における、変換入力 x^n に対する変換行列 $A^{n \times n}$ の行列積は、式 11 で表現される。変換行列の乗算回数及び変換行列の要素数は、 n^2 である。

[0192] [数11]

$$(式 11) \quad y_i = \sum_{k=1}^n a_{ik} x_k$$

[0193] 次に、本発明の実施の形態 3 に係る変換部 510 の構成及び動作について説明する。図 19 は、本発明の実施の形態 3 に係る変換部 510 の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

[0194] 図 19 に示すように、変換部 510 は、第 1 変換部 200 と、第 1 メモリ 601 と、第 1 変換係数導出部 202 と、分割部 210 と、第 2 メモリ 611 と、分割統合情報算出部 612 と、第 2 変換部 220 と、第 3 メモリ 621 と、第 2 変換係数導出部 222 と、統合部 230 とを有する。なお、図 3 に示す変換部 110 と同じ構成については、同じ符号を付している。

[0195] 変換部 510 に入力された変換入力信号 x^n は、第 1 メモリ 601 と第 1 変換部 200 とに入力される。

[0196] 第 1 メモリ 601 は、複数個の変換入力信号 x^n に関する情報を記憶するためのメモリである。

[0197] 第 1 変換係数導出部 202 は、第 1 メモリ 601 の情報から第 1 変換 T_1 に用いる第 1 変換行列 A_1^n を構成する第 1 変換係数を生成し、生成した第 1 変換係数を第 1 変換部 200 へ出力する。

[0198] 第 1 変換部 200 は、入力された変換入力信号 x^n に対して、第 1 変換係数導出部 202 によって算出された第 1 変換係数で構成される第 1 変換行列 A_1^n を用いて第 1 変換 T_1 を行うことで、第 1 変換出力信号 y_1^n を生成する。第 1 変換出力信号 y_1^n は、第 2 メモリ 611 及び分割部 210 に入力される。

[0199] 第 2 メモリ 611 には、複数個の第 1 変換出力信号 y_1^n に関する情報を記憶するためのメモリである。

[0200] 分割統合情報算出部 612 は、第 2 メモリ 611 の情報から分割統合情報を生成し、生成した分割統合情報を分割部 210 及び統合部 230 へ出力する。分割統合情報は、第 1 変換出力信号 y_1^n のうち低域の成分を第 1 部分信号 y_{1L}^m へ、高域の成分を第 2 部分信号 y_{1H}^{n-m} へ分割するような分割の制御情報である。その他、エネルギーの大きな成分を第 1 部分信号 y_{1L}^m へ、エネルギーの小さな成分を第 2 部分信号 y_{1H}^{n-m} へ分割するような分割するような情報であってもよい。

- [0201] 分割部 210 は、第 1 変換出力信号 y_1^n を、分割統合情報に基づいて、 m 点の第 1 部分信号 y_{1L}^m と、 $n-m$ 点の第 2 部分信号 y_{1H}^{n-m} へ分割する（ここで、 m は n より小さな自然数である）。つまり、分割部 210 は、 n 個の係数値から構成される第 1 変換出力信号 y_1^n を、 m 個の係数値から構成される第 1 部分信号 y_{1L}^m と、 $n-m$ 個の係数値から構成される第 2 部分信号 y_{1H}^{n-m} とに分割する。第 1 部分信号 y_{1L}^m は、第 3 メモリ 621 及び第 2 変換部 220 に入力される。また、第 2 部分信号 y_{1H}^{n-m} は、統合部 230 に入力される。
- [0202] 第 3 メモリ 621 は、複数個の第 1 部分信号 y_{1L}^m に関する情報を記憶するためのメモリである。
- [0203] 第 2 変換係数導出部 222 は、第 3 メモリ 621 の情報から第 2 変換 T_2 に用いる第 2 変換行列 A_2^m を構成する第 2 変換係数を生成し、生成した第 2 変換係数を第 2 変換部 220 へ出力する。
- [0204] 第 2 変換部 220 は、第 2 変換係数導出部 222 によって算出された第 2 変換係数で構成される第 2 変換行列 A_2^m を用いて、第 1 部分信号 y_{1L}^m に第 2 変換 T_2 を行うことで、第 2 変換出力信号 y_2^m を生成する。
- [0205] 統合部 230 は、第 2 変換出力信号 y_2^m と第 2 部分信号 y_{1H}^{n-m} とを、分割統合情報に従って統合することで変換出力信号 y^n を生成する。なお、統合とは、分割の反対の処理である。
- [0206] 第 2 変換係数導出部 222 によって決定される第 2 変換係数は、第 1 部分信号 y_{1L}^m に最適に設計された変換係数である。このため、第 2 変換行列 A_2^m を用いた第 2 変換 T_2 は、第 1 変換出力信号 y_1^n に残された冗長性を削減できる変換であり、符号化信号の圧縮に寄与する効果をもたらす。
- [0207] また、分割部 210 が第 1 変換出力信号 y_1^n を分割することにより、第 2 変換部 220 への入力信号（つまり、第 1 部分信号）の点数（係数値の個数）を減らすことができる。点数が減ることにより、第 2 変換部 220 の演算量の削減効果、及び、第 2 変換部 220 の変換係数の総数（つまり、データ量）の削減効果が得られる。

- [0208] ここで、第1変換係数導出部202による第1変換係数の生成、及び、第2変換係数導出部222による第2変換係数の生成について述べる。これらの変換係数の生成には、例えば、上述したKLTを用いる。
- [0209] KLT（カルーネンレーベ変換）は、入力信号を含むある集合の統計的な性質に基づいて、入力信号を完全に無相関化できる周波数領域への変換を設計する手法である。具体的には、入力信号の分散共分散行列（*Variance-covariance matrix*）の非対角要素が0となるような変換を求めることであり、これは、分散共分散行列の固有値問題を解くことに等しい。導出した固有ベクトルが基底関数となり、固有値が変換係数の各成分の軸の大きさ（つまり、エネルギー）となる。固有値の値（分散、あるいは、エネルギー）の大きな軸から小さな軸へと変換係数を並べる。この順で並べることにより、例えば、変換入力信号が n 点のベクトルであるとすると、変換出力信号の n 点のベクトルのうち、 i 番目の要素（ $1 \leq i < n$ ）と j 番目（ $i < j \leq n$ ）の要素とのエネルギーを比較すると、 i 番目の要素のエネルギーは、 j 番目の要素のエネルギーよりも大きくなる（大きくなるように変換係数を設計できる）。
- [0210] 本発明において、低周波数帯域、及び、高周波数帯域という表現を使うとき、それらは、それぞれ、相対的に小さい番号を持つ要素、相対的に大きな番号を持つ要素に対応しており、厳密に区切りがどこにあるかを規定するものではない。本発明は、変換及び逆変換等にかかるリソース（演算量や使用メモリ量）の削減を主な目的としているが、リソースと変換性能とには広い意味でトレードオフの関係があり、本発明が使われる方法や装置の目的に応じて設定されるものである。
- [0211] しかし、従来技術の課題で言及したように、変換係数を導出した際に参照した集合とは異なる統計的性質を持つ集合が入力されると、導出した変換係数を用いた変換は最適ではなくなる。これに対して、入力信号の性質に応じて、入力信号が入力される度に変換係数を導出すると、変換係数のデータ量が膨大となる。

[0212] この課題に対し、本実施の形態では、複数の変換を用いる。すなわち、第1変換において、より大きな集合 S_A の統計的性質に応じて最適に導出された変換係数で構成される変換行列を用いて変換し、第2変換において、より小さな集合 S_B の（第1変換出力信号の）統計的性質に応じて、最適に導出された変換係数で構成される変換行列を用いて変換する。

[0213] なお、本発明の実施の形態3に係る符号化装置500は、第2変換係数を導出する際に、入力信号の特徴を解析する局所集合判定部を備えていてもよい。つまり、本発明の実施の形態3に係る符号化装置500は、変換部510の代わりに、図20に示す変換部510aを備えていてもよい。変換部510aは、図20に示すように、局所集合判定部623を備える。

[0214] 局所集合判定部623は、変換入力信号 x^n の特徴を解析し、解析結果に基づいて第2変換係数導出部222の制御を行う。なお、図20には図示していないが、局所集合判定部623は、図19に示す分割統合情報算出部612の制御を行ってもよい。局所集合判定部623の具体的な処理については、図21を用いて、以下に説明する。

[0215] 図21は、本発明の実施の形態3に係る変換部510aにおける変換係数の導出の一例を概念的に示す図である。

[0216] 変換入力信号 x^n は、大きな集合 S_A に属し、かつ、より小さな集合 $S_{B(1)}$ と $S_{B(2)}$ のいずれかに属する場合を想定する。なお、図21では、集合 S_B は集合 S_A に含まれるよう図示しているが、変換入力信号 x^n が集合 S_B に属し、集合 S_A に属さないというような、集合 S_B が集合 S_A に含まれない場合でも同様の導出方法が適用可能である。

[0217] 第1変換部200が用いる第1変換係数は、第1変換係数導出部202によって生成される。第1変換係数導出部202は、より多くのサンプルを含む集合 S_A に基づいて、第1変換係数を最適化する。

[0218] 集合 S_A はより多くのサンプルを含むので、第1変換係数は、平均的に最適化され、個々の変換入力の違いの影響をあまり受けないようにできる。これによって、第1変換係数の更新頻度を抑えることができる。また、第1変換

係数の更新を行う場合でも、変換係数の個々の値の変化量は小さくなるため、差分情報量を少なくできる。したがって、第1変換係数を復号装置に送信する場合の符号量を削減することができる。

- [0219] 第2変換係数は、変換入力集合 $S_{B(1)}$ と $S_{B(2)}$ のそれぞれに最適化して導出する。第2変換部220では、第2変換の対象となる第1部分信号の点数が、分割によって変換入力信号の点数よりも減らされているので、演算量と変換係数のデータ量を削減できる。つまり、第2変換の対象となる第2変換部220への入力信号は、集合 $S_{B(1)}$ 、 $S_{B(2)}$ に含まれる変換入力信号 x^n のものではなく、第1変換出力信号 y_{1^n} の一部である第1部分信号 y_{1L^m} である。
- [0220] 局所集合判定部623は、変換入力信号 x^n の特徴を解析することで、小集合の統計的な変動を検出する。変動を検出すると、小集合に属する複数個のサンプルを決定し、第2変換係数導出部222へ通知する。あるいは、局所集合判定部623は、変換入力信号 x^n が、予め定めた小集合のいずれに属するかを判定してもよい。
- [0221] 第2変換部220への入力信号（すなわち、第1部分信号 y_{1L^m} ）は、予測信号の生成方法に依存する場合がある。このため、局所集合判定部623は、予測信号の生成方法（予測信号モード）、例えば、H. 264の面内予測の方向に応じて、第1変換出力信号 y_{1^n} を構成する複数の係数値のうち、第1部分信号 y_{1L^m} として第2変換の対象となる範囲を判定してもよい。あるいは、局所集合判定部623は、予めN個の小集合を定め、いずれに属することが最も情報量を軽減できるかを評価した指標を基に、第1部分信号 y_{1L^m} として第2変換の対象となる範囲を判定してもよい。
- [0222] 第2変換係数導出部222は、局所集合判定部623によって検出された統計的な変化の指示に基づき、小集合に属する複数個のサンプルの第1変換出力信号 y_{1^n} に対して、情報量が最小となるように設計された第2変換係数を導出する。あるいは、第2変換係数導出部222は、予め算出しておいた変換係数をメモリから呼び出す。

- [0223] このとき、分割統合情報算出部 6 1 2 は、変換係数と同様に分割統合情報の決定を行う。あるいは、分割統合情報算出部 6 1 2 は、予め算出しておいた分割統合情報をメモリから呼び出してもよい。
- [0224] より小さな集合 $S_{B(1)}$ 、 $S_{B(2)}$ （の第 1 変換出力信号）のそれぞれに最適に設計された第 2 変換係数は、統計的性質の変化に追従でき、無相関化とエネルギー圧縮との効果の上乗せ効果を与える。さらに、第 2 変換は、分割部 2 1 0 によって入力信号の次元数を軽減しているため、変換行列の要素数及び変換の演算量を軽減できるため効率的である。
- [0225] より小さな集合である集合 S_B は、局所的な変化が生じた変換入力信号 x^n が含まれる集合であり、例えば、集合 S_A を時間軸もしくは空間領域で局所に分割したような集合である。あるいは、集合 S_B は、集合 S_A に属する変換入力信号 x^n とは異なる統計的性質を持つ変換入力信号が短時間だけ入力された場合に、その異なる性質を持つような集合である。このように、集合 S_A に含まれないような集合 S_B に属する変換入力信号 x^n が短時間だけ入力された場合であっても、第 1 変換係数を大きな集合 S_A に基づいて決定し、第 2 変換係数を小さな集合 S_B に基づいて決定することで、変化に対応しながらも演算量が軽減した効率的な変換が可能である。
- [0226] 具体的には、局所集合判定部 6 2 3 が、所定の符号化パラメータに基づいて、変換係数及び分割統合情報の少なくとも 1 つを決定する。符号化パラメータは、予め定められた複数の予測方法のうちの 1 つの予測方法を示す。例えば、局所集合判定部 6 2 3 は、符号化パラメータの一例である面内予測あるいは面間予測の予測モードに応じて、変換係数及び分割統合情報を切り替えてもよい。あるいは、複数の変換係数と分割統合情報とのセットの中から、どれを選択するかを明示的に符号化ストリームに多重化してもよい。
- [0227] また、面内予測あるいは面間予測モードから変換係数及び分割統合情報を切り替える際、複数の予測モードを 1 つの変換係数と分割統合情報と対応付けてもよい。分割統合情報は、比較的变化の少ない情報であるので、変換係数よりも切り替えの種類を少なくして、分割統合情報に関連するメモリ使用

量を軽減してもよい。

[0228] なお、図 19 では、第 1 変換係数、分割統合情報、第 2 変換係数を導出するためのメモリ、及び、導出部を備えた構成を例示していたが、完全な最適解ではなくとも、これらのいずれか 1 つ又は全ては経験や準最適な方法に基づいて、事前に導出しておいてもよい。図 22 は、本発明の実施の形態 3 に係る変換部の別の一例を示すブロック図である。

[0229] 図 22 に示す変換部 510b は、図 19 に示す変換部 510 と比較して、第 1 メモリ 601、第 2 メモリ 611、第 3 メモリ 621、第 1 変換係数導出部 202、第 2 変換係数導出部 222 及び分割統合情報算出部 612 を備えていない点が異なっている。つまり、変換部 510b は、予め事前に導出されていた第 1 変換係数、第 2 変換係数及び分割統合情報を外部から取得し、取得した係数及び情報に基づいて、変換及び分割を行う。

[0230] なお、第 2 変換において、高域側の信号に対する変換係数の乗算係数を少なくする（つまり、変換係数の有効精度を落とす）、あるいは、ゼロにすることにより、高域信号に対する演算量を削減する構成もありえる。この場合、分割部と統合部とは明示的にブロック図に現れない（図 9 参照）が、現れない構成であっても本発明の構成に該当するといえる。

[0231] 図 23 は、図 20 に示す変換部 510a を備える符号化装置 500a の構成を示すブロック図である。図 23 に示す符号化装置 500a は、図 17 に示す符号化装置 500 と比較して、変換部 510 の代わりに変換部 510a を備える点と、制御部 590 を備えない点とが異なっている。

[0232] 本発明の実施の形態 3 の変形例に係る変換部 510a の変換処理のフローは、実施の形態 1 と同様である。具体的には、図 6 に示す通り、まず、第 1 変換係数導出部 202 が、第 1 変換係数を決定する（ステップ S111）。次に、第 1 変換部 200 は、決定された第 1 変換係数で構成される第 1 変換行列を用いて変換入力信号に第 1 変換を行うことで、第 1 変換出力信号を生成する（ステップ S112）。

[0233] 次に、分割統合情報算出部 612（図示せず）又は局所集合判定部 623

が、分割統合情報を決定する（ステップS 1 1 3）。そして、分割部 2 1 0 は、第 1 変換出力信号を第 1 部分信号と第 2 部分信号とへ分割する（ステップS 1 1 0）。このとき、分割部 2 1 0 は、第 1 部分信号の相関エネルギーが第 2 部分信号の相関エネルギーよりも大きくなるように分割する。

[0234] 次に、局所集合判定部 6 2 3 は、第 1 部分信号の局所的な集合の統計的性質を解析し、第 2 変換係数導出部 2 2 2 は、解析結果に基づいて第 2 変換係数を決定する（ステップS 1 1 5）。次に、第 2 変換部 2 2 0 は、第 1 部分信号に対して決定された第 2 変換係数で構成される第 2 変換行列を用いて第 2 変換を行うことで、第 2 変換出力信号を生成する（ステップS 1 1 6）。

[0235] 最後に、統合部 2 3 0 は、第 2 部分信号と第 2 変換出力信号とを統合することで、変換出力信号を生成する（ステップS 1 1 8）。なお、ステップS 1 1 1、ステップS 1 1 3、ステップS 1 1 5 は別の方法によって決定され、本実施の形態の一部として動作しなくてもよい。

[0236] 以上に示すように、本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置及び符号化方法によれば、変換入力信号に応じて、適応的に変換係数及び分割統合情報を変更するので、変換処理の演算量と変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応することができる。

[0237] 以下では、本発明の実施の形態 3 の変形例に係る符号化装置について、図 2 4 A 及び図 2 4 B を用いて説明する。

[0238] 本発明の実施の形態 3 の変形例では、図 2 4 A に示す符号化装置 5 0 0 c のように、予め定めた変換係数（予め導出された変換係数）で構成される所定の変換行列を用いて第 2 変換を行うこともできる。図 2 4 A は、本発明の実施の形態 3 の変形例に係る符号化装置 5 0 0 c の構成の一例を示すブロック図である。

[0239] 図 2 4 A に示すように、符号化装置 5 0 0 c は、図 2 3 に示す符号化装置 5 0 0 a と比較して、変換部 5 1 0 a の代わりに変換部 5 1 0 c を備える点と、新たに、メモリ 6 2 4 を備える点とが異なっている。

[0240] 変換部 5 1 0 c は、変換部 5 1 0 a と比較して、第 2 変換係数導出部 2 2

2 及び局所集合判定部 6 2 3 の代わりに、第 2 変換係数導出部 2 2 2 c 及び局所集合判定部 6 2 3 c を備える点が異なっている。第 2 変換係数導出部 2 2 2 c は、局所集合判定部 6 2 3 c から出力される導出制御信号に基づいて、第 2 変換係数を生成する。生成した第 2 変換係数は、メモリ 6 2 4 に格納される。

[0241] メモリ 6 2 4 は、少なくとも 1 つの第 2 変換係数を記憶するための記憶部の一例である。メモリ 6 2 4 は、記憶している少なくとも 1 つの第 2 変換係数の中から、局所集合判定部 6 2 3 c から出力される選択信号に基づいて選択された第 2 変換係数を第 2 変換部 2 2 0 とエントロピー符号化部 1 3 0 とに出力する。

[0242] 例えば、メモリ 6 2 4 は、インデックスと第 2 変換係数とを対応付けて記憶している。選択信号は、インデックスを示す信号であり、メモリ 6 2 4 は、選択信号が示すインデックスに対応付けられた第 2 変換係数を出力する。

[0243] 具体的には、メモリ 6 2 4 は、互いに異なる係数値の組を有する複数の変換行列を、第 2 変換係数の候補として記憶している。複数の変換行列には、符号化パラメータの一例であるインデックス情報が 1 対 1 に対応付けられている。そして、第 2 変換の際に、選択信号が示すインデックス情報によって指定される変換行列が、第 2 変換係数として決定される。

[0244] 図 2 5 は、本発明の実施の形態 3 の変形例に係る符号化装置において、メモリに格納された第 2 変換係数と分割統合情報との対応関係の一例を示す図である。上述したように、メモリ 6 2 4 には、インデックスと第 2 変換係数とが対応付けて記憶される。また、図 2 5 に示すように、メモリ 6 2 4 には、さらに選択範囲情報（ここでは、分割統合情報）とインデックスとが対応付けて記憶されていてもよい。

[0245] 具体的には、まず、局所集合判定部 6 2 3 c は、入力信号の特性に基づき、あるいは、圧縮された情報量の推定値の大小に基づき、予め定めた変換係数、及び、分割統合情報のいずれを用いるかを選択するための選択信号を出力する。出力された選択信号に基づき、メモリ 6 2 4 は、予め定めた変換係

数を第2変換部220へ出力する。また、メモリ624が分割統合情報も保持している場合は、分割統合情報を分割部210及び統合部230へ出力する（図24Aには示していない）。

[0246] 選択信号は、必要に応じて情報量の圧縮が適用され（例えば、周辺隣接ブロックのインデックスから予測した予測インデックスとの差分信号を出力する）、エントロピー符号化部130において、符号化信号に多重化される。

[0247] また、局所集合判定部623cは、新しい第2変換係数を導出するように第2変換係数導出部222cへ指示する導出制御信号を出力することもある。このとき、新しく導出された第2変換係数は、メモリ624に格納される。また、局所集合判定部623cは、分割統合情報算出部（図示せず）に、導出制御信号を出力することで、新たな分割統合情報を算出させてもよい。なお、分割統合情報の算出は、第2変換係数導出部222cが行ってもよい。

[0248] 新しい第2変換係数と分割統合情報とは、必要に応じて、情報量が圧縮され、エントロピー符号化部130において、符号化信号に多重化される。言い換えると、図24Aに示す実施の形態3の変形例に係る符号化装置500cは、第2変換係数及び分割統合情報を復号装置へ出力する。なお、第2変換係数そのものを出力するのではなく、インデックスを示す選択信号を送信することで、復号装置側で、復号装置が記憶している第2変換係数を選択させることもできる。

[0249] なお、前述のように変換入力信号は、入力信号と予測信号との差分であるため、予測信号の特性に依存する。予測信号がよく予測できている場合と、できていない場合とでは、変換入力信号の特性は異なる場合も考えられるため、局所集合判定部623cは、変換入力信号の大小に応じて第2変換係数と分割統合情報とを切り替えてもよい。

[0250] また、図24Bに示す符号化装置500dのように、予測方法の種別を示す情報（予測モード信号）に基づいて、第2変換係数の導出を制御することもできる。図24Bは、本発明の実施の形態3の変形例に係る符号化装置5

00dの構成の一例を示すブロック図である。

[0251] 図24Bに示すように、符号化装置500dは、図24Aに示す符号化装置500cと比較して、変換部510cの代わりに変換部510dを備える点と、新たに予測制御部585を備える点とが異なっている。また、変換部510dは、変換部510cと比較して、局所集合判定部623cの代わりに、局所集合判定部623dを備える点が異なっている。

[0252] 予測制御部585は、予測モード信号を決定し、予測部580へ出力するとともに、局所集合判定部623dへ出力する。予測モード信号は、必要に応じて、近傍ブロックの情報からの推定値との差分をとるなどして情報量を圧縮し、エントロピー符号化部130において、符号化信号へ多重化される。

[0253] 局所集合判定部623dは、予測モード信号に基づいて、予め定めた変換係数と分割統合情報とを選択するための選択信号を出力する。選択信号に基づき、メモリ624は、予め定めた第2変換係数を第2変換部220へ、分割統合情報を分割部210及び統合部230へ出力する。

[0254] また、局所集合判定部623dは、新しい第2変換係数を導出するように第2変換係数導出部222cへ指示する導出制御信号を出力することもある。このとき、新しく導出された第2変換係数は、メモリ624に格納される。また、局所集合判定部623dは、分割統合情報算出部（図示せず）に、導出制御信号を出力することで、新たな分割統合情報を算出させてもよい。なお、分割統合情報の算出は、第2変換係数導出部222cが行ってもよい。

[0255] 新しい第2変換係数と分割統合情報とは、必要に応じて、情報量が圧縮され、エントロピー符号化部130において、符号化信号に多重化される。

[0256] なお、局所集合判定部623dは、変換入力信号の大小に応じて、第2変換係数と分割統合情報とを切り替えてもよい。なお、予測の方法は複数種類あり、その1つが予測モード信号で指示される。予測は、フレーム間予測（インター予測）でもフレーム内予測（イントラ予測）でもよい。フレーム内

予測は、符号化済み（復号済み）の周辺隣接画素を所定の方向で外挿して予測する方法であってもよい。

[0257] また、分割統合情報は、予測信号を生成した予測方法の角度（フレーム内予測の場合は所定の外挿角度）をもとに、その角度向けに最適化された分割統合を行うことができるように、決定されてもよい。分割統合情報について、図26A～図26Cを用いて概念を説明する。

[0258] 図26Aは、 4×4 ブロックの第1変換出力信号を示し、左上が低域の例を示している。一般的には、エネルギーが集中しやすい低域側を第1部分信号、それ以外の高域部分を第2部分信号として、第1部分信号に第2変換を行うことで、さらに圧縮を行う。なお、ここでは説明のために、第1変換出力信号の $N \times N$ 個の要素がどちらの部分に属するかを $G_{ij} = \{0, 1\}$ 、（ i は垂直下方向、 j は水平右方向、 i, j 共に1起点、第1部分信号に属するなら0、第2部分信号に属するなら1）と定義する。

[0259] 図26Bは、複数個の分割統合情報の中からイントラ予測の予測方向に基づいて、分割統合情報を選択する例を示す概念図である。右上方向を角度の基点として、0から π [rad] の範囲を幾つかに分割した角度単位に分割統合情報を設計する。図26Bは、4つの分割統合情報を定義した例である。

[0260] 具体的には、設計角度が水平である S_0 は、左側（水平方向でDC）にパワーが集中することを想定し、 G_{0j} を優先的に0（つまり、第1部分信号）とする。設計角度が垂直である S_1 は、上側（垂直方向でDC）にパワーが集中することを想定し、 G_{j0} を優先的に0（つまり、第1部分信号）とする。設計角度が斜めである S_2 と S_3 とは、例えば G_{ij} （ $i \leq 1$ 、 $j \leq 1$ ）を優先的に0とする。

[0261] 図26Cは、 4×4 のブロックのうち4要素を第1部分信号として選ぶ場合において、8種類の角度、すなわち、8種類の分割統合情報を準備する場合の例である。この例に示すように、角度と第1部分信号を構成する係数値との位置には関係性を定義することができ、任意の角度で、第1部分信号を

構成する係数値の位置を決定することができる。

[0262] このように、第2変換の際に、符号化パラメータが所定方向への外挿を示す予測方法を示す場合、第1変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、当該所定方向の係数値を含む範囲を、第2変換の対象として決定する。所定方向の係数値を含む範囲とは、具体的には、所定方向の始点側の係数値、すなわち、外挿方向の始点側の係数値を含む範囲である。

[0263] 例えば、符号化パラメータが略水平方向（右方向）への外挿を示す予測方法を示す場合、第1変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、横方向の係数値（具体的には、左側の係数値）を含む範囲を、第2変換の対象として決定する。また、符号化パラメータが略垂直方向（下方向）への外挿を示す予測方法を示す場合、第1変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、縦方向の係数値（具体的には、上側の係数値）を含む範囲を、第2変換の対象として決定する。

[0264] 言い換えると、第2変換の対象として m 個の係数値（要素）を決定する場合、第1変換出力信号を構成する n 個の係数値の中から、外挿方向の始点側により近い m 個の係数値を決定する。より具体的には、左上の係数値と、外挿方向の始点側に近い係数値とを含む。

[0265] 例えば、図26Bの S_0 のように右方向への外挿方向が選択された場合、当該外挿方向の始点は左側であるので、左側に近い m 個の係数値が、第1部分信号として選択される。同様に、図26Bの S_1 のように右下方向への外挿方向が選択された場合、当該外挿方向の始点は左上側であるので、左上側に近い m 個の係数値が、第1部分信号として選択される。さらに、図26Bの S_2 のように下方向への外挿方向が選択された場合、当該外挿方向の始点は上側であるので、上側に近い m 個の係数値が、第1部分信号として選択される。

[0266] なお、図26Bの S_3 、又は、図26Cの S_0 、 S_1 、 S_7 のように、外挿方向の始点側が左下や右上などの場合は、第2変換の対象として m 個の係数値（要素）を決定する場合、左上の係数値と、外挿方向の始点側に近い係数値と、外挿方向に沿った係数値とを含むように、 m 個の係数値を決定する。例

例えば、図 26C の S_7 は、 S_6 より左に 22.5 度ずれているので、 S_7 の第 2 部分信号は、 S_6 のように、左上の係数値 $((1, 1))$ と、上側の係数値 $((1, 2)$ 及び $((1, 3))$ とを含むとともに、外挿方向（左下方向）に沿った係数値 $((2, 1))$ とを含んでいる。

[0267] (実施の形態 4)

本発明の実施の形態 4 に係る復号装置及び復号方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなどの信号が符号化された符号化信号（例えば、実施の形態 1 又は 3 において生成された符号化信号）を、複数種類の変換の組み合わせによって逆変換を行う逆変換部及び逆変換方法を備える。本発明の実施の形態 4 に係る復号装置及び復号方法は、符号化対象信号（入力信号）と予測信号との差分である予測誤差信号が符号化された信号に対して、2 段階の逆変換を行うことを特徴とする。

[0268] 図 27 は、本発明の実施の形態 4 に係る復号装置 700 の構成の一例を示すブロック図である。図 27 に示すように、本発明の実施の形態 4 に係る復号装置 700 は、エントロピー復号部 310 と、逆量子化部 320 と、逆変換部 730 と、制御部 740 と、加算器 750 と、メモリ 760 と、予測部 770 とを備える。なお、図 11A に示す実施の形態 2 に係る復号装置 300 と同じ構成については、同じ符号を付し、以下では説明を省略する。

[0269] 逆変換部 730 は、実施の形態 2 で説明した逆変換部 330 と同様に、逆量子化部 320 によって生成された復号変換出力信号を逆変換することで、復号変換入力信号を生成する。具体的には、逆変換部 730 は、復号変換出力信号に対して 2 段階の逆変換を行う。なお、制御部 740 からの制御信号に基づいて、逆変換に用いる逆変換係数及び分割の位置（第 2 逆変換の対象となる部分）が決定される。逆変換部 730 の詳細については、後で説明する。

[0270] 制御部 740 は、局所情報に基づいて、逆変換部 730 の動作を制御するための制御信号を出力する。局所情報は、符号化パラメータの一例であり、例えば、逆変換係数及び分割統合情報に対応付けられたインデックス、ある

いは、符号化の際に用いた予測モードなどを示す情報である。制御部 740 は、これらの局所情報に基づいて、逆変換係数及び分割統合情報を決定し、決定した係数及び情報を示す制御情報を逆変換部 730 に出力する。

[0271] 加算器 750 は、逆変換部 730 によって生成された復号変換入力信号と、以前の符号化信号から生成された復号信号に基づいた予測により生成された予測信号とを加算することで、復号信号を生成する。

[0272] メモリ 760 は、生成された復号信号を格納するための記憶部の一例である。

[0273] 予測部 770 は、以前の符号化信号から生成された復号信号に基づく予測を行うことで、予測信号を生成する。すなわち、予測部 770 は、メモリ 760 に格納された復号済みの復号信号をもとに予測信号を生成する。例えば、予測部 770 は、符号化パラメータに基づいて、予測誤差画像に含まれる復号対象ブロックの予測画素（予測信号）を生成する。そして、予測部 770 によって生成された予測画素と、復号対象ブロックの画素とが、加算器 750 によって加算され、入力画像（復号信号）が復元される。

[0274] なお、逆変換部 730 は、第 2 逆変換係数及び分割統合情報を符号化装置から取得してもよい。なお、符号化装置から取得するのは第 2 変換係数であって、第 2 変換係数から第 2 逆変換係数を求めても良い。分割統合情報は、第 2 復号変換出力信号が、復号変換出力信号のどの部分に対応するかを示す選択範囲情報の一例である。

[0275] 本発明の実施の形態 4 に係る復号装置 700 では、制御部 740 からの制御に基づいて、第 2 逆変換の際に、第 2 復号変換出力信号として、復号変換出力信号のうち第 2 逆変換の対象となる範囲と、第 2 逆変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する。例えば、所定の符号化パラメータに基づいて、第 2 復号変換出力信号として、復号変換出力信号のうち第 2 逆変換の対象となる範囲と、第 2 逆変換係数との少なくとも一方を決定する。

[0276] 次に、図 28 を用いて、本発明の実施の形態 4 に係る復号装置 700 が行

う復号処理を説明する。図28は、本発明の実施の形態4に係る復号装置700の動作の一例を示すフローチャートである。

- [0277] まず、予測部770は、メモリ760に格納された復号済みの復号信号をもとに予測信号を生成する（ステップS405）。なお、入力信号を直接変換する符号化方法にて生成された符号化信号を復号する場合には、本ステップS405は省略される。
- [0278] 次に、エントロピー復号部310は、入力された符号化信号をエントロピー復号することで、量子化係数を生成する（ステップS210）。逆量子化部320は、量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号 y^n を生成する（ステップS220）。
- [0279] 次に、逆変換部730は、復号変換出力信号 y^n を逆変換することで、復号変換入力信号 x^n を生成する（ステップS230）。具体的には、逆変換部730は、図12又は図14に示すように、2段階の逆変換を行うことで、復号変換入力信号 x^n を生成する。なお、ここで、逆変換部730における逆変換とは、復号装置における変換という意味であり、符号化装置の変換の逆変換に限定されるものではない。
- [0280] 次に、加算器750は、復号変換入力信号 x^n と予測信号とを加算することで、復号信号を生成する。復号信号は、復号装置700全体の出力信号として出力される。また、復号信号は、メモリ760に格納され（ステップS440）、後続の符号化信号の復号の際に参照される。つまり、メモリ760は、遅延部として動作する。
- [0281] なお、音声又はオーディオのデータを復号する場合では、出力信号は一次元であり、静止画像及び動画像復号装置では出力信号は二次元となる。また、予測を行わずに復号信号を直接出力信号とするような復号装置（あるいは動作モード）は、予測部770及びメモリ760を除いて例示できる。
- [0282] 次に、図29を用いて、本発明の実施の形態4に係る逆変換部730の構成について説明する。図29は、本発明の実施の形態4に係る逆変換部730の構成の一例を示すブロック図である。

- [0283] 逆変換部 730 は、分割部 400 と、第 2 逆変換部 410 と、統合部 420 と、第 1 逆変換部 430 とを備える。逆変換部 730 には、復号変換出力信号 y^n が入力される。なお、復号変換出力信号 y^n は、図 17 に示す変換部 510 が生成した変換出力信号 y^n に相当する。
- [0284] 分割部 400 は、分割統合情報に従って、復号変換出力信号 y^n を第 2 復号変換出力信号と、第 2 復号部分信号とに分割する。
- [0285] 第 2 逆変換部 410 は、第 2 逆変換行列を用いて、第 2 復号変換出力信号を逆変換することで、第 1 復号部分信号を生成する。
- [0286] 統合部 420 は、第 2 復号部分信号と第 1 復号部分信号とを、分割統合情報に従って統合することで、第 1 復号変換出力信号を生成する。
- [0287] 第 1 逆変換部 430 は、第 1 逆変換行列を用いて、第 1 復号変換出力信号を逆変換することで、復号変換入力信号を生成する。なお、復号変換入力信号は、図 17 に示す変換部 510 に入力される変換入力信号に相当する。
- [0288] 分割統合情報は、上述した実施の形態に記載したものと同等であり、分割部 400 への入力（復号変換出力信号）の次元数は n 、第 2 逆変換部 410 への入力（第 2 復号変換出力信号）の次元数は m である（ $m < n$ の自然数）。なお、第 2 逆変換部 410 への入力時の次元数は n としておき、第 2 逆変換部 410 は、図 8（b）で示すような対角要素は 1 で非対角要素は 0 という行を含む変換行列 A^4 を用いてもよい。第 2 変換部は分離型であってもよい。
- [0289] 第 2 逆変換に用いる第 2 逆変換行列は、実施の形態 1 又は 3 に記載した第 2 変換の変換行列の逆行列又は逆行列の近似の関係にある。第 1 逆変換に用いる第 1 逆変換行列は、実施の形態 1 又は 3 に記載した第 1 変換行列の逆行列又は逆行列の近似の関係にある。逆変換の演算に必要な演算精度を低く抑えるために、第 1 逆変換係数と、第 2 逆変換係数との有効精度を低くすることもある。この場合、逆変換部の演算精度が符号化及び復号全体に与える歪みにおいて支配的になるので、実施の形態 2 又は本実施の形態に記載する第 1 逆変換係数をもとに、実施の形態 1 又は 3 に記載した第 1 変換係数を導出

し、同様に第2逆変換係数をもとに第2変換係数を導出することが好ましい。
。

[0290] なお、第2逆変換係数、第1逆変換係数、及び、分割統合情報は、符号化信号に多重化されて、符号化装置から復号装置に通知される。なお、別の伝送チャネルを用いて、符号化信号に多重化されずに通知される、又は、伝送・蓄積フォーマットによって通知されてもよい。あるいは、ある規格や規格のプロファイル・レベルの規定値として通知される、又は、復号装置と符号化装置との両方で得られる情報に基づいて通知される、などでもよい。

[0291] 本発明の実施の形態4の逆変換処理の動作は、実施の形態2と同様である。具体的には、図14に示す通り、まず、分割部400は、分割統合情報を取得する（ステップS231）。そして、分割部400は、取得した分割統合情報に従い、復号変換出力信号を第2復号変換出力信号と第2復号部分信号とに分割する（ステップS232）。

[0292] 次に、第2逆変換部410は、第2逆変換係数を取得する（ステップS233）。そして、第2逆変換部410は、第2復号変換出力信号に対して第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する（ステップS234）。
。

[0293] 次に、統合部420は、分割統合情報に従い、第1復号部分信号と第2復号部分信号とを統合することで、第1復号変換出力信号を生成する（ステップS236）。

[0294] 次に、第1逆変換部430は、第1逆変換係数を取得する（ステップS237）。そして、第1逆変換部430は、第1復号変換出力信号に対して第1逆変換を行うことで、復号変換入力信号を生成する（ステップS238）。
。

[0295] なお、分割統合情報を取得するステップS231、逆変換係数を取得するステップS232及びステップS234は、前述したように通知のバリエーションが多数あるため、本フローのタイミングで実施されるとは限らず、また、本実施の形態の一部として必須の動作ではない。

- [0296] 以上のように、本発明の実施の形態 4 に係る復号装置及び復号方法により、変換処理の演算量と逆変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。また、実施の形態 3 に示す符号化装置 500 のように、入力信号の統計的性質に基づいて計算される変換係数を用いる変換を含む 2 段階の変換を行うことで生成された符号化信号を正しく復号することができる。
- [0297] なお、図 30 に示す復号装置 700 a のように、予め定めた逆変換係数及び分割統合情報を、符号化信号から復号した選択信号に基づき選択し、選択した逆変換係数及び分割統合情報を用いて逆変換することもできる。図 30 は、本発明の実施の形態 4 に係る復号装置 700 a の構成の一例を示すブロック図である。
- [0298] 図 30 に示すように、復号装置 700 a は、図 27 に示す復号装置 700 と比較して、新たに、メモリ 781 及び 782 を備える点が異なっている。
- [0299] メモリ 781 には、第 2 逆変換係数がインデックスと対応付けて記憶されている。また、メモリ 782 には、分割及び統合に用いる分割統合情報がインデックスと対応付けて記憶されている。
- [0300] 具体的には、メモリ 781 は、互いに異なる係数値の組を有する複数の変換行列を、第 2 逆変換行列の候補として記憶している。複数の変換行列には、符号化パラメータの一例であるインデックス情報が 1 対 1 に対応付けられている。そして、第 2 逆変換の際に、選択信号が示すインデックス情報によって指定される変換行列の係数が、第 2 逆変換係数として決定される。
- [0301] メモリ 781 及び 782 はそれぞれ、エントロピー復号部 310 から出力される選択信号に基づいて、逆変換部 730 に逆変換係数及び分割統合情報を選択して出力する。具体的には、選択信号は、例えば、インデックスを示す信号であり、選択信号が示すインデックスに対応付けられた逆変換係数及び分割統合情報が出力される。
- [0302] 具体的には、エントロピー復号部 310 は、符号化信号をエントロピー復号することで、圧縮済み選択信号を取り出し、圧縮済み選択信号から選択信

号を復号する。そして、エントロピー復号部 310 は、復号した選択信号を、メモリ 781 とメモリ 782 とへ出力する。メモリ 781 及び 782 のそれぞれから、第 2 逆変換係数と、分割統合情報とが、逆変換部 730 へ出力される。

[0303] この選択的な仕組みは、時間空間的に適応され、選択信号に基づいて、ブロック単位、マクロブロック単位、マクロブロックを複数個まとめた単位、又は、スライス単位で行われてもよい。また、面内予測モードと選択信号とを組み合わせ、適応的に行ってもよい。なお、復号量子化係数の非ゼロ係数の総数、低域領域の非ゼロ係数の総数、非ゼロ係数のレベルの総和、逆量子化部 320 の出力する復号変換出力信号 $y^{\wedge}$ の総和、低域領域の総和などに応じて、第 2 逆変換係数、及び、分割統合情報を切り替えてもよい。

[0304] また、図 31 に示す復号装置 700b のように、予め定めた逆変換係数及び分割統合情報を、符号化信号から復号した予測信号に基づき選択し、選択した逆変換係数及び分割統合情報を用いて逆変換することもできる。図 31 は、本発明の実施の形態 4 に係る復号装置 700b の構成の一例を示すブロック図である。

[0305] 図 31 に示すように、復号装置 700b は、図 30 に示す復号装置 700a と比較して、新たに選択信号決定部 790 を備える点が異なっている。

[0306] 選択信号決定部 790 は、エントロピー復号部 310 から出力される予測モード信号を取得し、取得した予測モード信号に基づいて、選択信号を生成する。選択信号は、例えば、インデックスを示す信号であり、メモリ 781 及び 782 からは、選択信号が示すインデックスに対応付けられた逆変換係数及び分割統合情報が逆変換部 730 に出力される。

[0307] 具体的には、エントロピー復号部 310 は、符号化信号をエントロピー復号することで、圧縮済み予測モード信号を取り出し、近傍ブロックの情報からの推定値と組み合わせて予測モード信号を復号する。予測モード信号は、予測部 770 へ出力され、予測部 770 は予測信号を生成する。

[0308] また、予測モード信号は、選択信号決定部 790 へ送られ、選択信号決定

部 7 9 0 は、予測モード信号に対応する、逆変換係数、及び、分割統合情報を選択するための選択信号を出力する。選択信号は、メモリ 7 8 1 と、メモリ 7 8 2 とへ出力され、それぞれのメモリから、第 2 逆変換係数と分割統合情報とが、逆変換部 7 3 0 へ出力される。

[0309] この選択的な仕組みは、時間空間的に適応され、選択信号に基づいて、ブロック単位、マクロブロック単位、マクロブロックを複数個まとめた単位、又は、スライス単位で行われてもよい。また、図 3 1 で述べる予測モード信号に対応する選択信号と、図 3 0 で説明した符号化信号から復号した選択信号とを組み合わせてもよい。

[0310] なお、復号量子化係数の非ゼロ係数の個数、低域領域の非ゼロ係数の個数、非ゼロ係数のレベルの総和、逆量子化部 3 2 0 の出力する復号変換出力 $y^{\wedge}$ の総和、低域領域の総和などに応じて、第 2 逆変換係数、及び、分割統合情報を切り替えてもよい。なお、復号量子化係数の総和のパリティ（偶数又は奇数の状態）に基づいて、第 2 逆変換係数、及び、分割統合情報を切り替えてもよい。なお、復号量子化係数の総和が 1 であるとき、第 2 逆変換は行わないとしてもよい。

[0311] なお、本発明の実施の形態 4 では、実施の形態 3 で示したように、第 2 逆変換の際に、符号化パラメータが所定方向への外挿を示す予測方法を示す場合、復号変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、当該所定方向の係数値を含む範囲を、第 2 逆変換の対象として決定する。所定方向の係数値を含む範囲とは、具体的には、所定方向の始点側の係数値を含む範囲である。

[0312] 例えば、符号化パラメータが略水平方向への外挿を示す予測方法を示す場合、復号変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、横方向の係数値（具体的には、左側の係数値）を含む範囲を、第 2 逆変換の対象として決定する。また、符号化パラメータが略垂直方向への外挿を示す予測方法を示す場合、復号変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、縦方向の係数値（具体的には、上側の係数値）を含む範囲を、第 2 逆変換の対象として決定する。

[0313] (実施の形態 5)

本発明の実施の形態 5 に係る符号化装置及び符号化方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなど符号化対象となる信号を、複数種類の変換の組み合わせによって変換を行う変換部及び変換方法を備える。本発明の実施の形態 5 に係る符号化装置及び符号化方法では、予め定められた固定の変換係数で構成される固定の変換行列を用いて第 1 変換を行うことを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同様の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0314] 本発明の実施の形態 5 における変換部及び変換方法を、図 3 2 を用いて説明する。図 3 2 は、本発明の実施の形態 5 に係る変換部 8 1 0 の構成の一例を示すブロック図である。なお、本発明の実施の形態 5 に係る符号化装置は、実施の形態 1 又は 3 と比較して、変換部の構成のみが異なっているので、以下では、変換部の構成及び動作について説明する。

[0315] 図 3 2 に示すように、変換部 8 1 0 は、第 1 変換部 2 0 0 と、分割部 2 1 0 と、第 2 変換部 2 2 0 と、統合部 2 3 0 と、第 2 メモリ 6 1 1 と、分割統合情報算出部 6 1 2 と、第 3 メモリ 6 2 1 と、第 2 変換係数導出部 2 2 2 とを備える。変換部 8 1 0 は、図 1 9 に示す変換部 5 1 0 と比較して、第 1 変換部 2 0 0 の代わりに第 1 変換部 9 0 0 を備える点と、第 1 メモリ 6 0 1 と、第 1 変換係数導出部 2 0 2 とを備えない点が異なっている。

[0316] 変換入力信号は、第 1 変換部 9 0 0 へ入力される。第 1 変換部 9 0 0 は、予め定められた変換係数及び／又は基底関数で構成される変換行列を用いて変換入力信号に第 1 変換を行うことで、第 1 変換出力信号を生成する。第 1 変換部 9 0 0 は、変換係数を任意に取りうる自由度を放棄して、規定の変換を行うように限定する。これにより、処理の複雑度を軽減し、演算量を削減することができる。なお、ここでは、このような変換を固定変換と呼ぶこととする。

[0317] なお、図 3 2 では、分割統合情報、第 2 変換係数を導出するためのメモリ及び導出部を備えた構成を示したが、実施の形態 3 で説明した場合と同様に

完全な最適解ではなくとも、これらのいずれか1つ又は全てを、経験や準最適な方法に基づいて、事前に導出しておいてもよい。

[0318] 本発明の実施の形態5に係る変換部810では、複数の変換を用いて、第1変換として、固定変換を用いて変換し、第2変換として、より小さな集合 S_B の（第1変換出力信号の）統計的性質に応じて最適に導出された変換係数で構成される変換行列を用いた変換を行う。以下では、図33を用いて、本発明の実施の形態5に係る変換方法の概念を説明する。なお、図7及び図21とほぼ同じであり、相違する点のみ説明する。

[0319] 第1変換係数は、集合 S_A を非常に大きくとったときに、集合 S_A の統計的な性質に基づいて最適となるように予め設計する。集合 S_A を非常に大きくとって設計することで、第1変換部900の変換係数を更新する必要を無くすことができ、固定変換にできる。したがって、入力信号に対して異なる変換係数をとる自由度がないので、変換部810は、実施の形態3に記載の第1メモリ601及び第1変換係数導出部202を備える必要がなくなる。

[0320] さらに、既存規格の変換を第1変換として用いてもよい。例えば、MPEG-1/2/4ビデオ符号化規格搭載の離散コサイン変換や、H.264/AVC規格採用の整数精度DCTなどを用いてもよい。これらの変換はバタフライ構成をとることができ、 n 次元の入力に対する乗算回数を $n \times \log_2(n)$ まで軽減できる（実施の形態3の第1変換の場合は $n \times n$ ）。

[0321] なお、既存規格の変換は、変換入力信号を含む非常に大きな集合 S_A に対して厳密には最適化されていない可能性がある。符号化装置への入力信号が撮像素子などの特性の影響を受けて特殊な相関を持つ場合、あるいは、変換入力信号が予測誤差である場合などは、予測信号が特殊な相関を持っているために、変換入力信号が特殊な相関を持っていることが原因として考えられる。

[0322] このような相関は、各実施の形態の第2変換係数の設計時に反映させることで、第2変換において無相関化とエネルギー圧縮とを行うことで補償できる。具体的には、第1変換出力信号の集合 S_C のうち、集合 $S_{B(1)}$ を第1変換

部 9 0 0 で変換した集合を集合 $S_{C(1)}$ とし、集合 $S_{B(2)}$ を第 1 変換部 9 0 0 で変換した集合を集合 $S_{C(2)}$ とする。この場合に、集合 $S_{C(1)}$ 、及び、集合 $S_{C(2)}$ に対してそれぞれ独立に、第 2 変換係数導出部 2 2 2 において、第 2 変換係数を導出する。

[0323] ただし、第 2 変換部 2 2 0 は、分割部 2 1 0 によって信号の一部のみが入力される構成のため、実施の形態 3 と比べると、無相関化とエネルギー圧縮との性能は、若干低下する。しかしながら、本発明の実施の形態 5 に係る符号化装置によれば、第 1 変換係数を算出する必要がなくなるため、演算量の低下を実現することができる。また、第 1 変換係数を導出するためのメモリ及び導出部を備える必要がなくなるので、回路の小型化を実現することができる。

[0324] なお、本発明の実施の形態 5 の変換処理のフローは、実施の形態 1 又は 3 のフローとほぼ同様である。第 1 変換が固定変換であるため、図 6 のステップ S 1 1 1 が省略され、ステップ S 1 1 2 ~ ステップ S 1 1 8 の処理が実行される。このとき、第 1 変換は既存の変換であり、第 1 変換入力信号に対して最適な設計がされていないので、第 2 変換の変換係数の最適化（ステップ S 1 1 5）にて反映させる。なお、ステップ S 1 1 3、ステップ S 1 1 5 は別の方法によって決定され、本実施の形態の一部として動作しなくてもよい。

[0325] 以上のように、本発明の実施の形態 5 に係る符号化装置及び符号化方法により、変換処理の演算量と変換係数のデータ量を抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。さらに、固定変換を用いることで、演算量を削減できる。

[0326] なお、固定変換として、H. 2 6 4 / A V C 規格採用の整数精度 D C T などの、乗算を用いずにシフトと加算演算で構成される変数は、変換行列の基底の大きさ（ノルム）が揃わない場合がある。したがって、第 1 変換として固定変換を用いた場合には、ノルムの補正を行うことが好ましい。

[0327] 図 3 4 は、本発明の実施の形態 5 の変形例に係る変換部 8 1 0 a の構成の

一例を示すブロック図である。変換部 810 a は、変換部 810 と比較して、さらに、ノルム補正部 940 を備える。

[0328] ノルム補正部 940 は、第 1 変換部 900 によって生成された第 1 変換出力信号にノルム補正を行う。そして、ノルム補正後の信号が、分割部 210 に出力される。ノルム補正部 940 は、第 1 変換行列に基づいて決定される補正パラメータを用いて、第 1 変換出力信号を正規化することで、第 1 変換出力信号を補正する。補正パラメータは、例えば、第 1 変換行列のノルムである。

[0329] ノルム補正部 940 は、第 1 変換に用いた第 1 変換行列 A_{1^n} から算出したノルムを用いて、入力される第 1 変換出力信号 y_{1^n} を補正する。ノルムは、以下の式 12 によって算出される。

[0330] [数12]

$$(式 12) \quad N(i) = \sqrt{\sum_{k=1}^n a(i,k)^2}$$

[0331] ここで、 $a(i, k)$ は、第 1 変換行列 A_{1^n} に含まれる要素である。

[0332] なお、第 1 変換行列 A_{1^n} が適応的に変化する場合、ノルムも変化するので、ノルム補正部 940 は、ノルムを算出し、算出したノルムを用いて第 1 変換出力信号 y_{1^n} を補正する。第 1 変換行列 A_{1^n} が固定の行列である場合、ノルム補正部 940 は、内部メモリなどにノルムを保持しておけばよい。

[0333] ノルム補正部 940 は、式 13 に従って、第 1 変換出力信号 y_{1^n} を補正する。つまり、ノルム補正部 940 は、第 1 変換出力信号 y_{1^n} にノルムの逆数を乗じることで、補正後の第 1 変換出力信号 y'_{1^n} を生成する。言い換えると、ノルム補正部 940 は、第 1 変換出力信号 y_{1^n} をノルムで除算することで、補正後の第 1 変換出力信号 y'_{1^n} を生成する。

[0334] [数13]

$$(式 13) \quad y'_1(i) = y_1(i)/N(i)$$

- [0335] なお、ノルムを用いた乗算及び除算は、第1変換出力信号 y_{1^n} に含まれる要素毎に行われる。すなわち、ノルム補正部940は、第1変換出力信号 y_{1^n} の要素 $y_{1^n}(i)$ にノルム $N(i)$ の逆数を乗じることで、補正後の第1変換出力信号 y'_{1^n} の要素 $y'_{1^n}(i)$ を生成する。
- [0336] なお、上記のノルム補正は、分割部210による分割後の第1部分信号と第2部分信号とに別々に行ってもよい。
- [0337] 図35は、本発明の実施の形態5の変形例に係る変換部810bの構成の一例を示すブロック図である。変換部810bは、変換部810と比較して、さらに、ノルム補正部941及び942を備える。
- [0338] ノルム補正部941は、第1部分信号 y_{1L^m} にノルム補正を行う。そして、ノルム補正後の第1部分信号 y'_{1L^m} が第2変換部220に出力される。具体的には、ノルム補正部941は、第1変換に用いた第1変換行列 A_{1^n} から算出したノルム N を用いて、入力される第1部分信号 y_{1L^m} を補正する（式13参照、 $y'_{1^n}(i)$ は $y'_{1L}(i)$ に、 $y_{1^n}(i)$ は $y_{1L}(i)$ に読み替える）。また、ノルム N は、上記の式12によって算出される。
- [0339] ノルム補正部942は、第2部分信号 $y_{1H^{n-m}}$ にノルム補正を行う。そして、ノルム補正後の第2部分信号 $y'_{1H^{n-m}}$ が統合部230に出力される。具体的には、ノルム補正部942は、第1変換に用いた第1変換行列 A_{1^n} から算出したノルム N を用いて、入力される第2部分信号 $y_{1H^{n-m}}$ を補正する（式13参照、 $y'_{1^n}(i)$ は $y'_{1H}(i)$ に、 $y_{1^n}(i)$ は $y_{1H}(i)$ に読み替える）。また、ノルム N は、上記の式12によって算出される。
- [0340] なお、第1部分信号 y_{1L^m} にノルム補正を行うのではなく、第2変換行列 A_{2^m} にノルム補正を行っても同様の効果が得られる。以下では、第2変換行列 A_{2^m} にノルム補正を行う場合について説明する。
- [0341] ノルム補正部941は、第1変換行列 A_{1^n} から算出したノルムを用いて、第2変換行列 A_{2^m} を構成する第2変換係数を補正することで、修正係数を導出する。なお、ノルムは、式12によって算出される。
- [0342] 具体的には、ノルム補正部941は、式14に従って、第2変換行列 A_{2^m}

を構成する第2変換係数を補正する。つまり、ノルム補正部941は、第2変換行列 A_2^m にノルムの逆数を乗じることで、補正後の第2変換行列 $A_2'^m$ を生成する。言い換えると、ノルム補正部941は、第2変換係数をノルムで除算することで、修正係数である補正後の第2変換係数を生成する。

[0343] [数14]

$$(式 14) \quad a_2'(i, j) = a_2(i, j)/N(i)$$

[0344] なお、ノルムを用いた乗算及び除算は、第2変換行列 A_2^m の第2変換係数である要素毎に行われる。すなわち、ノルム補正部941は、第2変換係数 $a_2(i, j)$ にノルム $N(i)$ の逆数を乗じることで、補正後の第2変換係数 $a_2'(i, j)$ を生成する。

[0345] そして、第2変換部220は、補正後の第2変換行列 $A_2'^m$ を用いて第1部分信号 y_{1L}^m を変換することで、第2変換出力信号 y_2^m を生成する。

[0346] 以上のように、第1変換後の信号に対してノルム補正を行うことで、変換行列の基底を揃えることができ、変換の精度を高めることができる。

[0347] また、ノルム補正を行うとともに、H. 264では量子化部で行っていた量子化マトリクス (Qmatrix) のウェイトスケールの重み付けを、上記のノルム補正部940 (又はノルム補正部941及び942) が行ってもよい。なお、量子化マトリクスのウェイトスケールは、補正パラメータの一例である。

[0348] ノルム補正部940は、量子化部120で用いられる量子化マトリクスを用いて第1部分信号を重み付けることで、第1変換出力信号 y_{1L}^n を補正する。具体的には、ノルム補正部940は、式15及び式16に従って、第1変換出力信号 y_{1L}^n を補正する。つまり、ノルム補正部940は、第1変換出力信号 y_{1L}^n に量子化マトリクスの逆数 $m f$ を乗じることで、補正後の第1変換出力信号 $y_{1L}'^n$ を生成する。言い換えると、ノルム補正部940は、第1変換出力信号 y_{1L}^n を量子化マトリクスで除算することで、補正後の第1変換出力信号 $y_{1L}'^n$ を生成する。

[0349] [数15]

$$(式 15) \quad y'_1(i) = y_1(i) * mf(i)$$

[0350] [数16]

$$(式 16) \quad mf(i) = 1/f(i)$$

[0351] なお、 $f(i)$ は、量子化マトリクスから導出されるウェイトスケール ($weightScale$) の各要素の値である。

[0352] なお、第2変換後に、さらに、ポストスケール補正を行うことが好ましい。

[0353] 量子化マトリクスから算出される補正係数 mf_2 を統合部 230 から出力される信号 y'^n に乗じることで、変換出力信号 y^n を生成する。具体的には、式 17 及び式 18 に従って、統合後の信号 y'^n を補正することで、変換出力信号 y^n を生成する。

[0354] [数17]

$$(式 17) \quad y(i) = y'(i) * mf_2(j)$$

[0355] [数18]

$$(式 18) \quad mf_2(j) = 1/S(i)$$

[0356] なお、 $S(i)$ は、式 19 で示される行列の要素である。

[0357] [数19]

$$(式 19) \quad S = \frac{1}{\sqrt{mf(1)^2 + \dots + mf(4)^2}} \begin{bmatrix} mf(1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & mf(2) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & mf(4) \end{bmatrix}$$

[0358] 図 35 に示す変換部 810b においても、上記と同様にして、量子化マトリクスのウェイトスケールの重み付けを行うことができる。なお、上記のポ

ストスケール補正は、第2変換部220によって生成された第2変換出力信号に行えばよい。

[0359] また、図35の例において、量子化マトリクスのウェイトスケールの重み付けにおいても、第1部分信号 y_{1L}^m ではなく、第2変換行列 A_2^m を補正してもよい。

[0360] このとき、ノルム補正部941は、量子化マトリクスを用いて第2変換行列 A_2^m を補正する。具体的には、ノルム補正部941は、式20に従って、第2変換行列 A_2^m を補正する。式20に示すように、ノルム補正部941は、第2変換係数 $a_2(i, j)$ 毎に、量子化マトリクスの要素の逆数 $mf(i)$ と、量子化マトリクスから算出される補正係数 $mf_2(j)$ とを乗じる。

[0361] [数20]

$$(式 20) \quad a'_2(i, j) = a_2(i, j) * mf(i) * mf_2(j)$$

[0362] 以上のように、第1部分信号 y_{1L}^m ではなく、第2変換行列 A_2^m を補正することによっても、同様に、符号化効率を高める効果を得ることができる。

[0363] なお、ノルム補正と量子化マトリクスの重み付けとを組み合わせてもよい。すなわち、ノルム補正部941は、第1部分信号 y_{1L}^m 又は第2変換行列 A_2^m に、ノルム補正と量子化マトリクスの補正との両方を行ってもよい。

[0364] 例えば、第1部分信号 y_{1L}^m を補正する場合、ノルム補正部941は、式21に従って、第1部分信号 y_{1L}^m を補正する。具体的には、ノルム補正部941は、第1部分信号 y_{1L}^m の要素 $y_{1L}(i)$ 毎に、第1変換行列 A_1^n から算出されたノルム $N(i)$ の逆数と、量子化マトリクスの要素の逆数 $mf(i)$ とを乗じることで、補正後の第1部分信号 y'_{1L}^m を生成する。

[0365] [数21]

$$(式 21) \quad y_2(i) = y'_2(i)/N(i) * mf(i)$$

[0366] また、第2変換行列 A_2^m を補正する場合、ノルム補正部941は、式22

に従って、第2変換行列 A_2^m を補正する。具体的には、ノルム補正部941は、第2変換係数 $a_2(i, j)$ 毎に、第1変換行列 A_1^n から算出されたノルム $N(i)$ の逆数と、量子化マトリクスの要素の逆数 $mf(i)$ と、量子化マトリクスから算出される補正係数 $mf_2(j)$ とを乗じることで、補正後の第2変換行列 A'_2^m を生成する。

[0367] [数22]

$$(式 2 2) \quad a'_2(i, j) = a_2(i, j)/N(i) * mf(i) * mf_2(j)$$

[0368] 以上のような構成であっても、より適した第2変換を第1部分信号に適用することができる。

[0369] なお、第2変換における有効データ長が所定の値以下に収まるように、第2変換部220へ入力する第1部分信号を構成する係数値をシフトダウンすることで、第1変換出力信号を補正してもよい。これにより、第2変換部220の内部処理の必要精度を下げ、回路資源を節約することができる。

[0370] また、第1変換前の第1部分信号又は第2変換後の第1部分信号（第2変換出力信号）を構成する係数値のビット長が、第2部分信号を構成する係数値のビット長と同じになるように、第1部分信号又は第2変換出力信号を構成する係数値をシフトダウンしてもよい。

[0371] （実施の形態6）

本発明の実施の形態6に係る復号装置及び復号方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなどの信号が符号化された符号化信号（例えば、実施の形態5において生成された符号化信号）を、複数種類の変換の組み合わせによって逆変換を行う逆変換部及び逆変換方法を備える。本発明の実施の形態6に係る復号装置及び復号方法では、予め定められた固定の逆変換係数で構成される逆変換行列を用いて第1逆変換を行うことを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同じ符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0372] 本発明の実施の形態6に係る逆変換部及び逆変換方法を、図36を用いて

説明する。図36は、本発明の実施の形態6に係る逆変換部1030の構成の一例を示すブロック図である。なお、本発明の実施の形態6に係る復号装置は、実施の形態2又は4と比較して、逆変換部の構成のみが異なっているので、以下では、逆変換部の構成及び動作について説明する。

[0373] 図36に示すように、逆変換部1030は、分割部400と、第2逆変換部410と、統合部420と、第1逆変換部1130とを備える。逆変換部1030は、図29に示す逆変換部730と比較して、第1逆変換部430の代わりに第1逆変換部1130を備える点が異なっている。

[0374] 第1逆変換部1130は、第1復号変換出力信号に対して、予め定められた固定の逆変換処理を行うことで、復号変換入力信号を生成する。第1逆変換部1130は、予め定められた固定の逆変換を行うので、外部（例えば、符号化装置）から第1（逆）変換係数を取得する必要はない。

[0375] さらに、第1逆変換部1130は、例えば、MPEG-1/2/4ビデオ符号化規格搭載の離散コサイン変換や、H.264/AVC規格採用の整数精度DCTを第1逆変換として用いて、演算量を軽減してもよい。

[0376] 本発明の実施の形態6の逆変換処理のフローは、実施の形態2又は4のフローとほぼ同様である。第1逆変換が固定の逆変換であるため、図14のステップS237が省略され、ステップS231～S236、S238の処理が実行される。なお、分割統合情報を取得するステップS231、第2逆変換係数を取得するステップS233は、前述したように通知のバリエーションが多数あるため、本フローのタイミングで実施されとは限らず、また、本実施の形態の一部として必須の動作ではない。

[0377] 以上のように、本発明の実施の形態6に係る復号装置及び復号方法により、変換処理の演算量と逆変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。さらに、固定変換を用いることで、演算量を削減できる。

[0378] なお、固定の逆変換として、H.264/AVC規格採用の整数精度DCTなど、乗算を用いずシフトと加算演算で構成させる変換は、逆変換行列の

基底の大きさ（ノルム）が揃わない場合がある。したがって、第1逆変換としてノルムの不揃いな逆変換を用いた場合には、ノルムの補正を行うことが好ましい。

[0379] H. 264では、逆量子化部においてノルム補正処理を行っているが、本発明の実施の形態6に係る復号装置では、例えば、図37に示すように、第1逆変換部1130への入力信号に対して行う。つまり、第2逆変換を行った後に、第1復号変換出力信号を補正する。

[0380] 図37は、本発明の実施の形態6の変形例に係る逆変換部1030aの構成の一例を示すブロック図である。逆変換部1030aは、逆変換部1030と比較して、さらに、ノルム補正部1140を備える。

[0381] ノルム補正部1140は、統合部420によって統合された第1復号部分信号と第2復号部分信号とを含む信号に、ノルム補正を行うことで、第1復号変換出力信号を生成する。ノルム補正部1140は、第1逆変換行列に基づいて決定される補正パラメータを用いて、第1復号部分信号を正規化することで、第1復号変換出力信号を補正する。補正パラメータは、例えば、第1逆変換行列のノルムである。

[0382] ノルム補正部1140は、第1逆変換行列 $A^{-1}_{1^n}$ から算出したノルムを用いて、統合後の信号 y'^{1^n} を補正する。ノルムは、実施の形態5と同様に、式12に従って算出される。

[0383] なお、符号化信号に第1逆変換係数行列 $A^{-1}_{1^n}$ が含まれている場合など、第1逆変換行列 $A^{-1}_{1^n}$ が適応的に変化する場合、ノルムも変化するので、ノルム補正部1140は、ノルムを算出し、算出したノルムを用いて統合後の信号 y'^{1^n} を補正する。第1逆変換係数が固定の係数である場合、ノルム補正部1140は、内部メモリなどにノルムを保持しておけばよい。

[0384] ノルム補正部1140は、実施の形態5の変形例に係るノルム補正部940と反対の処理を行う。具体的には、ノルム補正部1140は、式23に示すように、統合後の信号 y'^{1^n} にノルムを乗じることで、第1復号変換出力信号 y^{1^n} を生成する。

[0385] [数23]

$$(式 2 3) \quad \hat{y}_1(i) = \hat{y}'_1(i) * N(i)$$

[0386] なお、式 2 3 に示す乗算は、統合後の信号 $y^{\wedge'}_{1^n}$ に含まれる要素毎に行われる。すなわち、ノルム補正部 1 1 4 0 は、統合後の信号 $y^{\wedge'}_{1^n}$ の要素 $y^{\wedge'}_1(i)$ に、ノルム $N(i)$ を乗じることで、第 1 復号変換出力信号 $y^{\wedge}_{1^n}$ の要素 $y^{\wedge}_1(i)$ を生成する。

[0387] なお、上記のノルム補正は、統合部 4 2 0 による統合前の 2 つの入力信号である第 2 復号部分信号、及び、第 1 復号部分信号に別々に行ってもよい。

[0388] 図 3 8 は、本発明の実施の形態 6 の変形例に係る逆変換部 1 0 3 0 b の構成の一例を示すブロック図である。逆変換部 1 0 3 0 b は、逆変換部 1 0 3 0 と比較して、さらに、ノルム補正部 1 1 4 1 及び 1 1 4 2 を備える。

[0389] ノルム補正部 1 1 4 1 は、第 1 復号部分信号 $y^{\wedge'}_{1_L^m}$ にノルム補正を行う。具体的には、ノルム補正部 1 1 4 1 は、第 1 逆変換に用いる第 1 逆変換行列 $A^{-1}_{1^n}$ から算出したノルム N を用いて、入力される第 1 復号部分信号 $y^{\wedge'}_{1_L^m}$ を補正する（式 2 3 参照、 $y^{\wedge}_1(i)$ は $y^{\wedge}_{1_L}(i)$ に、 $y^{\wedge'}_1(i)$ は $y^{\wedge'}_{1_L}(i)$ に読み替える）。なお、ノルム N は、上記の式 1 2 によって算出される。

[0390] ノルム補正部 1 1 4 2 は、第 2 復号部分信号 $y^{\wedge'}_{1_H^{n-m}}$ にノルム補正を行う。具体的には、ノルム補正部 1 1 4 2 は、第 1 逆変換に用いる第 1 逆変換行列 $A^{-1}_{1^n}$ から算出したノルム N を用いて、入力される第 2 復号部分信号 $y^{\wedge'}_{1_H^{n-m}}$ を補正する（式 2 3 参照、 $y^{\wedge}_1(i)$ は $y^{\wedge}_{1_H}(i)$ に、 $y^{\wedge'}_1(i)$ は $y^{\wedge'}_{1_H}(i)$ に読み替える）。

[0391] 統合部 4 2 0 は、ノルム補正が行われた第 1 復号部分信号と第 2 復号部分信号とを統合することで、第 1 復号変換出力信号を生成する。なお、ノルム N は、上記の式 1 2 によって算出される。

[0392] なお、第 2 逆変換後の第 2 復号変換出力信号 $y^{\wedge'}_{1_L^m}$ にノルム補正を行うのではなく、第 2 逆変換行列 $A^{-1}_{2^m}$ にノルム補正を行っても同様の効果が得

られる。

[0393] ノルム補正部 1141 は、第 1 逆変換行列 A^{-1}_{1n} から算出したノルムを用いて、第 2 変換係数を補正する。なお、ノルムは、式 12 によって算出される。具体的には、ノルム補正部 1141 は、式 24 に従って第 2 逆変換係数を補正する。つまり、ノルム補正部 1141 は、第 2 逆変換係数にノルムを乗じることで、補正後の第 2 逆変換係数を生成する。

[0394] [数24]

$$(式 24) \quad a^{-1'}_2(i, j) = a^{-1}_2(i, j) * N(i)$$

[0395] 第 2 逆変換部 410 は、補正後の第 2 逆変換行列 $A^{-1'}_{2m}$ を用いて、第 2 復号変換出力信号 $y^{\wedge}_{2m}$ を逆変換することで、第 1 復号部分信号 $y^{\wedge}_{1Lm}$ を生成する。

[0396] 以上のように、第 1 逆変換前の信号に対してノルム補正を行うことで、逆変換行列の基底を揃えることができ、変換の精度を高めることができる。

[0397] なお、図 37 に示す構成と図 38 に示す構成とを比較すると、図 37 の構成は、ノルム補正部が単一であるので、実装が単純化することができるという効果がある。一方で、図 38 の構成は、2 つの信号の有効性が異なる場合に、それぞれの有効精度に応じた最小限の有効精度を備えるノルム補正部を実現できる効果がある。

[0398] また、ノルム補正と同様に、H. 264 では逆量子化部で行っていた、量子化マトリクス (Qmatrix) のウェイトスケールの重み付け処理を、図 37 又は図 38 で示すノルム補正部で行ってもよい。つまり、量子化マトリクスのウェイトスケールを用いて第 1 復号部分信号を重み付けすることで、第 1 復号変換出力信号を補正してもよい。

[0399] ノルム補正部 1140 は、実施の形態 5 の変形例に係るノルム補正部 940 が行う処理と反対の処理を行う。具体的には、ノルム補正部 1140 は、統合後の信号 $y^{\wedge'}_{1n}$ に量子化パラメータを乗じることで、第 1 復号変換出力信号 y_{1n} を生成する。なお、これは、式 25 に示すように、補正係数 mf

で統合後の信号 y'^n を除算することと等価である。

[0400] [数25]

$$(式 2 5) \quad \hat{y}_1(i) = \hat{y}'_1(i)/mf(i)$$

[0401] なお、補正係数 mf は、式 1 6 によって表される。

[0402] また、図 3 8 に示すように、第 1 復号部分信号に量子化マトリクスのスケーリングを行う場合は、第 2 逆変換前にポストスケール逆補正を行うことが好ましい。

[0403] 具体的には、量子化マトリクスから算出される補正係数 mf_2 の逆数を第 2 復号変換出力信号 y^m_2 に乗じることで、逆補正後の第 2 復号変換出力信号 y'^m_2 を生成する。なお、これは、式 2 6 に示すように、補正係数 mf_2 で第 2 復号変換出力信号 y^m_2 を除算することと等価である。

[0404] [数26]

$$(式 2 6) \quad \hat{y}'_2(i) = \hat{y}_2(i)/mf_2(j)$$

[0405] なお、補正係数 $mf_2(j)$ は、式 1 8 及び式 1 9 によって表される。

[0406] また、図 3 8 の例において、量子化マトリクスのウェイトスケールの重み付けにおいても、逆変換後の第 2 復号変換出力信号 y'^m_{1L} ではなく、第 2 逆変換行列 A^{-1}_2 を補正してもよい。

[0407] このとき、ノルム補正部 1 1 4 1 は、量子化マトリクスを用いて第 2 逆変換行列 A^{-1}_2 を補正する。具体的には、ノルム補正部 1 1 4 1 は、式 2 7 に従って、第 2 逆変換行列 A^{-1}_2 を補正する。式 2 7 に示すように、ノルム補正部 1 1 4 1 は、第 2 逆変換係数 $a^{-1}_2(i, j)$ 毎に、量子化マトリクスの要素の逆数 $mf(i)$ と、量子化マトリクスから算出される補正係数 $mf_2(j)$ とで除算する。

[0408] [数27]

$$(式 2 7) \quad a^{-1}_2(i, j) = a^{-1}_2(i, j)/mf(i)/mf_2(j)$$

[0409] 以上のように、逆変換後の第2復号変換出力信号 y'^{1Lm} ではなく、第2逆変換行列 A^{-1}_{2m} を補正することによっても、同様に、符号化効率を高める効果を得ることができる。

[0410] なお、ノルム補正と量子化パラメータの重み付けとを組み合わせてもよい。すなわち、ノルム補正部 1141 は、逆変換後の第2復号変換出力信号 y'^{1Lm} 又は第2逆変換行列 A^{-1}_{2m} に、ノルム補正と量子化マトリクスの重み付けとの両方を行ってもよい。

[0411] 例えば、逆変換後の第2復号変換出力信号 y'^{1Lm} を補正する場合、ノルム補正部 1141 は、式28に従って、逆変換後の第2復号変換出力信号 y'^{1Lm} を補正する。具体的には、ノルム補正部 1141 は、逆変換後の第2復号変換出力信号 y'^{1Lm} の要素 $y'^{1L}(i)$ 毎に、第1逆変換行列 A^{-1}_{1n} から算出されたノルム $N(i)$ を乗じ、量子化マトリクスの要素の逆数 $mf(i)$ を除算することで、第1復号部分信号 y^{1Lm} を生成する。

[0412] [数28]

$$(式 28) \quad \hat{y}_{1L}(i) = \hat{y}'_{1L}(i) * N(i)/mf(i)$$

[0413] また、第2逆変換行列 A^{-1}_{2m} を補正する場合、ノルム補正部 1141 は、式29に従って、第2逆変換行列 A^{-1}_{2m} を補正する。具体的には、ノルム補正部 1141 は、第2変換係数 $a^{-1}_{2}(i, j)$ 毎に、第1逆変換行列 A^{-1}_{1n} から算出されたノルム $N(i)$ を乗じ、量子化マトリクスの要素の逆数 $mf(i)$ と、量子化マトリクスから算出される補正係数 $mf_2(j)$ とで除算することで、補正後の第2逆変換行列 $A^{-1'}_{2m}$ を生成する。

[0414] [数29]

$$(式 29) \quad a^{-1'}_{2}(i, j) = a^{-1}_{2}(i, j) * N(i)/mf(i)/mf_2(j)$$

[0415] 以上のような構成であっても、より適した第2逆変換を第2復号変換出力信号に適用することができる。

[0416] なお、変換入力信号のデータ量が多い場合には、ノルムの補正処理とウェ

イトスケールの重み付け処理とを省略して、演算量を削減し、変換入力信号のデータ量が少ない場合のみ、これらの処理を行ってもよい。なお、ノルムの補正処理とウェイトスケールの重み付けとは、補正対象の信号が非ゼロの場合のみに限定し、演算量を削減してもよい。

[0417] なお、変換入力信号のデータ量が多い場合とは、具体的には、変換のブロックのサイズが 4×4 画素、 8×8 画素、 16×16 画素、 32×32 画素などのように複数種類定義される時、 32×32 は 4×4 や 8×8 よりデータ量が多いと考える。あるいは、変換行列の非ゼロ係数が多い場合を指すと考えてもよい。

[0418] なお、変換入力信号のデータ量が多い場合には、ノルムの補正処理とウェイトスケールの重み付け処理とについて、乗算ではなく、シフトと加算とのみからなるように近似して、乗算回数を削減してもよい。

[0419] なお、数値を正確に表現するのに必要なメモリのデータサイズ（ここでは必要ビット長とする）は、一般的に行列演算によって増加する。第2復号部分信号は、第2逆変換が行われない一方で、第1復号部分信号は第2逆変換部410において乗算が行われているため、必要ビット長が相違する可能性がある。したがって、第2逆変換部410において必要ビット長がMビット増加する場合、第2復号部分信号は、Mビット分シフトアップしておいてもよい。

[0420] 例えば、図36の構成においては、第1逆変換部1130へ入力する前の時点でビット長を一致させる補正を行うことで、第1逆変換部1130を切り替える必要がなくなり、第1逆変換部1130の構成を簡略化できる。また、図37に示す構成において、ノルム補正部1140へ入力する前の時点で必要ビット長を一致させる補正を行うことで、ノルム補正部1140の処理を、第2復号部分信号と、第1復号部分信号とに切り替える必要がなくなり、ノルム補正部1140の構成を簡略化できる。

[0421] また、図38に示す構成の場合、第2復号部分信号が入力されるノルム補正部1142は、入力信号の必要ビット長が低いままのため、内部の信号処

理に必要な必要ビット長を低く抑え、回路資源を節約することができる。あるいは、入力信号の必要ビット長の低い分だけ、ノルム補正部 1142 において乗算する、ノルム補正量、及び、ウェイトスケールの重み付け量の有効精度を上げてよく、この場合、ノルム補正とウェイトスケールの重み付けとの演算精度を向上できる。

[0422] あるいは、第 2 逆変換部 410 へ入力する第 2 復号変換出力信号を予め N ビットシフトダウンしておき、第 2 逆変換部 410 の内部処理の必要精度を下げ、回路資源を節約してもよい。なお、第 2 逆変換部 410 の変換によって増加するビット長が M ビットであるとき、N は M よりも小さく設定してもよい。この場合、第 2 逆変換への入力時に N ビットのシフトダウンを行うとき、第 2 逆変換の出力に対して M-N ビットのシフトダウンを行う。

[0423] このように、第 2 逆変換における有効データ長が所定の値以下に収まるように、第 2 逆変換部 410 へ入力する第 2 復号変換出力信号を構成する係数値をシフトダウンすることで、第 2 復号変換出力信号を補正してもよい。これにより、第 2 逆変換部 410 の内部処理の必要精度を下げ、回路資源を節約することができる。

[0424] また、第 1 復号部分信号又は第 2 復号変換出力信号を構成する係数値のビット長が、第 2 復号部分信号を構成する係数値のビット長と同じになるように、第 1 復号部分信号又は第 2 復号変換出力信号を構成する係数値をシフトダウンしてもよい。

[0425] なお、本実施の形態で述べたビット操作のビット長は、シーケンス単位、GOP 単位、フレーム単位、ブロック単位に制御してもよい。第 2 復号変換出力信号のブロックの有効ビット長（ある瞬間に実際にメモリを消費しているサイズ）に基づいて、ブロック単位にビット長を制御することにより、演算精度を高めることができる。例えば、第 2 復号変換出力のブロックの有効ビット長が長いときは、第 2 逆変換部 410 への入力前のシフトダウン量を大きくし、そうではないときは、第 2 逆変換部 410 への入力前のシフトダウン量を小さくしてもよい。

[0426] また、第 1 変換及び第 1 逆変換は、離散コサイン変換と、離散サイン変換とを切り替える構成であってもよい。切り替えフラグ情報は符号化装置において符号化信号に多重化され、復号装置において復号され、符号化装置から復号装置へ通知される。離散コサイン変換と、離散サイン変換とは、位相が相互 $\pi/2$ にずれた変換であるため、第 2 変換と第 2 逆変換係数は、相互に $\pi/2$ だけずれた関係を持たせ、逆変換係数の情報量を削減してもよい。

[0427] (実施の形態 7)

本発明の実施の形態 7 に係る符号化装置及び符号化方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなど符号化対象となる信号を、複数種類の変換の組み合わせによって変換を行う変換部及び変換方法を備える。本発明の実施の形態 7 に係る符号化装置及び符号化方法では、多次元の信号に対して分離型及び非分離型の変換を行うことを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同様の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0428] 本発明の実施の形態 7 に係る符号化装置では、変換入力信号、第 1 変換出力信号、第 2 部分信号、及び、変換出力信号は、 P (P は 2 以上の整数) 次元信号である。第 2 変換部 220 は、 P 次元信号を入出力する場合と、一次元信号を入出力する場合のどちらであってもよい。第 2 変換部 220 が一次元信号を入出力する場合、第 2 変換部 220 は、実施の形態 1、3 及び 5 と同じである。

[0429] 分割部 210 は、 P 次元の変換入力信号を分割統合情報に従って第 1 部分信号と第 2 部分信号とに分割した後、さらに、第 1 部分信号を一次元に並び替える。並び替えの順序情報は、分割統合情報に追加的に格納される。

[0430] 統合部 230 は、第 2 変換出力信号と第 2 部分信号とを分割統合情報に従って統合することで、変換出力信号を生成する。この際、統合部 230 は、一次元信号である第 2 変換出力信号を、分割統合情報に格納された並び替え情報に基づいて P 次元信号へ並び替えた後、 P 次元の第 2 変換出力信号と P 次元の第 2 部分信号とを統合する。なお、第 2 変換部 220 が P 次元信号を

入出力する場合、一次元信号への並び替えを行わなくてもよい。

[0431] さらにこの場合、第2変換部220は、分離型（水平軸方向と垂直軸方向の2段階変換）の変換を行ってもよい。すなわち、第2変換部220は、水平方向に行単位に変換を行い、垂直方向に列単位に変換を行う。なお、水平と垂直の順は逆でもよい。

[0432] また、要素数が1個の行または列単位の変換は、実質処理をしていないのと同様であるため処理をスキップしてもよく、あるいは、後段のノルム補正の処理をここで行ってもよい。また、行変換の変換係数と列変換の変換係数とは、同じでも異なってもよい。行変換の変換係数は、全ての行で同じ変換係数を用いて変換係数のデータ量を削減してもよく、行単位に異なる変換係数を用いて、行単位の統計的な性質の違いに適応させ変換性能を上げてよい。列変換についても行変換と同様であり、全列で同じ変換係数を用いてもよく、あるいは、異なる変換係数を用いてもよい。

[0433] これらの相違は、P次元信号を変換の入力時点で一次元に並び替える非分離型であるか、変換内部で一次元単位で処理を行う分離型の構成をとるかである。

[0434] なお、第2変換係数の一部にゼロを設定することで、その係数の乗算処理を削減してもよい。ゼロに設定する係数は、上記のようにエネルギーの低い要素とする。特に、第2変換行列の大きさが第1変換行列の大きさと同じ場合は、分割部210において、第2変換部220へ入力する信号（第1部分信号）と入力しない信号（第2部分信号）とを分ける必要はなくなる。したがって、統合部230も必要ではなくなる。

[0435] つまり、分割部210と統合部230とを用いない場合は、図8（b）で示すように、第2変換の対象ではない要素に対応する変換行列の行について、対角要素は1で非対角要素は0という変換行列を用いることで、当該第2変換の対象ではない要素にかかる乗算処理を削減することを特徴としてもよい。第2変換の対象外とするのは、第1変換出力のうちエネルギーの小さな要素に対応する行としてもよい。あるいは、第1変換出力の相互相関の小さな

な要素に対応する変換行列の要素をゼロに設定してもよい。

- [0436] 第2変換部220の前後の動作について、 $4 \times 4 \times 2$ の三次元ブロック信号（入力点数 $n = 32$ ）が入力された場合について、図39を用いて説明する。
- [0437] P次元（例では $P = 3$ ）の第1変換出力信号は、分割部210において分割統合情報に従い、第1部分信号と第2部分信号とに分割される。第2変換部220は、第1部分信号に、第2変換行列を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成する。統合部230は、第2変換出力信号と、第2部分信号とを統合することで、変換出力信号として出力される。
- [0438] まず、第1変換部200が行う第1変換について説明する。第1変換部200は、P次元の入力信号（例えば、複数の二次元の変換入力信号）のそれぞれに第1変換を行うことで、複数の第1変換出力信号を生成する。
- [0439] P次元の信号である変換入力信号に対して、図39に示すように $P - 1$ 次元の第1変換を複数回適用し、第1変換出力信号を生成してもよい。例えば、図39で示す例では、第1変換部200は、 $4 \times 4 \times 2$ の三次元の変換入力信号に対して、 4×4 の二次元の第1変換を2回行う。
- [0440] なお、図39では、説明を分かりやすくするため、2つの第1変換部200を示しているが、1つの第1変換部200が2回の二次元の第1変換を行えばよい。また、実際に変換部が2つの第1変換部200を備え、2つの第1変換部200がそれぞれ1回ずつ二次元の第1変換を行ってもよい。
- [0441] あるいは、第1変換部200は、P次元の変換入力信号に対して、P次元の第1変換を1回行ってもよい。P次元の第1変換は分離型でもよく、あるいは、非分離型であってもよい。
- [0442] 次に、第2変換部220が行う第2変換について説明する。第2変換部220は、複数の第1変換出力信号の一部である複数の第1部分信号を含む一括信号に、一括して第2変換を行う。
- [0443] 図40は、分離型の構成の第2変換のデータフローを概念的に示す図である。2つの二次元ブロックを含む信号が入力された場合、まず、第2変換部

220は、二次元信号の水平方向に変換を行う（S501）。次に、第2変換部220は、垂直方向に変換を行う（S502）。最後に、第2変換部220は、ブロックをまたがる方向に変換を行う（S503）。なお、この順序は一例であり、水平、垂直、ブロックをまたがる方向の処理の順番は、これに限るものではない。また、分離型の構成の第2逆変換も、図40と同様に、水平方向、垂直方向、ブロックをまたがる方向などの順で逆変換を行う。逆変換の順番も、これに限るものではない。

[0444] このように、本発明の実施の形態7に係る第2変換部220は、P次元のそれぞれに対して一次元の変換をP回行う分離型の第2変換を、P次元の第1部分信号に行う。すなわち、図40に示す例では、三次元のそれぞれに対して一次元の変換を3回行う分離型の第2変換を、三次元の第1部分信号に行う。

[0445] 本発明の実施の形態7の変換処理のフローは、実施の形態1、3、5とほぼ同様であるため、ここでは、図6を用いて説明する。

[0446] なお、本発明の実施の形態7に係る符号化装置に入力される入力信号は、例えば、入力画像又は予測誤差画像を構成する複数のブロックのそれぞれに対応する画像信号である。具体的には、複数のブロックは、図41に示すように、入力画像又は予測誤差画像の輝度ブロック又は色差ブロックを含む。あるいは、複数のブロックは、図42に示すように、入力画像又は予測誤差画像内において互いに空間的に隣接するブロックを含んでもよい。

[0447] まず、第1変換係数導出部202は、第1変換係数を決定する（ステップS111）。次に、第1変換部200は、P次元の変換入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する（ステップS112）。このとき、第1変換は、入力信号の次元よりも低い次元で複数回行われてもよい。

[0448] 次に、分割統合情報算出部612は、分割統合情報を決定する（ステップS113）。次に、分割部210は、分割統合情報に基づいて、第1変換出力信号を第1部分信号と第2部分信号へ分割する（ステップS114）。このとき、分割部210は、第1部分信号の相関エネルギーが第2部分信号の

相関エネルギーよりも大きくなるように分割する。

[0449] 次に、第2変換係数導出部222は、第1部分信号の局所的な集合の統計的性質に基づいて、第2変換係数を決定する（ステップS115）。そして、第2変換部220は、第1部分信号に対して第2変換行列を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成する（ステップS116）。

[0450] 最後に、統合部230は、第2変換出力信号と第2部分信号とを統合することで、変換出力信号を生成する（ステップS118）。

[0451] なお、第1変換が固定変換の場合には、ステップS111は省略される。なお、ステップS111、ステップS113、ステップS115は別の方法によって決定され、本実施の形態の一部として動作しなくてもよい。また、第2変換が分離型である場合は、ステップS114において、分割部210が、第1部分信号をP次元から一次元へ並び替え、ステップS118において、統合部230が、第2変換出力信号を一次元からP次元に並び替えた後、統合する。

[0452] なお、上述したように、本実施の形態では、多次元の変換入力信号は、輝度信号（Y信号）及び色差信号（U信号、V信号）でもよい。図41は、多次元の変換入力信号がYUVの信号である場合のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[0453] 輝度信号（Y信号）と2つの色差信号（U信号とV信号）とは、第1変換部200において、同時に三次元の第1変換が行われるか、あるいは、個別に二次元の第1変換が行われる。

[0454] 第2変換部220は、Y信号の第1変換出力信号と、U信号の第1変換出力信号と、V信号の第1変換出力信号とのうち、エネルギーの大きな低域側領域である第1部分信号に対して、第2変換を行い、第2変換出力信号を生成する。このとき、第2変換部220は、例えば、図40に示すような順で、複数の第2変換出力信号に一括して第2変換を行う。

[0455] そして、第2変換出力信号と、第2変換を適用されなかった領域である第2部分信号とは統合されることで、変換出力信号が生成される。Y信号の変

換出力信号、U信号の変換出力信号、及び、V信号の変換出力信号は、それぞれ個別にスキャンされ、量子化される。なお、実施の形態11で述べるように、第2変換出力信号に対しては、第2部分信号とは独立のスキャン、量子化を行ってもよい。

[0456] また、本実施の形態では、多次元の変換入力信号は、空間的に隣接するブロックの画像信号でもよい。図42は、多次元の変換入力信号が空間的に隣接するブロックの信号である場合のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[0457] 空間的に隣接する複数個の小ブロック（図42に示す例では、4個）は、第1変換部200によって、個別に第1変換が行われる。次に、第2変換部220は、それぞれの第1変換出力信号のうち、エネルギーの大きい要素を含む低域側領域である第1部分信号に対して、第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成する。このとき、第2変換部220は、例えば、図40に示すような順で、複数の第2変換出力信号に一括して第2変換を行う。

[0458] そして、第2変換出力信号と、第2変換を適用されなかった領域である第2部分信号とは統合されることで、変換出力信号が生成される。小ブロックの変換出力信号は、それぞれ個別にスキャンされ、量子化される。なお、実施の形態11で述べるように、第2変換出力信号に対しては、第2部分信号とは独立のスキャン、量子化を行ってもよい。

[0459] 以上のように、本発明の実施の形態7に係る符号化装置及び符号化方法により、変換処理の演算量と変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。特に、P次元（Pは2以上の整数）の入力信号に対して効果的である。

[0460] なお、本発明の実施の形態7において、第2変換部220は、非分離型の第2変換を行ってもよい。すなわち、第2変換部220は、P次元の信号を一次元の信号に並び替え、並び替えた後の信号に変換を行う非分離型の第2変換を、P次元の第1部分信号に行ってもよい。具体的には、実施の形態1などで説明した場合と同様であるので、ここでは説明を省略する。

[0461] (実施の形態 8)

本発明の実施の形態 8 に係る復号装置及び復号方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなどの信号が符号化された符号化信号（例えば、実施の形態 7 において生成された符号化信号）を、複数種類の変換の組み合わせによって逆変換を行う逆変換部及び逆変換方法を備える。本発明の実施の形態 8 に係る復号装置及び復号方法は、多次元の信号に対して分離型及び非分離型の逆変換を行うことを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同じ符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0462] 本発明の実施の形態 8 に係る復号装置では、復号変換出力信号、復号変換入力信号、復号信号、予測信号が P 次元信号（ P は 2 以上の整数）である。つまり、復号変換出力信号、第 2 復号部分信号、第 1 復号変換出力信号、復号変換入力信号は、 P 次元信号である。第 2 逆変換部 410 は、 P 次元信号を入出力する場合と一次元信号を入出力する場合のどちらであってもよい。第 2 逆変換部 410 が一次元信号を入出力する場合、第 2 逆変換部 410 は、実施の形態 2、4 及び 6 と同じである。

[0463] 分割部 400 は、 P 次元信号を分割統合情報に従って、第 2 復号変換出力信号と第 2 復号部分信号とに分割した後、さらに、第 2 復号変換出力信号を一次元に並び替える。並び替えの順序情報は、分割統合情報に追加的に格納されている。

[0464] 統合部 420 は、第 1 復号部分信号と第 2 復号部分信号とを分割統合情報に従って統合することで、第 1 復号変換出力信号を生成する。この際、統合部 420 は、一次元信号である第 1 復号部分信号を、分割統合情報に格納された並び替え情報に基づいて P 次元信号へ並び替えた後、 P 次元の第 1 復号部分信号と P 次元の第 2 復号部分信号とを統合する。なお、第 2 逆変換部 410 が P 次元信号を入出力する場合、一次元信号への並び替えを行わなくてもよい。この場合のデータフローの概念図は、図 13B になる。

[0465] さらに、この場合、第 2 逆変換部 410 は、分離型（水平軸方向と垂直軸方向の 2 段階変換）の変換を行ってもよい。この場合のデータフローの概念

図は、図 4 3 となる。すなわち、第 2 逆変換部 4 1 0 は、水平方向に行単位に逆変換を行い、垂直方向に列単位に逆変換を行う。なお、水平と垂直の順は逆でもよい。

[0466] また、要素数が 1 個の行または列単位の変換は実質処理をしていないのと同様であるため処理をスキップしてもよく、あるいは、後段のノルム補正の処理をここで行ってもよい。また、行変換の逆変換係数と列変換の逆変換係数とは、同じでも異なってもよい。行変換の逆変換係数は、全ての行で同じ逆変換係数を用いることで、逆変換係数のデータ量を削減してもよく、行単位に異なる逆変換係数を用いて、行単位の統計的な性質の違いに適応させ変換性能を上げてよい。列変換についても行変換と同様であり、全列で同じ逆変換係数を用いてもよく、あるいは、異なる逆変換係数を用いてもよい。

[0467] これらの相違は、P 次元信号を逆変換の入力時点で一次元に並び替える非分離型であるか、逆変換の内部で一次元単位で処理を行う分離型の構成をとるかである。

[0468] なお、第 2 逆変換係数の一部にゼロを設定することで、その係数の乗算処理を削減してもよい。ゼロに設定する係数は、上記のようにエネルギーの低い要素とする。特に、第 2 逆変換行列の大きさが第 1 逆変換行列の大きさと同じ場合は、分割部 4 0 0 において、第 2 逆変換部 4 1 0 へ入力する信号（第 2 復号変換出力信号）と入力しない信号（第 2 復号部分信号）とを分ける必要はなくなる。したがって、統合部 4 2 0 も必要ではなくなる。

[0469] つまり、分割部 4 0 0 と統合部 4 2 0 とを用いない場合は、第 2 逆変換係数に複数個の非ゼロ係数を設定することで、当該係数にかかる乗算処理を削減することを特徴としてもよい。また、このとき、ゼロ係数を設定するのは、エネルギーの小さな位置としてもよく、相互相関の小さな係数のみとしてもよい。なお、非対角要素を全て 0 とする基底では、対角要素は 1 とする。

[0470] 図 4 4 は、本発明の実施の形態 8 に係る逆変換部のデータフローを概念的に示す図である。

[0471] P 次元（図 4 4 の例では、 $4 \times 4 \times 2$ の三次元信号、入力点数 $n = 32$ ）

の復号変換出力信号は、分割部 400において、分割統合情報に従って、第2復号変換出力信号（入力点数 $m=6$ ）と、第2復号部分信号とに分割される。第2逆変換部 410は、第2復号変換出力信号に対して、第2逆変換係数で構成される第2逆変換行列を用いて第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する。すなわち、第2逆変換部 410は、複数の符号化信号の一部に対応する第2復号変換出力信号（図44の例では、2つの二次元の第2復号変換出力信号）を含む一括信号に、一括して第2逆変換を行うことで、複数の第1復号部分信号を生成する。

[0472] 統合部 420は、第1復号部分信号と第2復号部分信号とを統合することで、第1復号変換出力信号を生成する。そして、第1逆変換部 430は、第1復号変換出力信号に対して、第1逆変換係数で構成される第1逆変換行列を用いて第1逆変換することで、復号変換入力信号を生成する。すなわち、第1逆変換部 430は、複数の第1部分信号のそれぞれと、対応する第2復号部分信号とを含む第1復号変換出力信号のそれぞれに、第1逆変換を行うことで、復号変換入力信号を生成する。

[0473] なお、第2逆変換部 410は、2つの二次元ブロックを含む信号が入力された場合、図40と同様に、水平方向、垂直方向、ブロックをまたがる方向などの順で逆変換を行う。逆変換の順番は、これに限るものではない。

[0474] また、第1逆変換部 430では、図44に示すように $P-1$ 次元の第1逆変換を複数回適用することで、復号変換入力信号を生成してもよい。例えば、図44で示す例では、第1逆変換部 430は、 $4 \times 4 \times 2$ の三次元の第1復号変換出力信号に対して、 4×4 の二次元の第1逆変換を2回行う。

[0475] なお、図44では、説明を分かりやすくするため、2つの第1逆変換部 430を示しているが、1つの第1逆変換部 430が2回の二次元の第1変換を行えばよい。また、実際に変換部が2つの第1逆変換部 430を備え、2つの第1逆変換部 430がそれぞれ1回ずつ二次元の第1変換を行ってもよい。

[0476] あるいは、第1逆変換部 430は、 P 次元の変換入力信号に対して、 P 次

元の第1変換を1回行ってもよい。P次元の第1変換は分離型でもよく、あるいは、非分離型であってもよい。

[0477] このように、本発明の実施の形態8に係る第2逆変換部410は、P次元のそれぞれに対して一次元の変換をP回行う分離型の第2逆変換を、P次元の第2復号変換出力信号に行う。すなわち、図44に示す例では、三次元のそれぞれに対して一次元の変換を3回行う分離型の第2逆変換を、三次元の第2復号変換出力信号に行う（図40参照）。

[0478] 本発明の実施の形態8の逆変換処理のフローは、実施の形態2、4、6とほぼ同様であるため、ここでは、図14を用いて説明する。

[0479] なお、本発明の実施の形態8に係る復号装置に入力される符号化信号は、例えば、入力画像又は予測誤差画像を構成する複数のブロックのそれぞれに対応する画像信号が符号化された信号である。具体的には、複数のブロックは、図45に示すように、入力画像又は予測誤差画像の輝度ブロック又は色差ブロックを含む。あるいは、複数のブロックは、図46に示すように、入力画像又は予測誤差画像内において互いに空間的に隣接するブロックを含んでもよい。

[0480] まず、分割部400は、分割統合情報を取得する（ステップS231）。次に、分割部400は、分割統合情報に従い、復号変換出力信号を第2復号変換出力信号と第2復号部分信号とに分割する（ステップS232）。

[0481] 次に、第2逆変換部410は、第2逆変換係数を取得する（ステップS233）。そして、第2逆変換部410は、第2復号変換出力信号に対して第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する（ステップS234）。

[0482] 次に、統合部420は、分割統合情報に従い、第1復号部分信号と第2復号部分信号とを統合することで、第1復号変換出力信号を生成する（ステップS236）。

[0483] 次に、第1逆変換部430は、第1逆変換係数を取得する（ステップS237）。そして、第1逆変換部430は、第1復号変換出力信号に対して第

1 逆変換を行うことで、復号変換入力信号を生成する（ステップS 2 3 8）。

[0484] なお、分割統合情報を取得するステップS 2 3 1、逆変換係数を取得するステップS 2 3 3、S 2 3 7などは、前述したように通知のバリエーションが多数あるため、本フローのタイミングで実施されるとは限らず、また、本実施の形態の一部として必須の動作ではない。また、第2逆変換が分離型である場合は、ステップS 2 3 2において、分割部4 0 0が、第2復号変換出力信号をP次元から一次元へ並び替え、ステップS 2 3 6において、第1復号部分信号を一次元からP次元に並び替えた後、統合する。

[0485] なお、上述したように本実施の形態では、多次元の復号変換出力信号は、輝度信号（Y信号）及び色差信号（U信号、V信号）でもよい。図4 5は、多次元の復号変換出力信号がY U Vの信号である場合の逆変換のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[0486] Y信号の復号量子化係数、U信号の復号量子化係数、V信号の復号量子化係数は、逆量子化部3 2 0において逆量子化され、復号変換出力信号が生成される。逆量子化は、Y U V信号それぞれに対して行ってもよく、実施の形態1 1で述べるように、第2逆変換部4 1 0に入力される部分については、まとめて逆量子化されてもよい。

[0487] 第2逆変換部4 1 0は、復号変換出力信号のうちエネルギーの大きな低域側領域である第2復号変換出力信号に、第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する。第1復号部分信号は、第2逆変換が行われなかった部分である第2復号部分信号と統合されることで、第1復号変換出力が生成される。

[0488] 第1逆変換部4 3 0は、第1復号変換出力信号に対して第1逆変換を行うことで、Y信号、U信号、V信号の復号変換入力信号を生成する。第1逆変換部4 3 0は、Y U V信号をまとめた三次元の変換を一括して行ってもよく、あるいは、Y U V信号を個別に二次元の変換を行ってもよい。なお、実施の形態1 1で述べるように、第2逆変換が適用される部分（第1復号部分信

号)に対しては、適用されない部分(第2復号部分信号)とは独立の逆スキャン、逆量子化を行ってもよい。

[0489] また、本実施の形態では、多次元の復号変換出力信号は、空間的に隣接するブロックの画像信号でもよい。図46は、多次元の復号変換出力信号が空間的に隣接するブロックの信号である場合のデータフローの一例を概念的に示す図である。

[0490] 空間的に隣接する複数個の小ブロック(図46に示す例では、4個)に対応する復号量子化係数は、逆量子化部320において逆量子化され、復号変換出力信号が生成される。逆量子化は、4つの小ブロックに対応するデータに対して個別に行われる。あるいは、第2逆変換部410に入力される部分に対応するデータをまず逆量子化し、4つの小ブロックに対応するデータのうち、第2逆変換部410に入力されない部分を個別に逆量子化してもよい。

[0491] 第2逆変換部410は、4つの小ブロックに対応する復号変換出力信号のうち、エネルギーの大きい要素を含む低域側領域である第2復号変換出力信号に対して、第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する。そして、第2逆変換の出力である第1復号部分信号と、第2逆変換を適用されなかった領域である第2復号部分信号とは統合されることで、第1復号変換出力信号が生成される。

[0492] 第1逆変換部430は、第1復号変換出力信号のそれぞれの小ブロック単位に、第1逆変換を行うことで、復号変換入力信号を生成する。なお、実施の形態11で述べるように、第2逆変換が適用される部分(第1復号部分信号)に対しては、第2逆変換が適用されない領域(第2復号部分信号)とは、独立の逆スキャン、逆量子化を行ってもよい。また、第2逆変換が適用される領域の量子化係数の状態に応じて、第2逆変換が適用されない領域に対する逆スキャン、逆量子化、エントロピー復号の内部状態変数を切り替えてもよい。

[0493] また、第1逆変換行列のノルムを補正する処理は、図37及び図38に示

すように、第1逆変換の前で行う。具体的には、第2逆変換が行われる部分については、第2逆変換の後で行い、第2逆変換が行われない部分については、第1逆変換の前のいずれの時点で行ってもよい。

[0494] 以上のように、本発明の実施の形態8に係る復号装置及び復号方法により、変換処理の演算量と逆変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。特に、P次元（Pは2以上の整数）の入力信号に対して効果的である。

[0495] なお、本発明の実施の形態8において、第2逆変換部410は、非分離型の第2逆変換を行ってもよい。すなわち、第2逆変換部410は、P次元の信号を一次元の信号に並び替え、並び替えた後の信号に変換を行う非分離型の第2変換を、P次元の第2復号変換出力信号に行ってもよい。具体的には、実施の形態1などで説明した場合と同様であるので、ここでは説明を省略する。

[0496] （実施の形態9）

本発明の実施の形態9に係る符号化装置及び符号化方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなど符号化対象となる信号を、複数種類の変換の組み合わせによって変換を行う変換部及び変換方法を備える。本発明の実施の形態9に係る符号化装置は、分離型の変換を第1変換及び第2変換の少なくとも一方で実行することを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同様の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0497] 本発明の実施の形態9に係る符号化装置及び符号化方法では、入力信号がP次元信号（Pは2以上の整数）である。そのため、変換出力信号、復号変換出力信号、復号変換入力信号、復号信号、予測信号もP次元となる。

[0498] 本発明の実施の形態9における第1変換部200は、演算処理の一部又は全てにおいて、固定の変換処理を用いる。具体的には、例えば、MPEG-1/2/4ビデオ符号化規格搭載の離散コサイン変換や、H.264/AVC規格採用の整数精度DCTを用いる。あるいは、実施の形態1、3、5、7で説明した変換を分離型変換の一部として用いてもよい。

- [0499] 4×4 の二次元信号が変換入力信号として入力された場合について、図 4 7 を用いて説明する。図 4 7 は、本発明の実施の形態 9 に係る変換部のデータフローの一例を概念的に示す図である。
- [0500] 第 1 変換部 200 は、 P 次元信号（図 4 7 に示す例では、 $P = 2$ ）の変換入力信号に、分離型変換である第 1 変換を行うことで、第 1 変換出力信号を生成する。分離型変換である第 1 変換部 200 は、行方向の変換を行う第 1 座標軸変換を行い、次に、列方向の変換を行う第 2 座標軸変換を行う。なお、行方向と列方向との処理は入れ替わる構成もありえる。
- [0501] $n \times n$ の二次元信号の入力は、次元数が $n \times n$ であり、変換の演算量が膨大となるため、分離型の構成をとることが好ましい。分離型では、行又は列の 1 つの変換単位において、次元数は n であり、分離型ではない変換の次元数 $n \times n$ と比べて低いため、演算量を軽減できる。分割部 210、第 2 変換部 220、統合部 230 の動作は、実施の形態 1、3、5、7 と同じであるため説明を省略する。
- [0502] 図 4 8 A を用いて、本発明の実施の形態 9 に係る変換部 110 が行う変換方法を説明する。図 4 8 A は、本発明の実施の形態 9 に係る変換部 110 の動作の一例を示すフローチャートである。
- [0503] まず、第 1 変換部 200 は、変換入力信号に第 1 変換を行うことで、第 1 変換出力信号を生成する（ステップ S 112）。ステップ S 112 は、次の 2 つのステップを含んでいる。
- [0504] 具体的には、まず、第 1 変換部 200 は、変換入力信号を第 1 座標軸方向に変換することで、第 1 座標軸変換信号を生成する（ステップ S 112 a）。そして、第 1 変換部 200 は、第 1 座標軸変換信号を第 2 座標軸方向に変換することで、第 2 座標軸変換信号を生成する（ステップ S 112 b）。このようにして生成された第 2 座標軸変換信号が、実施の形態 1、3、5、7 における第 1 変換出力信号に相当する。
- [0505] 次に、分割統合情報算出部 612 は、分割統合情報を決定する（ステップ S 113）。そして、分割部 210 は、分割統合情報に基づいて、第 1 変換

出力信号である第2座標軸変換信号を第1部分信号と第2部分信号とへ分割する（ステップS114）。このとき、分割部210は、第1部分信号の相関エネルギーが第2部分信号の相関エネルギーよりも大きくなるように分割する。さらに、分割部210は、P次元（Pは2以上の整数）の第1部分信号を一次元に並び替える。

[0506] 次に、第2変換係数導出部222は、第1部分信号の局所的な集合の統計的性質に基づいて、第2変換係数を決定する（ステップS115）。そして、第2変換部220は、第1部分信号に対して第2変換行列を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成する（ステップS116）。

[0507] 最後に、統合部230は、一次元信号の第2変換出力信号をP次元に並び替え、第2部分信号と、一次元からP次元に並び替えた第2変換出力信号とを統合することで、変換出力信号を生成する（ステップS118）。

[0508] なお、図48Bに示すように、分割統合情報の決定（ステップS113）と、第2変換係数の決定（ステップS115）とは別の方法によって決定され、本実施の形態の一部として動作しなくてもよい。

[0509] また、前述の第1座標軸変換及び第2座標軸変換（ステップS112a、ステップS112b）は、実施の形態1、3、5、7記載の第1変換であってもよい。前述の第1座標軸変換及び第2座標軸変換（ステップS112a、ステップS112b）は、例えば、MPEG-1/2/4ビデオ符号化規格搭載の離散コサイン変換や、H.264/AVC規格採用の整数精度DCTの変換であってもよい。

[0510] また、本実施の形態で第1変換について述べたのと同様に、第2変換も分離型の構成であってもよい。第1変換と第2変換とが分離型である場合、例えば、入力が二次元信号とすると、分離された各次元において一次元の信号処理となり、本実施の形態1から8で述べた2段階の変換処理が適用可能である。

[0511] 図49は、本発明の実施の形態9の変形例に係る変換部110の動作の一例を示すフローチャートである。図48A及び図48Bと同じ動作をするス

トップには同じ符号を付与し、説明を省略する。

- [0512] 分割部 210 は、第 1 変換出力信号を第 1 部分信号と第 2 部分信号とに分割する（ステップ S 114）。このとき、分割部 210 は、P 次元の第 1 部分信号を一次元に並び替えない。
- [0513] そして、第 2 変換部 220 は、第 2 変換の第 1 座標軸変換として行方向の変換処理を行うことで、第 1 座標軸変換信号を生成する（S 116 a）。続いて、第 2 変換部 220 は、第 1 座標軸変換信号に対して、第 2 変換の第 2 座標軸変換として列方向の変換処理を行うことで、第 2 座標軸変換信号を生成する（S 116 b）。このようにして、生成された第 2 座標軸変換信号が、第 2 変換出力信号に相当する。なお、行と列の変換の順序は、入れ替わってもよい。
- [0514] なお、第 1 方向の変換処理と第 2 方向の変換処理とを続けて行ってもよい。図 50 は、本発明の実施の形態 9 の変形例に係る変換部 110 の動作の一例を示すフローチャートである。
- [0515] 図 49 とは、処理の順番を入れ替え、第 1 変換部 200 が、行方向の第 1 変換の第 1 座標軸変換を行った後（S 112 a）、分割部 210 が、行方向に分割を行う（S 114 a）。そして、第 2 変換部 220 は、行方向の第 2 変換の第 1 座標軸変換を行った後（S 116 a）、統合部 230 が、行方向の統合処理を行う（S 118 a）。
- [0516] 続いて、第 1 変換部 200 が、列方向の第 1 変換の第 2 座標軸変換を行った後（S 112 b）、分割部 210 が、列方向の分割を行う（S 114 b）。そして、第 2 変換部 220 は、列方向の第 2 変換の第 2 座標軸変換を行った後（S 116 b）、統合部 230 が、列方向の統合処理を行う（S 118 b）。
- [0517] なお、行と列の処理順番は入れ替わってもよい。また、分割処理と統合処理とは、変換係数がゼロ係数を含む場合は、明示的なステップとして現れなくてもよい。
- [0518] 以上のように、本発明の実施の形態 9 に係る符号化装置及び符号化方法に

より、変換処理の演算量と変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。特に、 P 次元（ P は2以上の整数）の入力信号に対して効果的である。

[0519] （実施の形態10）

本発明の実施の形態10に係る復号装置及び復号方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなどの信号が符号化された符号化信号（実施の形態9において生成された符号化信号）を、複数種類の変換の組み合わせによって逆変換を行う逆変換部及び逆変換方法を備える。本発明の実施の形態10に係る復号装置及び復号方法は、分離型の逆変換を第1逆変換及び第2逆変換の少なくとも一方で実行することを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同様の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0520] 本発明の実施の形態10に係る復号装置及び復号方法では、復号変換出力信号、復号変換入力信号、復号信号、予測信号が P 次元信号（ P は2以上の整数）である。

[0521] 第1逆変換部430は、演算処理の一部又は全てにおいて、固定の変換処理を用いる。具体的には、例えば、MPEG-1/2/4ビデオ符号化規格搭載の離散コサイン変換や、H.264/AVC規格採用の整数精度DCTを用いる。あるいは、上述した実施の形態2、4、6、8の逆変換を分離型変換の一部として用いてもよい。

[0522] 分割部400は、 P 次元（例えば、 $P=2$ ）の復号変換出力信号が入力され、分割統合情報に従って、復号変換出力信号を、第2復号変換出力信号と第2復号部分信号とに分割する。第2逆変換部410は、第2逆変換行列を用いて、第2復号変換出力信号に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する。

[0523] 統合部420は、第2復号部分信号と第1復号部分信号とを、分割統合情報に従って統合することで、第1復号変換出力信号を生成する。

[0524] 第1逆変換部430は、第1復号変換出力信号に、分離型変換である第1逆変換を行うことで、復号変換入力信号を生成する。第1逆変換部430で

は、行方向の変換を行う第1分離変換（すなわち、第1座標軸逆変換）を行い、次に、列方向の変換を行う第2分離変換（すなわち、第2座標軸逆変換）を行う。行方向と列方向の処理は、入れ替わる構成もありえる。

[0525] $n \times n$ の二次元信号の入力は、次元数が $n \times n$ であり、変換の演算量が膨大となるため、分離型の構成をとることが好ましい。分離型では、行又は列の1つの変換単位において、次元数は n であり、分離型ではない変換の次元数 $n \times n$ と比べて低いため、演算量を軽減できる。分割部400、第2逆変換部410、統合部420の動作は、上述した実施の形態2、4、6、8と同じであるため説明を省略する。

[0526] 図51Aを用いて、本発明の実施の形態10に係る逆変換部330が行う逆変換方法を説明する。図51Aは、本発明の実施の形態10に係る逆変換部330の動作の一例を示すフローチャートである。

[0527] まず、分割部400は、分割統合情報を取得する（ステップS231）。そして、分割部400は、分割統合情報に従い、 P 次元信号（ P は2以上の整数）である復号変換出力信号を一次元に並び替え、第2復号変換出力信号と第2復号部分信号とに分割する（ステップS232）。

[0528] 次に、第2逆変換部410は、第2逆変換係数を取得する（ステップS233）。そして、第2逆変換部410は、第2復号変換出力信号に対して第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する（ステップS234）。

[0529] 次に、統合部420は、分割統合情報に従い、一次元信号である第1復号部分信号を P 次元信号に並び替え、並び替えた信号と第2復号部分信号を統合することで、第1復号変換出力信号を生成する（ステップS236）。

[0530] 次に、第1逆変換部430は、第1逆変換係数を取得する（ステップS237）。そして、第1逆変換部430は、第1復号変換出力信号に対して第1逆変換を行うことで、復号変換入力信号を生成する（ステップS238）。ここで、ステップS238は、次の2つのステップを含んでいる。

[0531] すなわち、具体的には、第1逆変換部430は、第1復号変換出力信号を

第1座標軸方向に逆変換することで、第1座標軸逆変換信号を生成する（ステップS238a）。次に、第1逆変換部430は、第1座標軸逆変換信号を第2座標軸方向に逆変換することで、第2座標軸逆変換信号を生成する（ステップS238b）。このようにして生成された第2座標軸逆変換信号が、上述した実施の形態2、4、6、8における、復号変換入力信号に相当する。

[0532] なお、図51Bに示すように、分割統合情報の取得（ステップS231）と、逆変換係数の取得（ステップS233及びステップS237）は、前述したように通知のバリエーションが多数あるため、本フローのタイミングで実施されとは限らない。

[0533] また、前述の第1座標軸逆変換及び第2座標軸逆変換（ステップS238a、ステップS238b）は、上述した実施の形態2、4、6、8に記載の第1逆変換であってもよい。また、前述の第1座標軸逆変換及び第2座標軸逆変換（ステップS238a、ステップS238b）は、例えば、MPEG-1/2/4ビデオ符号化規格搭載の離散コサイン変換や、H.264/AVC規格採用の整数精度DCTの変換であってもよい。

[0534] また、本実施の形態で第1逆変換について述べたのと同様に、第2逆変換も分離型の構成であってもよい。第1逆変換と第2逆変換とが分離型である場合、例えば、入力が二次元信号とすると、分離された各次元において一次元の信号処理となり、本実施の形態1から8で述べた2段階の変換処理が適用可能である。

[0535] 図52は、本発明の実施の形態10の変形例に係る逆変換部330の動作の一例を示すフローチャートである。図51A及び図51Bと同じ動作をするステップには同じ符号を付与し、説明を省略する。

[0536] 分割部400は、復号変換出力信号を第1部分信号と第2部分信号とに分割する（ステップS232）。このとき、分割部400は、P次元の第1部分信号を一次元に並び替えない。

[0537] 第2逆変換部410は、第2逆変換の第1座標軸変換として、行方向の逆

変換処理を行うことで、第1座標軸逆変換信号を生成する（S234a）。続いて、第2逆変換部410は、第2逆変換の第2座標軸変換として、列方向の逆変換処理を行うことで、第2座標軸逆変換信号を生成する（S234b）。このようにして、生成された第2座標軸変換信号が、第1復号部分信号に相当する。なお、行と列の変換の順序は入れ替わってもよい。

[0538] なお、第1方向の逆変換処理と第2方向の逆変換処理とを続けて行ってもよい。図53は、本発明の実施の形態10の変形例に係る逆変換部330の動作の一例を示すフローチャートである。

[0539] まず、分割部400が、行方向の分割を行い（S232a）、第2逆変換部410が、行方向の第2逆変換の第1座標軸変換を行う（S234a）。そして、統合部420が、行方向の統合処理を行い（S236a）、第1逆変換部430が、行方向の第1逆変換の第1座標軸変換を行う（S238a）。

[0540] 続いて、分割部400が、列方向の分割を行い（S232b）、第2逆変換部410が、列方向の第2逆変換の第2座標軸変換を行う（S234b）。そして、統合部420が、列方向の統合処理を行い（S236b）、第1逆変換部430が、列方向の第1逆変換の第2座標軸変換を行う（S238b）。

[0541] なお、行と列の処理順番は入れ替わってもよい。分割処理と統合処理とは、逆変換係数がゼロ係数を含む場合は、明示的なステップとして現れなくてもよい。

[0542] 以上のように、本発明の実施の形態10に係る復号装置及び復号方法により、変換処理の演算量と逆変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。特に、P次元（Pは2以上の整数）の入力信号に対して効果的である。

[0543] （実施の形態11）

本発明の実施の形態11に係る符号化装置及び符号化方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなど符号化対象となる信号を、複数種類の

変換の組み合わせによって変換を行う変換部及び変換方法を備える。本発明の実施の形態 1 1 に係る符号化装置及び符号化方法は、第 2 変換が適用された部分と、第 2 変換が適用されなかった部分とに対して異なる処理を行うことを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同様の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0544] 本発明の実施の形態 1 1 に係る符号化装置について、図 5 4 A を用いて説明する。図 5 4 A は、本発明の実施の形態 1 1 に係る符号化装置 1 2 0 0 の構成の一例を示すブロック図である。

[0545] 図 5 4 A に示すように、符号化装置 1 2 0 0 は、図 1 7 に示す実施の形態 3 に係る符号化装置 5 0 0 と比較して、変換部 5 1 0、量子化部 1 2 0、エントロピー符号化部 1 3 0、逆量子化部 5 4 0 及び逆変換部 5 5 0 の代わりに、変換部 1 2 1 0、量子化部 1 2 2 0、エントロピー符号化部 1 2 3 0、逆量子化部 1 2 4 0 及び逆変換部 1 2 5 0 を備える点が異なっている。以下では、実施の形態 3 に係る符号化装置 5 0 0 と同じ構成については、説明を省略し、異なる点を中心に説明する。

[0546] 本実施の形態では、変換部 1 2 1 0 の出力は、第 2 変換の適用の有無によって、2 つに分離されて出力される。つまり、変換部 1 2 1 0 は、変換入力信号に第 1 変換及び第 2 変換を行うことで、変換出力信号を生成し、生成した変換出力信号のうち、第 2 変換が適用された部分と、第 2 変換が適用されなかった部分とをそれぞれ 2 つの信号として出力する。言い換えると、変換部 1 2 1 0 は、前述の第 2 変換出力信号を変換出力信号 L として出力し、前述の第 2 部分信号を、変換出力信号 H として出力する。

[0547] 第 2 変換出力信号は、統計的な性質が第 2 部分信号とは異なっているため、後続の処理も別々に行うことで、さらなる性能向上ができる。具体的には、量子化部 1 2 2 0 は、変換出力信号 L と変換出力信号 H とをスキャンし、量子化することで、それぞれ、量子化係数 L と量子化係数 H とを生成する。言い換えると、量子化部 1 2 2 0 は、変換出力信号を構成する係数値をスキャンし、スキャンされた係数値を含むスキャン信号を量子化することで、量

量子化係数を生成する。

[0548] その際において、量子化部 1 2 2 0 は、量子化係数 L の量子化による損失を低く抑えるように制御し、主観画質に与える影響の大きい低域信号に割り当てるデータ量を優遇してもよい。すなわち、量子化部 1 2 2 0 は、スキャン信号のうち、第 2 変換出力信号に対応する第 1 スキャン信号を第 1 精度で量子化し、第 2 部分信号に対応する第 2 スキャン信号を、第 1 精度より低い第 2 精度で量子化する。なお、量子化部 1 2 2 0 では、量子化精度の切り替えが可能である。

[0549] また、量子化部 1 2 2 0 は、変換出力信号 L に含まれる係数値に対するスキャンの動作と、変換出力信号 H に含まれる係数値に対するスキャンの動作とを切り替えてもよい。なお、量子化部 1 2 2 0 では、スキャン方式が切り替え可能である。

[0550] 例えば、量子化部 1 2 2 0 は、第 2 変換が非分離型の構成の場合、一次元に並び替えた列である第 2 変換出力信号の順にスキャンし、第 2 変換を適用しない第 2 部分信号については、ジグザグスキャン等の水平方向と垂直方向とにほぼ同時に移動し、ブロックの端で繰り返すスキャンを行う。つまり、量子化部 1 2 2 0 は、第 2 変換出力信号を構成する係数値を、第 2 変換のパワー順にスキャンし、かつ、第 2 部分信号を構成する係数値を、ジグザグスキャンでスキャンする。

[0551] なお、変換の入出力が多次元信号の場合、第 2 部分信号については、多次元のジグザグスキャンを行ってもよく、あるいは、二次元のジグザグスキャンを逐次行ってもよい。例えば、YUV 信号を入力とする例では、Y 信号の第 2 部分信号をジグザグスキャンし、U 信号の第 2 部分信号をジグザグスキャンし、V 信号の第 2 部分信号をジグザグスキャンしてもよい。YUV の処理の順序はこれに限るものではない。

[0552] エントロピー符号化部 1 2 3 0 は、量子化係数 L をエントロピー符号化することで、符号化信号 L を生成し、量子化係数 H をエントロピー符号化することで、符号化信号 H を生成する。そして、エントロピー符号化部 1 2 3 0

は、符号化信号Lと符号化信号Hとを多重化して出力する。

[0553] また、量子化係数Lと量子化係数Hとは、統計的な性質が異なるため、エントロピー符号化部1230は、内部状態変数（発生確率、コンテキスト等）を独立に管理する。なお、エントロピー符号化部1230では、エントロピー符号化方式の切り替えが可能である。また、2値化、コンテキスト導出方法を切り替えてもよい。エントロピー符号化の内部状態変数は、状態を記憶するためにメモリを消費するため、削減が望まれる場合がある。したがって、例えば、変換出力信号Lに対するそれらは密に設け、変換出力信号Hに対するそれらは疎に設ける構成であってもよい。密あるいは疎というのは、変換出力信号の個数に対する独立な内部状態変数の個数の比の大小関係を示すものである。

[0554] つまり、エントロピー符号化部1230は、量子化係数のうち、第2変換出力信号に対応する第1量子化係数と、第2部分信号に対応する第2量子化係数とに対して、それぞれ異なる確率テーブルを用いてエントロピー符号化する。あるいは、エントロピー符号化部1230は、量子化係数のうち第1量子化係数と第2量子化係数とに対して、それぞれ異なるコンテキスト導出を行うことで、量子化係数をエントロピー符号化してもよい。

[0555] 逆量子化部1240は、量子化係数Lを逆量子化することで、復号変換出力信号Lを生成し、量子化係数Hを逆量子化することで復号変換出力信号Hを生成する。逆量子化部1240は、量子化部1220が行う処理と反対の処理を行う。

[0556] 逆変換部1250は、復号変換出力信号Lと復号変換出力信号Hとを逆変換することで、復号信号を生成する。逆変換部1250は、変換部1210が行う処理と反対の処理を行う。

[0557] なお、変換出力信号Lに対する処理（スキャン、量子化、エントロピー符号化）は、変換出力信号Hに対する処理（スキャン、量子化、エントロピー符号化）よりも処理順は、早めにしておいてもよい。この処理優先順位とした場合、変換出力信号Lに対するそれら処理の結果に応じて、変換出力信号

Hに対するそれら処理の動作を切り替えてもよい。例えば、変換出力信号Lの非ゼロ係数の量に応じて、量子化係数Hに対するエントロピー符号化の内部状態変数を切り替えてもよい。

[0558] 図54Bは、本発明の実施の形態11に係る符号化装置1200における、信号毎の処理の違いの一例を示す図である。図54Bに示すように、本発明の実施の形態11に係る符号化装置1200では、スキャン、量子化、エントロピー符号化の少なくとも1つにおいて、第2変換出力信号と第2部分信号とのそれぞれに対応する信号に対して異なる処理を行う。

[0559] 本発明の実施の形態11の符号化処理フローは、上述した実施の形態の符号化処理フローとほぼ同様であるため、以下では、図18を用いて説明する。

[0560] まず、予測誤差信号を入力信号として用いる場合には、予測部580は、予測誤差信号を生成する（ステップS305）。次に、変換部1210は、予測誤差信号あるいは入力信号を変換することで、第2変換が適用された変換出力信号Lと第2変換が適用されていない変換出力信号Hとを生成する（ステップS110）。

[0561] 次に、量子化部1220は、変換出力信号Lを量子化することで、量子化係数Lを生成し、変換出力信号Hを量子化することで、量子化係数Hを生成する（ステップS120）。続いて、エントロピー符号化部1230は、量子化係数Lをエントロピー符号化し、かつ、量子化係数Hをエントロピー符号化することで、符号化信号を生成する（ステップS130）。なお、量子化係数Lのエントロピー符号化と量子化係数Hのエントロピー符号化とは、内部状態変数が独立である。

[0562] 次に、逆量子化部1240は、量子化係数Lを逆量子化することで、復号変換出力信号Lを生成し、量子化係数Hを逆量子化することで、復号変換出力信号Hを生成する（ステップS340）。次に、逆変換部1250は、復号変換出力信号Lと復号変換出力信号Hとを逆変換することで、復号信号を生成する（ステップS350）。最後に、生成した復号信号をメモリ570

に格納する（ステップS360）。

[0563] なお、実施の形態3で述べた入力信号の局所的な統計的性質の変動に応じて第2変換係数を制御する構成では、それらの変動に応じて、スキャン、量子化、エントロピー符号化の内部状態変数を切り替えてもよい。ただし、切り替えの種類の増加によって、内部メモリ量が増加するというデメリットがあるため、変換出力信号Lに対する、スキャン、量子化、エントロピー符号化の内部状態変数、エントロピー符号化のコンテキスト導出方法、は切り替えるが、変換出力信号Hに対するそれらは連動させない、つまり、同一のメモリを使用して、メモリ使用量を抑えてもよい。また、スキャン、量子化、エントロピー符号化の内部状態変数、コンテキスト導出方法は、同時に連動と非連動とを切り替えるのではなく、個別に、連動と非連動とを切り替えてもよい。

[0564] なお、スキャンは、予め定めた固定のパターンや、量子化係数の発生頻度に基づいて更新される動的なパターンでもよい。スキャン方式、量子化精度、エントロピー符号化方式の切り替えの頻度は、第2変換出力信号に対応する信号の方が、第2部分信号に対応する信号より高くてもよい。

[0565] 以上のように、本発明の実施の形態11に係る符号化装置及び符号化方法により、変換処理の演算量と変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。

[0566] （実施の形態12）

本発明の実施の形態12に係る復号装置及び復号方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなどの信号が符号化された符号化信号（実施の形態11において生成された符号化信号）を、複数種類の変換の組み合わせによって逆変換を行う逆変換部及び逆変換方法を備える。本発明の実施の形態12に係る復号装置及び復号方法は、第2変換が適用された部分と、第2変換が適用されなかった部分とに異なる処理を行うことを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同様の符号を付し、説明を省略する場合がある。

- [0567] 本発明の実施の形態 12 に係る復号装置について、図 55A を用いて説明する。図 55A は、本発明の実施の形態 12 に係る復号装置 1300 の構成の一例を示すブロック図である。
- [0568] 図 55A に示すように、復号装置 1300 は、図 27 に示す実施の形態 4 に係る復号装置 700 と比較して、エントロピー復号部 310、逆量子化部 320 及び逆変換部 730 の代わりに、エントロピー復号部 1310、逆量子化部 1320 及び逆変換部 1330 を備える点が異なっている。以下では、実施の形態 4 に係る復号装置 700 と同じ構成については説明を省略し、異なる点を中心に説明する。
- [0569] エントロピー復号部 1310 は、符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数 L と復号量子化係数 H とを生成する。エントロピー復号において、復号量子化係数 L と復号量子化係数 H とに対する内部状態変数（確率状態変数、コンテキスト）は独立である。
- [0570] また、2 値化、コンテキスト導出方法を切り替えてもよい。なお、エントロピー復号部 1310 では、エントロピー復号方式の切り替えが可能である。エントロピー復号の内部状態変数は、状態を記憶するためにメモリを消費するため、削減が望まれる場合がある。復号量子化係数 L に対するそれらは密に設け、復号量子化係数 H に対するそれらは疎に設ける構成であってもよい。密あるいは疎というのは、復号量子化係数の個数に対する独立な内部状態変数の個数の比の大小関係を示すものである。
- [0571] つまり、エントロピー復号部 1310 は、符号化信号のうち、第 2 復号変換出力信号に対応する第 1 符号化信号と、第 2 復号部分信号に対応する第 2 符号化信号とに対して、それぞれ異なる確率テーブルを用いてエントロピー復号する。あるいは、エントロピー復号部 1310 は、符号化信号のうち第 1 符号化信号と第 2 符号化信号とに対して、それぞれ異なるコンテキスト導出を行うことで、符号化信号をエントロピー復号してもよい。
- [0572] 逆量子化部 1320 は、復号量子化係数 L を逆量子化し、逆スキャンすることで、復号変換出力信号 L を生成する。さらに、逆量子化部 1320 は、

復号量子化係数Hを逆量子化し、逆スキャンすることで、復号変換出力信号Hを生成する。すなわち、逆量子化部1320は、復号量子化係数を逆量子化することで、復号スキャン信号を生成し、復号スキャン信号を構成する係数値を構成する係数値をスキャンする。これにより、スキャンされた係数値を含む復号変換出力信号を生成する。

[0573] なお、逆量子化部1320は、復号量子化係数のうち、第2復号変換出力信号に対応する第1復号量子化係数を第1精度で逆量子化し、第2復号部分信号に対応する第2復号量子化係数を、第1精度より低い第2精度で逆量子化してもよい。なお、量子化部1220では、量子化精度の切り替えが可能である。

[0574] 逆変換部1330は、復号変換出力信号Lと復号変換出力信号Hとを逆変換することで、復号変換入力信号を生成する。なお、復号変換出力信号Lと復号変換出力信号Hとはそれぞれ、第2復号変換出力信号、第2復号部分信号に相当する。

[0575] なお、逆量子化部1320において、復号量子化係数Lに対する逆スキャンと、復号量子化係数Hに対する逆スキャンの動作を切り替えてもよい。なお、逆量子化部1320では、スキャン方式の切り替えが可能である。第2逆変換が非分離型の構成の場合、一次元に並び替えた列である第1復号部分信号の順に逆スキャンし、第2逆変換を適用しない第2復号部分信号については、ジグザグスキャン等の水平方向と垂直方向とにほぼ同時に移動しブロックの端で繰り返す逆スキャンを行う。

[0576] つまり、逆量子化部1320は、復号スキャン信号のうち、第2復号変換出力信号に対応する第1復号スキャン信号を構成する係数値を、第2逆変換のパワー順にスキャンし、かつ、第2復号部分信号に対応する第2復号スキャン信号を構成する係数値を、ジグザグスキャンでスキャンする。

[0577] なお、変換の入出力が多次元信号の場合、第2復号部分信号については、多次元のジグザグスキャンを行ってもよく、あるいは、二次元のジグザグスキャンを逐次行ってもよい。例えば、YUV信号を入力とする構成では、Y

信号の第2復号部分信号を逆ジグザグスキャンし、U信号の第2復号部分信号を逆ジグザグスキャンし、V信号の第2復号部分信号を逆ジグザグスキャンしてもよい。YUVの処理の順序は、これに限るものではない。

[0578] なお、復号量子化係数Lに対する処理は、復号量子化係数Hに対する処理よりも処理順は早めにしておいてもよい。この処理優先順位とした場合、復号量子化係数Lに対するそれら処理の結果に応じて、復号量子化係数Hに対するそれら処理の動作を切り替えてもよい。

[0579] 図55Bは、本発明の実施の形態12に係る復号装置1300における、信号毎の各処理の違いの一例を示す図である。図55Bに示すように、本発明の実施の形態12に係る復号装置1300では、エントロピー復号、逆量子化及びスキャンの少なくとも1つにおいて、第2復号変換出力信号と第2復号部分信号とのそれぞれに対応する信号に対して異なる処理を行う。

[0580] 本発明の実施の形態12の復号処理フローは、上述した実施の形態の復号処理フローとほぼ同様であるため、図28を用いて説明する。

[0581] まず、予測部770は、メモリ760に格納された符号化済み信号をもとに、予測信号を生成する（ステップS405）。なお、入力信号を直接変換する符号化方法にて生成された符号化信号を復号する場合には、本ステップS405は省略される。

[0582] 次に、エントロピー復号部1310は、符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数Lと復号量子化係数Hとを生成する（ステップS210）。ここで、エントロピー復号において、復号量子化係数Lと復号量子化係数Hとに対する内部状態変数（確率状態変数、コンテキスト）は独立である。

[0583] 次に、逆量子化部1320は、復号量子化係数Lを逆量子化することで、復号変換出力信号Lを生成し、復号量子化係数Hを逆量子化することで、復号変換出力信号Hを生成する（ステップS220）。そして、逆変換部1330は、復号変換出力信号Lと復号変換出力信号Hとを逆変換することで、復号変換入力信号を生成する（ステップS230）。

[0584] 次に、加算器 750 は、前述の予測信号と復号変換入力信号とを加算することで、復号信号を生成する。そして、復号信号をメモリ 760 に格納し、次のタイミングにて参照できるようにする（ステップ S440）。

[0585] なお、実施の形態 3 で述べた入力信号の局所的な統計的性質の変動に応じて第 2 逆変換係数を制御する構成では、それら変動に応じて、エントロピー復号のコンテキストの導出方法、エントロピー復号の内部状態変数、逆量子化、逆スキャンを切り替えてもよい。ただし、切り替えの種類の増加によって、内部メモリ量が増加するというデメリットがあるため、復号量子化係数 L を出力するエントロピー復号の内部状態変数、復号量子化係数 L に対する逆量子化、それに対する逆スキャンは切り替えるが、復号量子化係数 H に関連するそれら処理は連動させない、つまり、同一のメモリを使用して、メモリ使用量を抑えてもよい。エントロピー復号のコンテキスト導出方法、エントロピー復号の内部状態変数、逆量子化、逆スキャンは、同時に連動と非連動を切り替えるのではなく、個別に、連動と非連動を切り替えてもよい。

[0586] なお、逆スキャンは予め定めた固定のパターンや、量子化係数の発生頻度に基づいて更新される動的なパターンでもよい。スキャン方式、逆量子化精度、エントロピー復号方式の切り替えの頻度は、第 2 復号変換出力信号に対応する信号の方が、第 2 復号部分信号に対応する信号より高くてもよい。

[0587] 以上のように、本発明の実施の形態 12 に係る復号装置及び復号方法により、変換処理の演算量と逆変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。

[0588] （実施の形態 13）

本発明の実施の形態 13 に係る符号化装置、符号化方法、復号装置及び復号方法は、第 2 変換係数及び第 2 逆変換係数の特徴を利用して、符号化効率が高まるように、変換係数を符号化及び復号することを特徴とする。第 2 変換行列、及び、第 2 逆変換行列は、以下に示すような、特徴的な行列であるため、変換性能の向上、又は、変換係数のデータ量削減ができる。

[0589] 本実施の形態では、一例として、4 個の要素からなる第 1 部分信号 y_{1L^m} が

第2変換部220に入力され、第2変換部220は、 4×4 行列の第2変換行列 A_2^m を用いて第1部分信号 y_{1L}^m を変換することで、第1部分変換出力信号 y_2^m を出力する場合を想定する。

[0590] 図56Aに示すように、第2変換行列 A_2^m を構成する第2変換係数は、 $a(i, j)$ （あるいは、 a_{ij} ）で表される。なお、 $i = 1, 2, 3, 4$ 、及び $j = 1, 2, 3, 4$ である。このとき、図56Aに示すように、 $i = j$ となる要素（ a_{ii} ）が対角要素であり、 $i \neq j$ となる要素が非対角要素である。さらに、非対角要素は、 $i < j$ となる要素である上三角要素と、 $i > j$ となる要素である下三角要素とに分類される。

[0591] 以下では、まず、第2変換行列 A_2^m の対角要素の特徴について説明する。

[0592] 仮に、第1変換が完全な無相関化を達成できる変換である場合、第2変換は、第1変換出力信号をそれ以上無相関化することができないので、対角要素を全て1（すなわち、8ビット精度の係数の場合255）に設定し、非対角要素の全てを0に設定することができる。

[0593] しかしながら、上述したように、第1変換係数導出部202は、集合 S_A に含まれる複数の変換入力信号 x^n に平均的に最適化された第1変換行列 A_1^n を導出するので、個々の変換入力信号 x^n には最適化されていない。このため、第1変換部200は、完全な無相関化を達成することはできず、第1変換出力信号 y_1^n 、及び、その一部である第1部分信号 y_{1L}^m は、完全に無相関化されていない。したがって、第2変換係数導出部222が導出する第2変換係数で構成される第2変換行列 A_2^m の対角要素は必ずしも1にはならず、非対角要素は必ずしも0にはならない。

[0594] しかしながら、第1部分信号 y_{1L}^m は、第1変換によりある程度は無相関化されているので、第2変換行列 A_2^m の対角要素は1に近い値に、非対角要素は0に近い値に設定してもよい。したがって、第2変換係数を符号化する際には、対角要素 $a(i, i)$ と1との差分は、0に近い値となるので、符号化すべき情報量を削減することができるので、より符号化効率を高めることができる。

[0595] また、対角要素は、高域成分になるほど特殊な相関の影響を受けやすいため、1から外れるように設定してもよい。つまり、右下の対角要素ほど、1から外れるように設定してもよい。例えば、左上から右下にかけて、一次関数又は等差級数的に値が小さくなるように、第2変換行列の対角要素を決定してもよい。逆行列についても同様である。

[0596] 図56Bは、第2変換行列及び第2逆変換行列の一例を示す図である。図56Bに示すように、対角要素の値の大きさは、非対角要素の値の大きさの4倍以上に設定してもよい。さまざまなノイズ信号などの外乱が入る場合などでは、対角要素の値の大きさは、非対角要素の値の大きさの2倍以上に設定してもよい。言い換えると、第2変換部220は、行列表現した場合において、全ての対角要素の値が、非対角要素の値の2倍以上の値である変換係数を、第2変換係数として用いて第2変換を行ってもよい。同様に、第2逆変換部410は、行列表現した場合において、全ての対角要素の値が、非対角要素の値の2倍以上の値である逆変換係数を、第2逆変換係数として用いて第2逆変換を行ってもよい。

[0597] 続いて、非対角要素の係数に関して、変換係数が $a(i, j)$ で示される場合、 $a(j, i)$ で示される折り返し要素は、ほぼ絶対値を同等に設定してもよい。図56Bは、非対角要素の変換係数が、折り返し要素とほぼ同等の絶対値を持たせた例である。 $a_{12}=48$ と $a_{21}=-58$ のペア、 $a_{13}=64$ と $a_{31}=-57$ のペアなどが典型例である。なお、ほぼ同等とは絶対値で2割以内の誤差の意味である。

[0598] 図56Cは、所定の要素と折り返し要素との絶対値の平均値を示す図である。図56B及び図56Cに示すように、各要素と、対応する平均値とが略同じになるように、変換係数を決定する。

[0599] なお、図56Dは、図56Bに示す非対角要素と図56Cに示す絶対平均値との差分を示す図である。本実施の形態では、図56Dに示す差分が小さくなるように、第2変換係数値を決定することができる。

[0600] また、第2変換係数には、特徴的な関係として、対象要素の符号($a(i$

, j))と折り返し要素 $a(j, i)$ との符号とは互いに異なっていることが多いという関係がある。例えば、図 5 6 B に示すように、 $a_{12} = 48$ と $a_{21} = -58$ のペア、 $a_{13} = 64$ と $a_{31} = -57$ のペアなどが典型例である。

[0601] また、図 5 6 E に示すような関係を満たすように、変換係数を決定することもできる。なお、図 5 6 E は、上三角要素と下三角要素との間の符号の関係を示す図である。具体的には、上三角要素の符号は正であることが多く、下三角要素の符号は負であることが多いという関係である。

[0602] なお、変換係数にゼロを設定することで、乗算処理回数の削減と、変換係数を保持するメモリ量の削減とを実現できるが、本実施の形態で述べた特徴を持つ変換係数を基準として、絶対値が小さい変換係数をゼロに設定してもよい。言い換えると、第 2 変換部 220 は、行列表現した場合における少なくとも 1 つの非対角要素の値が 0 である変換係数を、第 2 変換係数として用いて第 2 変換を行ってもよい。同様に、第 2 逆変換部 410 は、行列表現した場合における少なくとも 1 つの非対角要素の値が 0 である逆変換係数を、第 2 逆変換係数として用いて第 2 逆変換を行ってもよい。

[0603] 例えば、図 5 6 B では、 $a_{14} = 10$ 、 $a_{24} = 10$ 、 $a_{34} = 2$ 、 $a_{41} = -3$ 、 $a_{42} = -25$ 、 $a_{43} = -28$ をゼロに設定してもよい。非対角要素の少なくとも 1 つが 0 に設定された第 2 変換係数の例を、図 5 6 F に示す。

[0604] 以上のように、本発明の実施の形態 3 に係る符号化装置、符号化方法、復号装置及び復号方法によれば、特徴的な性質を有するように変換係数を決定するので、当該特徴的な性質を利用して変換係数を符号化又は復号することができ、符号化効率を高めることができる。

[0605] (実施の形態 14)

本発明の実施の形態 14 に係る符号化装置及び符号化方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなど符号化対象となる信号を、複数種類の変換の組み合わせによって変換を行う変換部及び変換方法を備える。本発明の実施の形態 14 に係る符号化装置及び符号化方法は、第 2 変換処理と量子化処理とを並列して行うことを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構

成については同様の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0606] 本発明の実施の形態 14 では、変換部 110 と量子化部 120 とは、一部の処理を並行して行うことで、処理時間を短縮する。図 57A は、本発明の実施の形態 14 に係る変換及び量子化のタイミングチャートの一例を示す図である。

[0607] 図 57A に示す例では、変換入力信号の次元数 n は 8、第 2 変換への入力（第 1 部分信号）の次元数 m は 3 である。第 1 変換処理 T_1 の後、第 2 変換処理 1401 ($T_2(1) \sim T_2(3)$) を行う。この例では、第 1 部分信号に含まれる要素数は、3 要素であるので、3 単位時間かかるとする。なお、1 単位時間は、例えば、1 つの要素の第 2 変換処理に係る時間である。

[0608] そして、図 57A に示すように、1 単位時間遅れて並行して、第 2 変換出力信号に対して、量子化処理 1402 ($Q_2(1) \sim Q_2(3)$) を行う。この後、第 2 部分信号に対して量子化処理 1403 ($Q_1(1) \sim Q_1(5)$) を行う。

[0609] 以上のように、本発明の実施の形態 14 に係る符号化装置及び符号化方法では、第 1 部分信号の $k+1$ (k は自然数) 番目の要素の第 2 変換と、第 2 変換出力信号の k 番目の要素の量子化とを、並列して行う。例えば、図 57A に示すように、第 1 部分信号の 2 番目の要素の第 2 変換 ($T_2(2)$) と、第 2 変換出力信号の 1 番目の量子化 ($Q_2(1)$) とが、同じ時間に並列して行われる。これにより、変換部における処理時間を短縮することができる。

[0610] なお、図 57A に示す例では、第 2 変換処理 1401 とこれに対する量子化処理 1402 を 1 単位時間の遅れのみで並列化できており、第 2 変換の導入による遅延は小さい。第 2 変換の 1 要素に対する処理は、 m 回の積和演算が必要であり、演算量が多い。したがって、この第 2 変換処理の処理時間を延ばし、演算回路の並列度を落とすことで、回路規模を抑えることができる。

[0611] 具体的には、図 57B に示すように、第 2 変換処理 1401 とこれに対する量子化処理 1402 とを 1 単位時間の遅れで並列化する。ただし、第 2 変

換処理 1401 の処理時間が延びているので、これに対する量子化処理 1402 には空き時間が発生している。この空き時間を利用して、第 2 部分信号に対する量子化処理 1403 を並行して行う。

[0612] 例えば、図 57B に示すように、第 1 部分信号の 1 番目の要素に対する第 2 変換処理 ($T_2(1)$) 中に、第 2 部分信号の 1 番目の要素と 2 番目の要素とに対する量子化処理 ($(Q_2(1), Q_2(2))$) とを行う。これにより、回路規模を抑えつつ、処理時間の短縮を実現することができる。

[0613] 以上のように、本発明の実施の形態 14 に係る符号化装置及び符号化方法により、変換処理の演算量と変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。特に、処理時間の増加量を軽減できる。

[0614] (実施の形態 15)

本発明の実施の形態 15 に係る復号装置及び復号方法は、音声データ、静止画像データ、動画データなどの信号が符号化された符号化信号（実施の形態 14 において生成された符号化信号）を、複数種類の変換の組み合わせによって逆変換を行う逆変換部及び逆変換方法を備える。本発明の実施の形態 15 に係る復号装置及び復号方法は、第 2 逆変換処理と逆量子化処理とを並列して行うことを特徴とする。上述した実施の形態と同様の構成については同様の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0615] 本発明の実施の形態 15 では、逆量子化部 320 と逆変換部 330 とは、一部の処理を並行して行うことで、処理時間を短縮する。図 58A は、本発明の実施の形態 14 に係る変換及び量子化のタイミングチャートの一例を示す図である。

[0616] 図 58A に示す例では、復号量子化係数の次元数 n は 8、第 2 逆変換への入力（第 2 復号変換出力信号）の次元数 m は 3 である。第 2 復号量子化係数の逆量子化処理 1501 ($Q_2(1) \sim Q_2(3)$) の後、第 2 変換出力信号の第 2 逆変換処理 1502 ($T_2(1) \sim T_2(3)$)、及び、第 2 復号部分信号の逆量子化処理 1503 ($Q_1(1) \sim Q_1(5)$) を行う。

[0617] 以上のように、本発明の実施の形態 15 に係る復号装置及び復号方法では

、第2復号変換出力信号の k (k は自然数)番目の要素の第2逆変換と、第2復号量子化係数の k 番目の要素の逆量子化とを、並列して行う。例えば、図58Aに示すように、第2復号変換出力信号の1番目の要素の第2逆変換($T_2(1)$)と、第2復号量子化係数の1番目の逆量子化($Q_1(1)$)とが、同じ時間に並列して行われる。このように、第2逆変換処理1502と逆量子化処理1503とを並行して実行するので、逆量子化及び逆変換の全体の処理時間を短く抑えることができる。

[0618] なお、並列の構成は、上記の例には限られない。例えば、第2復号変換出力信号の k (k は自然数)番目の要素の第2逆変換と、第1復号量子化係数の $k+1$ 番目の要素の逆量子化とを、並列して行うこともできる。

[0619] また、逆変換処理の並列度を下げ、所要時間を延ばすことも可能である。図58Bに示すように、第2逆変換処理1502と逆量子化処理1503とを並行して実行する。具体的には、第2逆変換処理1502の空き時間に、第2復号量子化係数に対する逆量子化処理1503を並行して行う。

[0620] 例えば、図58Bに示すように、第2復号変換出力信号の1番目の要素に対する第2変換処理($T_2(1)$)中に、第2復号量子化係数の1番目の要素と2番目の要素とに対する量子化処理($Q_2(1)$ 、 $Q_2(2)$)とを行う。これにより、回路規模を抑えつつ、処理時間の短縮を実現することができる。

[0621] 以上のように、本発明の実施の形態15に係る復号装置及び復号方法により、変換処理の演算量と逆変換係数のデータ量とを抑えつつ、入力信号の統計的性質の変化に適応できる。特に、処理時間の増加量を軽減できる。

[0622] (実施の形態16)

上記各実施の形態で示した動画像符号化方法又は動画像復号方法の構成を実現するためのプログラムを記憶メディアに記録することにより、上記各実施の形態で示した処理を独立したコンピュータシステムにおいて簡単に実施することが可能となる。記憶メディアは、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、ICカード、半導体メモリ等、プログラムを記録できるもので

あればよい。

[0623] さらにここで、上記各実施の形態で示した動画像符号化方法や動画像復号方法の応用例とそれを用いたシステムを説明する。

[0624] 図59は、コンテンツ配信サービスを実現するコンテンツ供給システムex100の全体構成を示す図である。通信サービスの提供エリアを所望の大きさに分割し、各セル内にそれぞれ固定無線局である基地局ex107～ex110が設置されている。

[0625] このコンテンツ供給システムex100は、インターネットex101にインターネットサービスプロバイダex102及び電話網ex104、及び基地局ex107～ex110を介して、コンピュータex111、PDA（Personal Digital Assistant）ex112、カメラex113、携帯電話ex114、ゲーム機ex115などの各機器が接続される。

[0626] しかし、コンテンツ供給システムex100は図59のような構成に限定されず、いずれかの要素を組み合わせで接続するようにしてもよい。また、固定無線局である基地局ex107～ex110を介さずに、各機器が電話網ex104に直接接続されてもよい。また、各機器が近距離無線等を介して直接相互に接続されていてもよい。

[0627] カメラex113はデジタルビデオカメラ等の動画撮影が可能な機器であり、カメラex116はデジタルカメラ等の静止画撮影、動画撮影が可能な機器である。また、携帯電話ex114は、GSM（Global System for Mobile Communications）方式、CDMA（Code Division Multiple Access）方式、W-CDMA（Wideband-Code Division Multiple Access）方式、もしくはLTE（Long Term Evolution）方式、HSPA（High Speed Packet Access）の携帯電話機、又はPHS（Personal Handyphone System）等であり、いずれでも構わない。

- [0628] コンテンツ供給システム $e \times 100$ では、カメラ $e \times 113$ 等が基地局 $e \times 109$ 、電話網 $e \times 104$ を通じてストリーミングサーバ $e \times 103$ に接続されることで、ライブ配信等が可能になる。ライブ配信では、ユーザがカメラ $e \times 113$ を用いて撮影するコンテンツ（例えば、音楽ライブの映像等）に対して上記各実施の形態で説明したように符号化処理を行い、ストリーミングサーバ $e \times 103$ に送信する。一方、ストリーミングサーバ $e \times 103$ は要求のあったクライアントに対して送信されたコンテンツデータをストリーム配信する。クライアントとしては、上記符号化処理されたデータを復号することが可能な、コンピュータ $e \times 111$ 、PDA $e \times 112$ 、カメラ $e \times 113$ 、携帯電話 $e \times 114$ 、ゲーム機 $e \times 115$ 等がある。配信されたデータを受信した各機器では、受信したデータを復号処理して再生する。
- [0629] なお、撮影したデータの符号化処理はカメラ $e \times 113$ で行っても、データの送信処理をするストリーミングサーバ $e \times 103$ で行ってもよいし、互いに分担して行ってもよい。同様に配信されたデータの復号処理はクライアントで行っても、ストリーミングサーバ $e \times 103$ で行ってもよいし、互いに分担して行ってもよい。また、カメラ $e \times 113$ に限らず、カメラ $e \times 116$ で撮影した静止画像及び／又は動画像データを、コンピュータ $e \times 111$ を介してストリーミングサーバ $e \times 103$ に送信してもよい。この場合の符号化処理はカメラ $e \times 116$ 、コンピュータ $e \times 111$ 、ストリーミングサーバ $e \times 103$ のいずれで行ってもよいし、互いに分担して行ってもよい。
- [0630] また、これら符号化・復号処理は、一般的にコンピュータ $e \times 111$ や各機器が有するLSI $e \times 500$ において処理する。LSI $e \times 500$ は、ワンチップであっても複数チップからなる構成であってもよい。なお、動画像符号化・復号用のソフトウェアをコンピュータ $e \times 111$ 等で読み取り可能な何らかの記録メディア（CD-ROM、フレキシブルディスク、ハードディスクなど）に組み込み、そのソフトウェアを用いて符号化・復号処理を行ってもよい。さらに、携帯電話 $e \times 114$ がカメラ付きである場合には、そ

のカメラで取得した動画データを送信してもよい。このときの動画データは携帯電話 e x 1 1 4 が有する L S I e x 5 0 0 で符号化処理されたデータである。

[0631] また、ストリーミングサーバ e x 1 0 3 は複数のサーバや複数のコンピュータであって、データを分散して処理したり記録したり配信するものであってもよい。

[0632] 以上のようにして、コンテンツ供給システム e x 1 0 0 では、符号化されたデータをクライアントが受信して再生することができる。このようにコンテンツ供給システム e x 1 0 0 では、ユーザが送信した情報をリアルタイムでクライアントが受信して復号し、再生することができ、特別な権利や設備を有さないユーザでも個人放送を実現できる。

[0633] このコンテンツ供給システムを構成する各機器の符号化、復号には上記各実施の形態で示した画像符号化方法あるいは画像復号方法を用いるようにすればよい。

[0634] その一例として携帯電話 e x 1 1 4 について説明する。

[0635] 図 6 0 は、上記実施の形態で説明した画像符号化方法と画像復号方法を用いた携帯電話 e x 1 1 4 を示す図である。携帯電話 e x 1 1 4 は、基地局 e x 1 1 0 との間で電波を送受信するためのアンテナ e x 6 0 1、CCD カメラ等の映像、静止画を撮ることが可能なカメラ部 e x 6 0 3、カメラ部 e x 6 0 3 で撮影した映像、アンテナ e x 6 0 1 で受信した映像等が復号されたデータを表示する液晶ディスプレイ等の表示部 e x 6 0 2、操作キー e x 6 0 4 群から構成される本体部、音声出力をするためのスピーカ等の音声出力部 e x 6 0 8、音声入力をするためのマイク等の音声入力部 e x 6 0 5、撮影した動画もしくは静止画のデータ、受信したメールのデータ、動画のデータもしくは静止画のデータ等、符号化されたデータまたは復号されたデータを保存するための記録メディア e x 6 0 7、携帯電話 e x 1 1 4 に記録メディア e x 6 0 7 を装着可能とするためのスロット部 e x 6 0 6 を有している。記録メディア e x 6 0 7 は SD カード等のプラスチックケース内に電氣的

に書換えや消去が可能な不揮発性メモリであるEEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) の一種であるフラッシュメモリ素子を格納したものである。

[0636] さらに、携帯電話ex114について図61を用いて説明する。携帯電話ex114は表示部ex602及び操作キーex604を備えた本体部の各部を統括的に制御するようになされた主制御部ex711に対して、電源回路部ex710、操作入力制御部ex704、画像符号化部ex712、カメラインターフェース部ex703、LCD (Liquid Crystal Display) 制御部ex702、画像復号部ex709、多重分離部ex708、記録再生部ex707、変復調回路部ex706及び音声処理部ex705が同期バスex713を介して互いに接続されている。

[0637] 電源回路部ex710は、ユーザの操作により終話及び電源キーがオン状態にされると、バッテリーパックから各部に対して電力を供給することによりカメラ付デジタル携帯電話ex114を動作可能な状態に起動する。

[0638] 携帯電話ex114は、CPU、ROM及びRAM等なる主制御部ex711の制御に基づいて、音声通話モード時に音声入力部ex605で集音した音声信号を音声処理部ex705によってデジタル音声データに変換し、これを変復調回路部ex706でスペクトラム拡散処理し、送受信回路部ex701でデジタルアナログ変換処理及び周波数変換処理を施した後にアンテナex601を介して送信する。また携帯電話ex114は、音声通話モード時にアンテナex601で受信した受信データを増幅して周波数変換処理及びアナログデジタル変換処理を施し、変復調回路部ex706でスペクトラム逆拡散処理し、音声処理部ex705によってアナログ音声データに変換した後、これを音声出力部ex608を介して出力する。

[0639] さらに、データ通信モード時に電子メールを送信する場合、本体部の操作キーex604の操作によって入力された電子メールのテキストデータは操作入力制御部ex704を介して主制御部ex711に送出される。主制御

部 e x 7 1 1 は、テキストデータを変復調回路部 e x 7 0 6 でスペクトラム拡散処理し、送受信回路部 e x 7 0 1 でデジタルアナログ変換処理及び周波数変換処理を施した後にアンテナ e x 6 0 1 を介して基地局 e x 1 1 0 へ送信する。

[0640] データ通信モード時に画像データを送信する場合、カメラ部 e x 6 0 3 で撮像された画像データをカメラインターフェース部 e x 7 0 3 を介して画像符号化部 e x 7 1 2 に供給する。また、画像データを送信しない場合には、カメラ部 e x 6 0 3 で撮像した画像データをカメラインターフェース部 e x 7 0 3 及びLCD制御部 e x 7 0 2 を介して表示部 e x 6 0 2 に直接表示することも可能である。

[0641] 画像符号化部 e x 7 1 2 は、本願発明で説明した画像符号化装置を備えた構成であり、カメラ部 e x 6 0 3 から供給された画像データを上記実施の形態で示した画像符号化装置に用いた符号化方法によって圧縮符号化することにより符号化画像データに変換し、これを多重分離部 e x 7 0 8 に送出する。また、このとき同時に携帯電話 e x 1 1 4 は、カメラ部 e x 6 0 3 で撮像中に音声入力部 e x 6 0 5 で集音した音声を音声処理部 e x 7 0 5 を介してデジタルの音声データとして多重分離部 e x 7 0 8 に送出する。

[0642] 多重分離部 e x 7 0 8 は、画像符号化部 e x 7 1 2 から供給された符号化画像データと音声処理部 e x 7 0 5 から供給された音声データとを所定の方式で多重化し、その結果得られる多重化データを変復調回路部 e x 7 0 6 でスペクトラム拡散処理し、送受信回路部 e x 7 0 1 でデジタルアナログ変換処理及び周波数変換処理を施した後にアンテナ e x 6 0 1 を介して送信する。

[0643] データ通信モード時にホームページ等にリンクされた動画像ファイルのデータを受信する場合、アンテナ e x 6 0 1 を介して基地局 e x 1 1 0 から受信した受信データを変復調回路部 e x 7 0 6 でスペクトラム逆拡散処理し、その結果得られる多重化データを多重分離部 e x 7 0 8 に送出する。

[0644] また、アンテナ e x 6 0 1 を介して受信された多重化データを復号するに

は、多重分離部 e x 7 0 8 は、多重化データを分離することにより画像データのビットストリームと音声データのビットストリームとに分け、同期バス e x 7 1 3 を介して当該符号化画像データを画像復号部 e x 7 0 9 に供給すると共に当該音声データを音声処理部 e x 7 0 5 に供給する。

[0645] 次に、画像復号部 e x 7 0 9 は、本願発明で説明した画像復号装置を備えた構成であり、画像データのビットストリームを上記実施の形態で示した符号化方法に対応した復号方法で復号することにより再生動画像データを生成し、これを L C D 制御部 e x 7 0 2 を介して表示部 e x 6 0 2 に供給し、これにより、例えばホームページにリンクされた動画像ファイルに含まれる動画データが表示される。このとき同時に音声処理部 e x 7 0 5 は、音声データをアナログ音声データに変換した後、これを音声出力部 e x 6 0 8 に供給し、これにより、例えばホームページにリンクされた動画像ファイルに含まれる音声データが再生される。

[0646] なお、上記システムの例に限られず、最近では衛星、地上波によるデジタル放送が話題となっており、図 6 2 に示すようにデジタル放送用システムにも上記実施の形態の少なくとも画像符号化装置または画像復号装置のいずれかを組み込むことができる。具体的には、放送局 e x 2 0 1 では音声データ、映像データ又はそれらのデータが多重化されたビットストリームが電波を介して通信または放送衛星 e x 2 0 2 に伝送される。これを受けた放送衛星 e x 2 0 2 は、放送用の電波を発信し、この電波を衛星放送受信設備をもつ家庭のアンテナ e x 2 0 4 で受信し、テレビ（受信機） e x 3 0 0 またはセットトップボックス（S T B） e x 2 1 7 などの装置によりビットストリームを復号してこれを再生する。また、記録媒体である C D や D V D 等の蓄積メディア e x 2 1 5、2 1 6 に記録した画像データと、音声データが多重化されたビットストリームを読み取り、復号するリーダ／レコーダ e x 2 1 8 にも上記実施の形態で示した画像復号装置を実装することが可能である。この場合、再生された映像信号はモニタ e x 2 1 9 に表示される。また、ケーブルテレビ用のケーブル e x 2 0 3 または衛星／地上波放送のアンテナ e x 2

04に接続されたセットトップボックスe x 2 1 7内に画像復号装置を実装し、これをテレビのモニタe x 2 1 9で再生する構成も考えられる。このときセットトップボックスではなく、テレビ内に画像復号装置を組み込んでも良い。また、アンテナe x 2 0 5を有する車e x 2 1 0で衛星e x 2 0 2からまたは基地局等から信号を受信し、車e x 2 1 0が有するカーナビゲーションe x 2 1 1等の表示装置に動画を再生することも可能である。

[0647] また、DVD、BD等の記録メディアe x 2 1 5に記録した音声データ、映像データ又はそれらのデータが多重化された符号化ビットストリームを読み取り復号する、又は記録メディアe x 2 1 5に音声データ、映像データ又はそれらのデータを符号化し、多重化データとして記録するリーダ／レコーダe x 2 1 8にも上記各実施の形態で示した動画像復号装置又は動画像符号化装置を実装することが可能である。この場合、再生された映像信号はモニタe x 2 1 9に表示され、符号化ビットストリームが記録された記録メディアe x 2 1 5により他の装置やシステムにおいて映像信号を再生することができる。また、ケーブルテレビ用のケーブルe x 2 0 3又は衛星／地上波放送のアンテナe x 2 0 4に接続されたセットトップボックスe x 2 1 7内に動画像復号装置を実装し、これをテレビのモニタe x 2 1 9で表示してもよい。このときセットトップボックスではなく、テレビ内に動画像復号装置を組み込んでもよい。

[0648] 図63は、上記各実施の形態で説明した動画像復号方法及び動画像符号化方法を用いたテレビ（受信機）e x 3 0 0を示す図である。テレビe x 3 0 0は、上記放送を受信するアンテナe x 2 0 4又はケーブルe x 2 0 3等を介して映像情報のビットストリームを取得、又は出力するチューナe x 3 0 1と、受信した符号化データを復調する、又は外部に送信する符号化データに変調する変調／復調部e x 3 0 2と、復調した映像データ、音声データを分離する、又は符号化された映像データ、音声データを多重化する多重／分離部e x 3 0 3を備える。また、テレビe x 3 0 0は、音声データ、映像データそれぞれを復号する、又はそれぞれの情報を符号化する音声信号処理部

e x 3 0 4、映像信号処理部 e x 3 0 5 を有する信号処理部 e x 3 0 6 と、復号した音声信号を出力するスピーカ e x 3 0 7、復号した映像信号を表示するディスプレイ等の表示部 e x 3 0 8 を有する出力部 e x 3 0 9 とを有する。さらに、テレビ e x 3 0 0 は、ユーザ操作の入力を受け付ける操作入力部 e x 3 1 2 等を有するインターフェース部 e x 3 1 7 を有する。さらに、テレビ e x 3 0 0 は、各部を統括的に制御する制御部 e x 3 1 0、各部に電力を供給する電源回路部 e x 3 1 1 を有する。インターフェース部 e x 3 1 7 は、操作入力部 e x 3 1 2 以外に、リーダ／レコーダ e x 2 1 8 等の外部機器と接続されるブリッジ e x 3 1 3、SDカード等の記録メディア e x 2 1 6 を装着可能とするためのスロット部 e x 3 1 4、ハードディスク等の外部記録メディアと接続するためのドライバ e x 3 1 5、電話網と接続するモデム e x 3 1 6 等を有していてもよい。なお記録メディア e x 2 1 6 は、格納する不揮発性／揮発性の半導体メモリ素子により電氣的に情報の記録を可能としたものである。テレビ e x 3 0 0 の各部は同期バスを介して互いに接続されている。

[0649] まず、テレビ e x 3 0 0 がアンテナ e x 2 0 4 等により外部から取得したデータを復号し、再生する構成について説明する。テレビ e x 3 0 0 は、リモートコントローラ e x 2 2 0 等からのユーザ操作を受け、CPU等を有する制御部 e x 3 1 0 の制御に基づいて、変調／復調部 e x 3 0 2 で復調した映像データ、音声データを多重／分離部 e x 3 0 3 で分離する。さらにテレビ e x 3 0 0 は、分離した音声データを音声信号処理部 e x 3 0 4 で復号し、分離した映像データを映像信号処理部 e x 3 0 5 で上記各実施の形態で説明した復号方法を用いて復号する。復号した音声信号、映像信号は、それぞれ出力部 e x 3 0 9 から外部に向けて出力される。出力する際には、音声信号と映像信号が同期して再生するよう、バッファ e x 3 1 8、e x 3 1 9 等に一旦これらの信号を蓄積するとよい。また、テレビ e x 3 0 0 は、放送等からではなく、磁気／光ディスク、SDカード等の記録メディア e x 2 1 5、e x 2 1 6 から符号化された符号化ビットストリームを読み出してもよい。

。次に、テレビ e x 3 0 0 が音声信号や映像信号を符号化し、外部に送信又は記録メディア等へ書き込む構成について説明する。テレビ e x 3 0 0 は、リモートコントローラ e x 2 2 0 等からのユーザ操作を受け、制御部 e x 3 1 0 の制御に基づいて、音声信号処理部 e x 3 0 4 で音声信号を符号化し、映像信号処理部 e x 3 0 5 で映像信号を上記各実施の形態で説明した符号化方法を用いて符号化する。符号化した音声信号、映像信号は多重／分離部 e x 3 0 3 で多重化され外部に出力される。多重化する際には、音声信号と映像信号が同期するように、バッファ e x 3 2 0、e x 3 2 1 等に一旦これらの信号を蓄積するとよい。なお、バッファ e x 3 1 8 ~ e x 3 2 1 は図示しているように複数備えていてもよいし、一つ以上のバッファを共有する構成であってもよい。さらに、図示している以外に、例えば変調／復調部 e x 3 0 2 や多重／分離部 e x 3 0 3 の間等でもシステムのオーバフロー、アンダーフローを避ける緩衝材としてバッファにデータを蓄積することとしてもよい。

[0650] また、テレビ e x 3 0 0 は、放送等や記録メディア等から音声データ、映像データを取得する以外に、マイクやカメラの A V 入力を受け付ける構成を備え、それらから取得したデータに対して符号化処理を行ってもよい。なお、ここではテレビ e x 3 0 0 は上記の符号化処理、多重化、及び外部出力ができる構成として説明したが、これらの処理を行うことはできず、上記受信、復号処理、外部出力のみが可能な構成であってもよい。

[0651] また、リーダ／レコーダ e x 2 1 8 で記録メディアから符号化ビットストリームを読み出す、又は書き込む場合には、上記復号処理又は符号化処理はテレビ e x 3 0 0、リーダ／レコーダ e x 2 1 8 のいずれで行ってもよいし、テレビ e x 3 0 0 とリーダ／レコーダ e x 2 1 8 が互いに分担して行ってもよい。

[0652] 一例として、光ディスクからデータの読み込み又は書き込みをする場合の情報再生／記録部 e x 4 0 0 の構成を図 6 4 に示す。情報再生／記録部 e x 4 0 0 は、以下に説明する要素 e x 4 0 1 ~ e x 4 0 7 を備える。光ヘッド

e x 4 0 1 は、光ディスクである記録メディア e x 2 1 5 の記録面にレーザスポットを照射して情報を書き込み、記録メディア e x 2 1 5 の記録面からの反射光を検出して情報を読み込む。変調記録部 e x 4 0 2 は、光ヘッド e x 4 0 1 に内蔵された半導体レーザを電氣的に駆動し記録データに応じてレーザ光の変調を行う。再生復調部 e x 4 0 3 は、光ヘッド e x 4 0 1 に内蔵されたフォトディテクタにより記録面からの反射光を電氣的に検出した再生信号を増幅し、記録メディア e x 2 1 5 に記録された信号成分を分離して復調し、必要な情報を再生する。バッファ e x 4 0 4 は、記録メディア e x 2 1 5 に記録するための情報及び記録メディア e x 2 1 5 から再生した情報を一時的に保持する。ディスクモータ e x 4 0 5 は記録メディア e x 2 1 5 を回転させる。サーボ制御部 e x 4 0 6 は、ディスクモータ e x 4 0 5 の回転駆動を制御しながら光ヘッド e x 4 0 1 を所定の情報トラックに移動させ、レーザスポットの追従処理を行う。システム制御部 e x 4 0 7 は、情報再生／記録部 e x 4 0 0 全体の制御を行う。上記の読み出しや書き込みの処理はシステム制御部 e x 4 0 7 が、バッファ e x 4 0 4 に保持された各種情報を利用し、また必要に応じて新たな情報の生成・追加を行うと共に、変調記録部 e x 4 0 2、再生復調部 e x 4 0 3、サーボ制御部 e x 4 0 6 を協調動作させながら、光ヘッド e x 4 0 1 を通して、情報の記録再生を行うことにより実現される。システム制御部 e x 4 0 7 は例えばマイクロプロセッサで構成され、読み出し書き込みのプログラムを実行することでそれらの処理を実行する。

[0653] 以上では、光ヘッド e x 4 0 1 はレーザスポットを照射するとして説明したが、近接場光を用いてより高密度な記録を行う構成であってもよい。

[0654] 図 6 5 に光ディスクである記録メディア e x 2 1 5 の模式図を示す。記録メディア e x 2 1 5 の記録面には案内溝（グループ）がスパイラル状に形成され、情報トラック e x 2 3 0 には、あらかじめグループの形状の変化によってディスク上の絶対位置を示す番地情報が記録されている。この番地情報はデータを記録する単位である記録ブロック e x 2 3 1 の位置を特定するた

めの情報を含み、記録や再生を行う装置において情報トラック $e \times 230$ を再生し番地情報を読み取ることで記録ブロックを特定することができる。また、記録メディア $e \times 215$ は、データ記録領域 $e \times 233$ 、内周領域 $e \times 232$ 、外周領域 $e \times 234$ を含んでいる。ユーザデータを記録するために用いる領域がデータ記録領域 $e \times 233$ であり、データ記録領域 $e \times 233$ より内周又は外周に配置されている内周領域 $e \times 232$ と外周領域 $e \times 234$ は、ユーザデータの記録以外の特定用途に用いられる。情報再生／記録部 $e \times 400$ は、このような記録メディア $e \times 215$ のデータ記録領域 $e \times 233$ に対して、符号化された音声データ、映像データ又はそれらのデータを多重化した符号化データの読み書きを行う。

[0655] 以上では、1層のDVD、BD等の光ディスクを例に挙げ説明したが、これらに限ったものではなく、多層構造であって表面以外にも記録可能な光ディスクであってもよい。また、ディスクの同じ場所にさまざまな異なる波長の色の光を用いて情報を記録したり、さまざまな角度から異なる情報の層を記録したりなど、多次元的な記録／再生を行う構造の光ディスクであってもよい。

[0656] また、デジタル放送用システム $e \times 200$ において、アンテナ $e \times 205$ を有する車 $e \times 210$ で衛星 $e \times 202$ 等からデータを受信し、車 $e \times 210$ が有するカーナビゲーション $e \times 211$ 等の表示装置に動画を再生することも可能である。なお、カーナビゲーション $e \times 211$ の構成は例えば図63に示す構成のうち、GPS受信部を加えた構成が考えられ、同様なことがコンピュータ $e \times 111$ や携帯電話 $e \times 114$ 等でも考えられる。また、上記携帯電話 $e \times 114$ 等の端末は、テレビ $e \times 300$ と同様に、符号化器・復号器を両方持つ送受信型端末の他に、符号化器のみの送信端末、復号器のみの受信端末という3通りの実装形式が考えられる。

[0657] このように、上記各実施の形態で示した動画像符号化方法あるいは動画像復号方法を上述したいずれの機器・システムに用いることは可能であり、そうすることで、上記各実施の形態で説明した効果を得ることができる。

[0658] また、本発明は係る上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形又は修正が可能である。

[0659] (実施の形態 17)

上記各実施の形態で示した動画像符号化方法及び装置、動画像復号方法及び装置は、典型的には集積回路である L S I で実現される。一例として、図 66 に 1 チップ化された L S I e x 500 の構成を示す。L S I e x 500 は、以下に説明する要素 e x 501 ~ e x 509 を備え、各要素はバス e x 510 を介して接続している。電源回路部 e x 505 は電源がオン状態の場合に各部に対して電力を供給することで動作可能な状態に起動する。

[0660] 例えば符号化処理を行う場合には、L S I e x 500 は、C P U e x 502、メモリコントローラ e x 503、ストリームコントローラ e x 504 等を有する制御部 e x 501 の制御に基づいて、A V I / O e x 509 によりマイク e x 117 やカメラ e x 113 等から A V 信号を入力する。入力された A V 信号は、一旦 S D R A M 等の外部のメモリ e x 511 に蓄積される。制御部 e x 501 の制御に基づいて、蓄積したデータは処理量や処理速度に応じて適宜複数回に分けるなどされ信号処理部 e x 507 に送られ、信号処理部 e x 507 において音声信号の符号化及び／又は映像信号の符号化が行われる。ここで映像信号の符号化処理は上記各実施の形態で説明した符号化処理である。信号処理部 e x 507 ではさらに、場合により符号化された音声データと符号化された映像データを多重化するなどの処理を行い、ストリーム I / O e x 506 から外部に出力する。この出力されたビットストリームは、基地局 e x 107 に向けて送信されたり、又は記録メディア e x 215 に書き込まれたりする。なお、多重化する際には同期するよう、一旦バッファ e x 508 にデータを蓄積するとよい。

[0661] また、例えば復号処理を行う場合には、L S I e x 500 は、制御部 e x 501 の制御に基づいて、ストリーム I / O e x 506 によって基地局 e x 107 を介して、又は記録メディア e x 215 から読み出して得た符号化データを一旦メモリ e x 511 等に蓄積する。制御部 e x 501 の制御に基づ

いて、蓄積したデータは処理量や処理速度に応じて適宜複数回に分けるなどされ信号処理部 e x 5 0 7 に送られ、信号処理部 e x 5 0 7 において音声データの復号及び／又は映像データの復号が行われる。ここで映像信号の復号処理は上記各実施の形態で説明した復号処理である。さらに、場合により復号された音声信号と復号された映像信号を同期して再生できるようそれぞれの信号を一旦バッファ e x 5 0 8 等に蓄積するとよい。復号された出力信号はメモリ e x 5 1 1 等を適宜介しながら、携帯電話 e x 1 1 4、ゲーム機 e x 1 1 5、テレビ e x 3 0 0 等の各出力部から出力される。

[0662] なお、上記では、メモリ e x 5 1 1 が L S I e x 5 0 0 の外部の構成として説明したが、L S I e x 5 0 0 の内部に含まれる構成であってもよい。バッファ e x 5 0 8 も一つに限ったものではなく、複数のバッファを備えていてもよい。また、L S I e x 5 0 0 は 1 チップ化されてもよいし、複数チップ化されてもよい。

[0663] なお、ここでは、L S I としたが、集積度の違いにより、I C、システム L S I、スーパー L S I、ウルトラ L S I と呼称されることもある。

[0664] また、集積回路化の手法は L S I に限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよい。L S I 製造後に、プログラムすることが可能な F P G A (F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y) や、L S I 内部の回路セルの接続や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よい。

[0665] さらに、半導体技術の進歩又は派生する別技術により L S I 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よい。バイオ技術の適応等が可能性としてありえる。

[0666] 以上、本発明に係る符号化方法、符号化装置、復号方法及び復号装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を当該実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本発明の範囲内に含まれる。

産業上の利用可能性

[0667] 本発明は、符号化処理における演算量の増加、及び、変換係数のデータ量の増加を抑制することができるという効果を奏し、オーディオ、静止画像、及び動画像を符号化する符号化装置、及び、当該符号化装置によって符号化されたデータを復号する復号装置に利用することができる。例えば、本発明は、オーディオ機器、携帯電話、デジタルカメラ、BDレコーダ、デジタルテレビなどの各種AV機器に利用することができる。

符号の説明

[0668] 100、100a、500、500a、500c、500d、1200、1600 符号化装置
110、110a、510、510a、510b、510c、510d、810、810a、810b、1210、1610 変換部
120、1220、1620 量子化部
130、1230、1630 エントロピー符号化部
200、900 第1変換部
202 第1変換係数導出部
210、400 分割部
220、220a 第2変換部
222、222c 第2変換係数導出部
230、420 統合部
300、300a、700、700a、700b、1300 復号装置
310、1310 エントロピー復号部
320、540、1240、1320 逆量子化部
330、330a、550、730、1030、1030a、1030b、1250、1330 逆変換部
410、410a 第2逆変換部
430、1130 第1逆変換部
505 減算器

560、750 加算器
570、624、760、781、782 メモリ
580、770 予測部
585 予測制御部
590、740 制御部
601 第1メモリ
611 第2メモリ
612 分割統合情報算出部
621 第3メモリ
623、623c、623d 局所集合判定部
790 選択信号決定部
940、941、942、1140、1141、1142 ノルム補正部
1401 第2変換処理
1402、1403 量子化処理
1501、1503 逆量子化処理
1502 第2逆変換処理
ex100 コンテンツ供給システム
ex101 インターネット
ex102 インターネットサービスプロバイダ
ex103 ストリーミングサーバ
ex104 電話網
ex106、ex107、ex108、ex109、ex110 基地局
ex111 コンピュータ
ex112 PDA
ex113、ex116 カメラ
ex114 カメラ付デジタル携帯電話（携帯電話）
ex115 ゲーム機
ex117 マイク

- e x 2 0 0 デジタル放送用システム
- e x 2 0 1 放送局
- e x 2 0 2 放送衛星（衛星）
- e x 2 0 3 ケーブル
- e x 2 0 4、e x 2 0 5、e x 6 0 1 アンテナ
- e x 2 1 0 車
- e x 2 1 1 カーナビゲーション（カーナビ）
- e x 2 1 2 再生装置
- e x 2 1 3、e x 2 1 9 モニタ
- e x 2 1 4、e x 2 1 5、e x 2 1 6、e x 6 0 7 記録メディア
- e x 2 1 7 セットトップボックス（STB）
- e x 2 1 8 リーダ／レコーダ
- e x 2 2 0 リモートコントローラ
- e x 2 3 0 情報トラック
- e x 2 3 1 記録ブロック
- e x 2 3 2 内周領域
- e x 2 3 3 データ記録領域
- e x 2 3 4 外周領域
- e x 3 0 0 テレビ
- e x 3 0 1 チューナ
- e x 3 0 2 変調／復調部
- e x 3 0 3 多重／分離部
- e x 3 0 4 音声信号処理部
- e x 3 0 5 映像信号処理部
- e x 3 0 6、e x 5 0 7 信号処理部
- e x 3 0 7 スピーカ
- e x 3 0 8、e x 6 0 2 表示部
- e x 3 0 9 出力部

e x 3 1 0、e x 5 0 1 制御部

e x 3 1 1、e x 5 0 5、e x 7 1 0 電源回路部

e x 3 1 2 操作入力部

e x 3 1 3 ブリッジ

e x 3 1 4、e x 6 0 6 スロット部

e x 3 1 5 ドライバ

e x 3 1 6 モデム

e x 3 1 7 インタフェース部

e x 3 1 8、e x 3 1 9、e x 3 2 0、e x 3 2 1、e x 4 0 4、e x 5 0
8 バッファ

e x 4 0 0 情報再生／記録部

e x 4 0 1 光ヘッド

e x 4 0 2 変調記録部

e x 4 0 3 再生復調部

e x 4 0 5 ディスクモータ

e x 4 0 6 サーボ制御部

e x 4 0 7 システム制御部

e x 5 0 0 L S I

e x 5 0 2 C P U

e x 5 0 3 メモリコントローラ

e x 5 0 4 ストリームコントローラ

e x 5 0 6 ストリーム I ／ O

e x 5 0 9 A V I ／ O

e x 5 1 0 バス

e x 5 1 1 メモリ

e x 6 0 3 カメラ部

e x 6 0 4 操作キー

e x 6 0 5 音声入力部

- e x 6 0 8 音声出力部
- e x 7 0 1 送受信回路部
- e x 7 0 2 L C D制御部
- e x 7 0 3 カメラインターフェース部（カメラ I / F 部）
- e x 7 0 4 操作入力制御部
- e x 7 0 5 音声処理部
- e x 7 0 6 変復調回路部
- e x 7 0 7 記録再生部
- e x 7 0 8 多重分離部
- e x 7 0 9 画像復号部
- e x 7 1 1 主制御部
- e x 7 1 2 画像符号化部
- e x 7 1 3 同期バス

請求の範囲

- [請求項1] 入力信号を変換することで、変換出力信号を生成する変換ステップと、
- 前記変換出力信号を量子化することで、量子化係数を生成する量子化ステップと、
- 前記量子化係数をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成するエントロピー符号化ステップとを含み、
- 前記変換ステップは、
- 第1変換係数を用いて前記入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する第1変換ステップと、
- 前記第1変換出力信号の一部である第1部分信号に、第2変換係数を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成し、生成した第2変換出力信号と、前記第1変換出力信号のうち前記第1部分信号以外の部分である第2部分信号とを含む前記変換出力信号を出力する第2変換ステップとを含み、
- 前記第2変換ステップでは、
- 前記第1部分信号として、前記第1変換出力信号のうち前記第2変換の対象となる範囲と、前記第2変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する
- 符号化方法。
- [請求項2] 前記第2変換ステップでは、前記第1部分信号として、前記第1変換出力信号のうち前記第2変換の対象となる範囲と、前記第2変換係数との少なくとも一方を、所定の符号化パラメータに基づいて適応的に決定する
- 請求項1記載の符号化方法。
- [請求項3] 前記符号化パラメータは、予め定められた複数の予測方法のうちの1つの予測方法を示し、
- 前記符号化方法は、さらに、

前記符号化パラメータに基づいて、符号化対象である入力画像に含まれる符号化対象ブロックの予測画素を生成する予測ステップと、

前記符号化対象ブロックの画素と前記予測画素との差分である予測誤差画像を生成する差分ステップとを含み、

前記第 1 変換ステップでは、前記予測誤差画像を示す信号を前記入力信号として、前記第 1 変換を行う

請求項 2 記載の符号化方法。

[請求項4]

前記第 2 変換ステップでは、前記符号化パラメータが、所定方向への外挿を示す予測方法を示す場合、前記第 1 変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、前記所定方向の係数値を含む範囲を、前記第 2 変換の対象として決定する

請求項 3 記載の符号化方法。

[請求項5]

前記第 2 変換ステップでは、前記方向が略水平方向である場合、前記第 1 変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、横方向の係数値を含む範囲を、前記第 2 変換の対象として決定する

請求項 4 記載の符号化方法。

[請求項6]

前記第 2 変換ステップでは、前記方向が略垂直方向である場合、前記第 1 変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、縦方向の係数値を含む範囲を、前記第 2 変換の対象として決定する

請求項 4 記載の符号化方法。

[請求項7]

前記符号化パラメータは、互いに異なる係数値の組を有する複数の変換行列の中から 1 つの変換行列を指定するインデックス情報であり、

前記第 2 変換ステップでは、前記符号化パラメータによって指定される変換行列を、前記第 2 変換係数として決定する

請求項 2 記載の符号化方法。

[請求項8]

符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数を生成するエントロピー復号ステップと、

前記復号量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成する逆量子化ステップと、

前記復号変換出力信号を逆変換することで、復号信号を生成する逆変換ステップとを含み、

前記逆変換ステップは、

第2逆変換係数を用いて、前記復号変換出力信号の一部である第2復号変換出力信号に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する第2逆変換ステップと、

前記第1復号部分信号と、前記復号変換出力信号のうち前記第2復号変換出力信号以外の部分である第2復号部分信号とを含む第1復号変換出力信号に、第1逆変換係数を用いて第1逆変換を行うことで、前記復号信号を生成する第1逆変換ステップとを含み、

前記第2逆変換ステップでは、

前記第2復号変換出力信号として、前記復号変換出力信号のうち前記第2逆変換の対象となる範囲と、前記第2逆変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する

復号方法。

[請求項9]

前記第2逆変換ステップでは、前記第2復号変換出力信号として、前記復号変換出力信号のうち前記第2逆変換の対象となる範囲と、前記第2逆変換係数との少なくとも一方を、所定の符号化パラメータに基づいて適応的に決定する

請求項8記載の復号方法。

[請求項10]

前記符号化信号は、入力画像の予測誤差を示す予測誤差画像が符号化された信号であり、

前記符号化パラメータは、予め定められた複数の予測方法のうちの1つの予測方法を示し、

前記第1逆変換ステップでは、

前記復号方法は、さらに、

前記符号化パラメータに基づいて、前記予測誤差画像に含まれる復号対象ブロックの予測画素を生成する予測ステップと、

前記復号対象ブロックの画素と前記予測画素とを加算することで、前記入力画像を復元する加算ステップとを含む

請求項 9 記載の復号方法。

[請求項11] 前記第 2 逆変換ステップでは、前記符号化パラメータが、所定の方
向への外挿を示す予測方法を示す場合、前記復号変換出力信号を構成
する複数の係数値のうち、前記所定の方角の係数値を含む範囲を、前
記第 2 逆変換の対象として決定する

請求項 10 記載の復号方法。

[請求項12] 前記第 2 逆変換ステップでは、前記方向が略水平方向である場合、
前記復号変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、横方向の係数
値を含む範囲を、前記第 2 逆変換の対象として決定する

請求項 11 記載の復号方法。

[請求項13] 前記第 2 逆変換ステップでは、前記方向が略垂直方向である場合、
前記復号変換出力信号を構成する複数の係数値のうち、縦方向の係数
値を含む範囲を、前記第 2 逆変換の対象として決定する

請求項 11 記載の復号方法。

[請求項14] 前記符号化パラメータは、互いに異なる係数値の組を有する複数の
変換行列の中から 1 つの変換行列を指定するインデックス情報であり
、

前記第 2 逆変換ステップでは、前記符号化パラメータによって指定
される変換行列を、前記第 2 逆変換係数として決定する

請求項 9 記載の復号方法。

[請求項15] 入力信号を変換することで、変換出力信号を生成する変換部と、
前記変換出力信号を量子化することで、量子化係数を生成する量子
化部と、

前記量子化係数をエントロピー符号化することで、符号化信号を生

成するエントロピー符号化部とを備え、

前記変換部は、

第1変換係数を用いて前記入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する第1変換部と、

前記第1変換出力信号の一部である第1部分信号に、第2変換係数を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成し、生成した第2変換出力信号と、前記第1変換出力信号のうち前記第1部分信号以外の部分である第2部分信号とを含む前記変換出力信号を出力する第2変換部とを備え、

前記第2変換部は、

前記第1部分信号として、前記第1変換出力信号のうち前記第2変換の対象となる範囲と、前記第2変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する

符号化装置。

[請求項16]

符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数を生成するエントロピー復号部と、

前記復号量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成する逆量子化部と、

前記復号変換出力信号を逆変換することで、復号信号を生成する逆変換部とを備え、

前記逆変換部は、

第2逆変換係数を用いて、前記復号変換出力信号の一部である第2復号変換出力信号に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する第2逆変換部と、

前記第1復号部分信号と、前記復号変換出力信号のうち前記第2復号変換出力信号以外の部分である第2復号部分信号とを含む第1復号変換出力信号に、第1逆変換係数を用いて第1逆変換を行うことで、前記復号信号を生成する第1逆変換部とを備え、

前記第2逆変換部は、

前記第2復号変換出力信号として、前記復号変換出力信号のうち前記第2逆変換の対象となる範囲と、前記第2逆変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する

復号装置。

[請求項17]

入力信号を変換することで、変換出力信号を生成する変換部と、

前記変換出力信号を量子化することで、量子化係数を生成する量子化部と、

前記量子化係数をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成するエントロピー符号化部とを備え、

前記変換部は、

第1変換係数を用いて前記入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する第1変換部と、

前記第1変換出力信号の一部である第1部分信号に、第2変換係数を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成し、生成した第2変換出力信号と、前記第1変換出力信号のうち前記第1部分信号以外の部分である第2部分信号とを含む前記変換出力信号を出力する第2変換部とを備え、

前記第2変換部は、

前記第1部分信号として、前記第1変換出力信号のうち前記第2変換の対象となる範囲と、前記第2変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する

集積回路。

[請求項18]

符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数を生成するエントロピー復号部と、

前記復号量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成する逆量子化部と、

前記復号変換出力信号を逆変換することで、復号信号を生成する逆

変換部とを備え、

前記逆変換部は、

第2逆変換係数を用いて、前記復号変換出力信号の一部である第2復号変換出力信号に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する第2逆変換部と、

前記第1復号部分信号と、前記復号変換出力信号のうち前記第2復号変換出力信号以外の部分である第2復号部分信号とを含む第1復号変換出力信号に、第1逆変換係数を用いて第1逆変換を行うことで、前記復号信号を生成する第1逆変換部とを備え、

前記第2逆変換部は、

前記第2復号変換出力信号として、前記復号変換出力信号のうち前記第2逆変換の対象となる範囲と、前記第2逆変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する

集積回路。

[請求項19]

入力信号を変換することで、変換出力信号を生成する変換ステップと、

前記変換出力信号を量子化することで、量子化係数を生成する量子化ステップと、

前記量子化係数をエントロピー符号化することで、符号化信号を生成するエントロピー符号化ステップとを含み、

前記変換ステップは、

第1変換係数を用いて前記入力信号に第1変換を行うことで、第1変換出力信号を生成する第1変換ステップと、

前記第1変換出力信号の一部である第1部分信号に、第2変換係数を用いて第2変換を行うことで、第2変換出力信号を生成し、生成した第2変換出力信号と、前記第1変換出力信号のうち前記第1部分信号以外の部分である第2部分信号とを含む前記変換出力信号を出力する第2変換ステップとを含み、

前記第2変換ステップでは、

前記第1部分信号として、前記第1変換出力信号のうち前記第2変換の対象となる範囲と、前記第2変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する

符号化方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[請求項20]

符号化信号をエントロピー復号することで、復号量子化係数を生成するエントロピー復号ステップと、

前記復号量子化係数を逆量子化することで、復号変換出力信号を生成する逆量子化ステップと、

前記復号変換出力信号を逆変換することで、復号信号を生成する逆変換ステップとを含み、

前記逆変換ステップは、

第2逆変換係数を用いて、前記復号変換出力信号の一部である第2復号変換出力信号に第2逆変換を行うことで、第1復号部分信号を生成する第2逆変換ステップと、

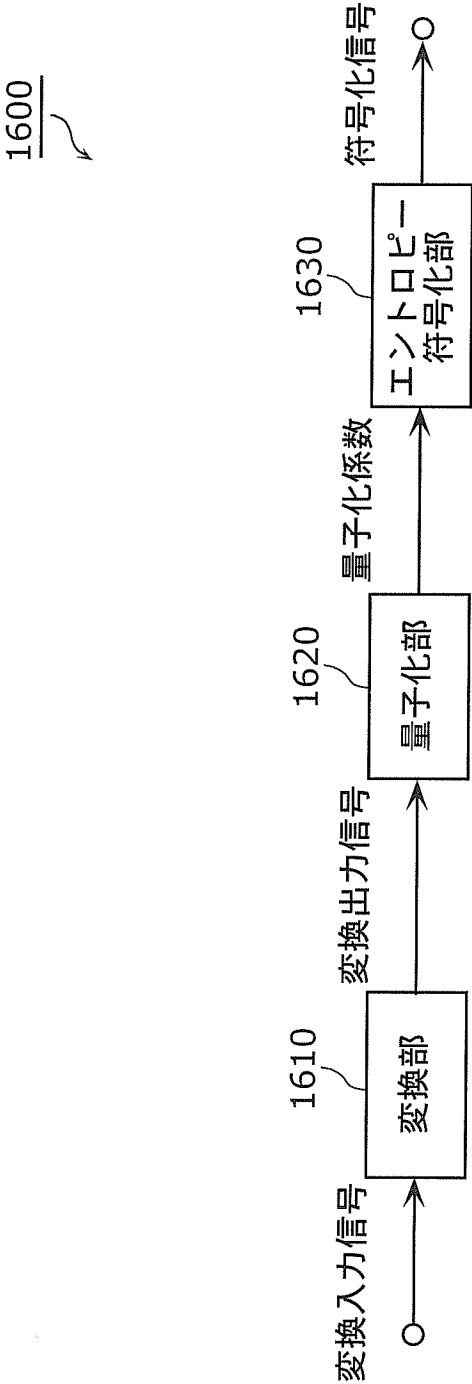
前記第1復号部分信号と、前記復号変換出力信号のうち前記第2復号変換出力信号以外の部分である第2復号部分信号とを含む第1復号変換出力信号に、第1逆変換係数を用いて第1逆変換を行うことで、前記復号信号を生成する第1逆変換ステップとを含み、

前記第2逆変換ステップでは、

前記第2復号変換出力信号として、前記復号変換出力信号のうち前記第2逆変換の対象となる範囲と、前記第2逆変換係数との少なくとも一方を、時間的又は空間的に適応的に決定する

復号方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[図1]

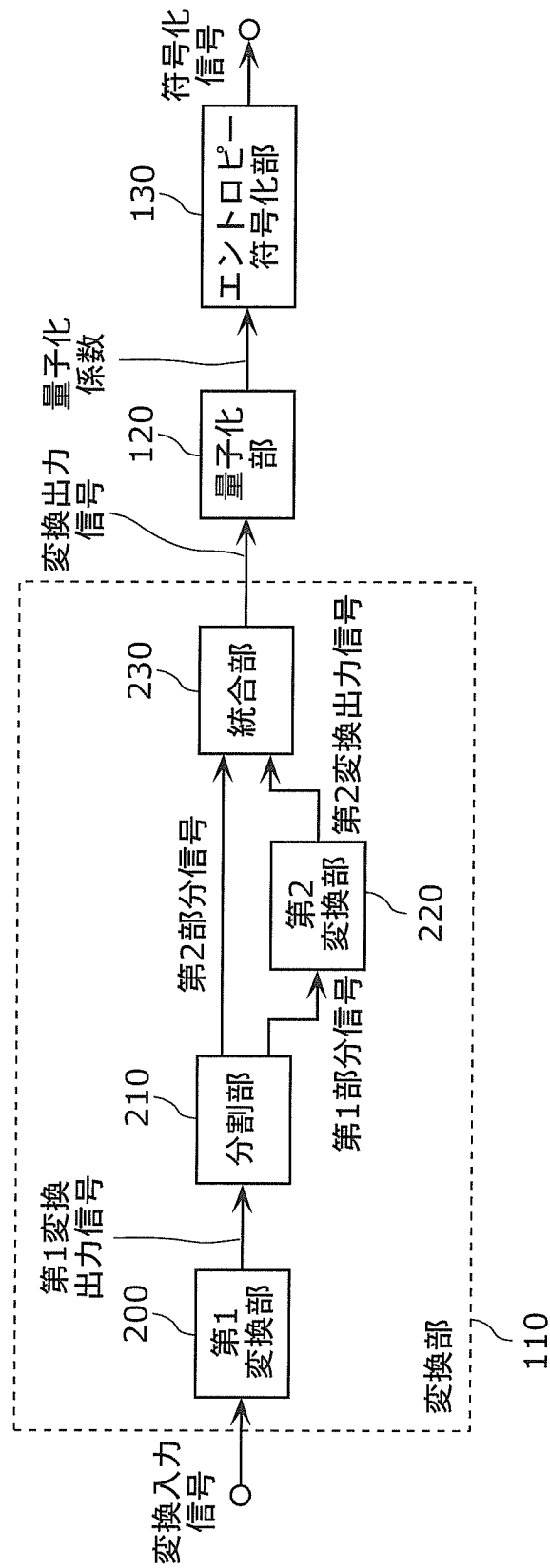


[図2]

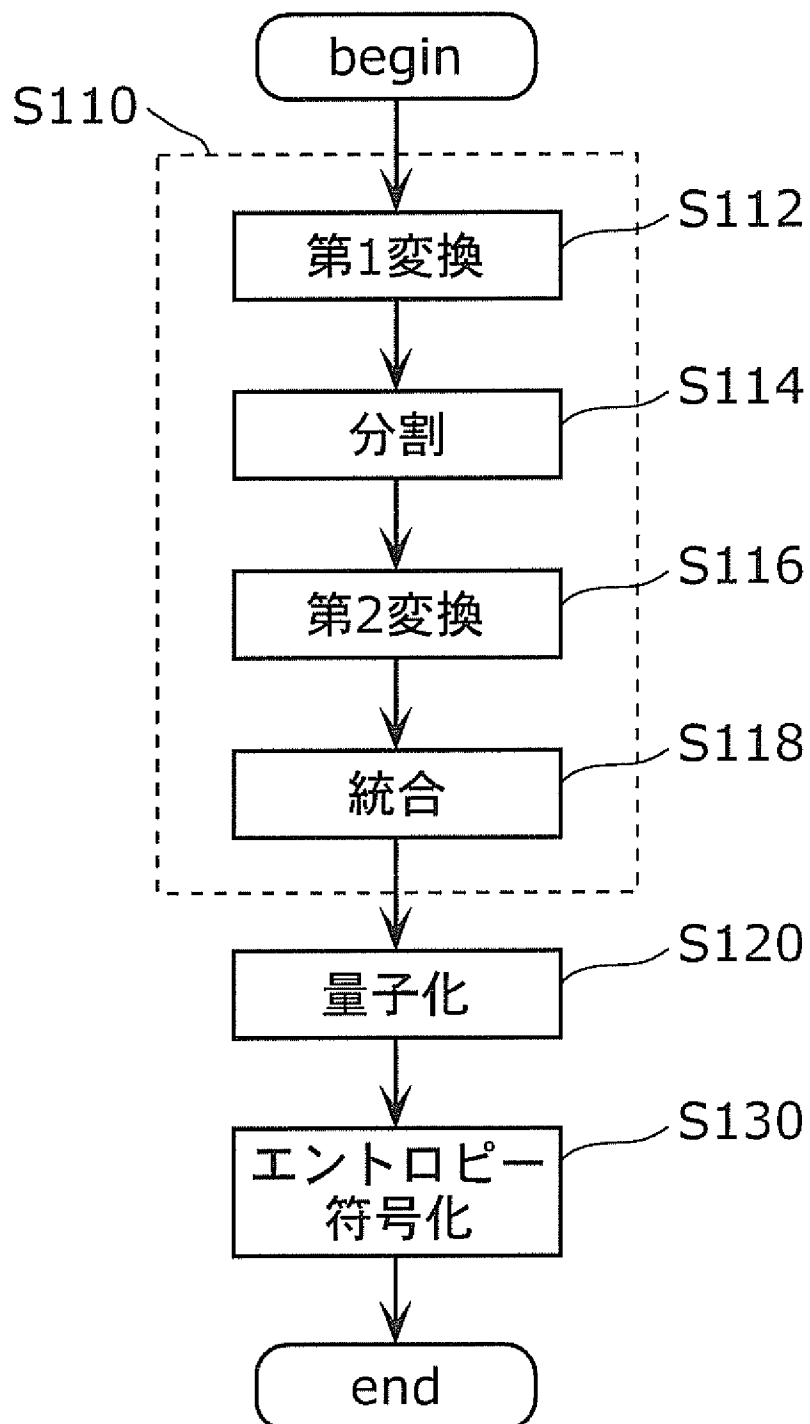
入力信号の次元数	DCT	KLT	比率
4	8	16	2.0
8	24	64	2.6
16	64	256	4.0
M	$M * \log_2(M)$	$M * M$	

[図3]

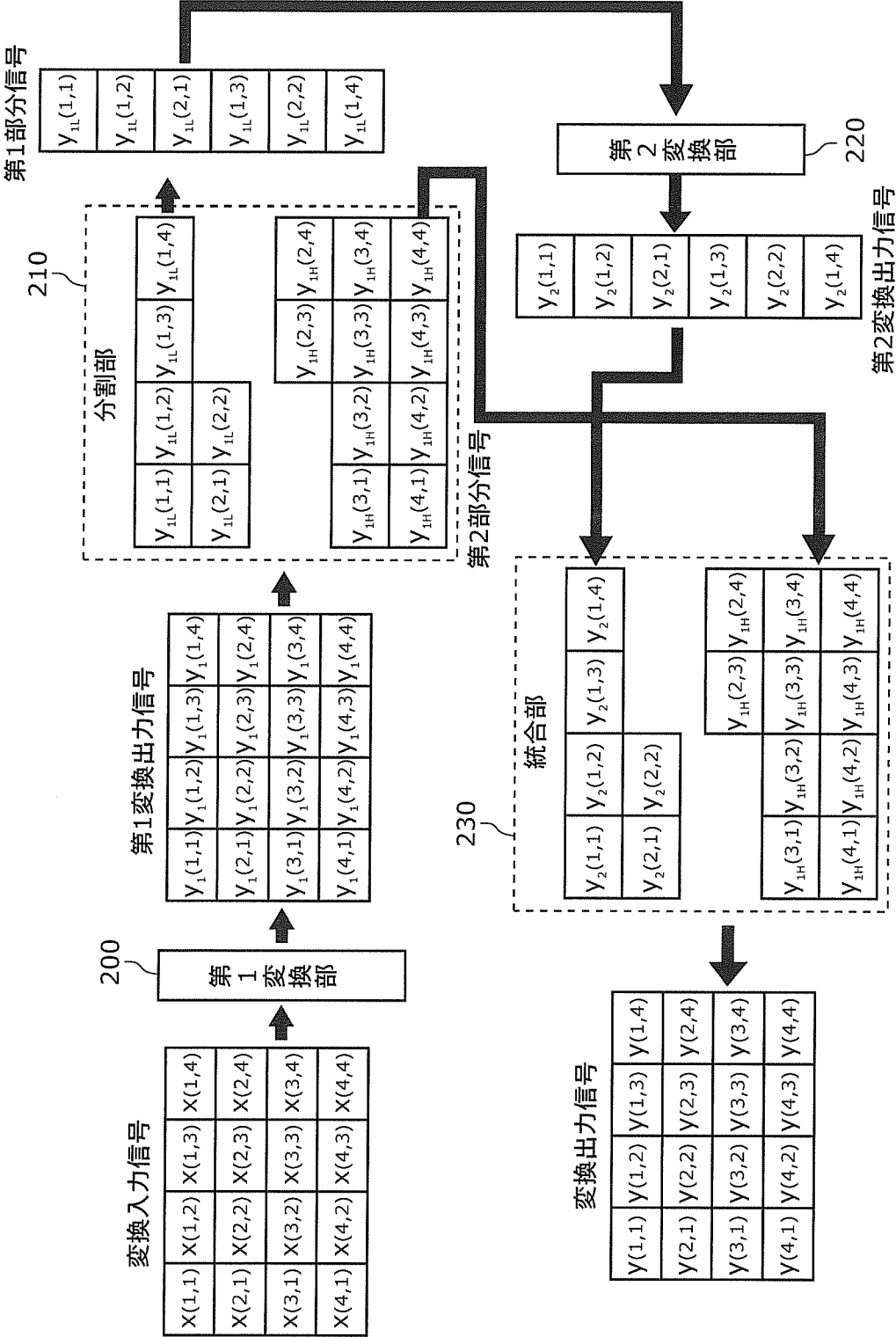
100



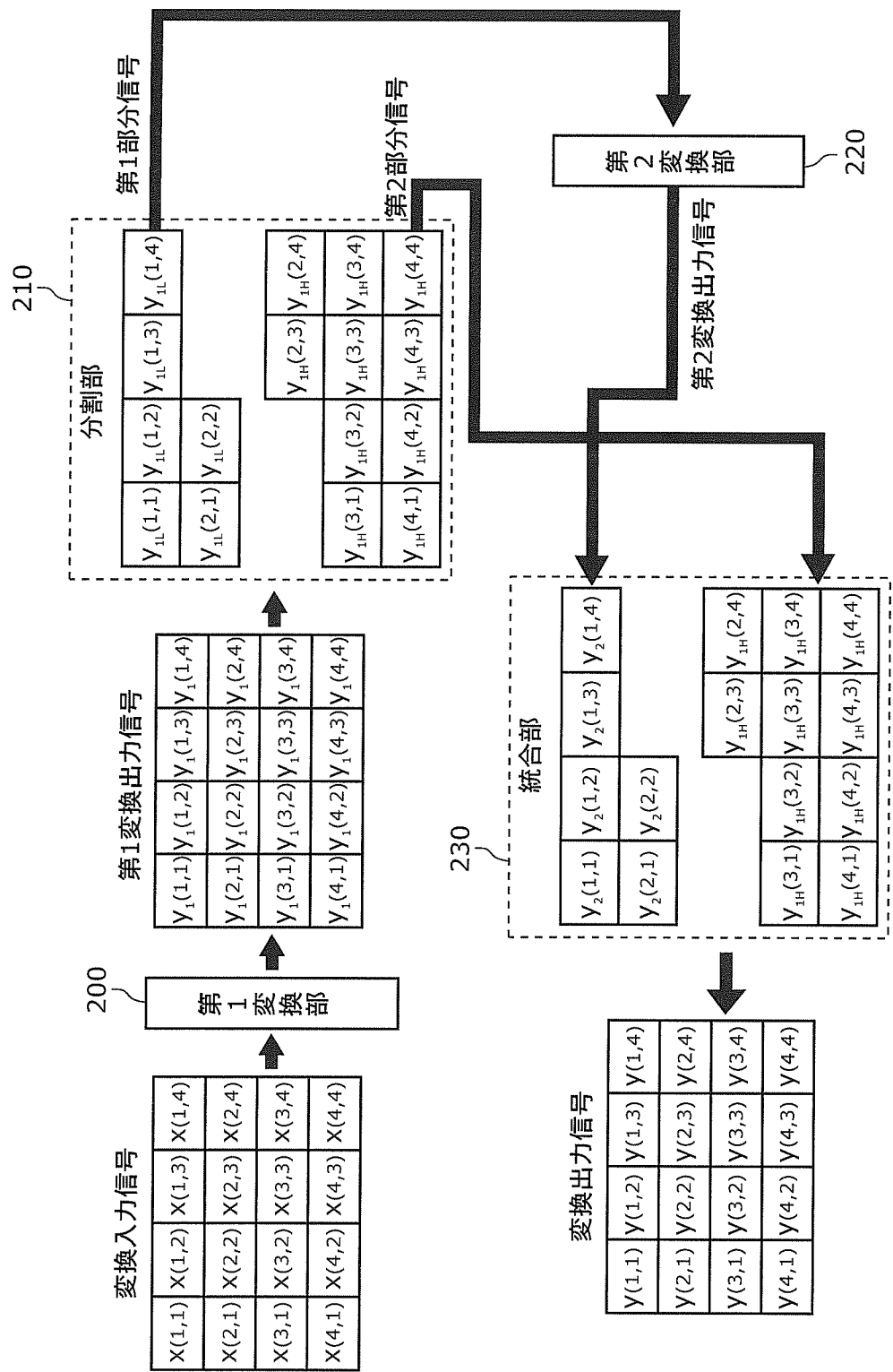
[図4]



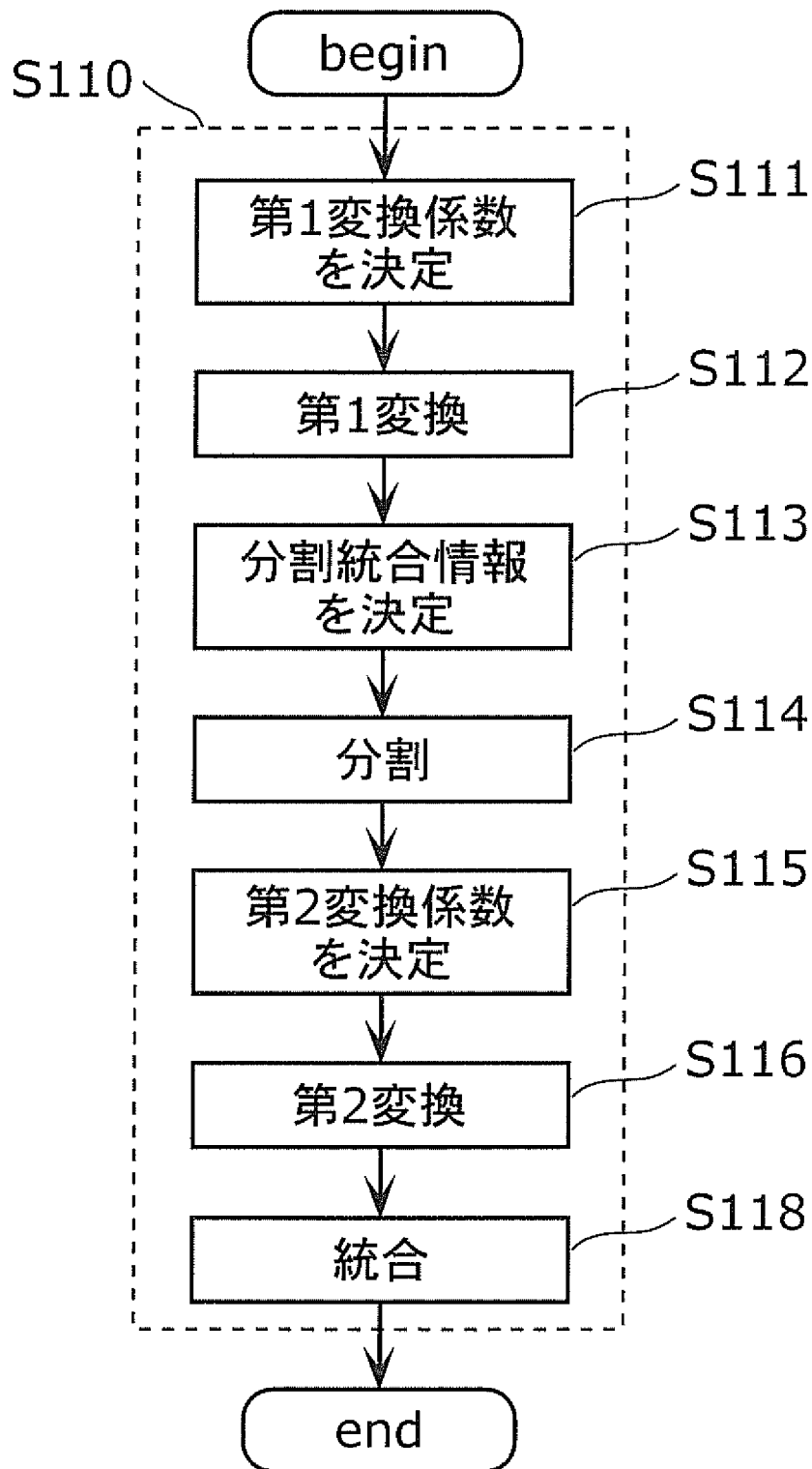
[図5A]



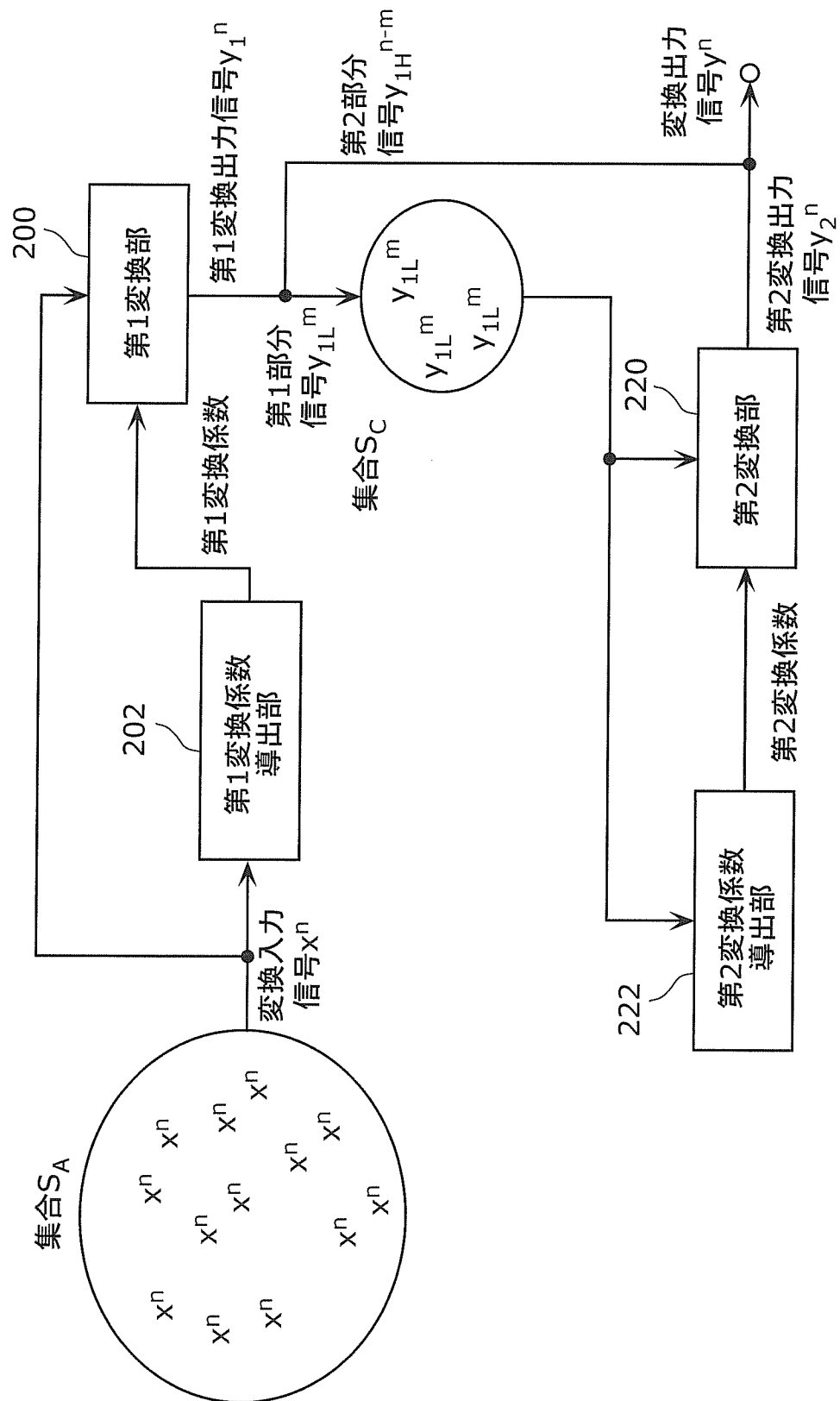
[図5B]



[図6]



[図7]



[図8]

(a)

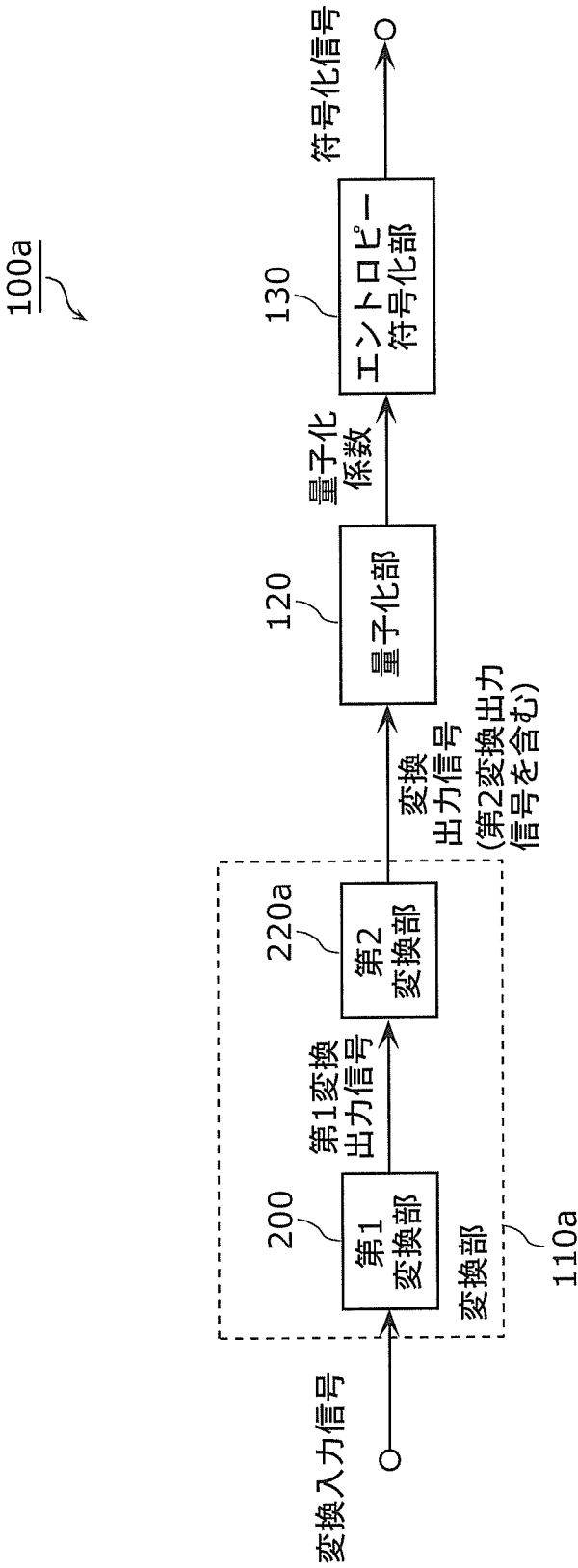
$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ \hline A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ \hline A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline X_1 \\ \hline X_2 \\ \hline X_3 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \Sigma A_{1i} X_i \\ \hline \Sigma A_{2i} X_i \\ \hline \Sigma A_{3i} X_i \\ \hline \end{array}$$

(b)

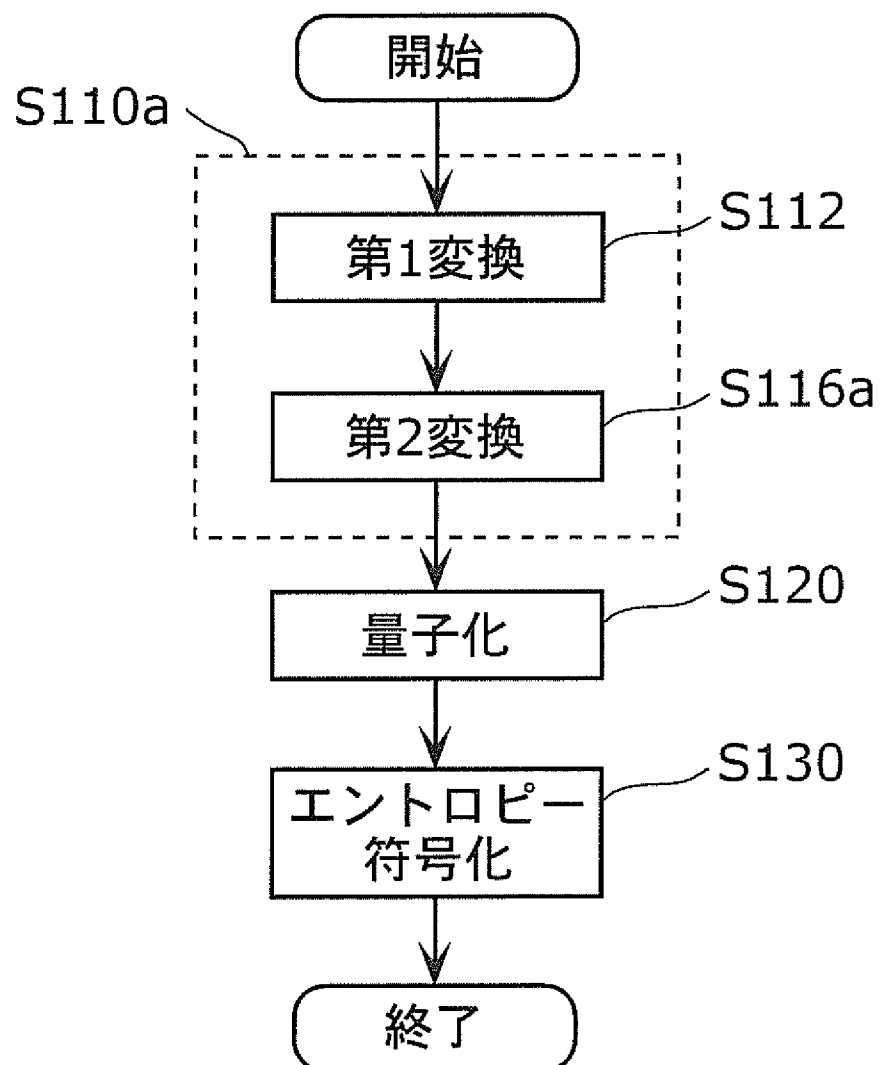
$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline A_{11} & A_{12} & A_{13} & 0 \\ \hline A_{21} & A_{22} & A_{23} & 0 \\ \hline A_{21} & A_{22} & A_{23} & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline X_1 \\ \hline X_2 \\ \hline X_3 \\ \hline X_4 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \Sigma A_{1i} X_i \\ \hline \Sigma A_{2i} X_i \\ \hline \Sigma A_{3i} X_i \\ \hline X_4 \\ \hline \end{array}$$

同じ演算結果

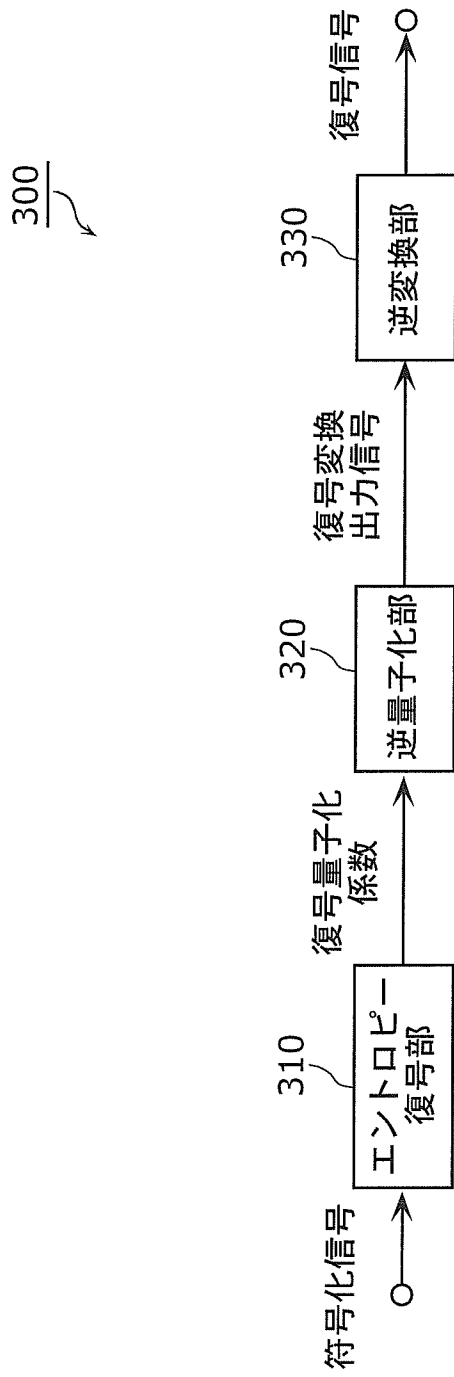
[図9]



[図10]

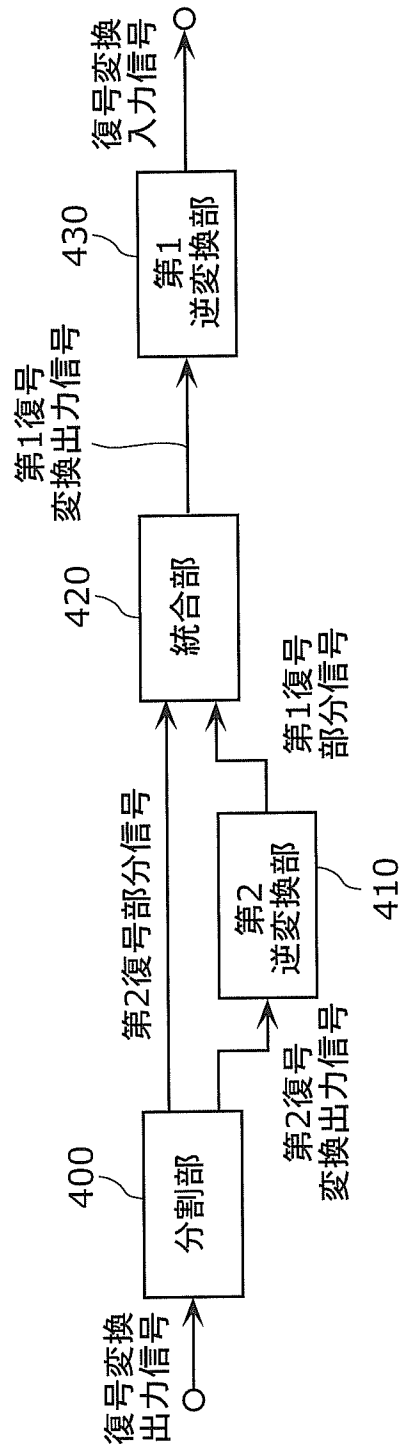


[図11A]

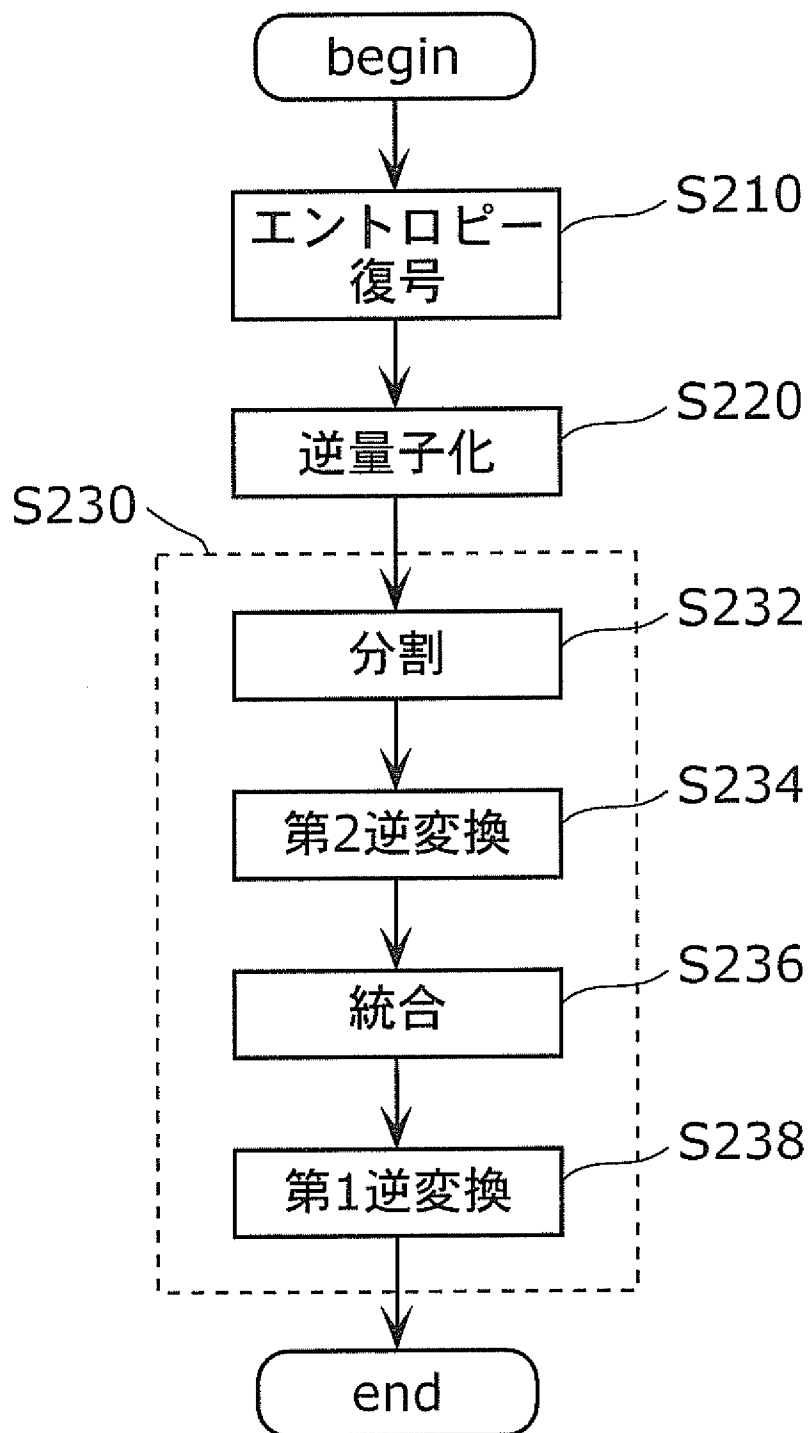


[図11B]

330

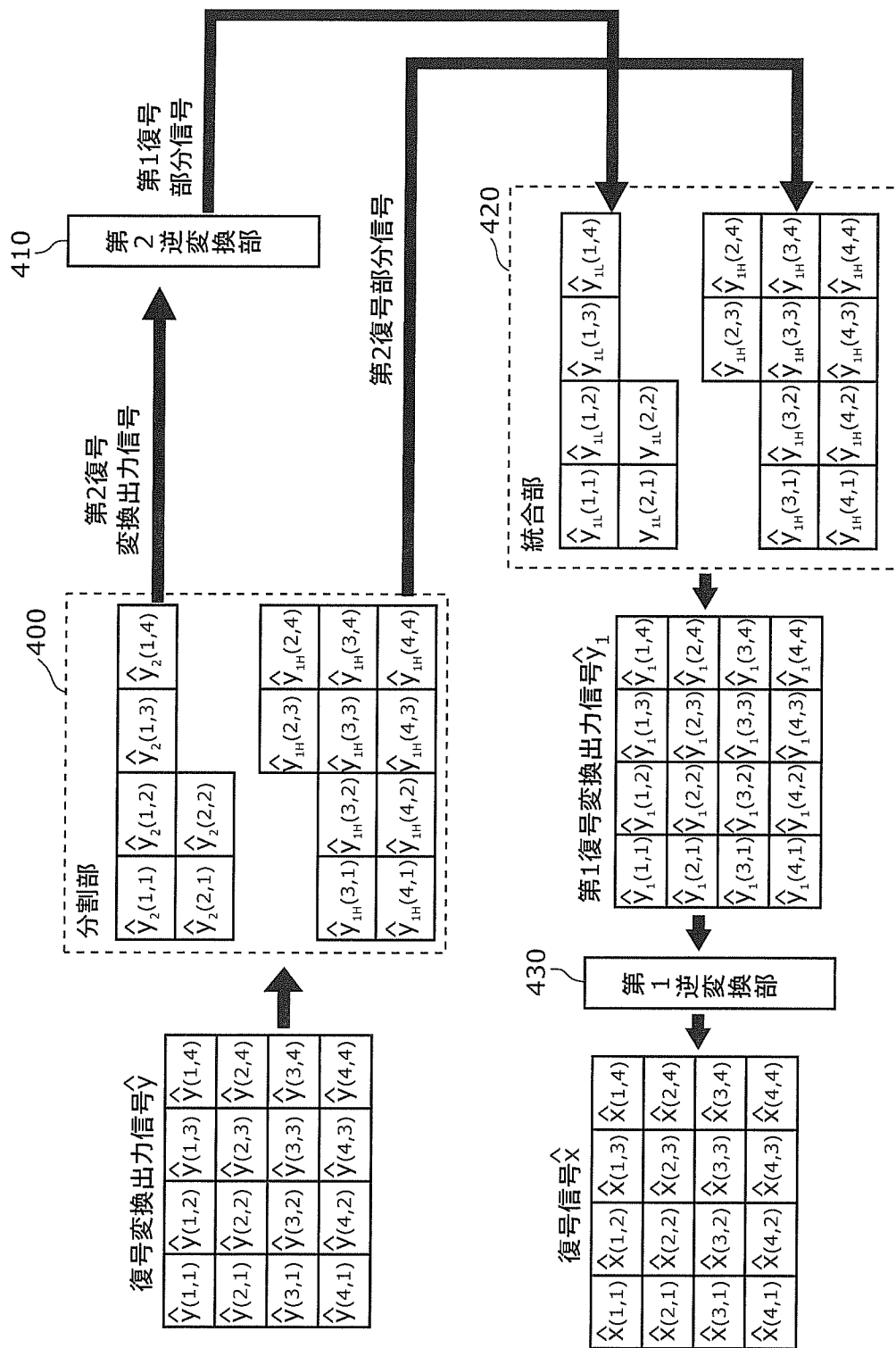


[図12]

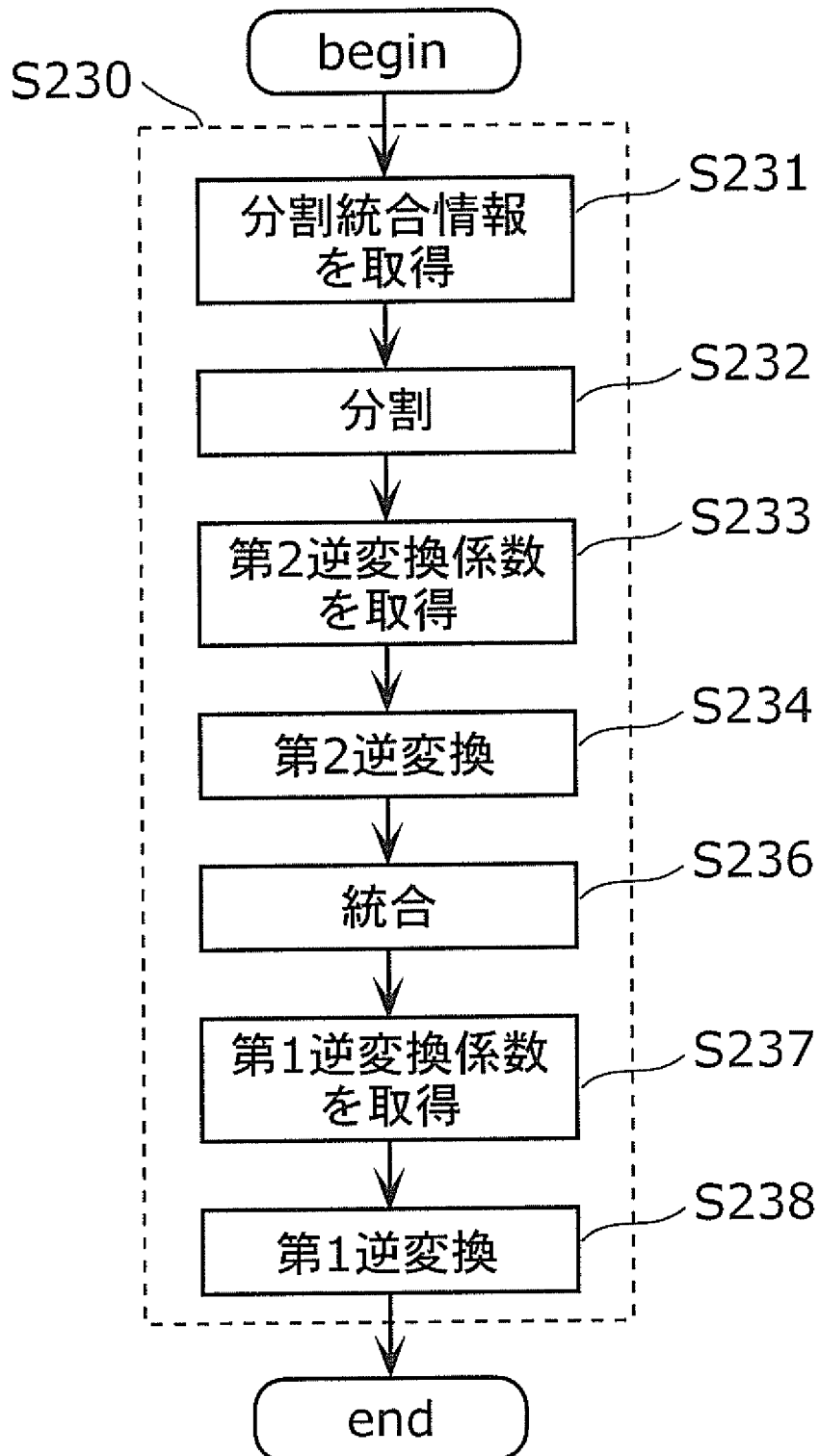


[illegible]

[図13B]

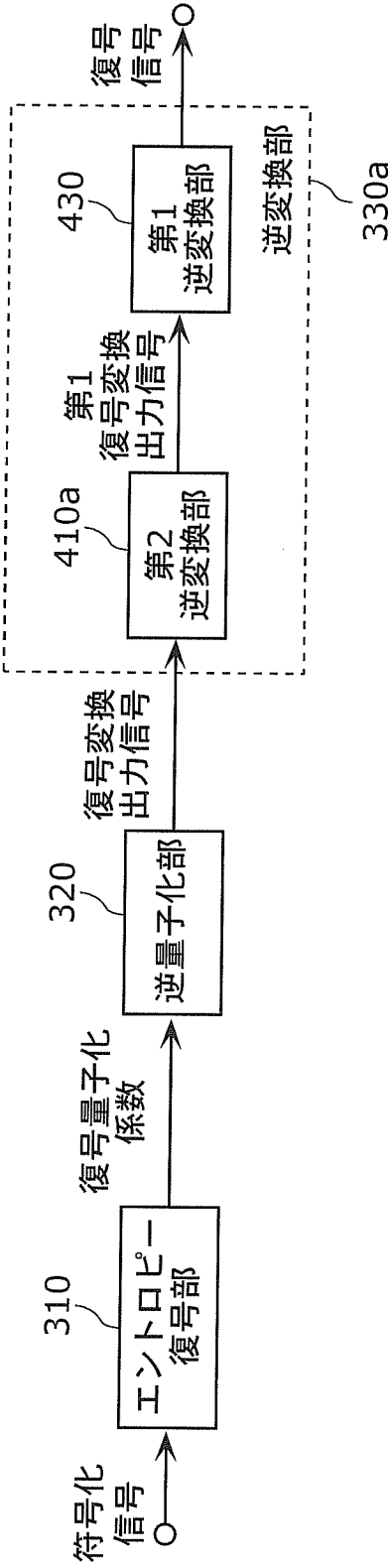


[図14]

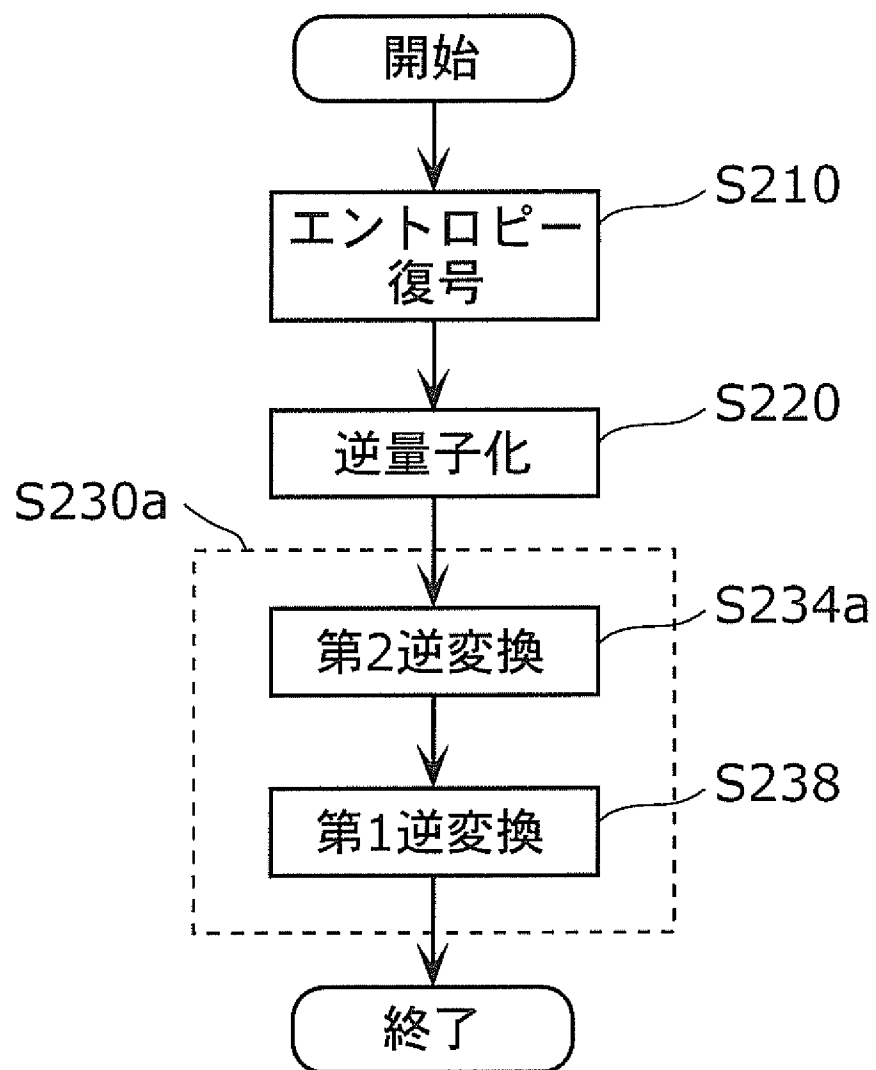


[図15]

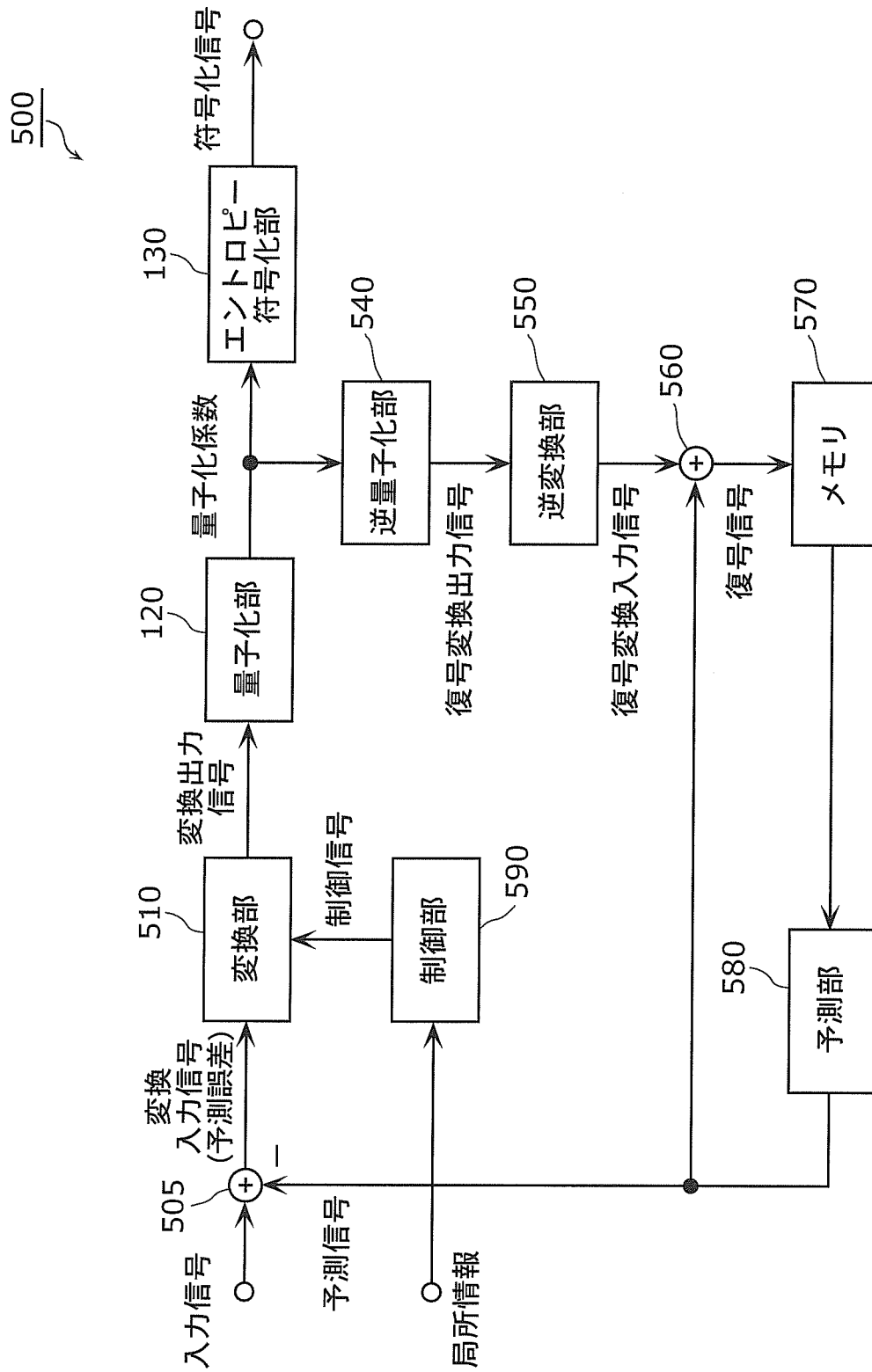
300a



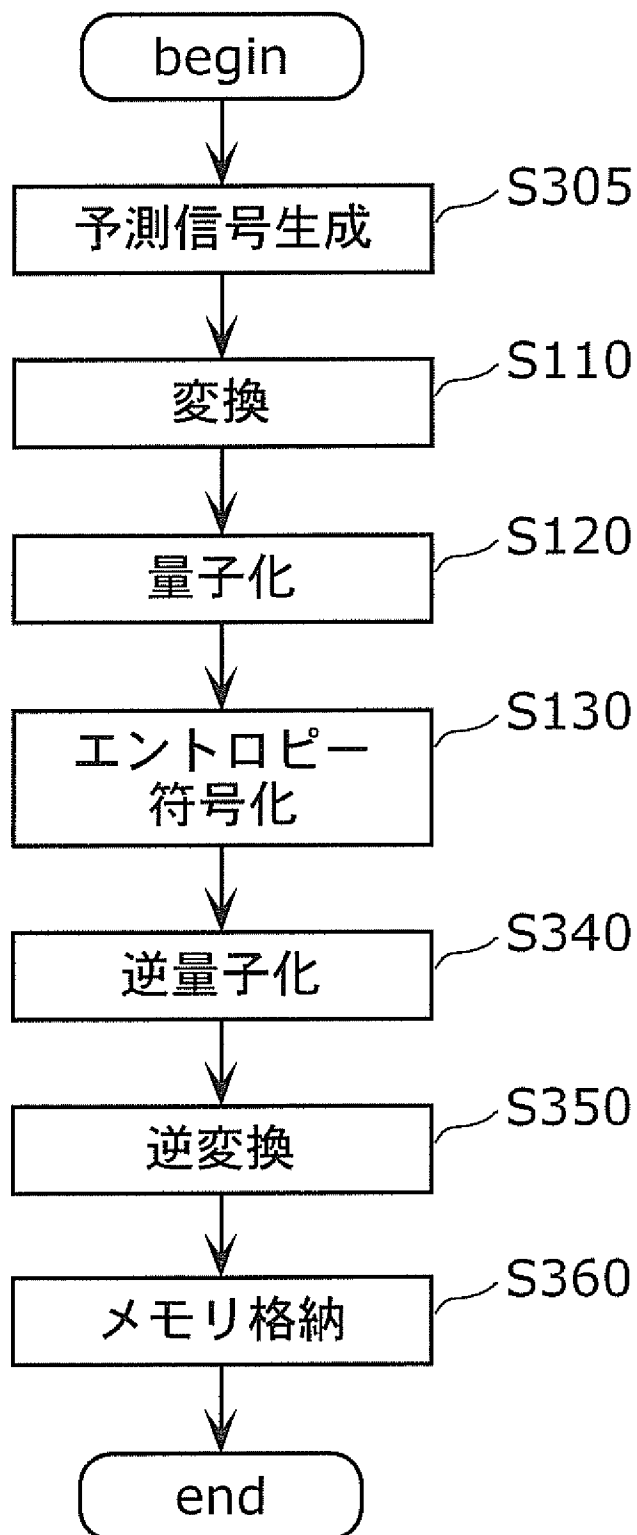
[図16]



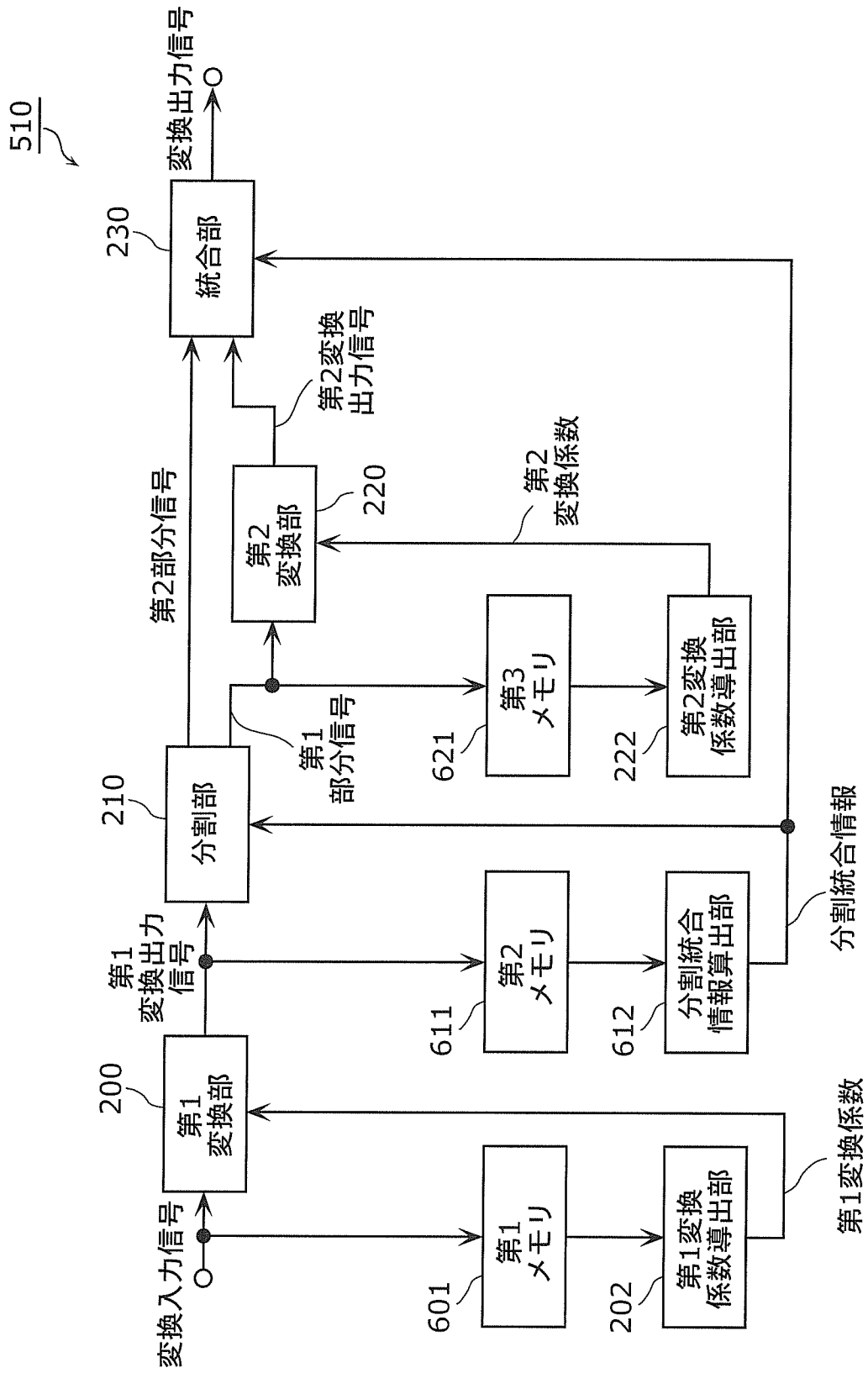
[図17]



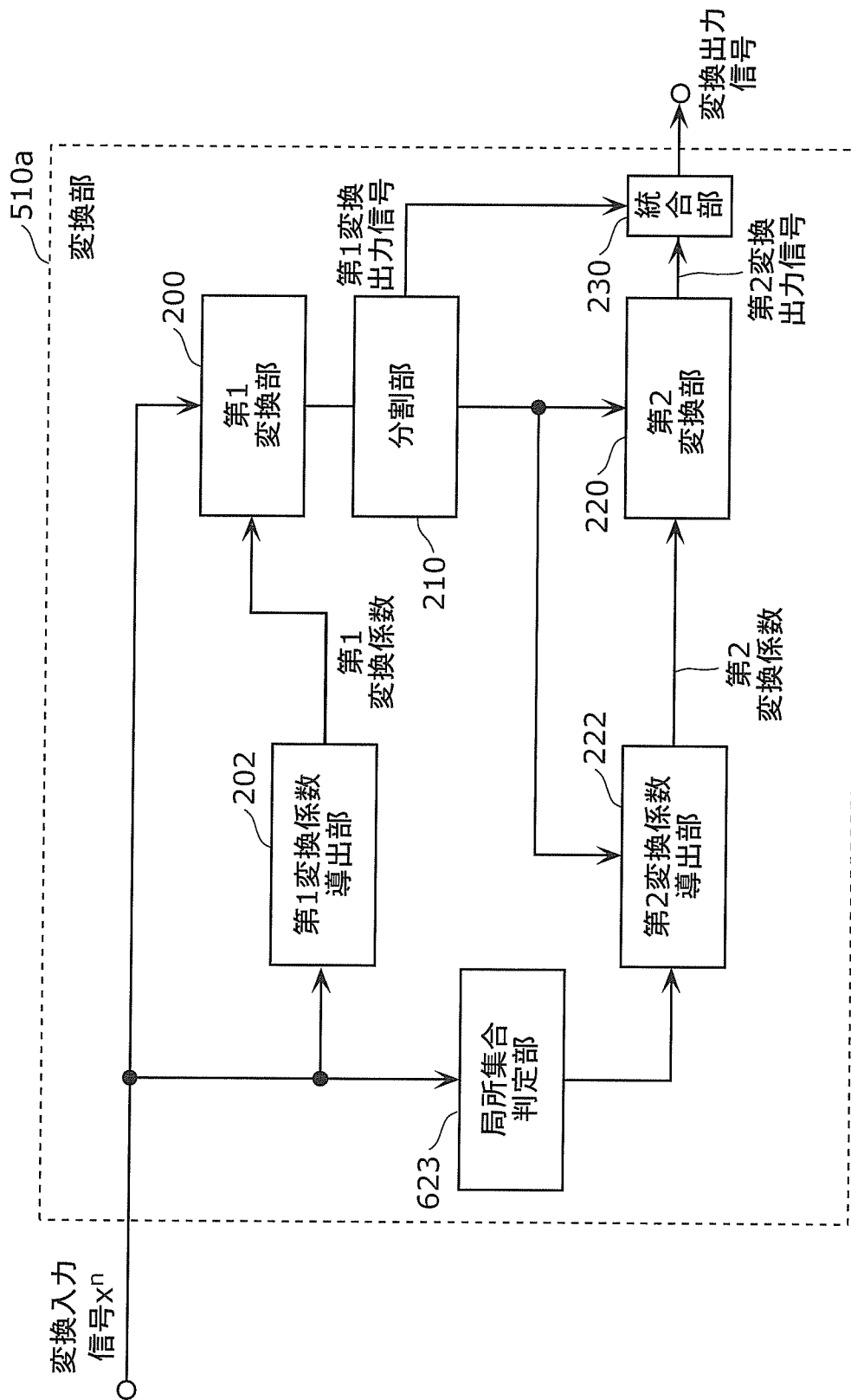
[図18]



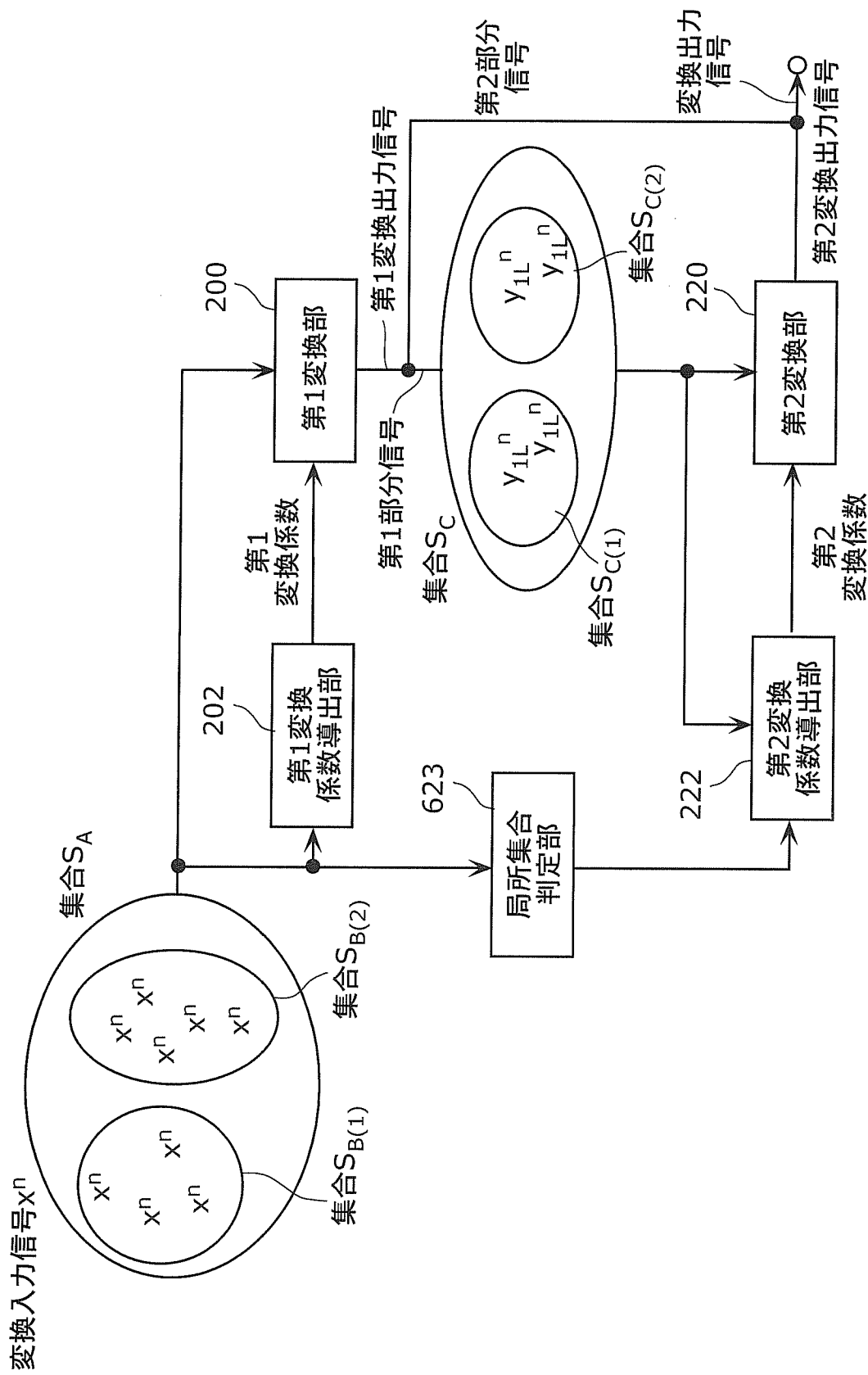
[図19]



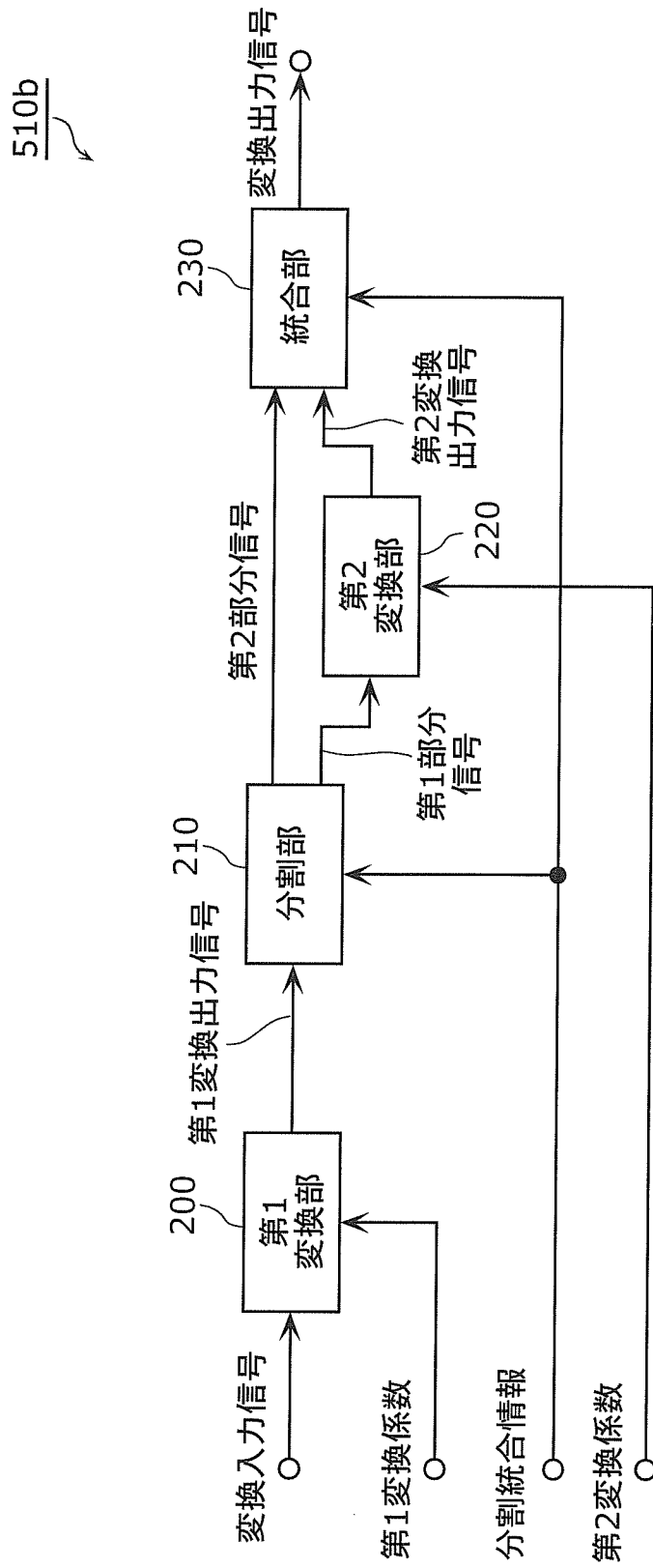
[図20]



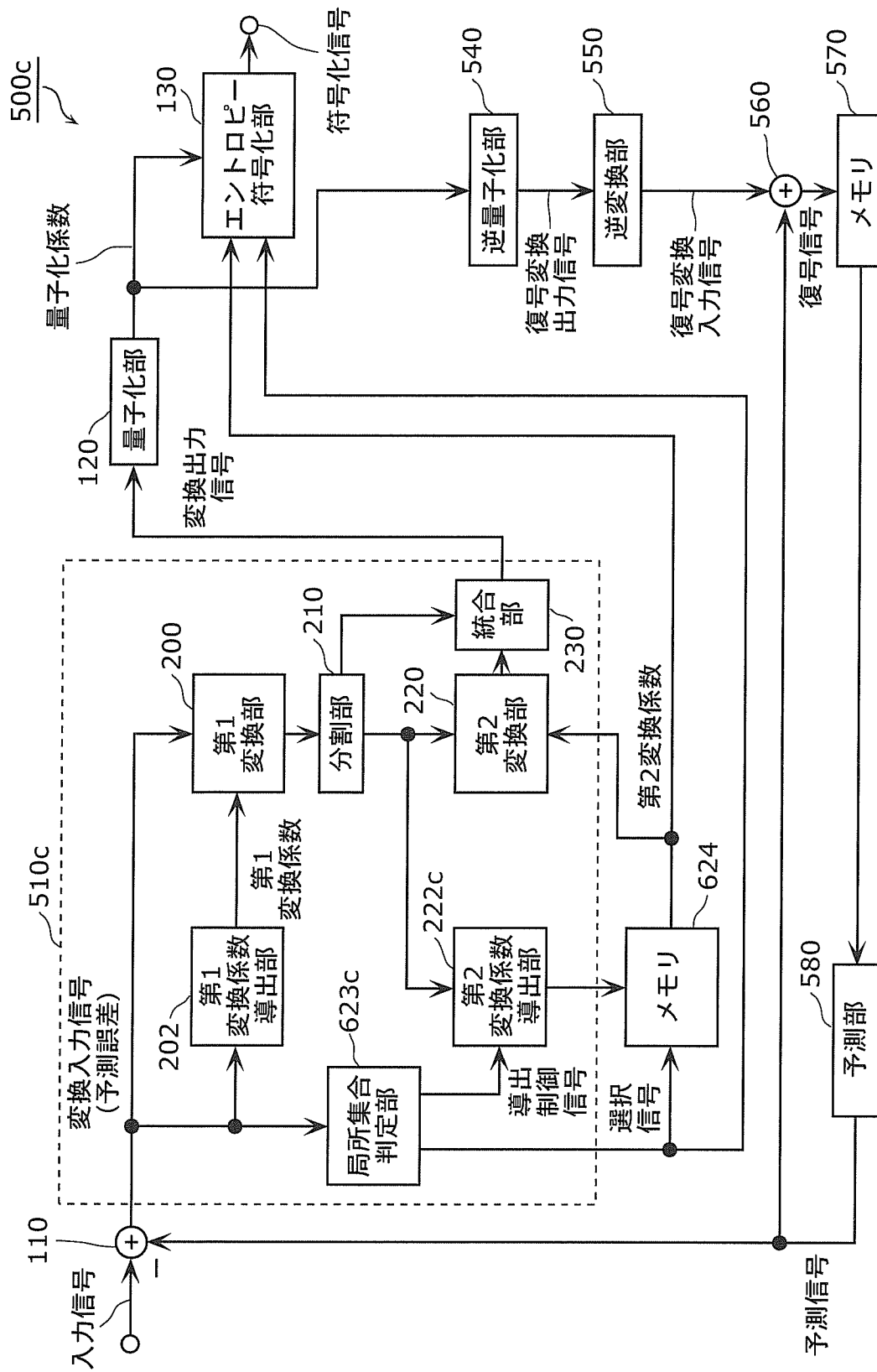
[図21]



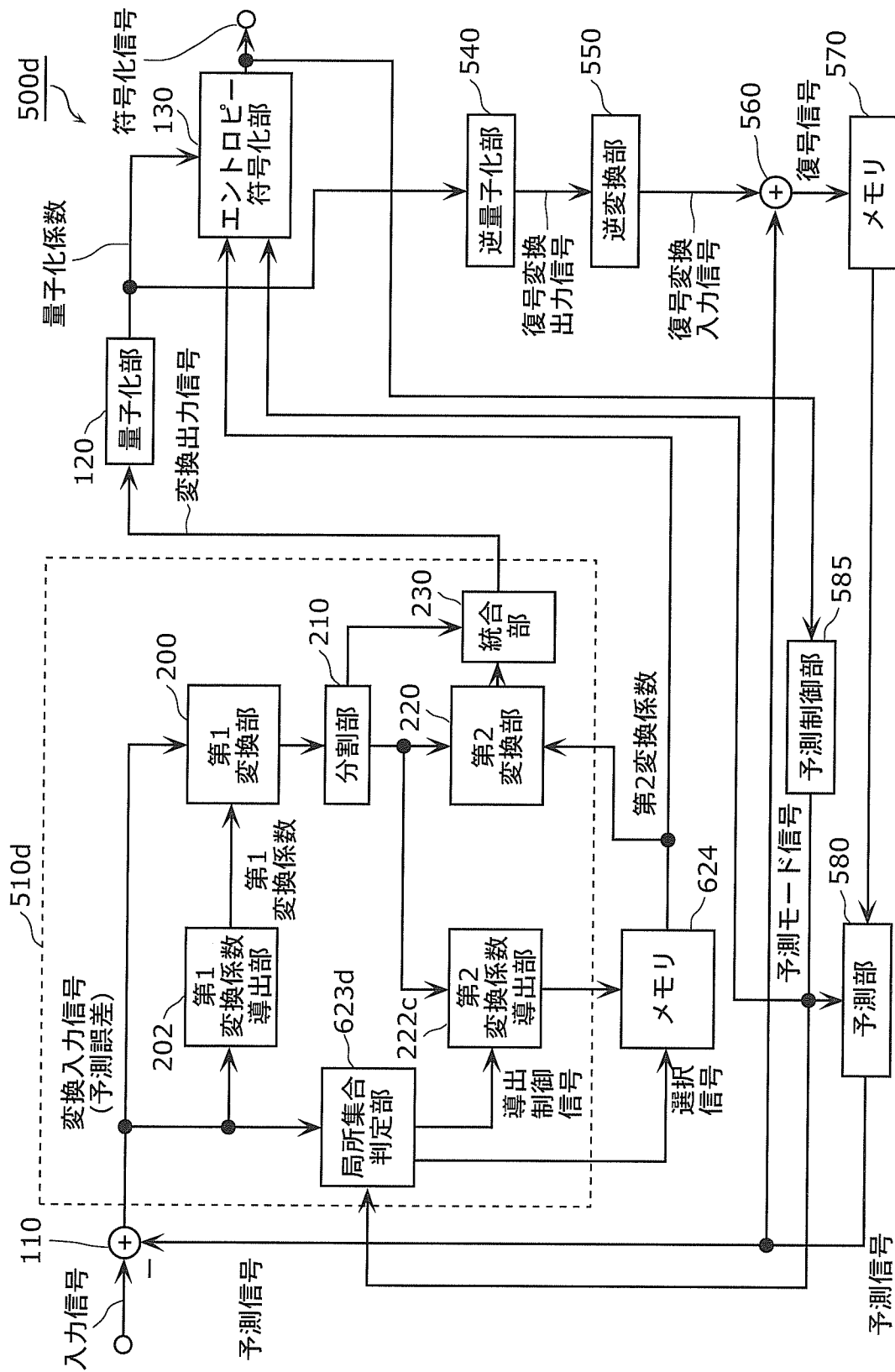
[図22]



[図24A]



[図24B]

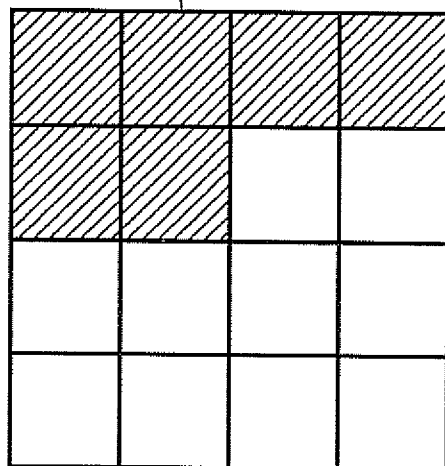


[図25]

インデックス	第2変換係数	選択範囲情報
1	変換行列Aの係数 a_{ij}	分割統合情報 A
2	変換行列Bの係数 b_{ij}	分割統合情報 B
3	変換行列Cの係数 c_{ij}	分割統合情報 C
⋮	⋮	⋮

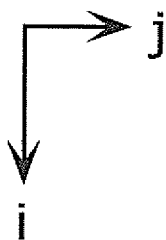
[図26A]

第1変換出力信号

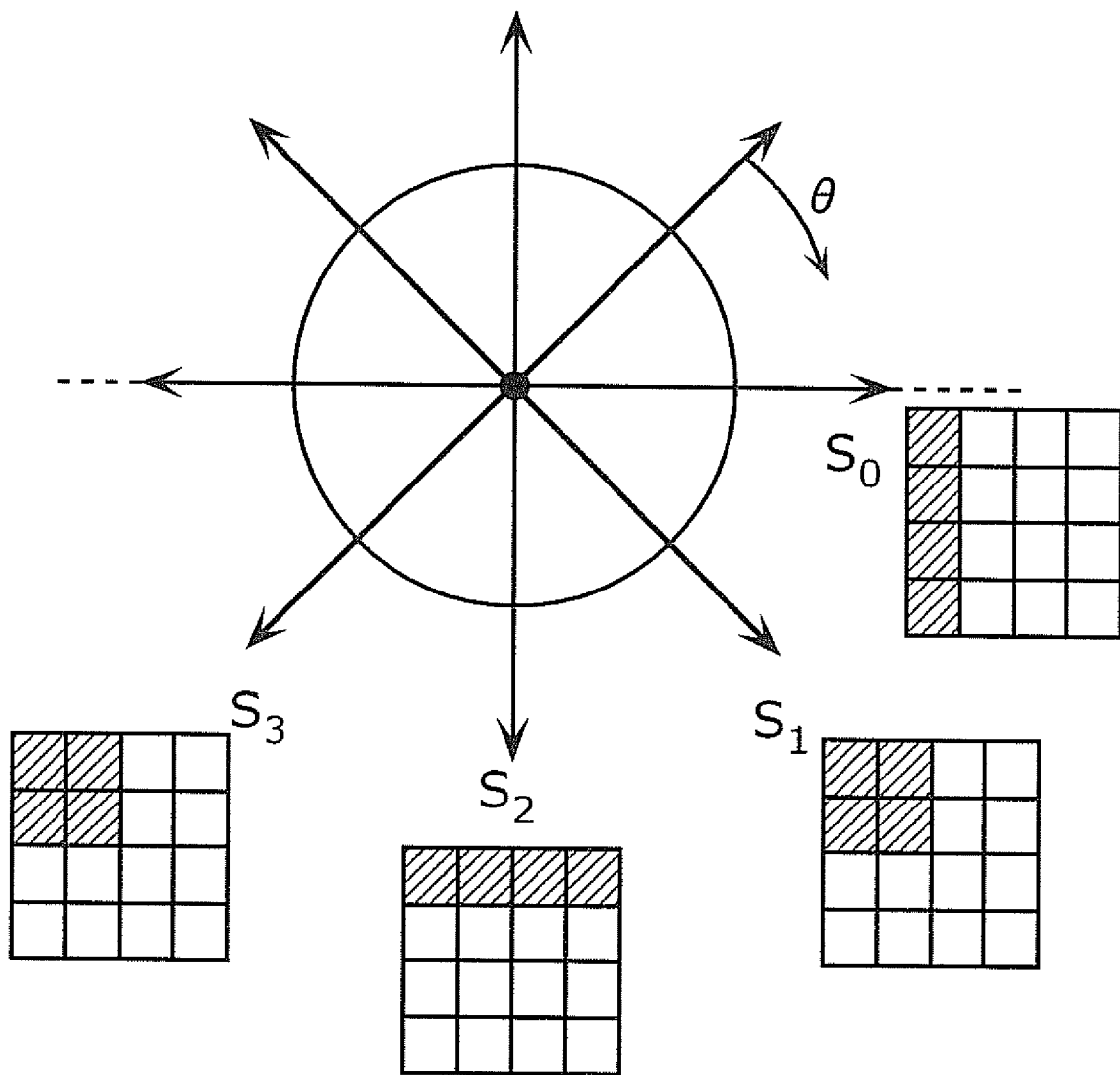


第1部分信号

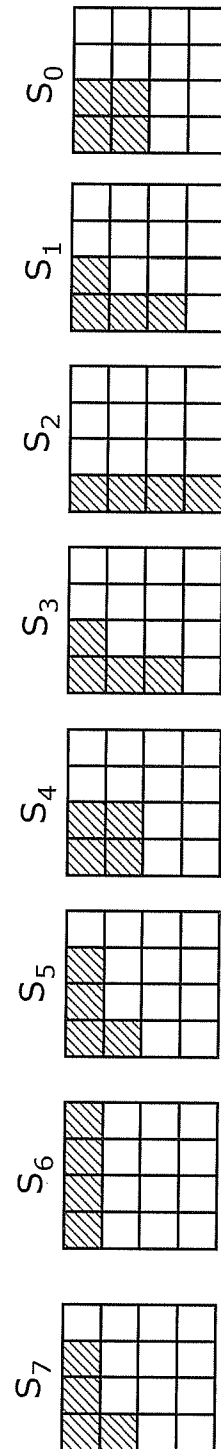
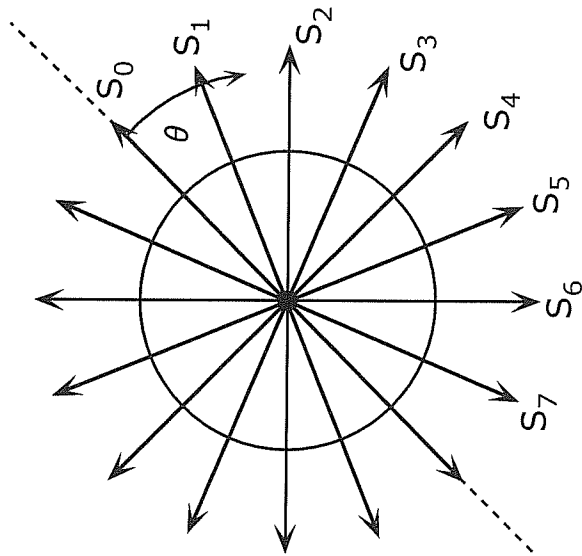
第2部分信号



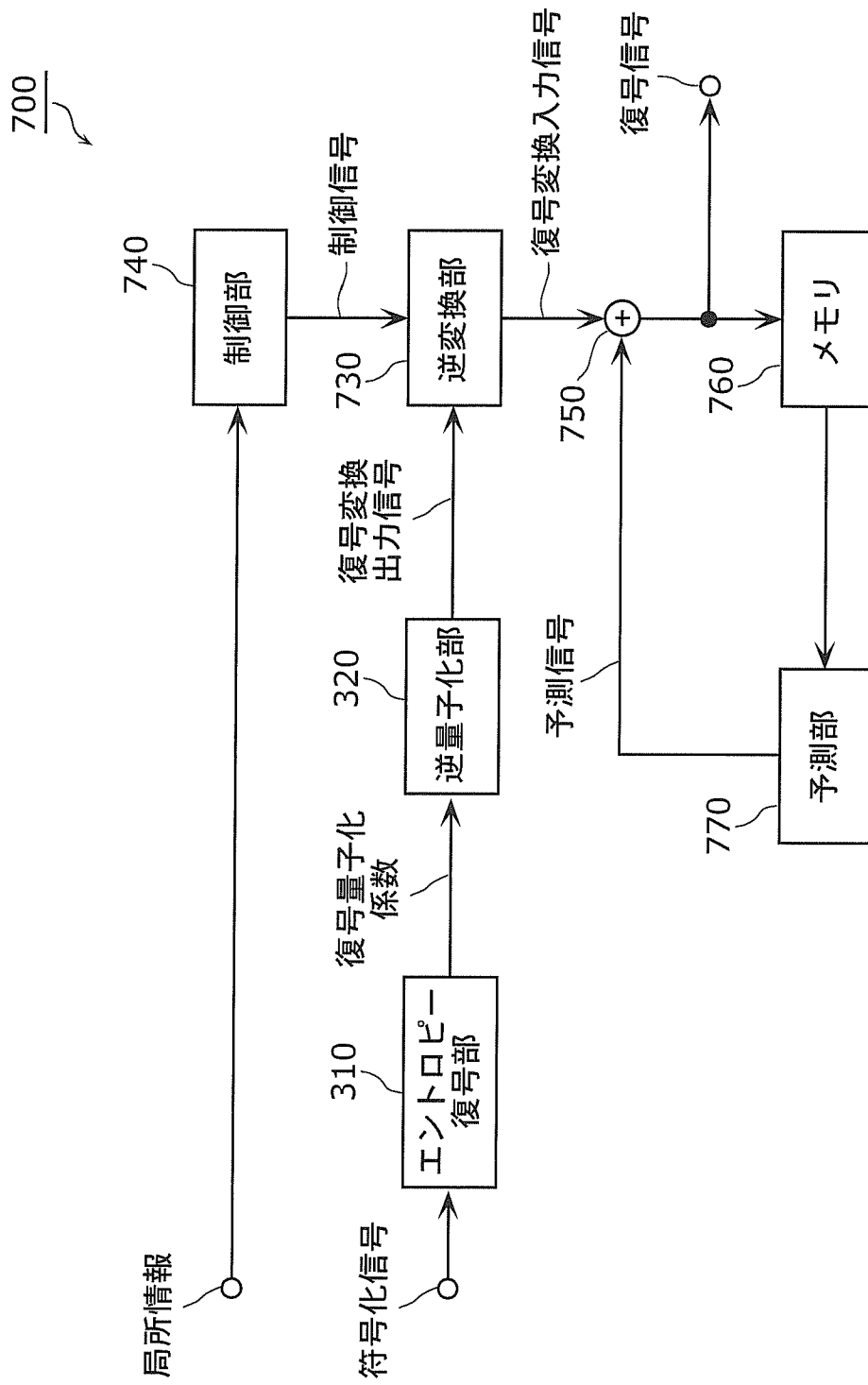
[図26B]



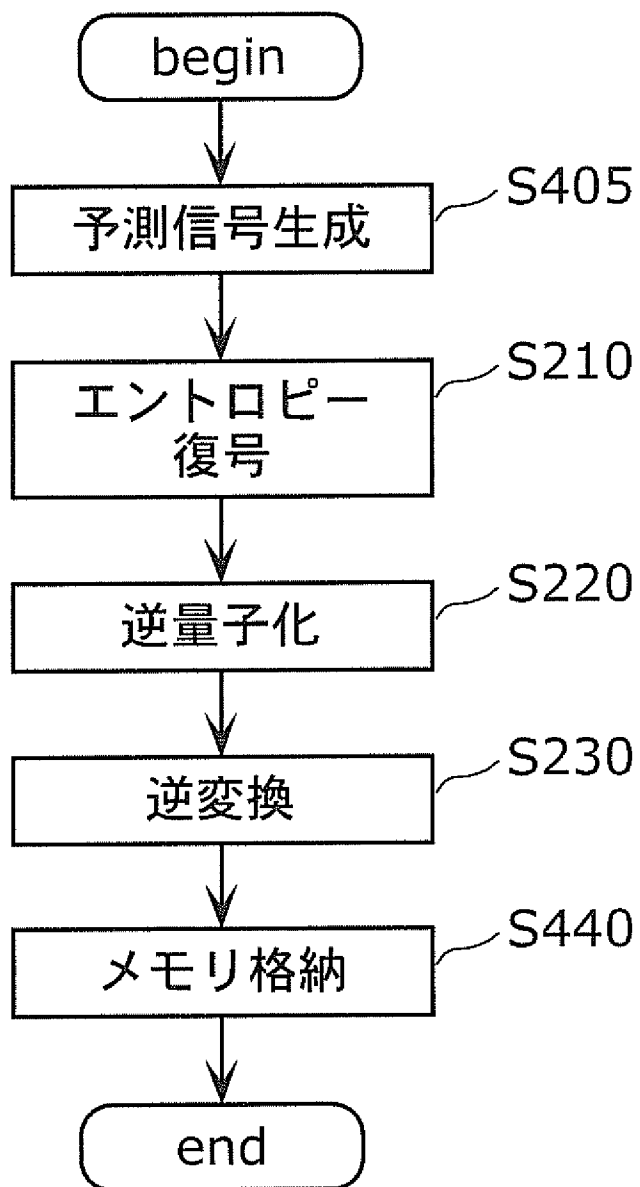
[図26C]



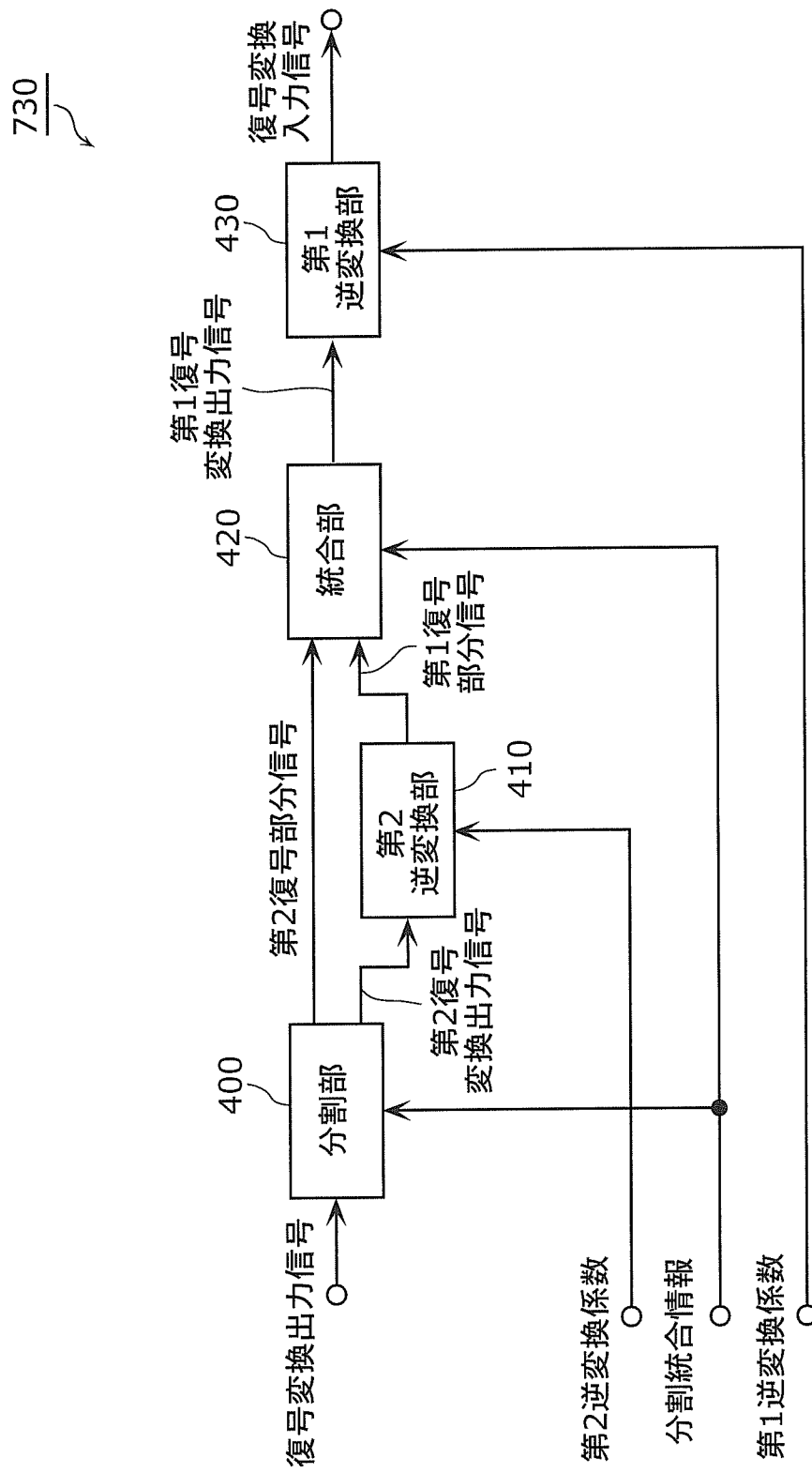
[図27]



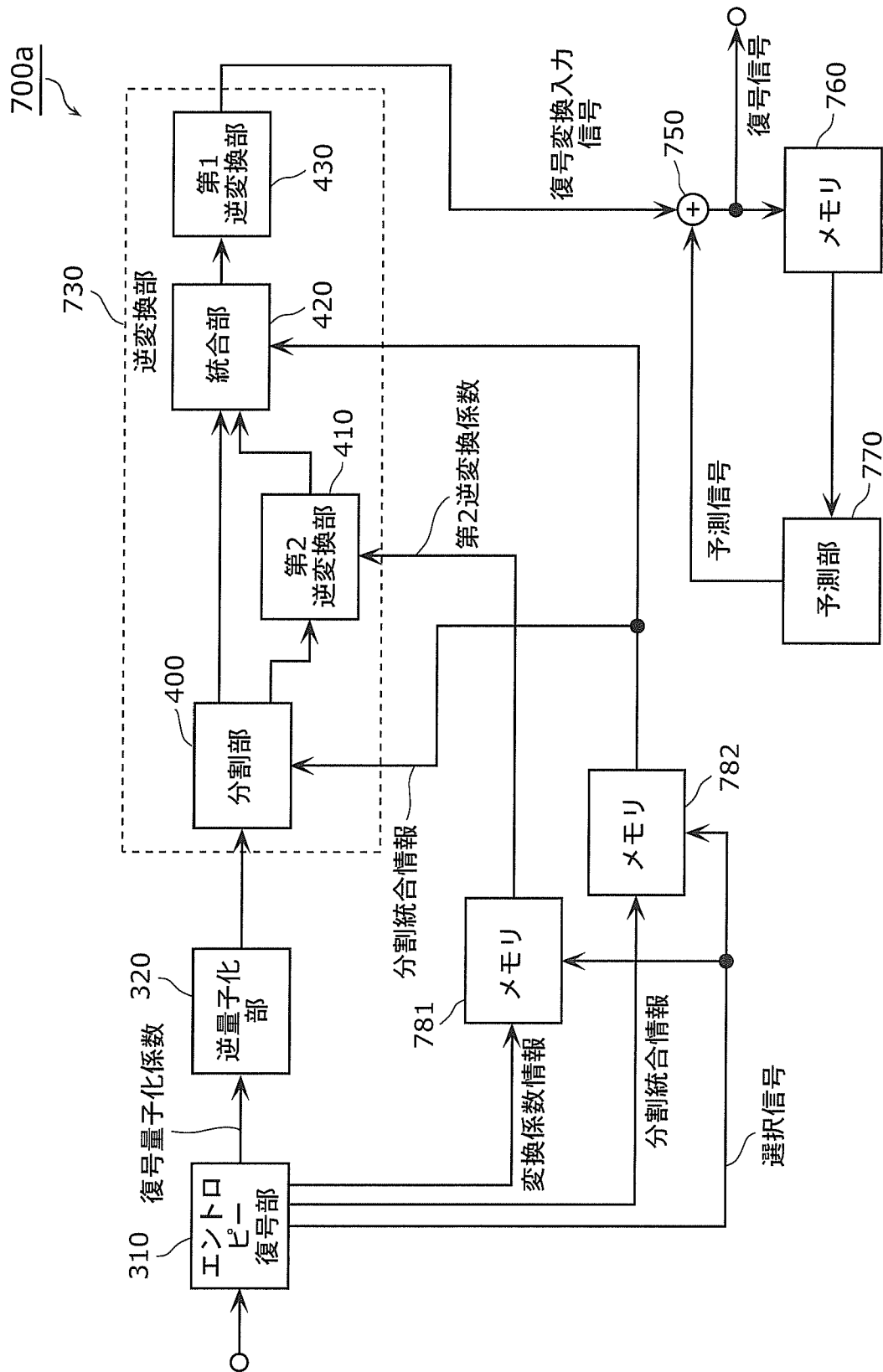
[図28]



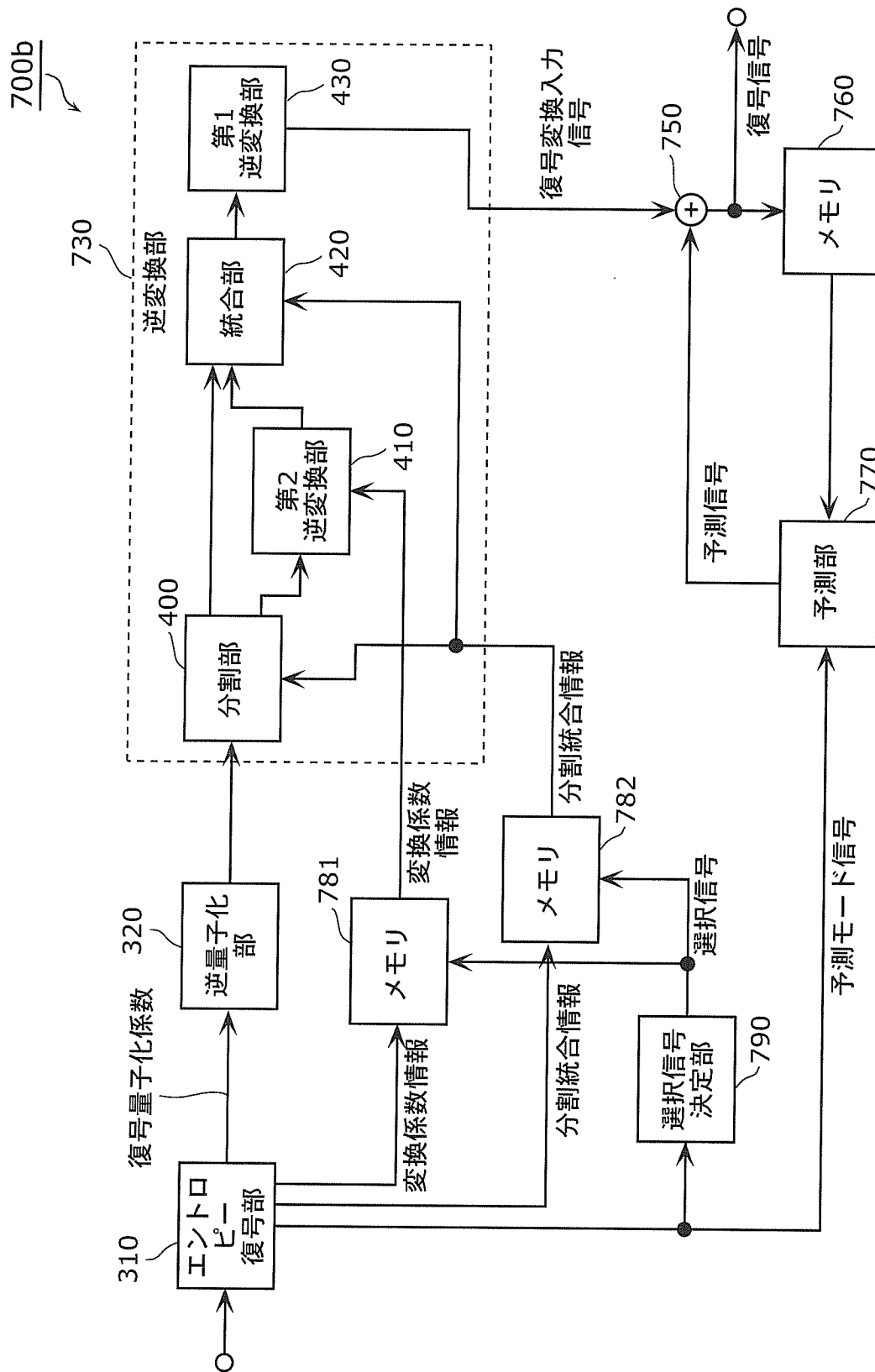
[図29]



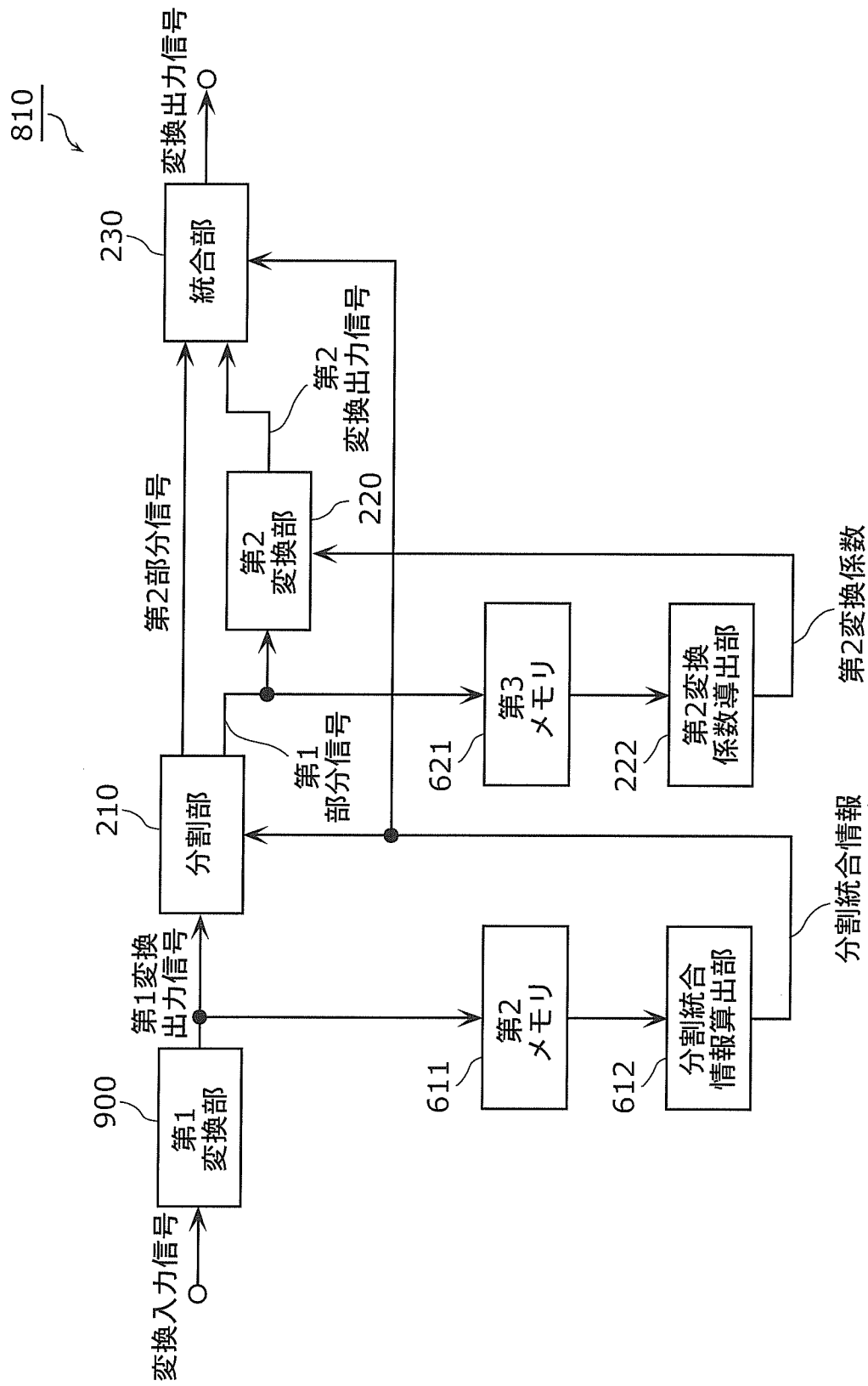
[図30]



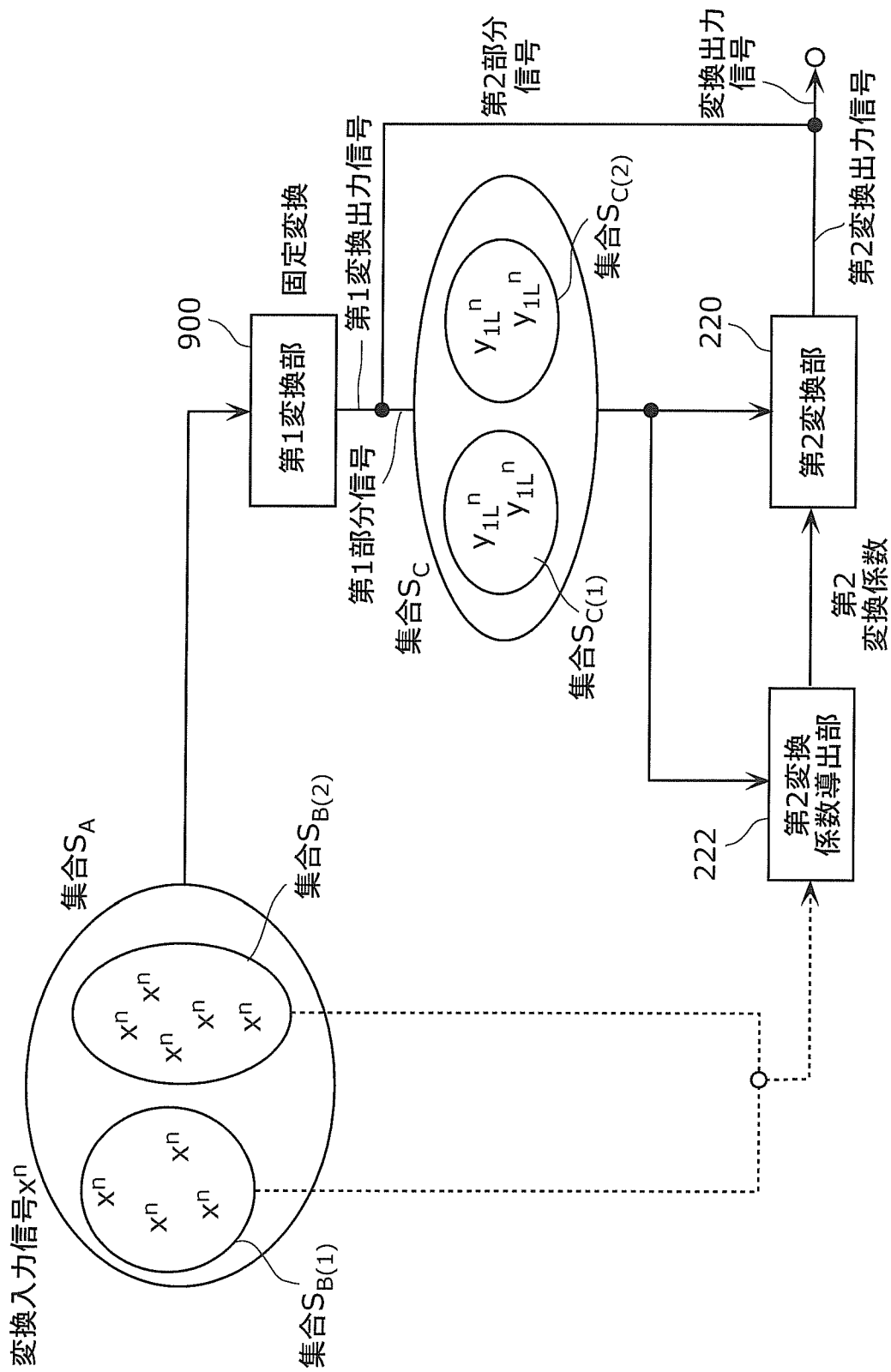
[図31]



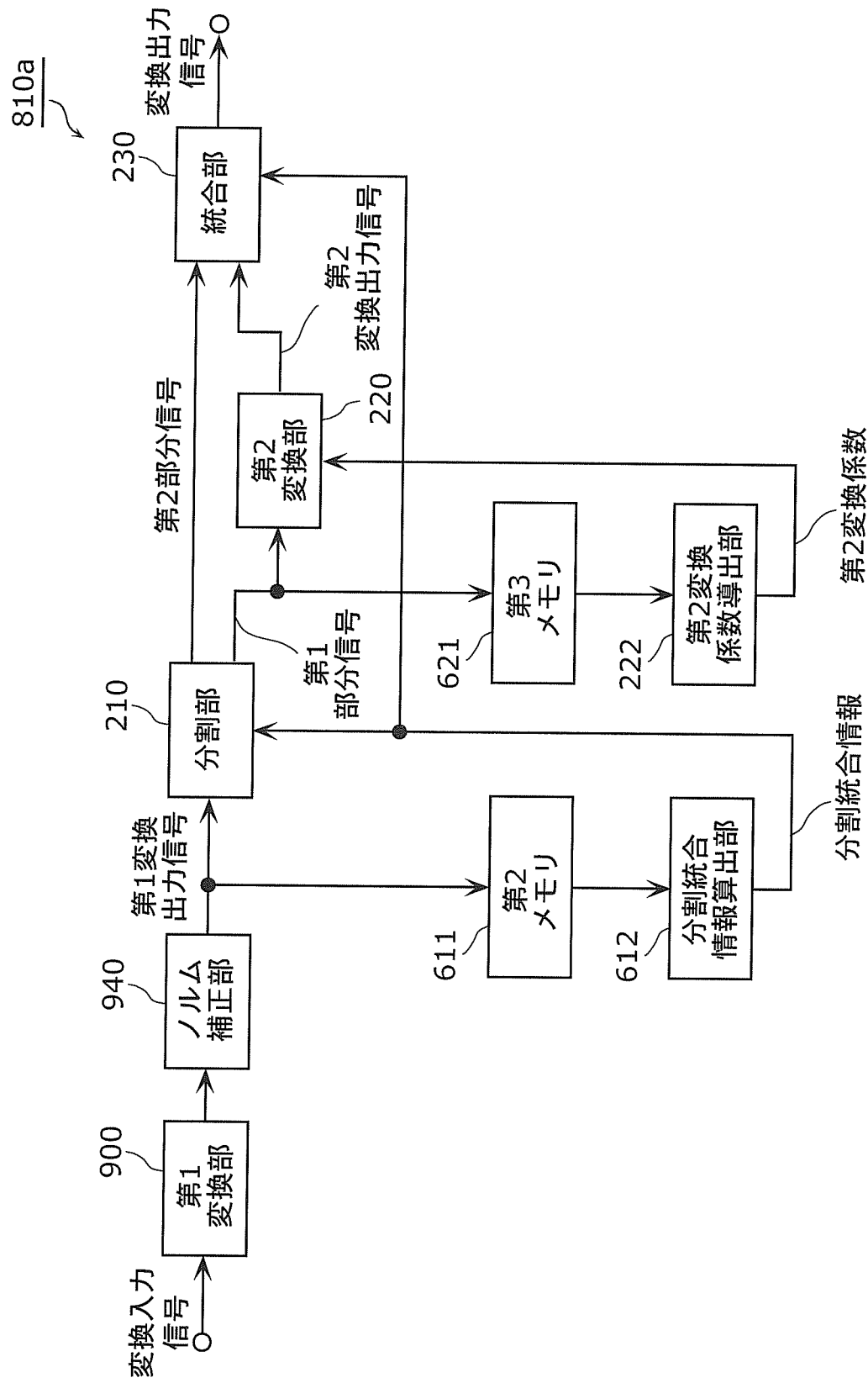
[図32]



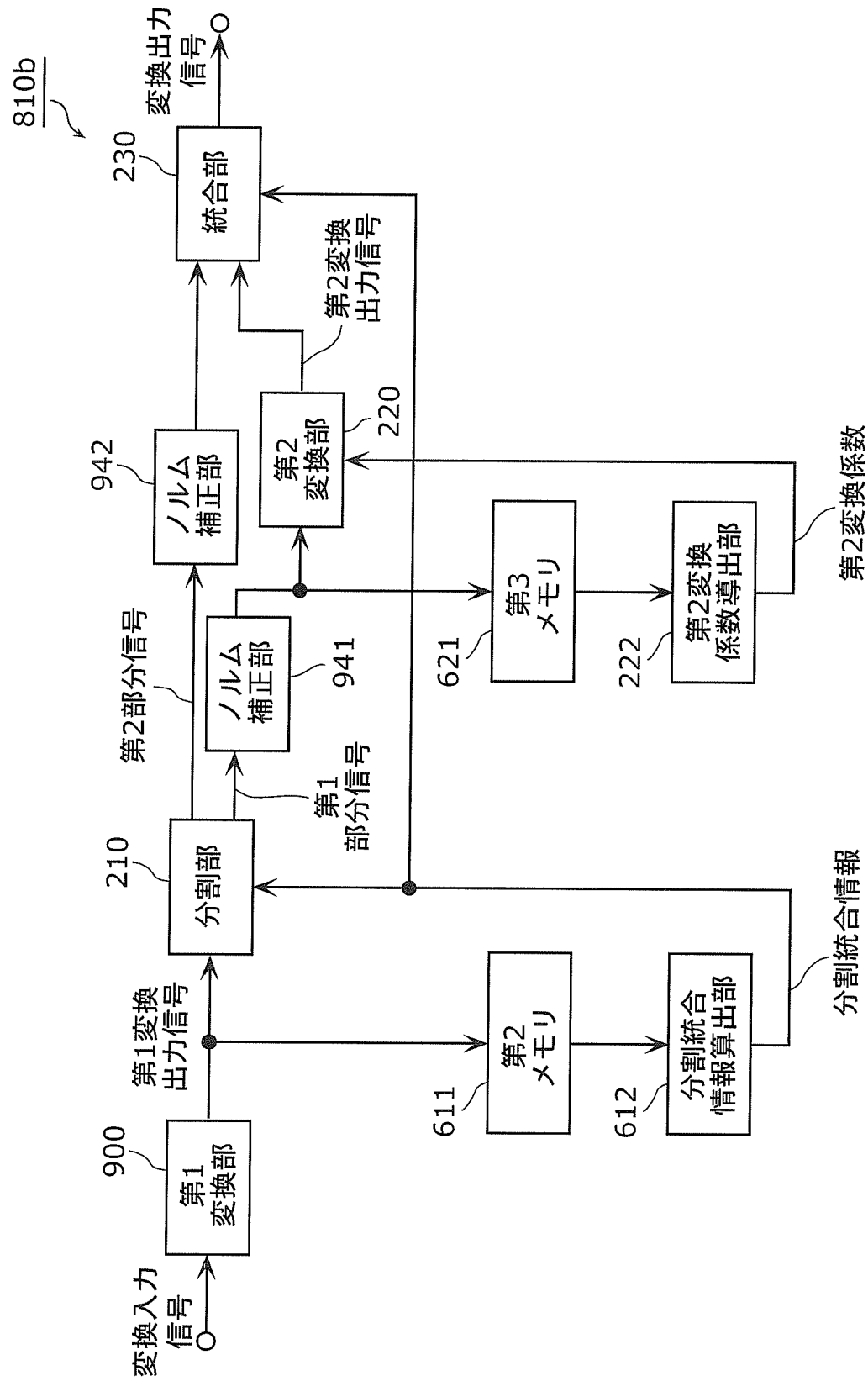
[図33]



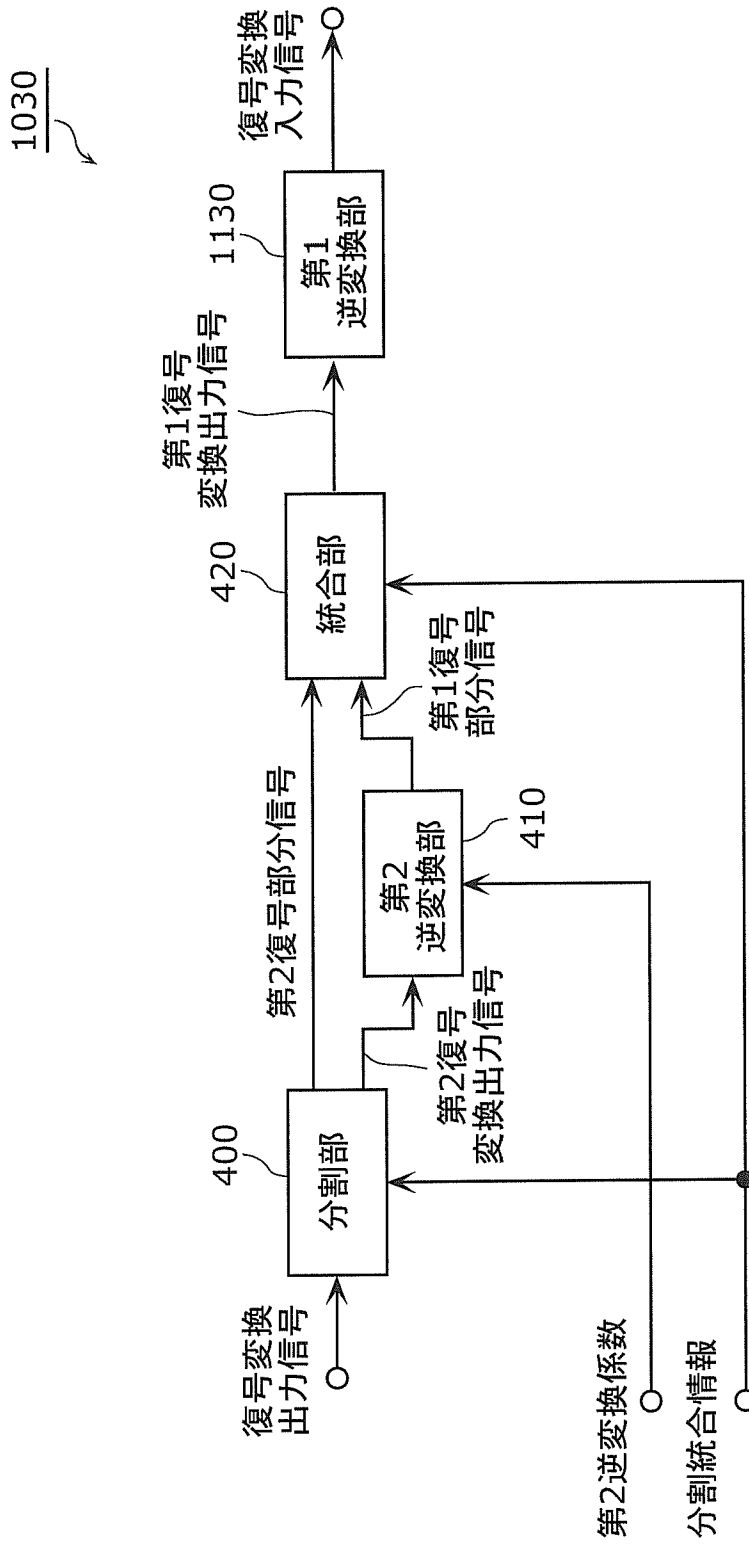
[図34]



[図35]

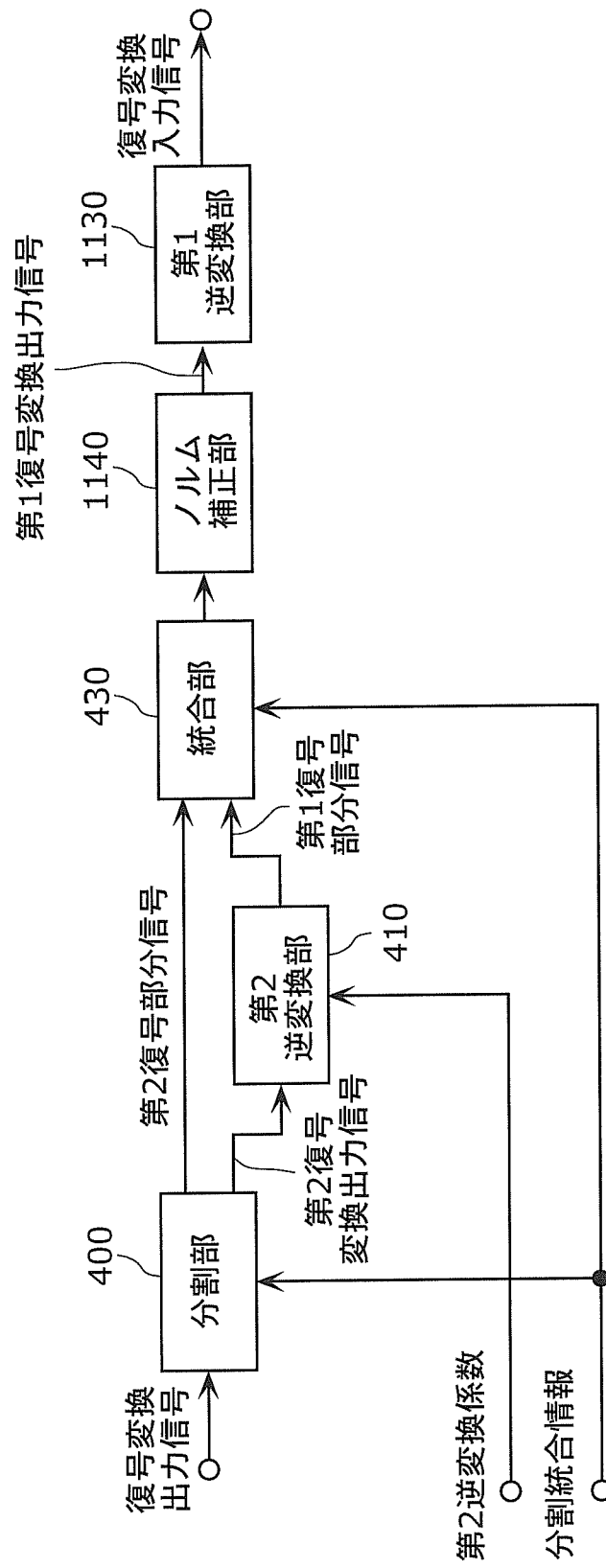


[図36]



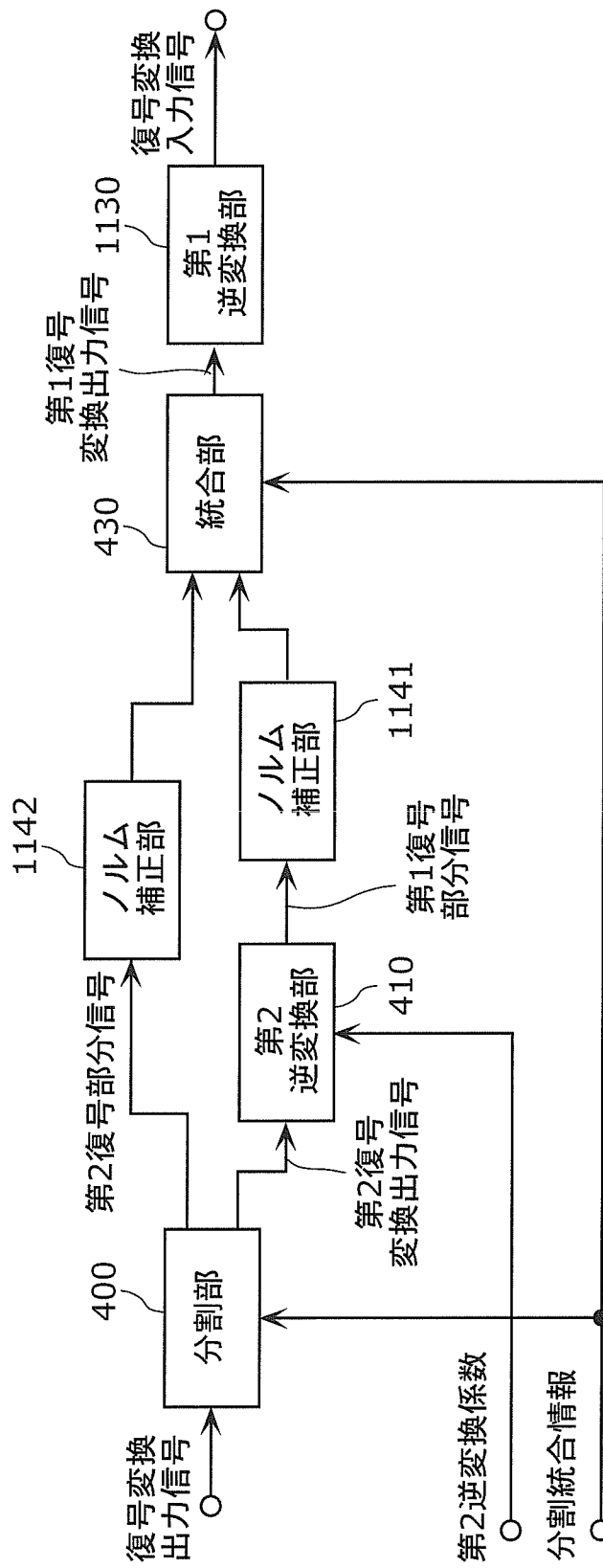
[図37]

1030a

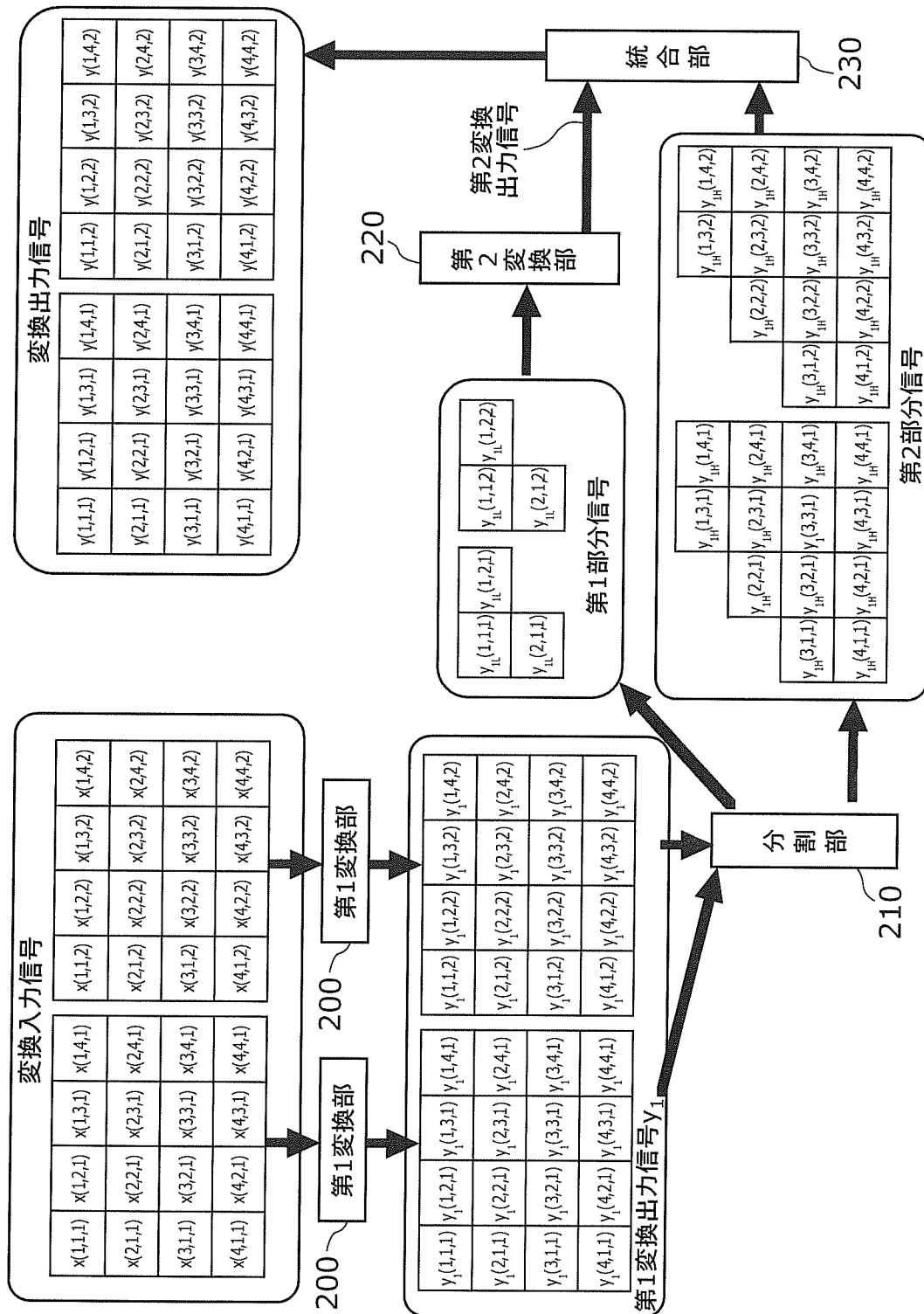


[図38]

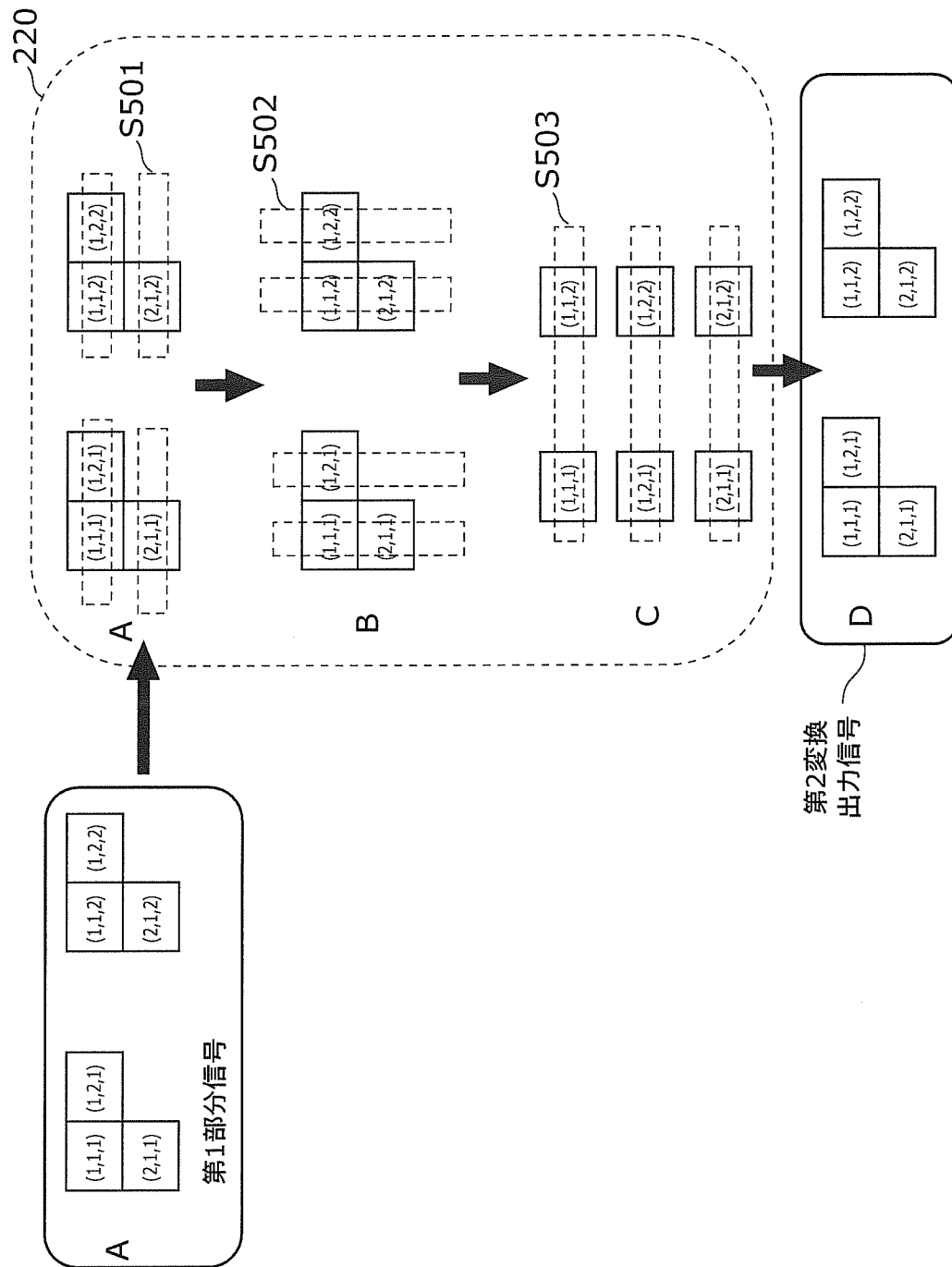
1030b



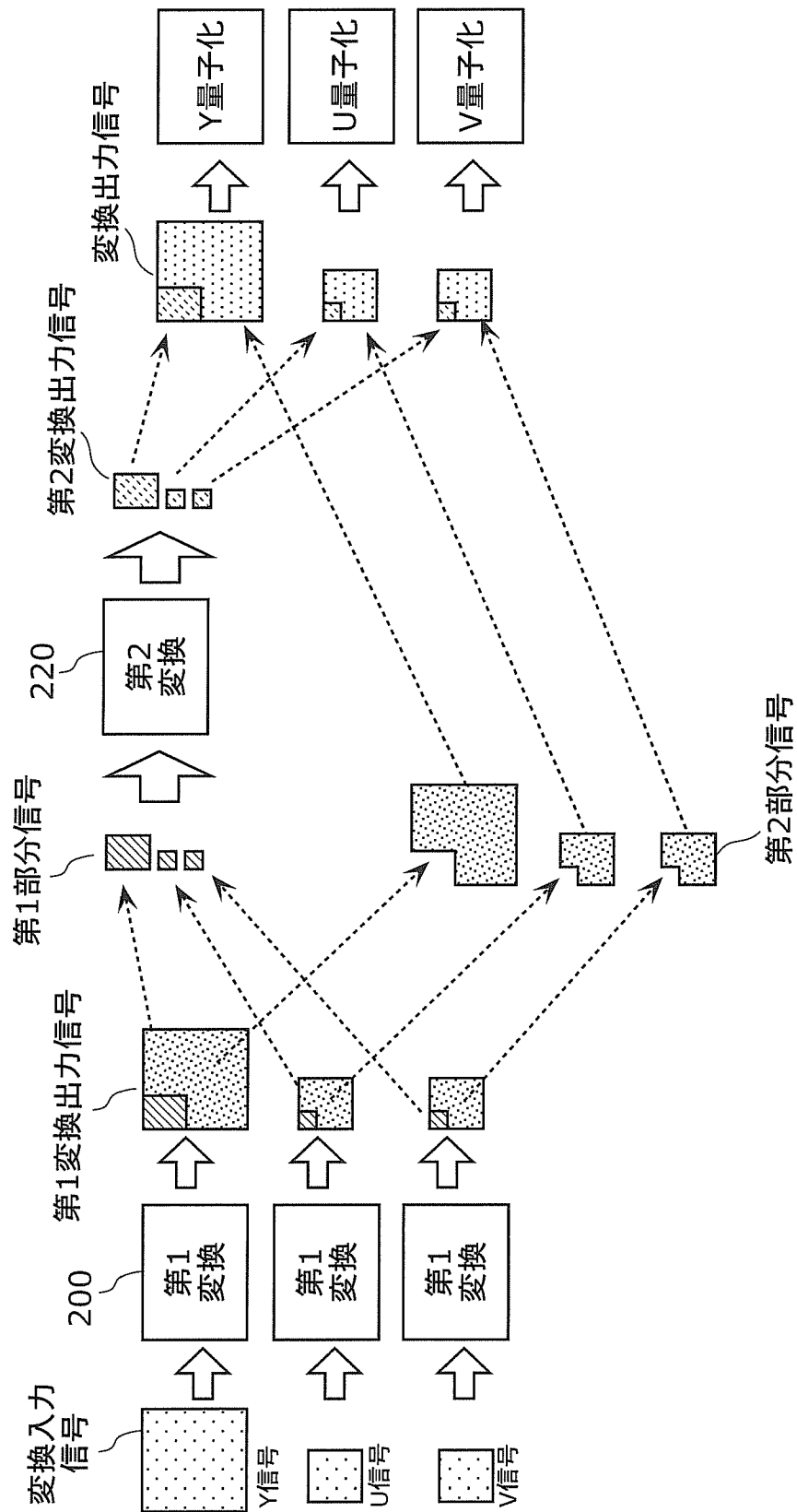
[図39]



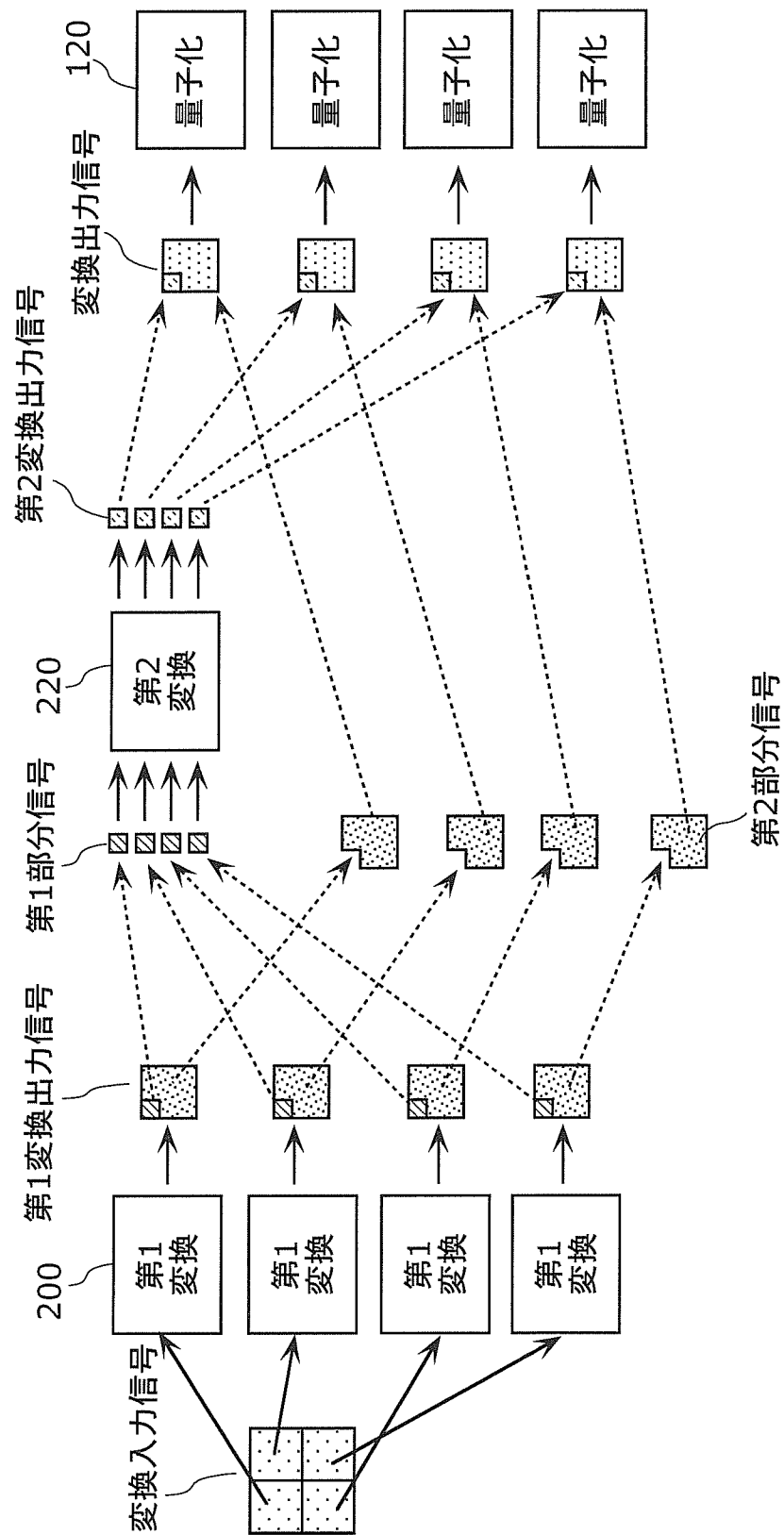
[図40]



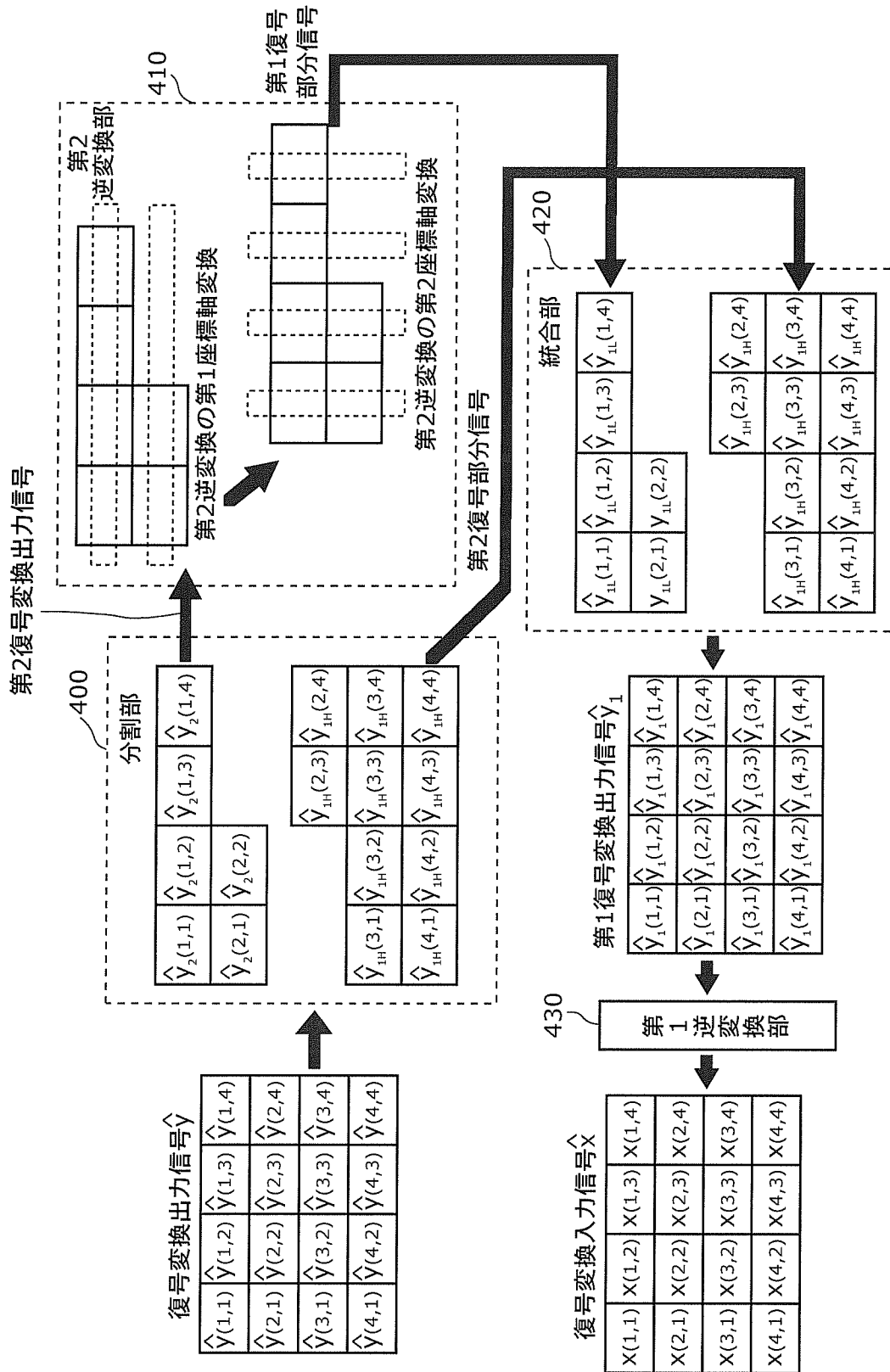
[図41]



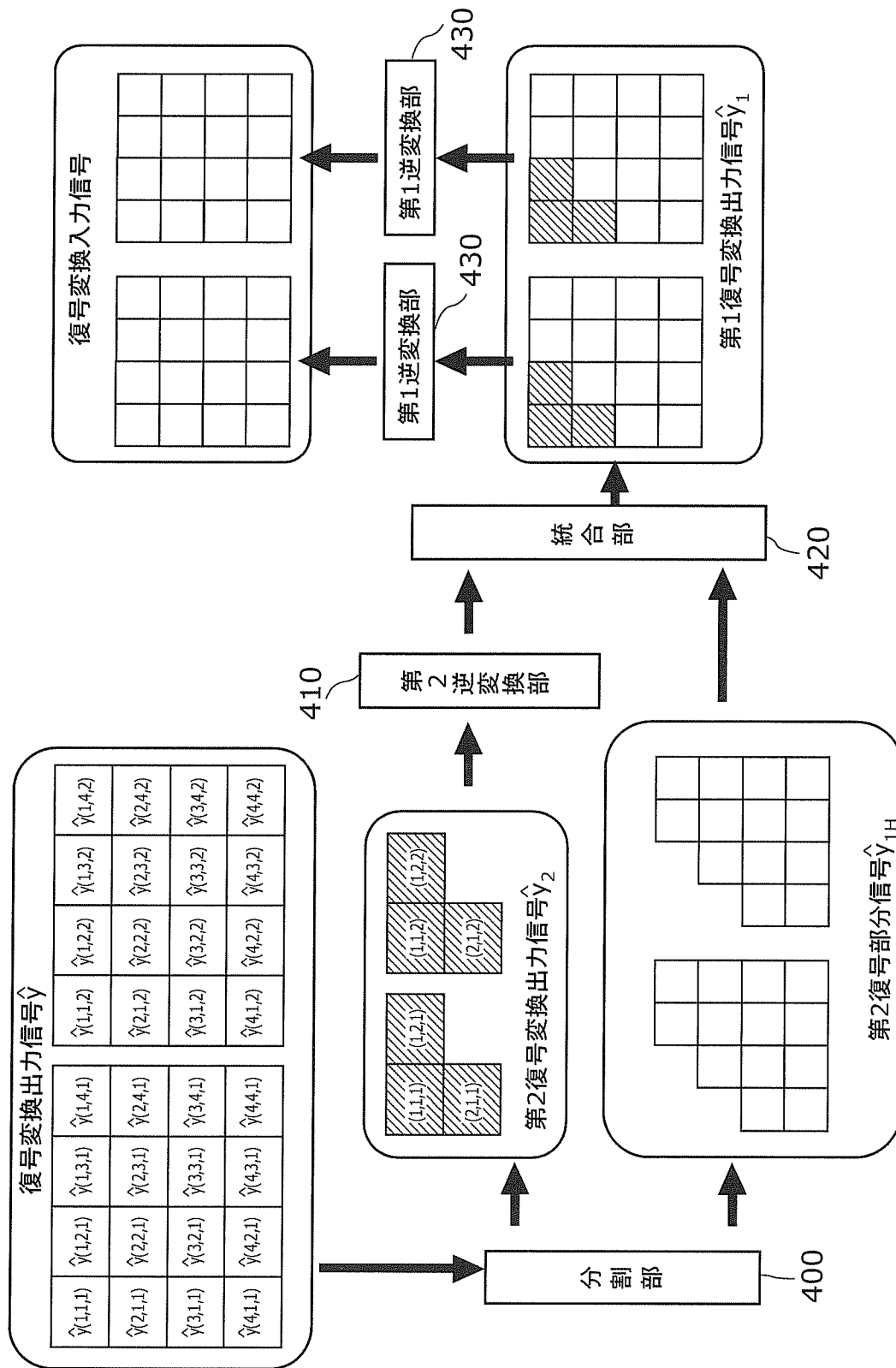
[図42]



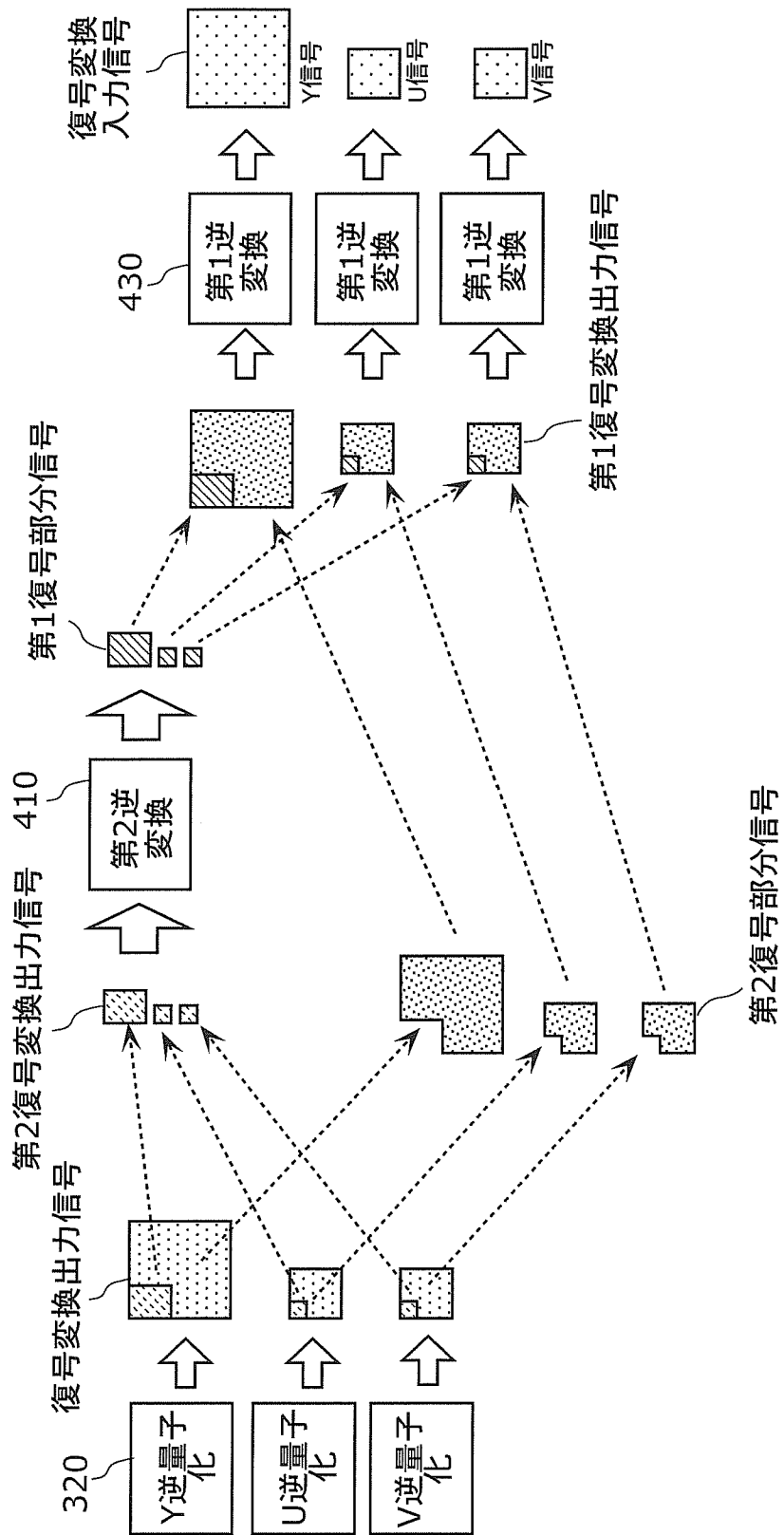
[図43]



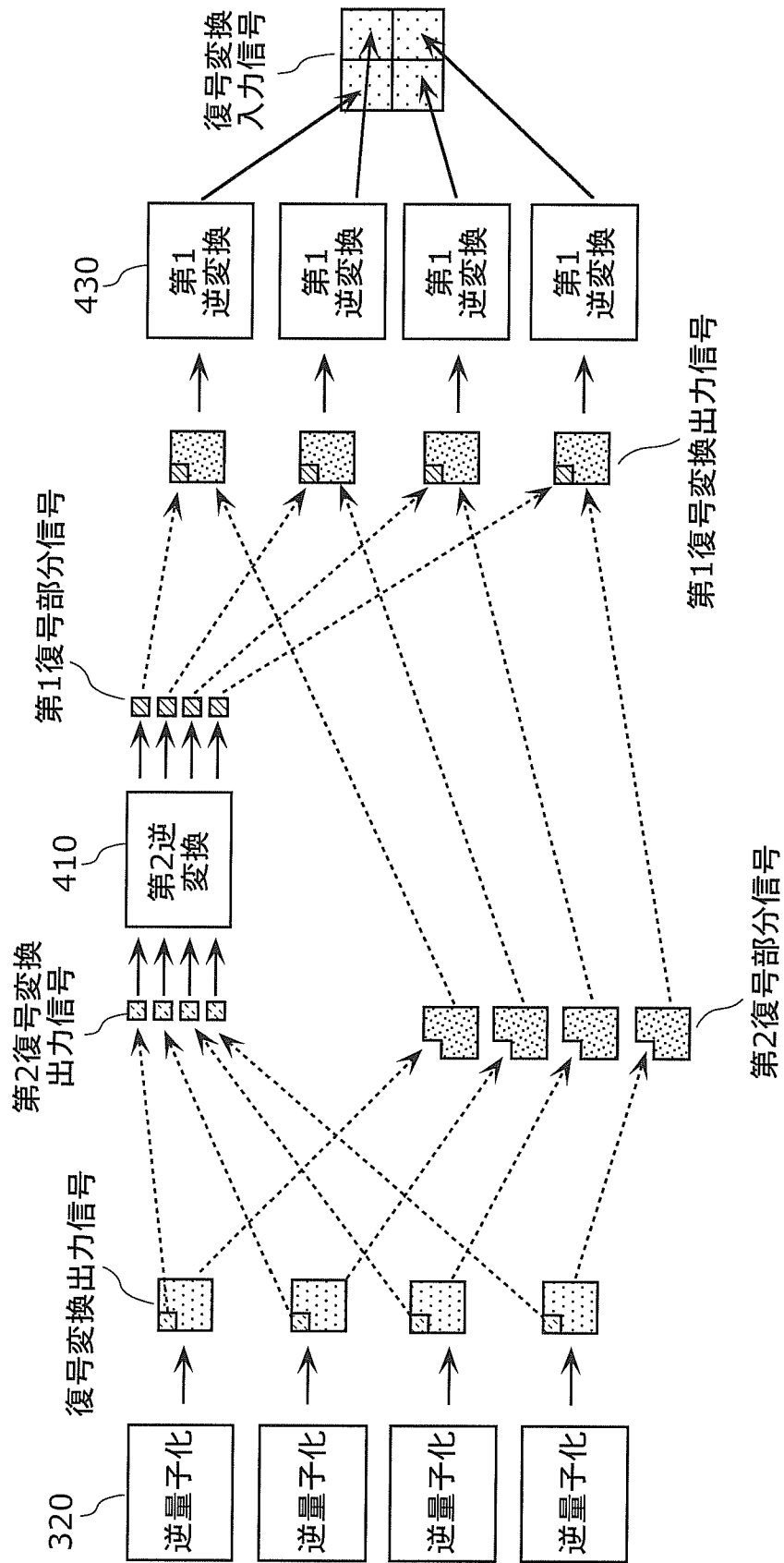
[図44]



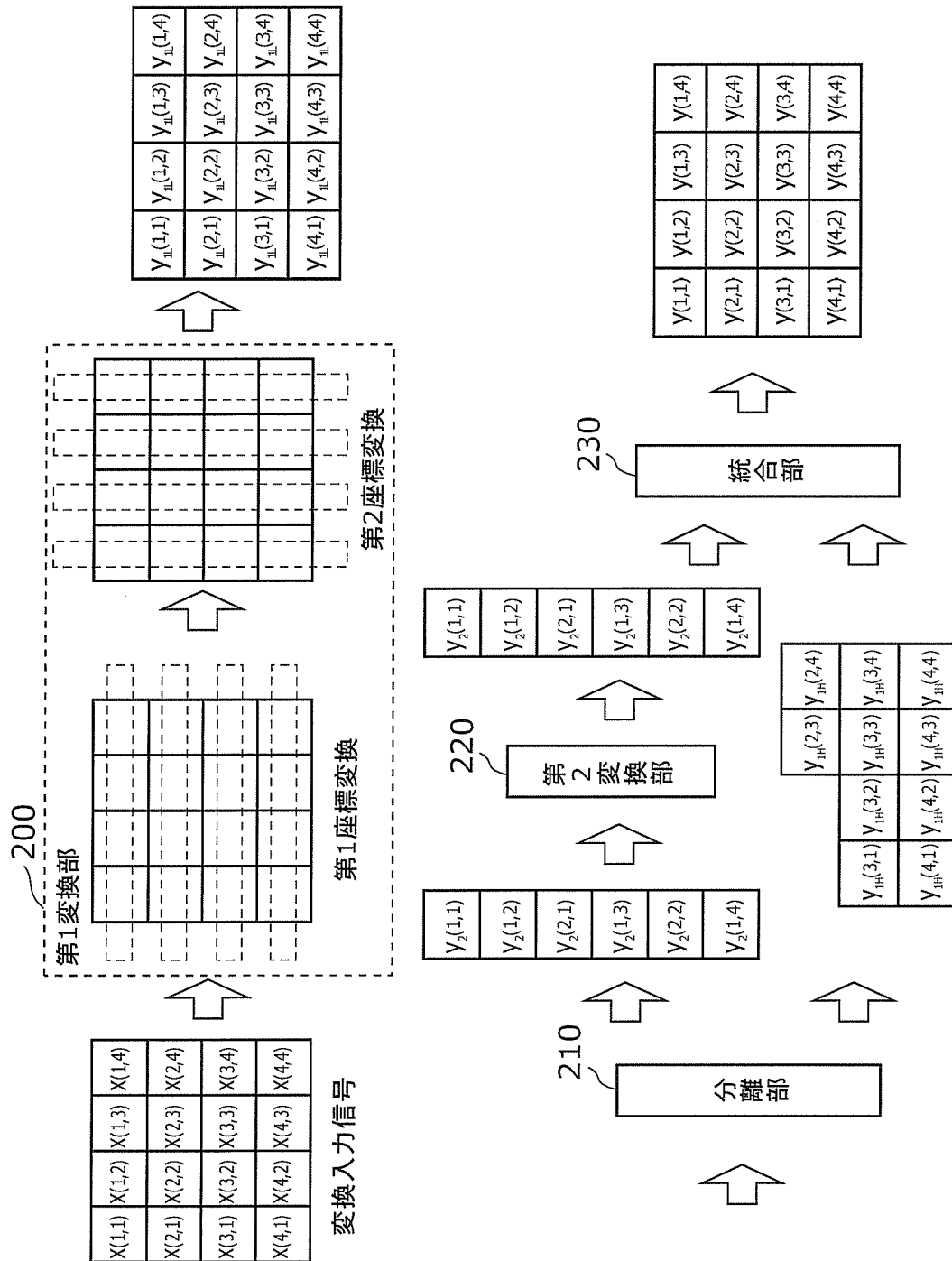
[図45]



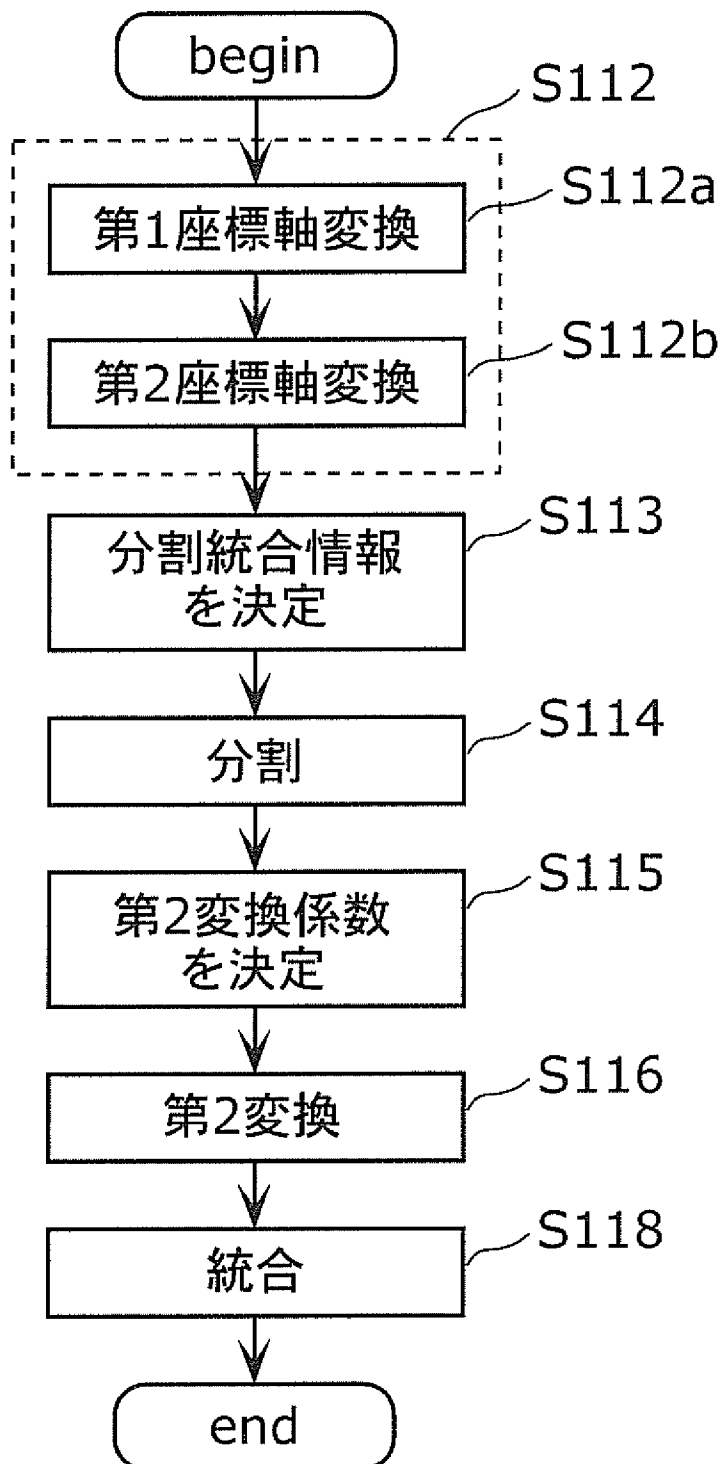
[図46]



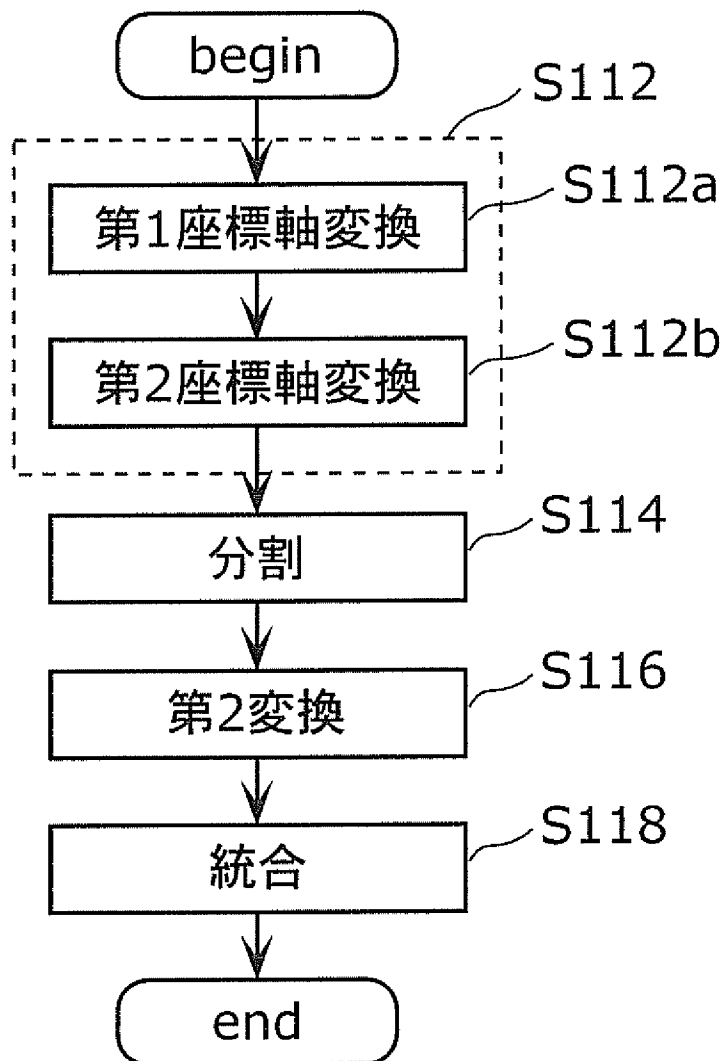
[図47]



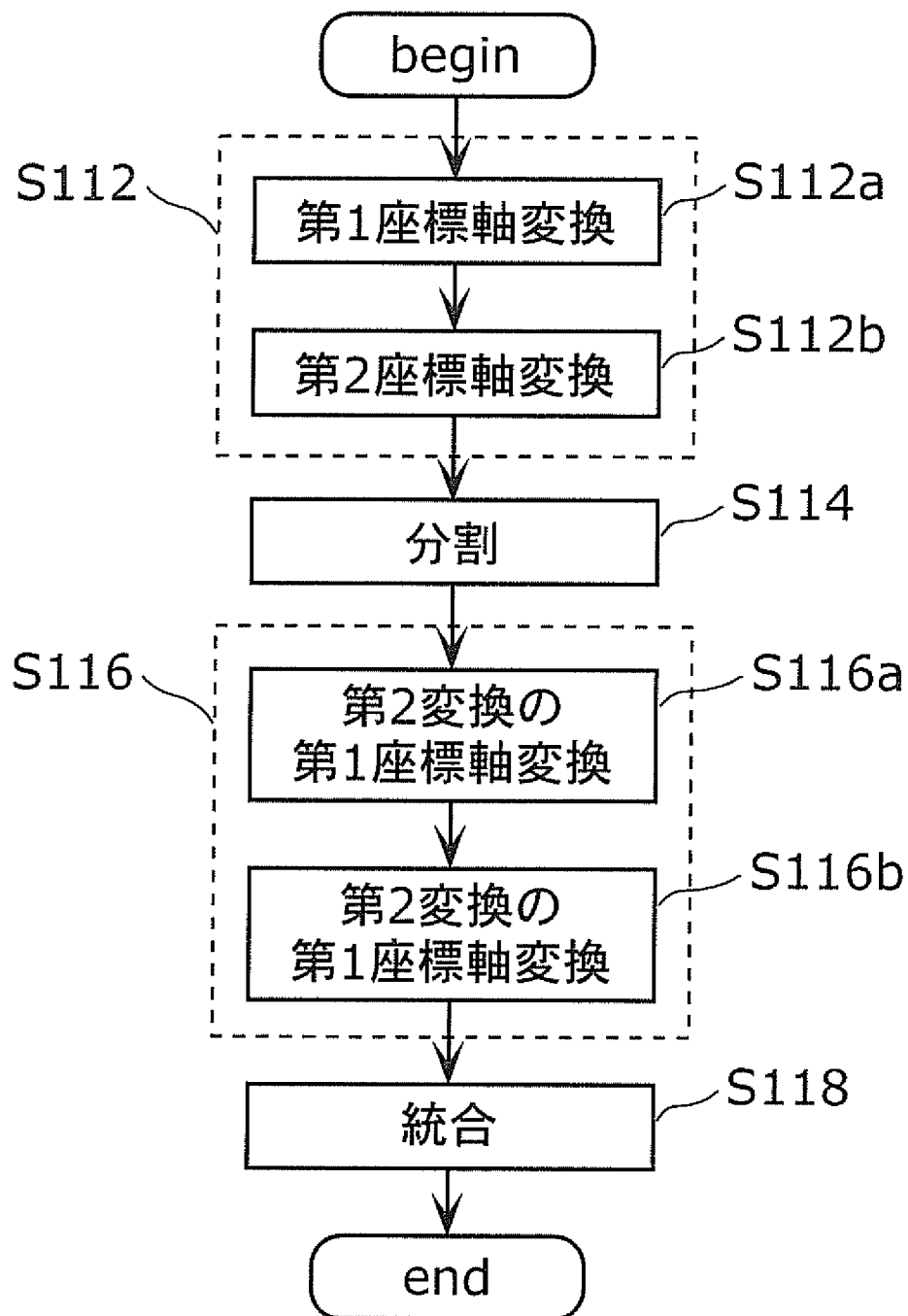
[図48A]



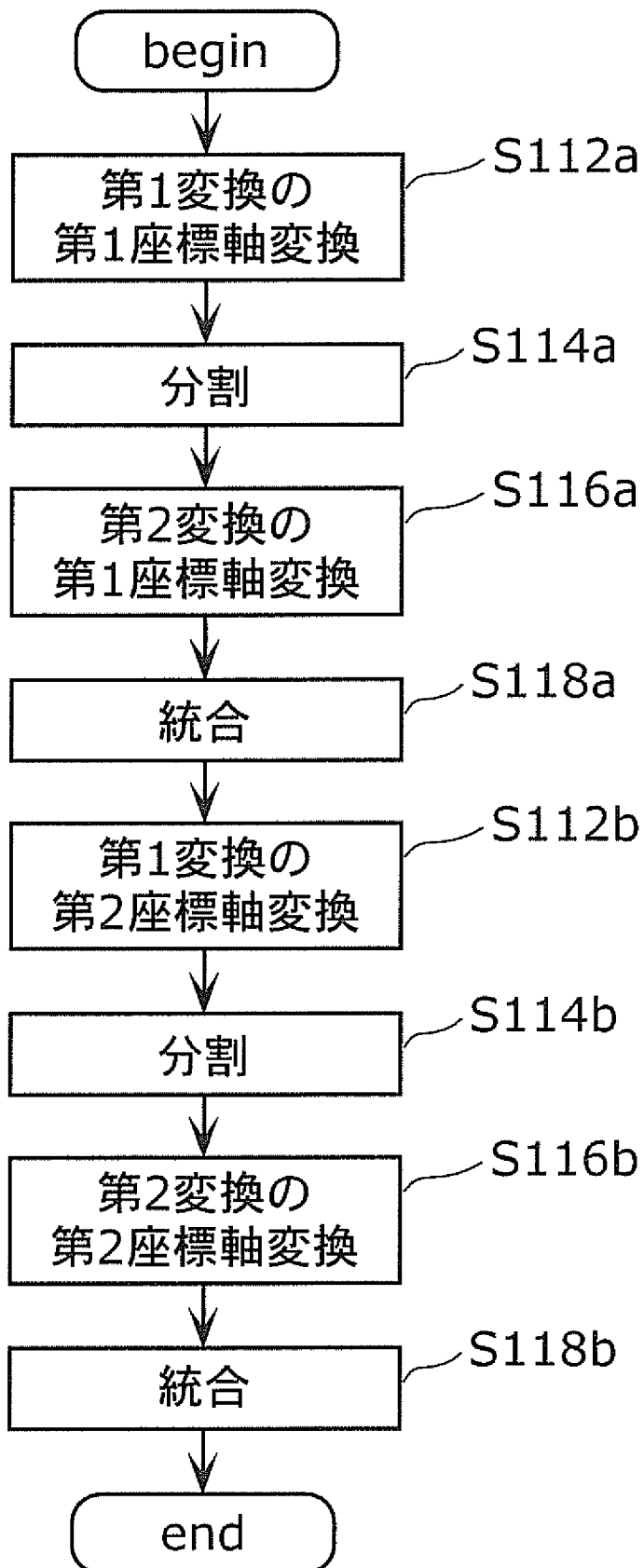
[図48B]



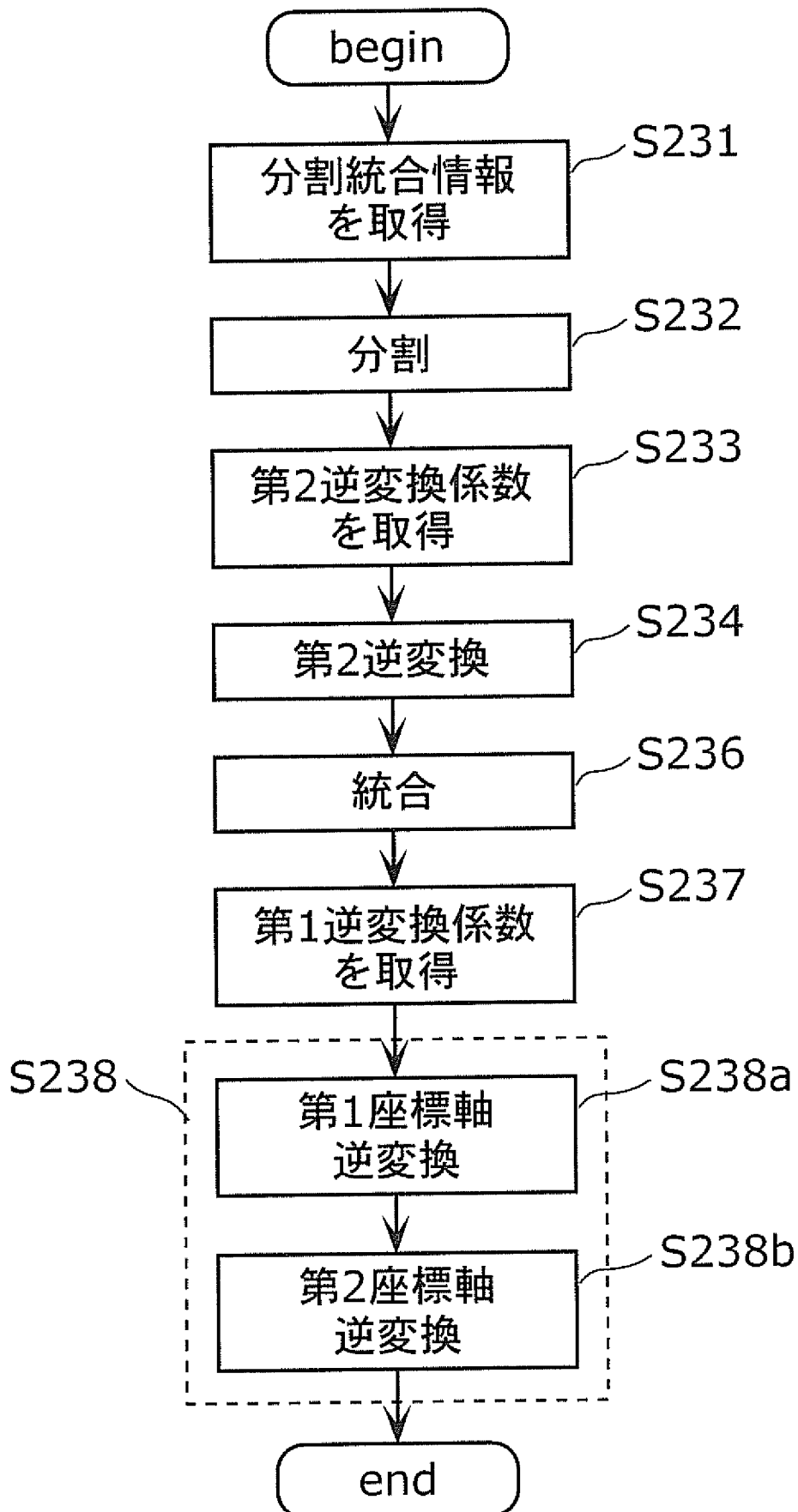
[図49]



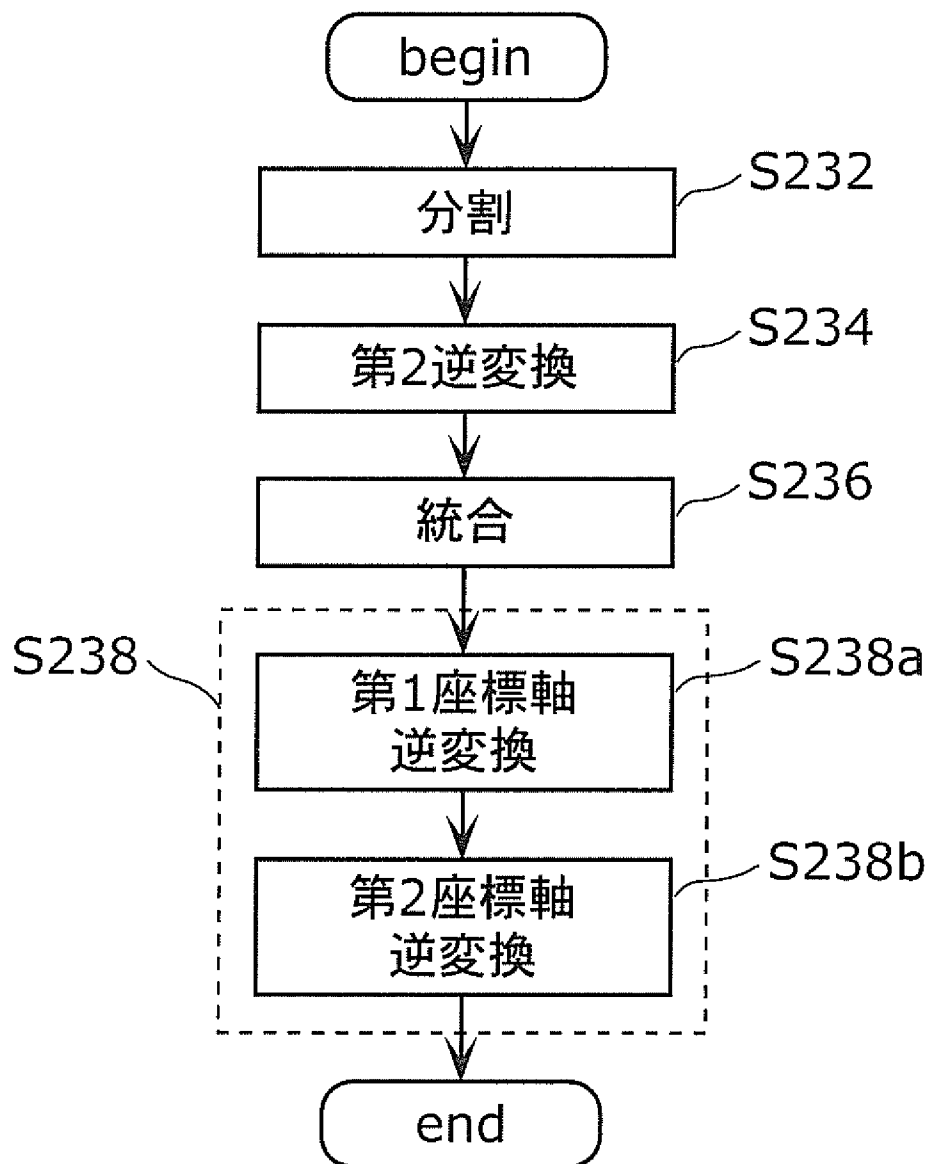
[図50]



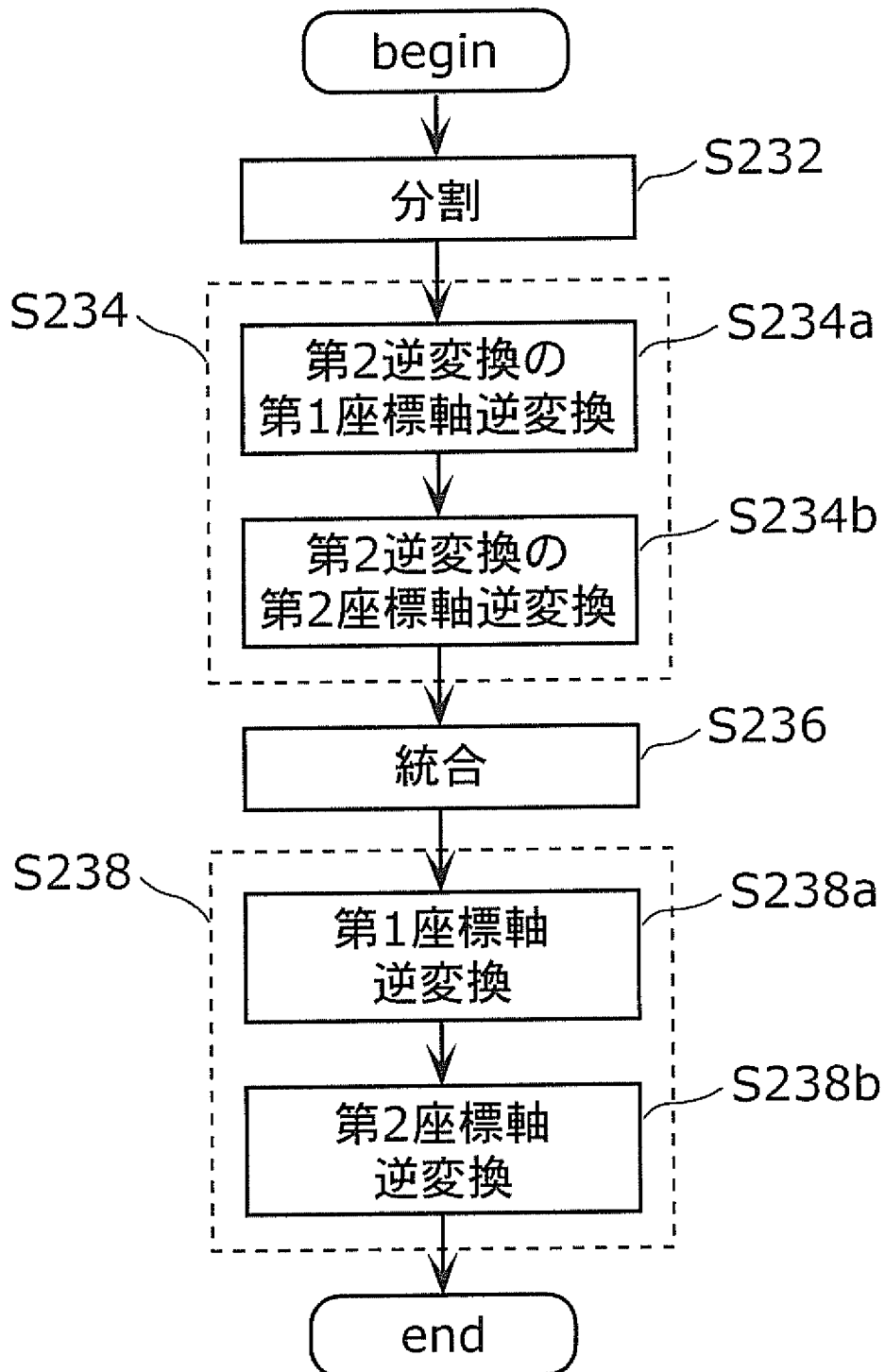
[図51A]



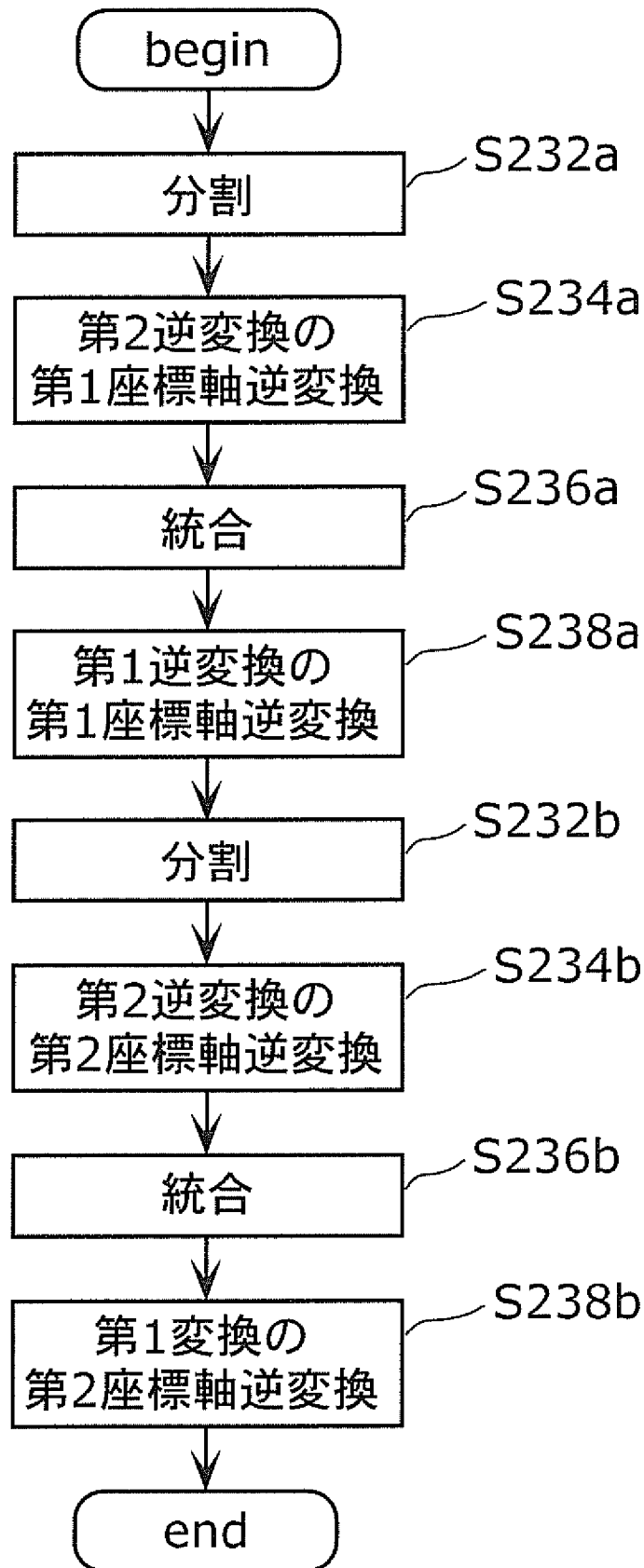
[図51B]



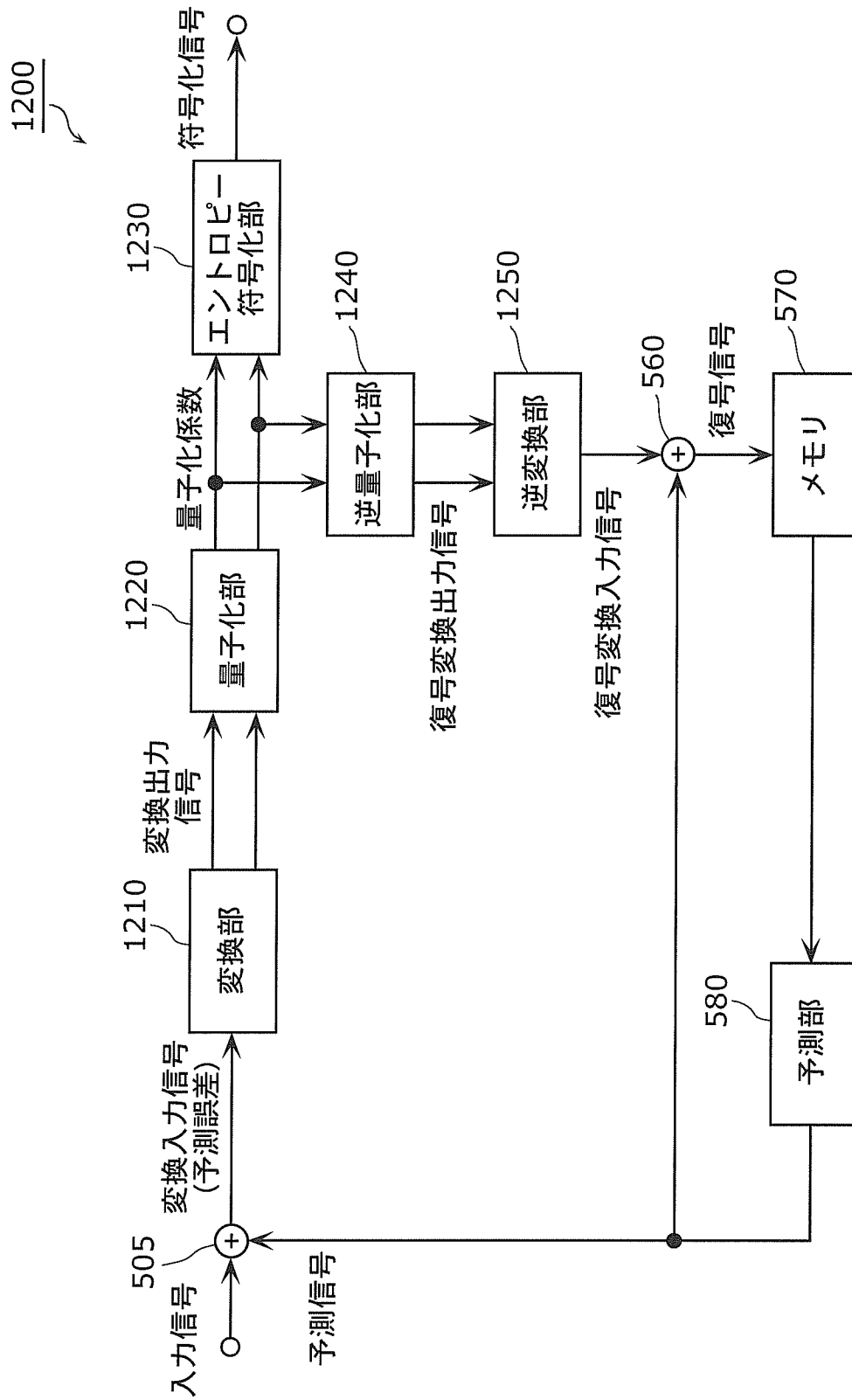
[図52]



[図53]



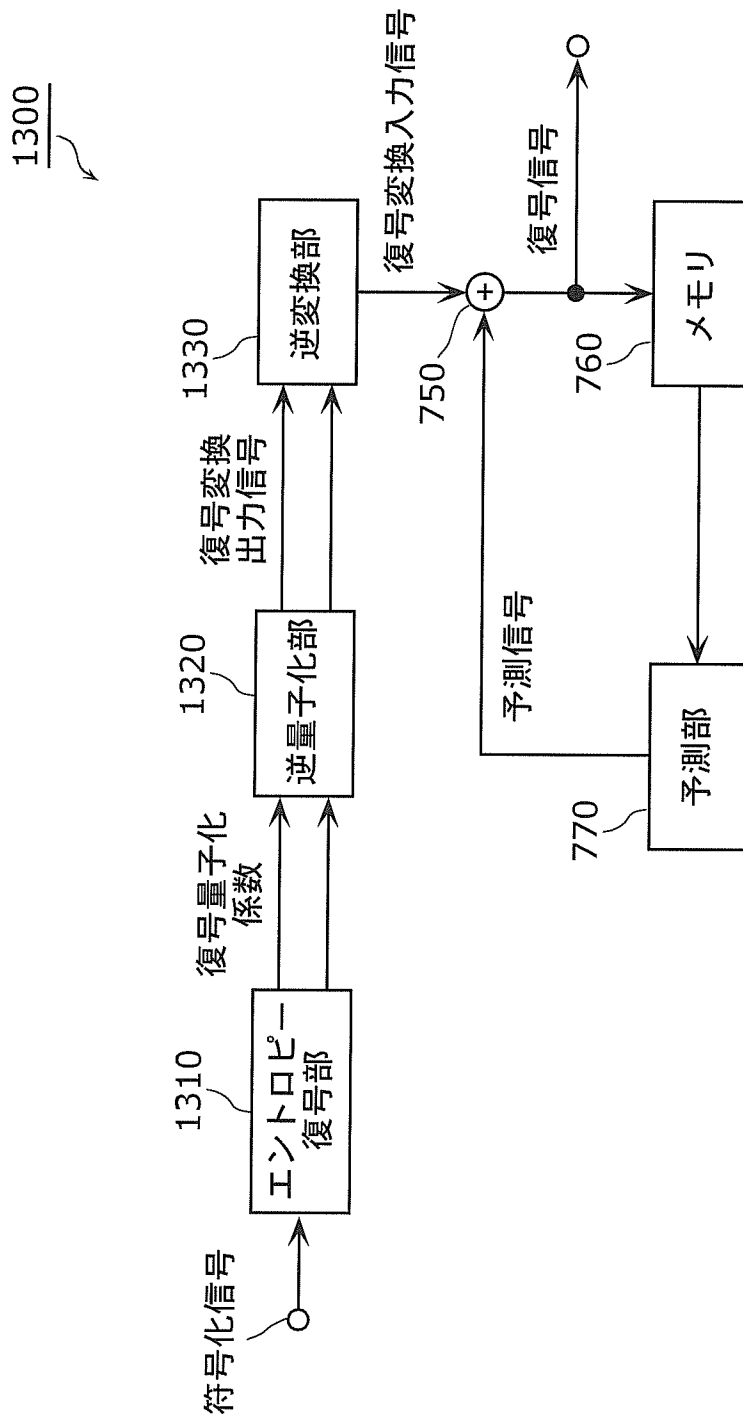
[図54A]



[図54B]

	第2変換出力信号 (L)	第2部分信号 (H)
スキャン	パワー順	ジグザグスキャン
量子化	高精度	低精度
エントロピー 符号化	確率テーブルA	確率テーブルB
	コンテキスト導出方式A	コンテキスト導出方式B
切り替え頻度	高	低

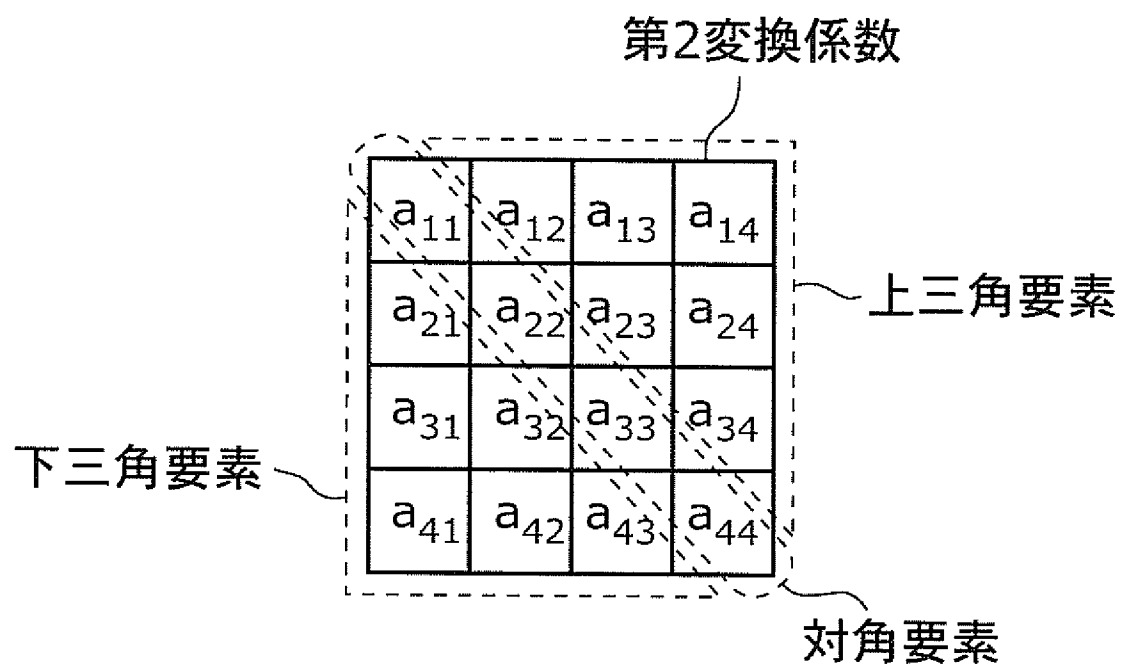
[図55A]



[図55B]

	第2復号変換出力信号 (L)	第2復号部分信号 (H)
エントロピー 復号	確率テーブルA	確率テーブルB
	コンテキスト導出方式A	コンテキスト導出方式B
逆量子化	高精度	低精度
スキャン	パワー順	ジグザグスキャン
切り替え頻度	高	低

[図56A]



[図56B]

242	48	64	10
-58	243	28	10
-57	-46	241	2
-3	-25	-28	224

[図56C]

	53	61	7
		37	18
			10

[図56D]

	-5	3	3
5		-9	-8
-4	9		-8
-4	7	8	

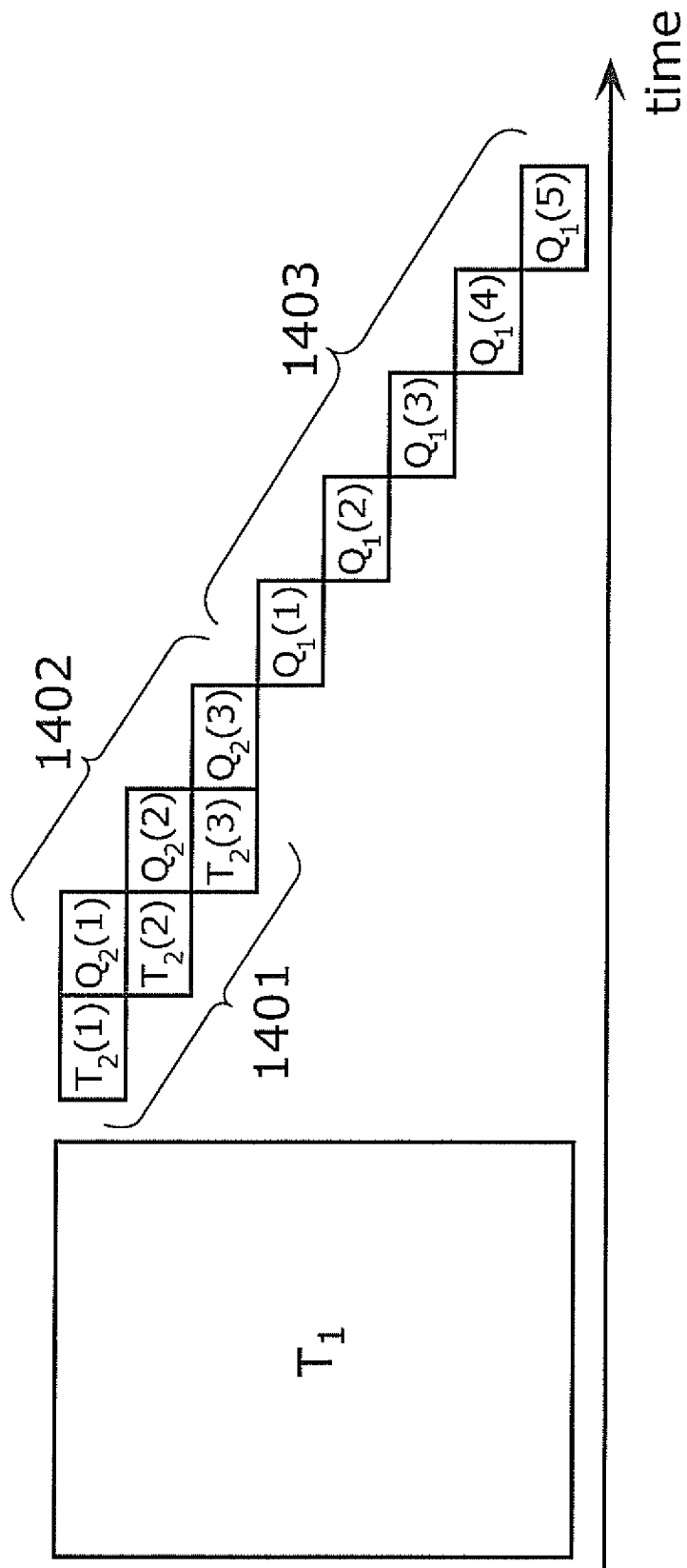
[図56E]

	上三角要素	下三角要素
最も多い	+	-
多い	-	+
少ない	+	+
少ない	-	-

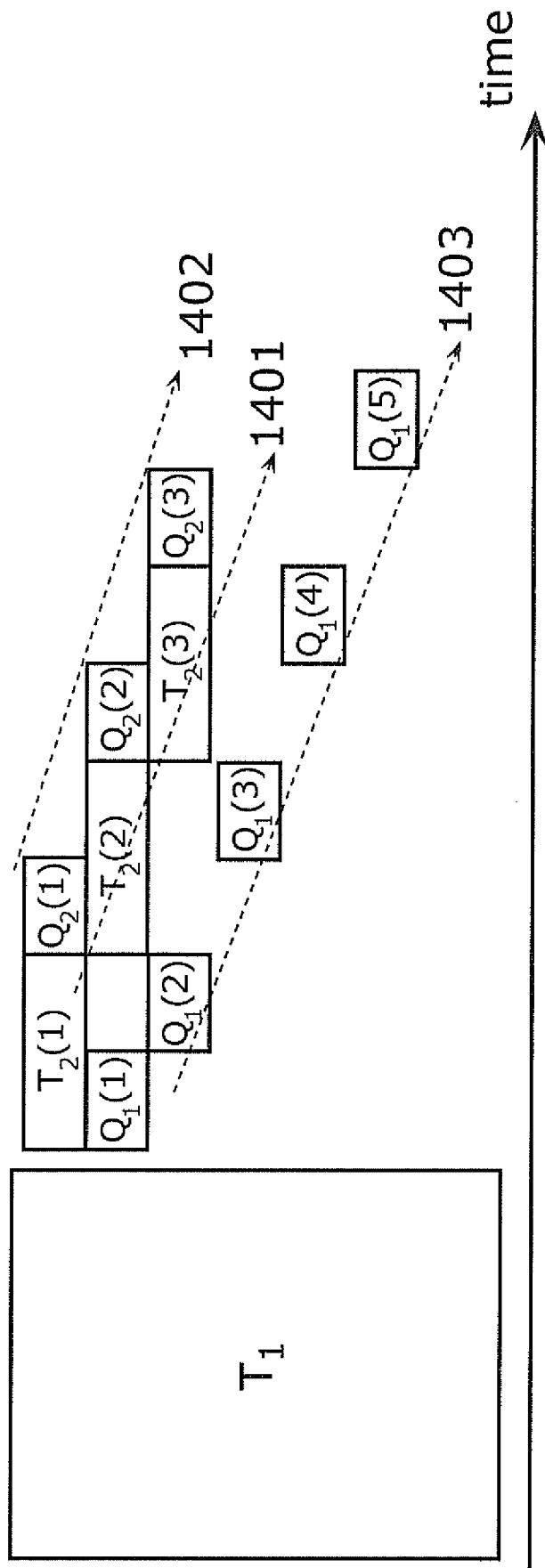
[図56F]

242	48	64	0
-58	243	28	0
-57	-46	241	0
0	0	0	224

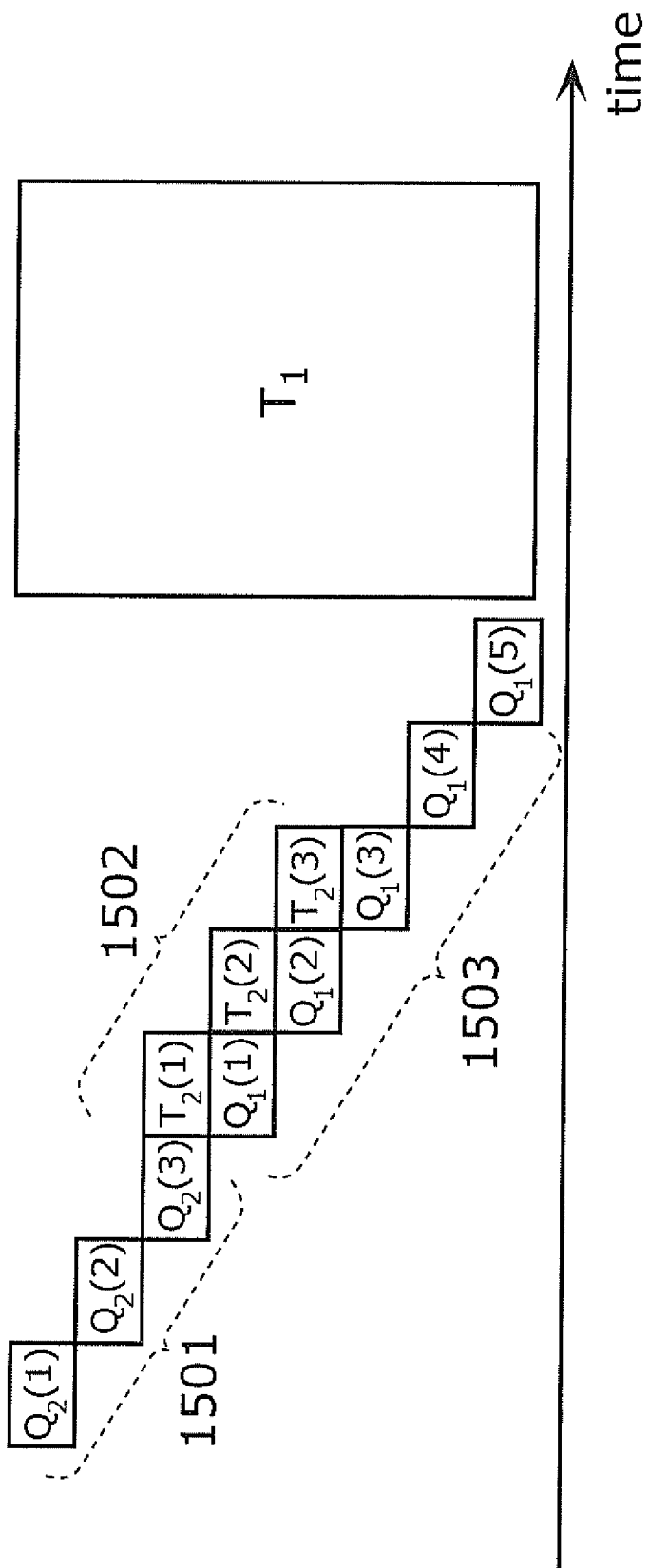
[図57A]



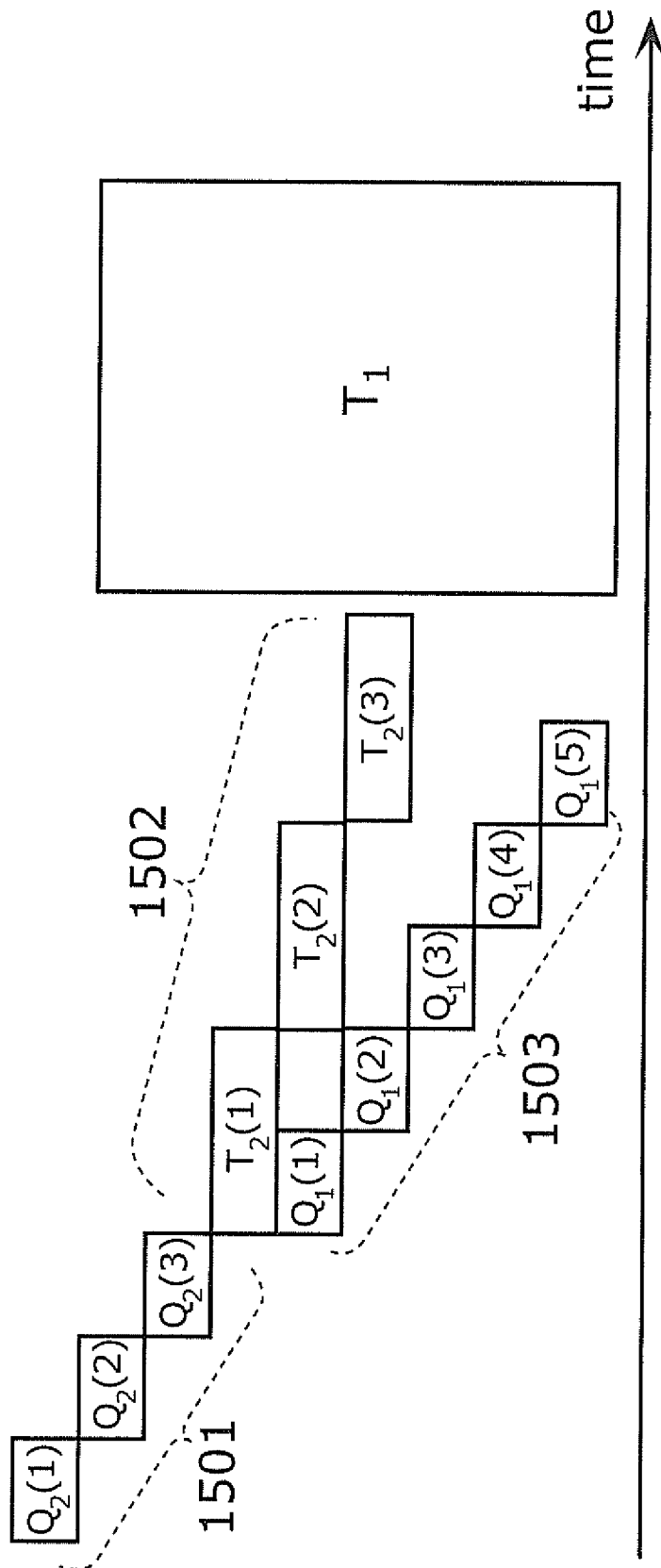
[図57B]



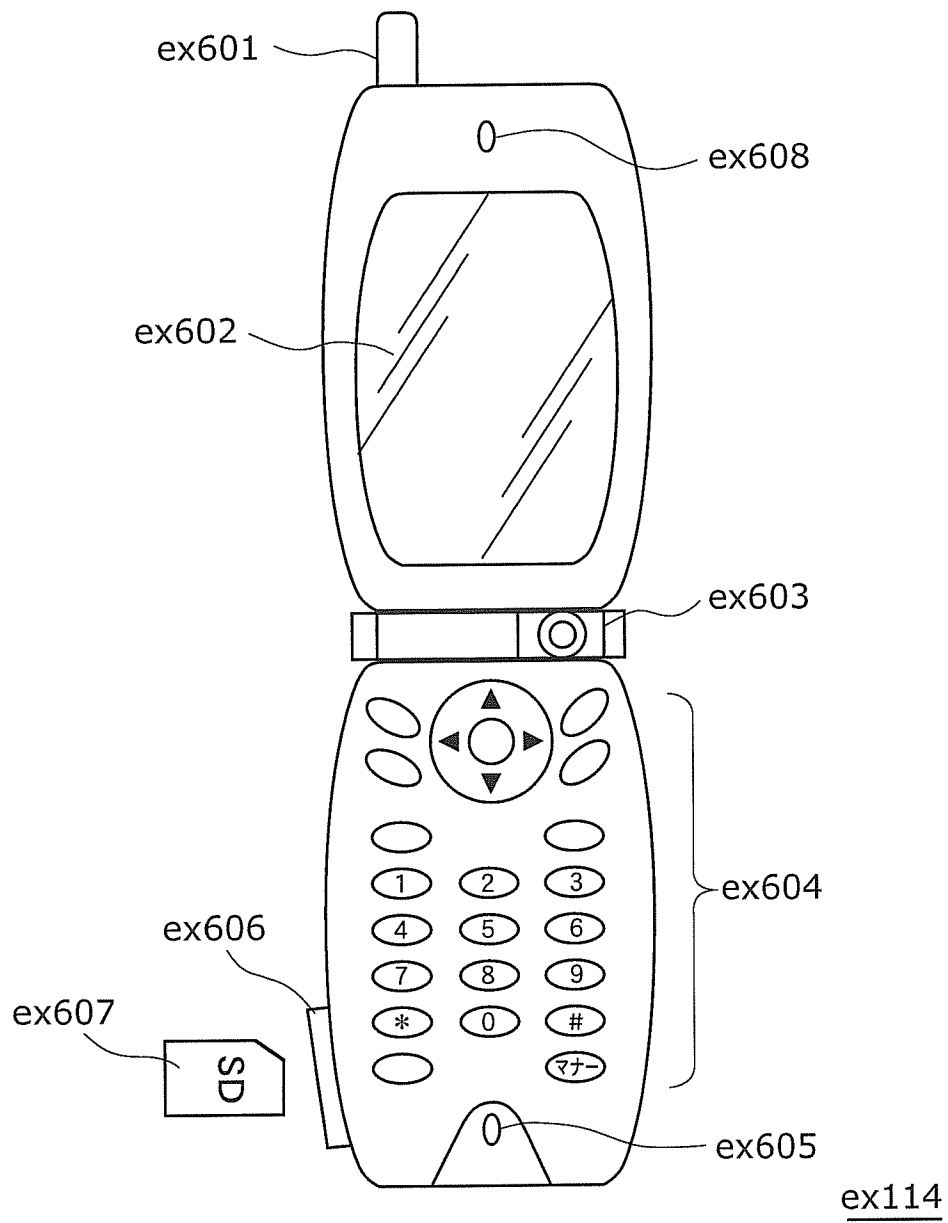
[図58A]



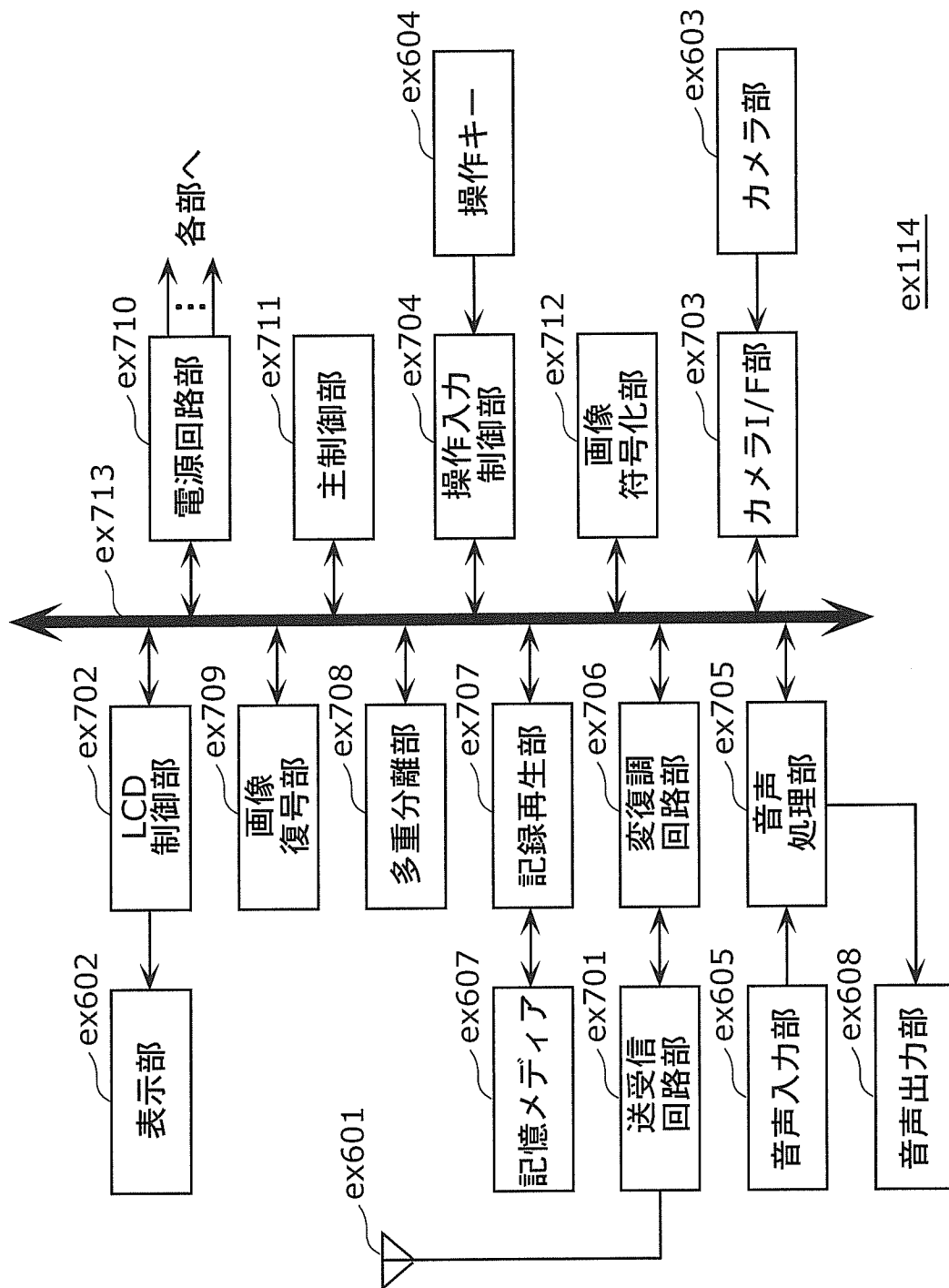
[図58B]



[図60]

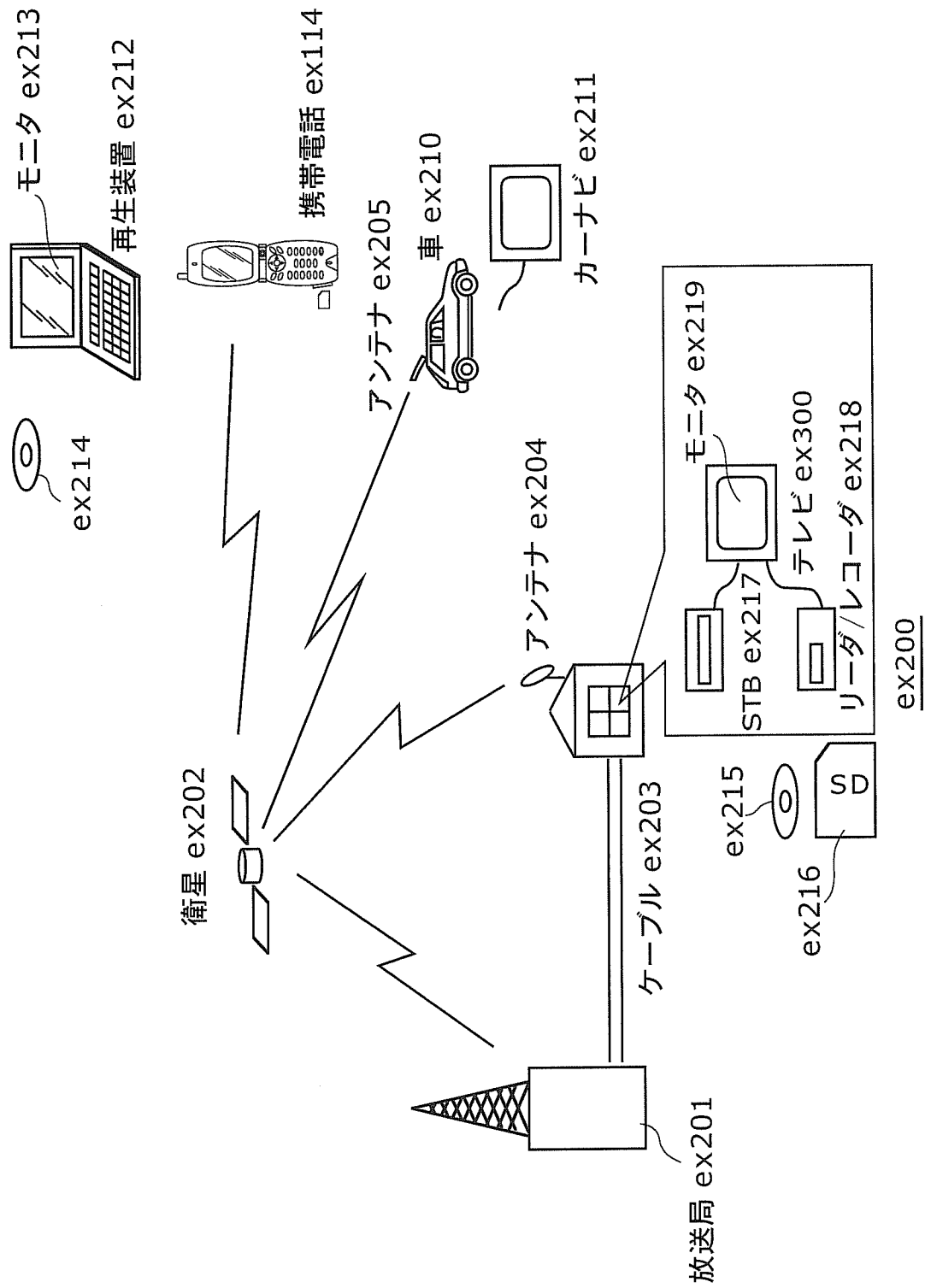


[図61]

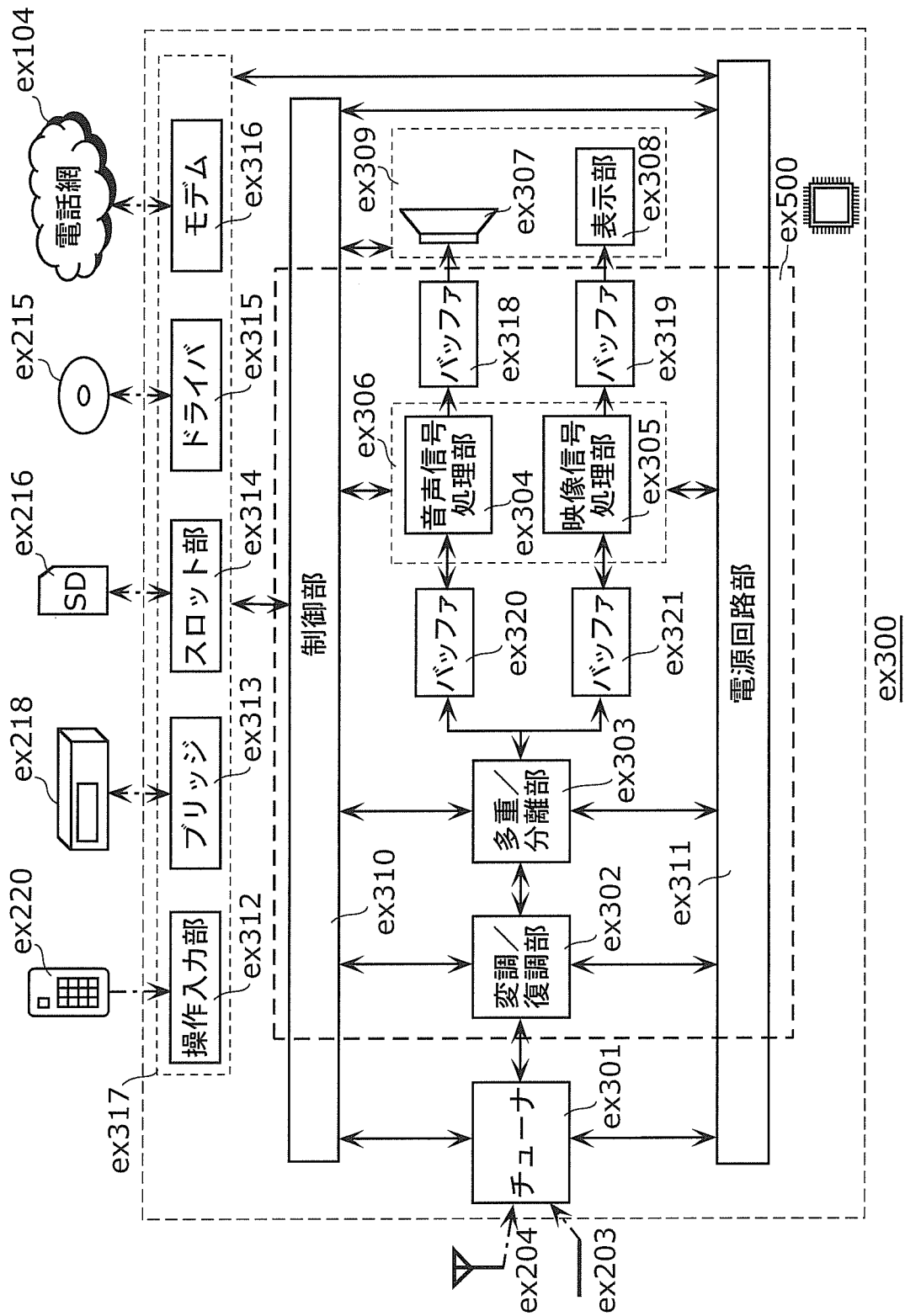


ex114

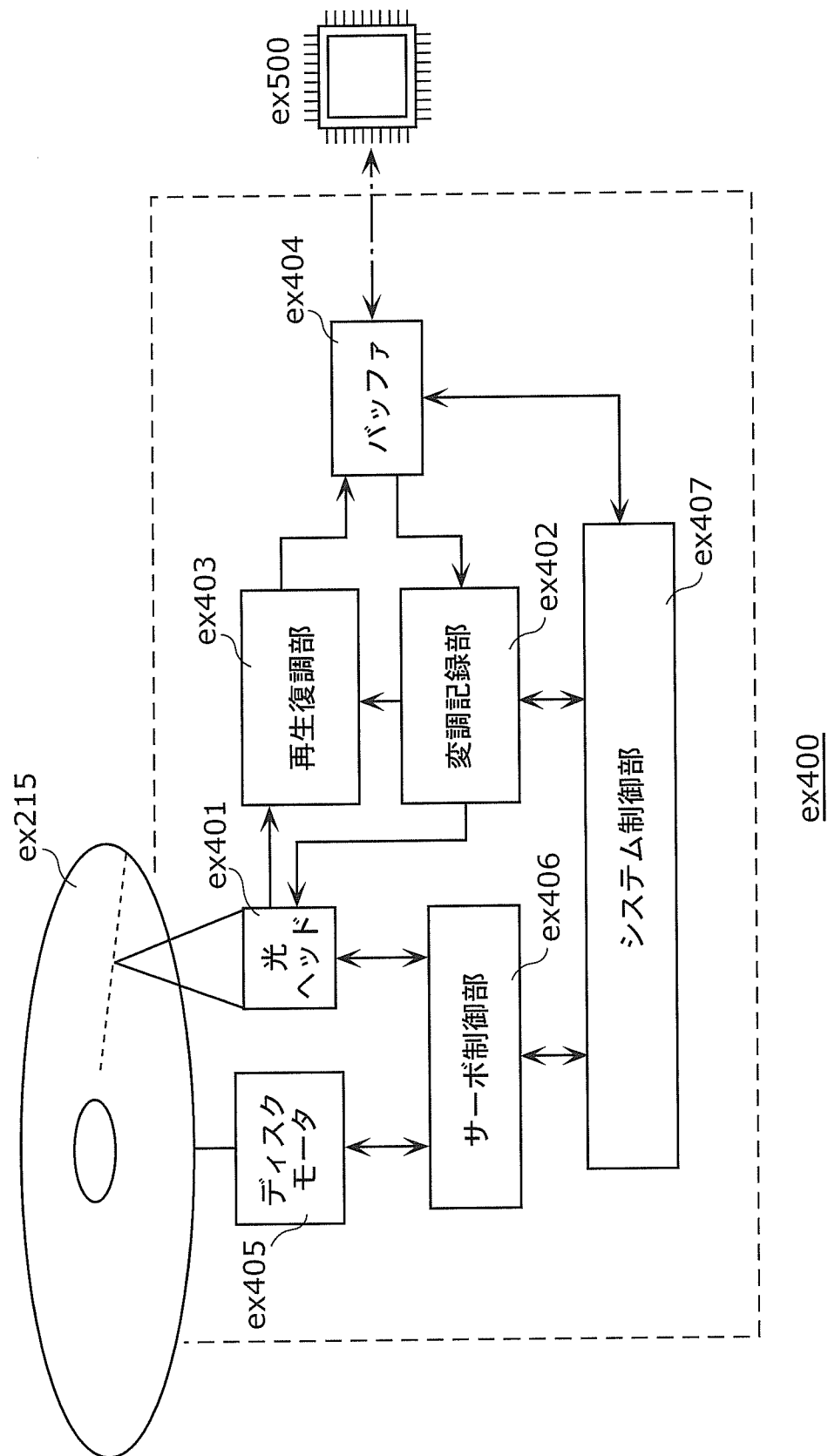
[図62]



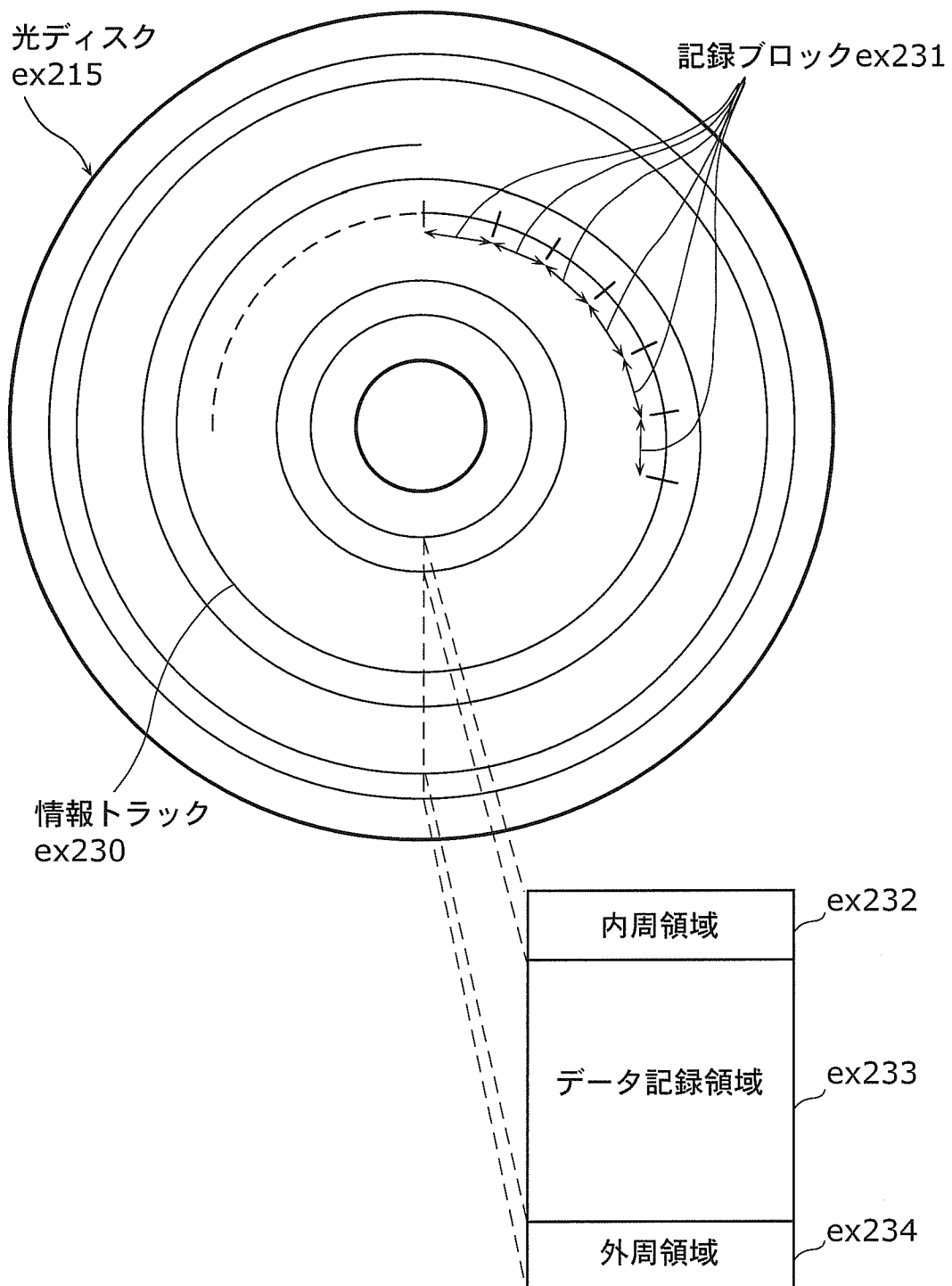
[図63]



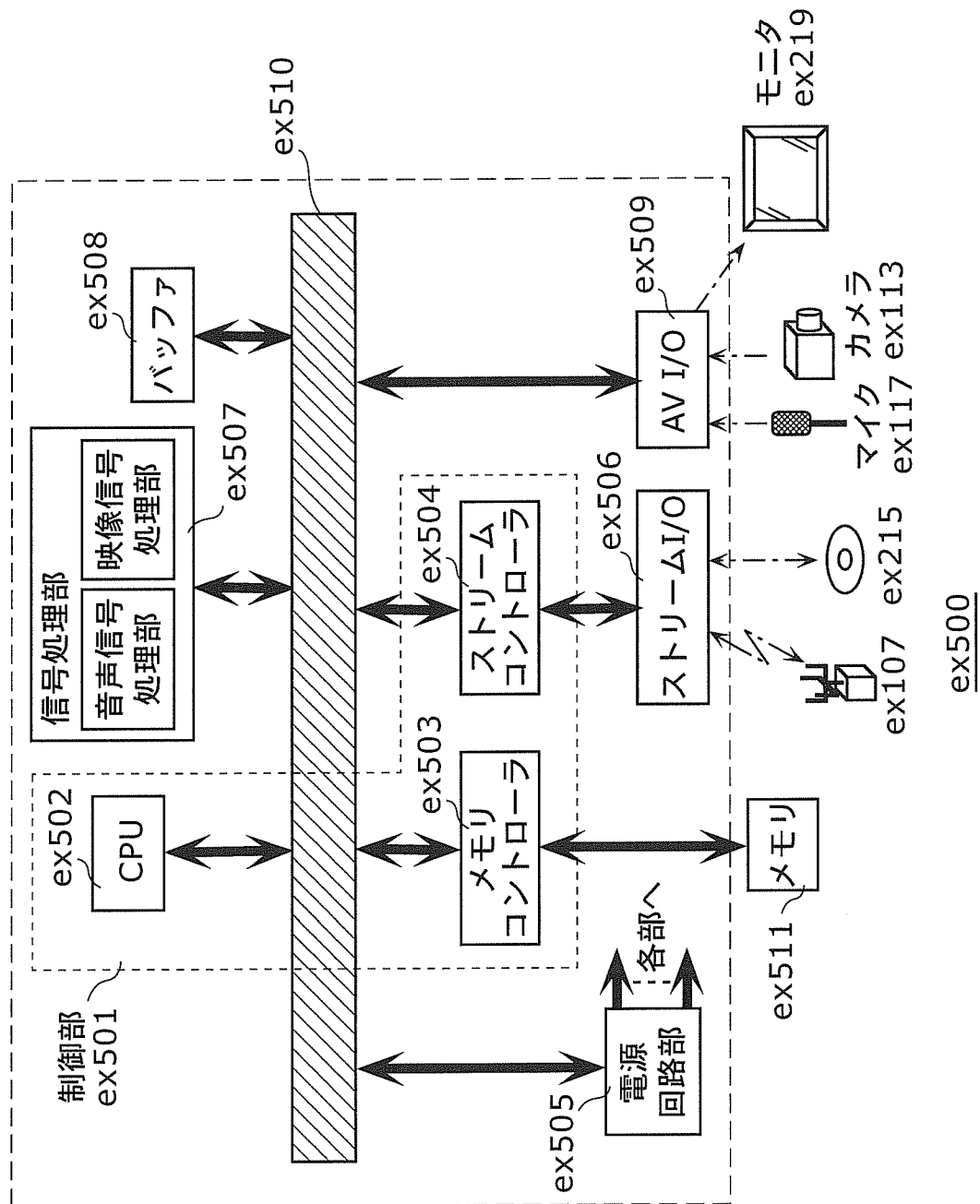
[図64]



[図65]



[図66]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004950

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M7/30(2006.01)i, H04N7/30(2006.01)i, H04N7/32(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)

H03M7/30, H04N7/30, H04N7/32

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 9-200762 A (Daewoo Electronics Co., Ltd.), 31 July 1997 (31.07.1997), entire text; all drawings & US 5724096 A & GB 2308771 A & KR 10-0255746 B1	1, 2, 8, 9, 15-20 3-7, 10-14
A	JP 2004-46499 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 February 2004 (12.02.2004), entire text; all drawings & US 2005/0080784 A1 & CN 1472964 A	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ 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
21 October, 2010 (21.10.10)Date of mailing of the international search report
02 November, 2010 (02.11.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004950

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/006564 A1 (Sony Corp.), 19 January 2006 (19.01.2006), entire text; all drawings & JP 2006-54846 A & JP 2010-119153 A & JP 2010-136454 A & JP 2010-141926 A & EP 1662801 A1 & CN 1860796 A	1-20
A	JP 3-85080 A (NEC Corp.), 10 April 1991 (10.04.1991), entire text; all drawings (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03M7/30(2006.01)i, H04N7/30(2006.01)i, H04N7/32(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（I P C））

Int.Cl. H03M7/30, H04N7/30, H04N7/32

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使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）

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 請求項の番号
X	JP 9-200762 A（大宇電子株式会社）1997.07.31, 全文, 全図 & US 5724096 A & GB 2308771 A & KR 10-0255746 B1	1, 2, 8, 9, 15-20
A		3-7, 10-14
A	JP 2004-46499 A（松下電器産業株式会社）2004.02.12, 全文, 全図 & US 2005/0080784 A1 & CN 1472964 A	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

の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

2 1 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 2 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

北村 智彦

5 K

9 2 9 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

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 請求項の番号
A	WO 2006/006564 A1 (ソニー株式会社) 2006.01.19, 全文, 全図 & JP 2006-54846 A & JP 2010-119153 A & JP 2010-136454 A & JP 2010-141926 A & EP 1662801 A1 & CN 1860796 A	1-20
A	JP 3-85080 A (日本電気株式会社) 1991.04.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20