

(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



(43) 国際公開日
2010 年 8 月 12 日(12.08.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/090335 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 7/32 (2006.01) H04N 7/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/051903
- (22) 国際出願日: 2010 年 2 月 9 日(09.02.2010)
- (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 2009-027747 2009 年 2 月 9 日(09.02.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社東芝(Kabushiki Kaisha Toshiba) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 谷沢 昭行 (TANIZAWA, Akiyuki) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的

財産部内 Tokyo (JP). 塩寺 太一郎(SHIODERA, Taichiro) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 中條 健(CHUJOH, Takeshi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).

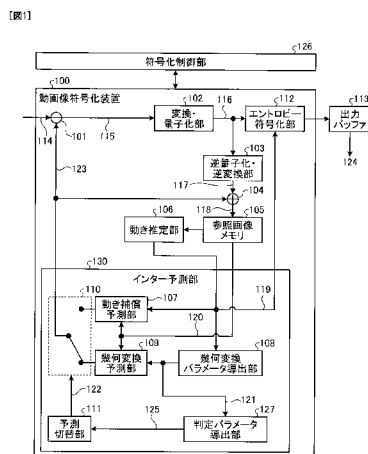
(74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, 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, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[続葉有]

(54) Title: MOTION PICTURE CODING DEVICE AND MOTION PICTURE DECODING DEVICE USING GEOMETRIC TRANSFORMATION MOTION COMPENSATING PREDICTION

(54) 発明の名称: 幾何変換動き補償予測を用いる動画像符号化装置及び動画像復号装置



(57) Abstract: A motion picture coding device and a motion picture decoding device which reduce motion detection processing required to estimate a geometric transformation parameter to be used for geometric transformation motion compensating prediction, thereby improving prediction efficiency without increase of a code amount. The motion picture coding device is provided with a motion information acquisition section which acquires motion information relating to one or more adjacent blocks among adjacent blocks adjacent to one of the pixel blocks obtained by dividing a picture signal, a geometric transformation information acquisition section which obtains on the basis of the motion information a geometric transformation parameter being information relating to the shape of a map obtained by geometric transformation of the pixel blocks in a reference picture signal when motion-compensating the pixel blocks, a geometric transformation prediction section which performs geometric transformation motion prediction including geometric transformation between the reference picture signal and the pixel blocks, using the reference picture signal which is subjected to geometric transformation with the geometric transformation parameter, and a coding section which codes the prediction error value of the pixel block subjected to the geometric transformation motion prediction.

(57) 要約:

[続葉有]

- 126 CODING CONTROL SECTION
100 MOTION PICTURE CODING DEVICE
102 TRANSFORMATION/QUANTIZATION SECTION
112 ENTROPY CODING SECTION
113 OUTPUT BUFFER
103 INVERSE QUANTIZATION/INVERSE TRANSFORMATION SECTION
106 MOTION ESTIMATION SECTION
105 REFERENCE PICTURE MEMORY
130 INTER-PREDICTION UNIT
107 MOTION COMPENSATION PREDICTION SECTION
109 GEOMETRIC TRANSFORMATION PREDICTION SECTION
108 GEOMETRIC TRANSFORMATION PARAMETER DERIVATION SECTION
111 PREDICTION SWITCH SECTION
127 DETERMINATION PARAMETER DERIVATION SECTION

WO 2010/090335 A1



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

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

幾何変換動き補償予測に用いる幾何変換パラメータの推定に必要な動き検出処理を低減し、符号量を増加させることなく予測効率を向上する動画像符号化装置、及び、動画像復号化装置を提供すること。画像信号が分割された画素ブロックの一に隣接する隣接ブロックのうちの一以上の隣接ブロックの動き情報を取得する動き情報取得部と、画素ブロックに対する動き補償を行う際の参照画像信号における、画素ブロックの幾何変換による写像の形状に係る情報である幾何変換パラメータを、動き情報に基づいて取得する幾何変換情報取得部と、参照画像信号と画素ブロックとの間の幾何変換を含む幾何変換動き予測を、幾何変換パラメータにより幾何変換が行われた参照画像信号を用いて行う、幾何変換予測部と、幾何変換動き予測が行われた画素ブロックの予測誤差値を符号化する符号化部と、を有する動画像符号化装置。

明 細 書

発明の名称：

幾何変換動き補償予測を用いる動画像符号化装置及び動画像復号装置

技術分野

[0001] 本発明は、隣接ブロックと予測対象ブロックの動き情報を用いて幾何変換パラメータを推定し、推定した幾何変換パラメータを基に予測対象ブロックの幾何変換予測処理を行う動画像符号化と動画像復号化の装置に関する。

背景技術

[0002] I T U - T R E C . H . 2 6 4 及び I S O / I E C 1 4 4 9 6 - 1 0（以下、「H. 264」という。）では、予測処理、変換処理、及び、エントロピー符号化処理が、矩形ブロック単位（例えば、 16×16 画素、 8×8 画素等）で行われる。このため、H. 264では矩形ブロックで表現出来ないオブジェクトを予測する際に、より小さな予測ブロック（ 4×4 画素等）を選択することで予測効率を高めている。このようなオブジェクトを効果的に予測するために、矩形ブロックに複数の予測パターンを用意する方法や、変形したオブジェクトに対してアフィン変換を用いた動き補償を適応する方法等がある。

[0003] 例えば、特開2007—312397号公報（特許文献1）には、オブジェクトの動きのモデルをアフィン変換モデルとし、予測対象のブロック毎に最適なアフィン変換パラメータを算出することによって、オブジェクトの拡大・縮小・回転などを考慮する予測を用いるビデオフレーム転送方法等の発明が開示されている。

[0004] また、非特許文献1には、動きのモデルを平行移動モデルとして算出した動きベクトルの情報を基にして、ブロックを三角パッチに分割し、それぞれのパッチ毎にアフィン変換パラメータを推定することで、近似的にアフィン変換モデルの動き補償予測を行う手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2007-312397号公報（国際公開第02/15585号パンフレット）

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：R. G. Kordasiewicz, M. D. Gallant, and S. Shirani, "Affine Motion Prediction Based on Translational Motion Vectors," IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technologies, Vol. 17, No. 10, October 2007.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、上記特許文献1に記載の方法では、6種類のアフィン変換パラメータを画素ブロック毎に送信するため、オーバーヘッドが増加する。また、これらのパラメータを算出するために、複数の参照画像と予測対象のブロックに対応する入力画像とのブロックマッチングを行う必要があり演算量が増加するという問題がある。
- [0008] また、非特許文献1に記載の方法は、上下左右など予測対象となる画素ブロックに隣接する8種類の隣接ブロックの動きベクトルと予測対象の画素ブロックで算出された動きベクトルとを用いてアフィン変換パラメータを推定するため、最適な動きベクトルを求めるためにはフレームの再符号化が必要となる。一方、動きベクトルの算出のみをフレーム単位で行った場合は、符号量と符号化歪みの観点で最適ではなく、符号化効率が低下するという問題がある。
- [0009] 本発明は、上記の点に鑑みて、これらの問題を解消するために発明されたものであり、幾何変換動き補償予測に用いる幾何変換パラメータの推定に必要な動き検出処理を低減し、符号量を増加させることなく予測効率を向上する動画像符号化装置、動画像復号化装置、動画像符号化方法、及び、動画像復号化方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記目的を達成するために、本発明の動画像符号化装置は次の如き構成を採用した。
- [0011] 本発明の動画像符号化装置は、画像信号が分割された画素ブロックの一に隣接する隣接ブロックのうちの一以上の隣接ブロックの動き情報を取得する動き情報取得部と、前記画素ブロックに対する動き補償を行う際の参照画像信号における、該画素ブロックの幾何変換による写像の形状に係る情報である幾何変換パラメータを、前記動き情報に基づいて取得する幾何変換情報取得部と、前記参照画像信号と前記画素ブロックとの間の幾何変換を含む幾何変換動き予測を、前記幾何変換パラメータにより幾何変換が行われた前記参照画像信号を用いて行う、幾何変換予測部と、前記幾何変換動き予測が行われた前記画素ブロックの予測誤差値を符号化する符号化部と、を有する構成とすることができる。
- [0012] また上記目的を達成するために、本発明の参考発明の動画像符号化方法は、画像信号が分割された画素ブロックの一に隣接する隣接ブロックのうちの一以上の隣接ブロックの動き情報を取得する動き情報取得ステップと、前記画素ブロックに対する動き補償を行う際の参照画像信号における、該画素ブロックの幾何変換による写像の形状に係る情報である幾何変換パラメータを、前記動き情報に基づいて取得する幾何変換情報取得ステップと、前記参照画像信号と前記画素ブロックとの間の幾何変換を含む幾何変換動き予測を、前記幾何変換パラメータにより幾何変換が行われた前記参照画像信号を用いて行う、幾何変換予測ステップと、前記幾何変換動き予測が行われた前記画素ブロックの予測誤差値を符号化する符号化ステップと、を有する構成とすることができる。
- [0013] また上記目的を達成するために、本発明の動画像復号化装置は、画像信号が分割された画素ブロックと該画素ブロックに対する動き補償を行う際の参照画像信号との間の幾何変換を含む幾何変換動き予測により得られる予測誤差値を含む、前記画像信号が符号化された符号データを復号する復号化部と

、前記画素ブロックの一に隣接する隣接ブロックのうちの一以上の隣接ブロックの動き情報を取得する動き情報取得部と、前記参照画像信号における、該画素ブロックの幾何変換による写像の形状に係る情報である幾何変換パラメータを、前記動き情報に基づいて取得する幾何変換情報取得部と、前記幾何変換動き予測を、前記幾何変換パラメータにより幾何変換が行われた前記参照画像信号を用いて行い、予測値を生成する、幾何変換予測部と、復号された前記予測誤差値と生成された前記予測値とを加算する加算部と、を有する構成とすることができる。

[0014] また上記目的を達成するために、本発明の参考発明の動画復号化方法は、画像信号が分割された画素ブロックと該画素ブロックに対する動き補償を行う際の参照画像信号との間の幾何変換を含む幾何変換動き予測により得られる予測誤差値を含む、前記画像信号が符号化された符号データを復号する復号化ステップと、前記画素ブロックの一に隣接する隣接ブロックのうちの一以上の隣接ブロックの動き情報を取得する動き情報取得ステップと、前記参照画像信号における、該画素ブロックの幾何変換による写像の形状に係る情報である幾何変換パラメータを、前記動き情報に基づいて取得する幾何変換情報取得ステップと、前記参照画像信号と前記画素ブロックとの間の幾何変換を含む幾何変換動き予測を、前記幾何変換パラメータにより幾何変換が行われた前記参照画像信号を用いて行い、予測値を生成する、幾何変換予測ステップと、復号された前記予測誤差値と生成された前記予測値とを加算する加算ステップと、を有する構成とすることができる。

発明の効果

[0015] 本発明の動画符号化装置、及び、動画復号化装置によれば、幾何変換動き補償予測に用いる幾何変換パラメータの推定に必要な動き検出処理を低減し、符号量を増加させることなく予測効率を向上する動画符号化装置、及び、動画復号化装置を提供することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1] 第1の実施形態に従う動画符号化装置の構成を示すブロック図。

[図2] 第1の実施形態に従うインター予測部の構成を示すブロック図。

[図3] 16×16 画素ブロックを示す図。

[図4] 符号化の処理の流れを示す図。

[図5] 参照画像信号と予測対象画像との位置関係と動きベクトルとの関係を表す図。

[図6] 動き補償予測を行う際の分数位置の画素を内挿補間処理によって生成する例を示す図。

[図7A] マクロブロック単位の動き補償ブロックのサイズを表す図。

[図7B] サブブロック単位の動き補償ブロックのサイズを表す図。

[図8] 幾何変換パラメータ導出部の構成を示す図。

[図9A] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックと隣接ブロックとの位置関係を表す図。

[図9B] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックがマクロブロックの左上の場合の隣接ブロックの位置関係を表す図。

[図9C] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックがマクロブロックの右上の場合の隣接ブロックの位置関係を表す図。

[図9D] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックがマクロブロックの左下の場合の隣接ブロックの位置関係を表す図。

[図9E] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックがマクロブロックの右下の場合の隣接ブロックの位置関係を表す図。

[図10A] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックに対して隣接ブロックのブロックサイズが小さい場合の位置関係を表す図。

[図10B] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックに対して隣接ブロックのブロックサイズが小さい場合の位置関係を表す図。

[図10C] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックに対して隣接ブロックのブロックサイズが小さい場合の位置関係を表す図。

[図10D] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックに対して隣接ブロックのブロックサイズが小さい場合の位置関係を表す図。

[図11A] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロック隣接ブロックより小さく、画素ブロックの左上の場合の隣接ブロックの位置関係を表す図。

[図11B] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロック隣接ブロックより小さく、画素ブロックの右上の場合の隣接ブロックの位置関係を表す図。

[図11C] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロック隣接ブロックより小さく、画素ブロックの左下の場合の隣接ブロックの位置関係を表す図。

[図11D] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロック隣接ブロックより小さく、画素ブロックの右下の場合の隣接ブロックの位置関係を表す図。

[図12] 符号化又は復号化の対象となる画素ブロックに対して隣接ブロックのブロックサイズが小さい場合の位置関係を表す図。

[図13A] 予測対象画素に幾何変換を行う際の予測対象画素の分割を表す図。

[図13B] 予測対象画素に幾何変換を行う際の予測対象画素の分割を表す図。

[図14] 幾何変換予測部の構成を示す図。

[図15] 動き補償予測と幾何変換予測の予測値生成の例を表す図。

[図16] 幾何変換を行った分数位置の画素値を内挿補間処理によって生成する例を示す図。

[図17] 幾何変換を行った際のオブジェクトの変形の例を示す図。

[図18] 第1の実施形態に示される幾何変換予測の処理の流れを示すフローチャート。

[図19] シンタクス構造を示す図。

[図20] スライスヘッダーシンタクスに含まれる情報を示す図。

[図21] 第1の実施形態におけるスライスデータシンタクスに含まれる情報を示す図。

[図22] 第1の実施形態におけるマクロブロックレイヤーシンタクスに含まれる情報を示す図。

[図23] 第1の実施形態におけるマクロブロックプレディクションシンタクスに含まれる情報を示す図。

[図24] 第1の実施形態におけるサブマクロブロックプレディクションシンタ

クスに含まれる情報を示す図。

[図25] 第1の実施形態の変更例におけるマクロブロックレイヤーシンタクスに含まれる情報を示す図。

[図26] 第2の実施形態に従う動画像符号化装置を示すブロック図。

[図27A] イントラ予測に用いる 16×16 画素ブロックを示す図。

[図27B] イントラ予測に用いる 4×4 画素ブロックを示す図。

[図27C] イントラ予測に用いる 8×8 画素ブロックを示す図。

[図28] 第3の実施形態に従うインター予測部を示すブロック図。

[図29] 第4の実施形態におけるマクロブロックレイヤーシンタクスに含まれる情報を示す図。

[図30] 第4の実施形態におけるサブマクロブロックレイヤーシンタクスに含まれる情報を示す図。

[図31] 第5の実施形態に従う動画像復号化装置を示すブロック図。

[図32] 第5の実施形態に従う動画像復号化装置を示すブロック図。

[図33] 第6の実施形態に従う動画像復号化装置を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、第1の実施形態ないし第7の実施形態を図面に基づき説明する。第1の実施形態から第4の実施形態は、動画像符号化装置による実施形態であり、第5の実施形態から第7の実施形態は、動画像復号化装置による実施形態である。なお、以下の実施形態における「判定パラメータ」は、「決定パラメータ」に対応する。

[0018] <動画像符号化装置>

以下の実施形態で説明する動画像符号化装置は、入力画像信号を構成する各々のフレームを複数の画素ブロックに分割し、これら分割した画素ブロックに対して符号化処理を行って圧縮符号化し、符号列を出力する装置である。

[0019] (第1の実施形態)

<動画像符号化装置100>

図 1 は、幾何変換予測を用いる符号化方法を実現する動画像符号化装置 100 の構成を示す図である。また、図 2 は、動画像符号化装置 100 が有するインター予測部 130 のブロック図である。

[0020] 図 1 の動画像符号化装置 100 は、符号化制御部 126 から入力される符号化パラメータに基づいて、入力画像信号 114 に対するインター予測（フレーム間予測）符号化処理を行い、予測画像信号 123 を生成し、符号化データ 124 を出力する。

[0021] 動画像符号化装置 100 は、動画像または静止画像の入力画像信号 114 が、画素ブロック単位、例えばマクロブロック単位に分割されて入力される。入力画像信号は、フレーム及びフィールドの両方を含む 1 つの符号化の処理単位である。なお、本実施形態では、フレームを 1 つの符号化の処理単位とする例について説明する。

[0022] 動画像符号化装置 100 は、ブロックサイズや予測画像信号 123 の生成方法の異なる複数の予測モードによる符号化を行う。予測画像信号 123 の生成方法として、例えば符号化対象のフレーム内だけで予測画像を生成するイントラ予測（フレーム内予測）と、時間的に異なる複数の参照フレームを用いて予測を行うインター予測とがある。本実施形態では、インター予測を用いて予測画像信号を生成する例について説明する。

[0023] 第 1 ないし第 7 の実施形態では、マクロブロックを符号化処理の基本的な処理ブロックサイズとする。マクロブロックは、典型的に例えば図 3 に示す 16×16 画素ブロックであるが、 32×32 画素ブロック単位であっても 8×8 画素ブロック単位であってもよい。またマクロブロックの形状は必ずしも正方格子である必要はない。以下、入力画像信号 114 の符号化対象マクロブロックを「予測対象ブロック」という。

[0024] 第 1 ないし第 7 の実施形態では、説明を簡単にするために図 4 に示されているように左上から右下に向かって符号化処理がなされていくものとする。図 4 では、符号化処理をされている符号化フレーム f において、符号化対象となるブロック c よりも左及び上に位置するブロックが、符号化済みブロッ

ク p である。

- [0025] 動画像符号化装置 100 は、減算器 101、変換・量子化部 102、逆量子化・逆変換部 103、加算器 104、参照画像メモリ 105、動き推定部 106、及び、インター予測部 130 を有する。動画像符号化装置 100 は、符号化制御部 126 に接続される。
- [0026] 次に、動画像符号化装置 100 における符号化の流れを説明する。まず、入力画像信号 114 が、減算器 101 へ入力される。減算器 101 には、インター予測部 130 から出力された各々の予測モードに応じた予測画像信号 123 が更に入力される。減算器 101 は、入力画像信号 114 から予測画像信号 123 を減算した予測誤差信号 115 を算出する。予測誤差信号 115 は変換・量子化部 102 へと入力される。
- [0027] 変換・量子化部 102 は、予測誤差信号 115 に対して、例えば離散コサイン変換（DCT）のような直交変換が施され、変換係数が生成される。変換・量子化部 102 における変換は、H. 264 で用いられている離散コサイン変換の他に、離散サイン変換、ウェーブレット変換、又は、成分解析等でもよい。
- [0028] 変換・量子化部 102 では、符号化制御部 126 によって与えられる量子化パラメータ、量子化マトリクス等に代表される量子化情報に従って変換係数を量子化する。変換・量子化部 102 は、量子化後の変換係数 116 を、エントロピー符号化部 112 に対して出力し、さらに、逆量子化・逆変換部 103 に対しても出力する。
- [0029] エントロピー符号化部 112 は、量子化後の変換係数 116 に対してエントロピー符号化、例えばハフマン符号化や算術符号化などを行う。エントロピー符号化部 112 は、さらに、符号化制御部 126 から出力された予測情報などを含んだ、対象ブロックを符号化したときに用いた様々な符号化パラメータに対してエントロピー符号化を行う。これにより、符号化データが生成される。
- [0030] なお、符号化パラメータとは、予測情報、変換係数に関する情報、量子化

に関する情報、等の復号の際に必要なパラメータである。なお、予測対象ブロックの符号化パラメータは、符号化制御部 126 が持つ内部メモリに保持され、予測対象ブロックが他の画素ブロックの隣接ブロックとして用いられる際に利用される。

[0031] エントロピー符号化部 112 により生成された符号化データ 124 は、動画像符号化装置 100 から出力され、多重化を経て出力バッファ 113 に一旦蓄積された後、符号化制御部 126 が管理する出力タイミングに従って符号化データ 124 として出力される。符号化データ 124 は、例えば、図示しない蓄積系（蓄積メディア）または伝送系（通信回線）へ送出される。

[0032] 逆量子化・逆変換部 103 は、変換・量子化部 102 から出力された量子化後の変換係数 116 に対する逆量子化処理が行われる。ここでは、変換・量子化部 102 で使用された量子化情報に対応する量子化情報が、符号化制御部 126 の内部メモリからロードされて逆量子化処理が行われる。なお、量子化情報は、例えば、量子化パラメータ、量子化マトリクス等に代表されるパラメータである。

[0033] 逆量子化・逆変換部 103 では、さらに、逆量子化後の変換係数に対し、逆離散コサイン変換（IDCT）のような逆直交変換が施されることによって、復号予測誤差信号 117 が再生される。

[0034] 復号予測誤差信号 117 は、加算器 104 に入力される。加算器 104 では、復号予測誤差信号 117 とインター予測部 130 から出力された予測画像信号 123 とが加算されることにより、復号画像信号 118 が生成される。復号画像信号 118 は、局所復号画像信号である。復号画像信号 118 は、参照画像メモリ 105 に参照画像信号 120 として蓄積される。参照画像メモリ 105 に蓄積された参照画像信号 120 は、動き推定部 106、インター予測部 130 等に出力され予測の際などに参照される。

[0035] 動き推定部 106 は、入力画像信号 114 と参照画像信号 120 とを用いて、予測対象ブロックに適した動きベクトル 119 を算出する。動き情報は、例えば、動きベクトルで表されるとよい。動き情報は、また例えば、動き

ベクトルを他の動きベクトル等により予測する際の予測値でもよい。

[0036] 動き推定部 106 は、入力画像信号 114 の予測対象ブロックと、参照画像信号 120 の補間画像との間でブロックマッチングを行うことにより、動きベクトル 119 を算出する。マッチングの評価基準としては、例えば、入力画像信号 114 とマッチング後の補間画像との差分を画素毎に累積した値を用いる。

[0037] 動きベクトル 119 の決定は、前述した方法の他に予測された画像と原画像との差を変換した値を用いても良いし、動きベクトルの大きさを加味したり、動きベクトルの符号量などを加味したりして、判定してもよい。また後述する式 (29) 及び式 (30) などのコストを利用しても良い。また、マッチングは、動画像符号化装置 100 の外部から提供される探索範囲情報に基づいてマッチングの範囲内を全探索しても良いし、画素精度毎に階層的に実施しても良い。

[0038] このようにして複数の参照画像信号に対して算出された動きベクトル 119 は、インター予測部 130 へと入力され、予測画像信号 123 の生成に利用される。なお、複数の参照画像信号は、それぞれの表示時刻が異なる局部復号画像である。

[0039] また、算出された動きベクトル 119 は、エントロピー符号化部 112 へと出力され、エントロピー符号化が行われた後に符号化データに多重化される。対象画素ブロックを符号化するために使われた動きベクトル 119 は、符号化制御部 126 の内部メモリに保存され、インター予測部 130 から適宜ロードされて利用される。

[0040] <インター予測部 130>

図 2 のインター予測部 130 は、動き補償予測部 107、幾何変換パラメータ導出部 108、幾何変換予測部 109、判定パラメータ導出部 127、予測分離スイッチ 110、及び、予測切替部 111 を有する。

[0041] 動き補償予測部 107 は、入力された動きベクトル 119 と参照画像信号 120 を用いて予測画像信号 123 を生成する。図 5 は、動き補償予測部 1

07で行われるインター予測の例について説明する図である。図5では、フレーム（ t ）が有する予測対象ブロックに対し、フレーム（ $t-1$ ）における予測誤差が小さい位置を取得することにより、動きベクトルが取得される。

[0042] インター予測では、参照画像メモリ105に蓄積されている複数の参照画像信号120を用いて補間処理を行い、作成した補間画像と入力画像信号114との同位置の画素ブロックからのズレ量を元に予測画像信号123が生成される。補間処理は、例えば、1/2画素精度の補間処理や、1/4画素精度の補間処理などが用いられ、参照画像信号120に対するフィルタリング処理等の内挿補間処理を行うことにより、補間画素の値を生成する。例えば輝度信号に対して1/4画素精度までの補間処理が許容されるH. 264では、ズレ量は整数画素精度の4倍で表現される。このズレ量を動きベクトルと呼ぶ。

[0043] 動き補償予測部107では、動きベクトル119の情報に従って、予測対象ブロックの位置から、次式（1）を用いて動きベクトル119により参照されている位置を割り出す。ここでは、H. 264の1/4画素精度の内挿補間処理を例に挙げて説明する。動きベクトルの各成分が4の倍数である場合は、整数画素位置を指していることを意味する。その他の場合は、分数精度の補間位置に対応する予測位置である。

[0044] [数1]

$$\left. \begin{array}{l} x_pos = x + mv_x \gg 2 \\ y_pos = y + mv_y \gg 2 \end{array} \right\} \dots (1)$$

[0045] ここで、（ x, y ）は予測対象ブロックの先頭位置を表す垂直、水平方向のインデックスであり、（ x_pos, y_pos ）は参照画像信号の対応する予測位置を表す。（ mv_x, mv_y ）は1/4画素精度を持つ動きベクトルを示している。次に割り出した画素位置に対して、参照画像信号120の対応する画素位置の補填又は内挿補間処理によって予測画素を生成する。

[0046] 図6は、H. 264の予測画素生成の例を示す図である。図中大文字で示

されるアルファベットは整数位置の画素を示し、ドットのハッチングの正方形は1／2画素位置の補間画素を示している。また、斜線のハッチングの正方形は1／4画素位置に対応する補間画素を示している。例えば、図中、アルファベットb、hの位置に対応する1／2画素の補間処理は次式で算出される。

[0047] [数2]

$$\left. \begin{aligned} b &= (C1 - 5 \cdot C2 + 20 \cdot C3 + 20 \cdot C4 - 5 \cdot C5 + C6 + 16) >> 5 \\ h &= (A3 - 5 \cdot B3 + 20 \cdot C3 + 20 \cdot D3 - 5 \cdot E3 + F3 + 16) >> 5 \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

また、図中でアルファベットa、dの位置に対応する1／4画素の補間処理は次式で算出される。

[0048] [数3]

$$\left. \begin{aligned} a &= (C3 + b + 1) >> 1 \\ d &= (C3 + h + 1) >> 1 \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

[0049] 式(2)では、1／2画素位置の補間画素を、6タップFIRフィルタ（タップ係数：(1, -5, 20, 20, -5, 1)／32）を用いて生成する。式(3)では、1／4画素位置の補間画素は、2タップの平均値フィルタ（タップ係数：(1, 1)／2）を用いて算出する。4つの整数画素位置の中間に存在するアルファベットjに対応する1／2画素の補間処理は、垂直方向6タップと水平方向6タップの両方向を行うことによって生成される。説明した以外の画素位置も同様のルールで補間値が生成できる。

[0050] インター予測では、複数の予測ブロックの中から現在の対象画素ブロックに適したブロックサイズを選択することが可能である。図7Aにマクロブロック単位の動き補償画素ブロックのサイズを、図7Bにサブブロック（8×8画素ブロック以下）単位の動き補償画素ブロックのサイズを示す。

[0051] 図7Aでは、16×16画素のMB1、2個の16×8画素ブロックからなるMB2、2個の8×16画素ブロックからなるMB3、及び、4個の8×8画素ブロックからなるMB4が示される。また、図7Bでは、8×8画素のSB1、2個の8×4画素ブロックからなるSB2、2個の4×8画素

ブロックからなるSB3、及び、4個の4×4画素ブロックからなるSB4が示される。

[0052] これらの予測対象ブロックのサイズ毎に、動きベクトルを所持することが可能であるため、入力画像信号114の局所的な性質に従って、最適な予測対象ブロックの形状と動きベクトルを利用することができる。また、H. 264では、どの参照画像信号に対して動きベクトルを計算したかの情報はRef_idxとして最小で8×8画素ブロック毎に変更することが可能である。

[0053] 動き補償予測部107で生成された予測画像信号123は、予測分離スイッチ110に入力され、後述する予測切替部111から出力される予測切替情報122に従って制御されたスイッチの出力端の接続先に応じて選択される。

[0054] 一方、動き推定部106から出力された動きベクトル119が幾何変換パラメータ導出部108へと入力され、幾何変換パラメータ121が生成される。ここで、幾何変換パラメータ121は、参照画像信号120に対して幾何変換を実施するためのパラメータセットである。幾何変換パラメータ導出部108から出力された幾何変換パラメータ121は幾何変換予測部109へと入力されるとともに判定パラメータ導出部127へと入力される。

[0055] 幾何変換予測部109は、入力された幾何変換パラメータ121及び参照画像信号120を用いて幾何変換を施した予測画像信号123を生成する。尚、予測対象ブロックの幾何変換パラメータ121は、符号化制御部126が持つ内部メモリに保持され、予測対象ブロックが他の画素ブロックの隣接ブロックとなる際に利用される。

[0056] 判定パラメータ導出部127では、入力される幾何変換パラメータ121に基づいて、動き補償予測部107で生成された予測画像信号を用いるか、幾何変換予測部109で生成された予測画像信号を用いるかを判断するための判定パラメータを導出する。判定パラメータ導出部127で生成された判定パラメータ125は、予測切替部111へ入力される。

[0057] 予測切替部 111 は、入力された判定パラメータ 125 に従って、予測対象ブロックの予測切替情報 122 を出力する。予測分離スイッチ 110 は、入力された予測切替情報 122 に従ってスイッチの出力端を動き補償予測部 107 に接続するか、幾何変換予測部 109 に接続するかを決定する。この決定に従って、いずれかの予測画像信号 123 が減算器 101 及び加算器 104 へと出力される。

以上が動画像符号化装置 100 の符号化処理の流れである。

[0058] <インター予測部 130 における幾何変換予測処理>

以下、本実施形態に係わる幾何変換予測処理の詳細についてより詳細に説明する。

[0059] <幾何変換パラメータ導出部 108>

まず、幾何変換パラメータ導出部 108 の処理について具体的に説明する。幾何変換パラメータ導出部 108 では、動き推定部 106 から出力された予測対象ブロックの動きベクトル 119 と符号化制御部 126 に保存されている動きベクトルを用いて、予測対象ブロックの幾何変換パラメータを導出する。符号化制御部 126 に保存されている動きベクトルは、隣接ブロックの動きベクトルであり、以下、「隣接動きベクトル」という。

[0060] 図 8 は、幾何変換パラメータ導出部 108 の構成を示すブロック図である。幾何変換パラメータ導出部 108 は、動きベクトル取得部 181 とパラメータ導出部 182 とを有する。動きベクトル取得部 181 は、複数の隣接ブロックのうち、動き情報を取得する隣接ブロックを決定し、その隣接ブロックの動き情報、例えば、動きベクトルを取得する。パラメータ導出部 182 は、隣接ブロックの動きベクトルから、幾何変換パラメータを導出する。

[0061] 以下、図 9 ないし図 11 を用いて、動きベクトル取得部 181 による隣接動きベクトルを導出する処理について説明する。

[0062] <隣接ブロックと隣接動きベクトルの導出（その 1）ーブロックサイズが同じ場合>

図 9 A ないし図 9 E は、予測対象ブロックに対する隣接ブロックの関係を

示す図である。図 9 A では、予測対象ブロックと隣接ブロックのサイズ（例えば 16×16 画素ブロック）が一致する場合の例を示す。

[0063] 図 9 A 中、斜線のハッチングが付された画素ブロック p は既に符号化又は予測が完了している画素ブロック（以下、「予測済画素ブロック」という。）である。ドットのハッチングが付されたブロック c は予測対象ブロックを示しており、白で表示されている画素ブロック n は未符号化画素（未予測）ブロックである。図中 X は符号化（予測）対象画素ブロックを表している。

[0064] 隣接ブロック A は、予測対象ブロック X の左の隣接ブロック、隣接ブロック B は、予測対象ブロック X の上の隣接ブロック、隣接ブロック C は、予測対象ブロック X の右上の隣接ブロック、隣接ブロック D は、予測対象ブロック X の左上の隣接ブロックである。

[0065] 符号化制御部 126 の内部メモリに保持されている隣接動きベクトルは、予測済画素ブロックの動きベクトルのみである。図 4 で示したように画素ブロックは左上から右下に向かって符号化及び予測の処理がされていくため、画素ブロック X の予測を行う際には、右及び下方の画素ブロックは未だ符号化が行われていない。そこで、これらの隣接ブロックから隣接動きベクトルを導出することができない。

[0066] 図 9 B ないし図 9 E は、予測対象ブロックが 8×8 画素ブロックの場合の、隣接ブロックの例を示す図である。なお、図 9 B ないし図 9 E において、太線はマクロブロックの境界を表す。図 9 B は、マクロブロック内の左上に位置する画素ブロック、図 9 C は、マクロブロック内の右上に位置する画素ブロック、図 9 D は、マクロブロック内の左下に位置する画素ブロック、図 9 E は、マクロブロック内の右下に位置する画素ブロックを、それぞれ、予測対象ブロックとする場合の例を示す。

[0067] マクロブロックの内部も同様に左上から右下に向かって符号化処理が行われるため、 8×8 画素ブロックの符号化順序に応じて隣接ブロックの位置が変化する。対応する 8×8 画素ブロックの符号化処理又は予測画像生成処理が完了すると、その画素ブロックは符号化済み画素ブロックとなり、後に処

理される画素ブロックの隣接ブロックとして利用される。図9Eでは、隣接ブロックCに対応する右上の画素ブロックが未符号化画素ブロックであるため、符号化済み画素ブロックの右上に位置する画素ブロックを隣接ブロックとする。

[0068] 《隣接ブロックと隣接動きベクトルの導出（その2）ーブロックサイズが異なる場合》

次に隣接ブロックと予測対象ブロックのブロックサイズが異なる場合の隣接ブロックの関係を説明する。予測対象ブロックと隣接ブロックのブロックサイズが異なる場合、隣接画素の定義が複数存在する。

[0069] 図10Aないし図10Dは、予測対象ブロックが大きく、隣接ブロックが小さい場合の例を説明する図である。図10Aは、予測対象ブロックの左上の画素にもっとも近い画素が存在する画素ブロックを隣接画素とする例である。図10Bは、予測対象ブロックに隣接する画素ブロックの右下に位置する画素ブロックを隣接ブロックとする例である。

[0070] 図10Cは、予測対象ブロックに隣接する画素ブロックの中心に存在する画素ブロックを隣接ブロックとする例である。図10Cでは、予測対象ブロックXの左に隣接する画素ブロックの中心は、8×8画素ブロックの境界となる。このように中心位置がブロック境界に存在する場合は、左の画素ブロックを隣接ブロックとしている。

[0071] 図10Dは、予測対象ブロックに隣接する画素ブロックの中心に存在する画素ブロックを隣接ブロックとする例であるが、図10Cと同様に中心点が画素ブロック境界に位置するため、中心点の右上に位置する画素ブロックを隣接ブロックとする例である。中心がブロック境界に存在する場合、隣接するどのブロックを中心のブロックと定義しても良いが、全ての隣接画素で同様の定義を適用する。これにより、それぞれの隣接ブロックの動き情報から、予測対象ブロックの動き情報を推定する際に、隣接ブロックに対する位置関係を同一の位相で表現することができる。

[0072] 尚、本実施形態では、簡単のために図10Aで示された隣接ブロックの定

義を利用する。

[0073] 図 1 1 A ないし図 1 1 D は、予測対象ブロックが小さく、隣接ブロックのブロックサイズが大きい場合の例を説明する図である。図 9 E と同様に、対応する画素ブロックが未符号化画素ブロックである場合は、予測対象ブロックに距離的に近い利用可能な符号化済みの画素ブロックで置き換える。

[0074] 以上の説明では、 16×16 画素及び 8×8 画素の場合を例に挙げて説明したが、同様の枠組みを用いて 32×32 画素、 4×4 画素などの正画素ブロックや 16×8 画素、 8×16 画素などの矩形画素ブロックに対しても隣接ブロックを決定してよい。

[0075] また、インター予測では、マクロブロック内の符号化順序に依存せずに符号化处理、すなわち、動きベクトルの推定を行うことが可能なため、 8×8 画素ブロックの場合においても、図 1 0 A ないし図 1 0 D のいずれかを用いて隣接ブロックを決定してもよい。また、ブロックサイズの大きさが異なる画素ブロックが混在している場合にも、図 1 0 A ないし図 1 0 D のいずれかを用いて隣接ブロックを決定してもよい。

[0076] なお、隣接ブロックとして A, B, C, D の 4 つの画素ブロックを用いる他に、隣接ブロックを更に広く定義してもかまわない。例えば、隣接ブロック A の更に左の画素ブロックを用いてもよいし、隣接ブロック B の更に上の画素ブロックを用いても良い。これらの隣接ブロックの定義は、既に説明した図 9 ないし図 1 1 の定義と同様に定義してよい。

[0077] ≪幾何変換パラメータの導出≫

次に幾何変換パラメータ導出部 1 0 8 における幾何変換パラメータ 1 2 1 の導出方法について説明する。幾何変換パラメータ 1 2 1 は、パラメータ導出部 1 8 2 により実行される。隣接ブロックが保持する隣接動きベクトルをそれぞれ式 (4) ないし (7) により定義する。

[0078] [数4]

$$mv_a = (x_a, y_a) \quad \dots (4)$$

[0079]

[数5]

$$mv_b = (x_b, y_b) \quad \dots (5)$$

[0080] [数6]

$$mv_c = (x_c, y_c) \quad \dots (6)$$

[0081] [数7]

$$mv_d = (x_d, y_d) \quad \dots (7)$$

[0082] また、動き推定部 106 から提供される動きベクトル 119 を式 (8) により定義する。なお、動きベクトル 119 は、予測対象ブロック X の動きベクトルである。

[0083] [数8]

$$mv_x = (x_x, y_x) \quad \dots (8)$$

[0084] 式 (4) ないし (8) で表される動きベクトル及び隣接動きベクトルを用いて、幾何変換パラメータ 121 を導出する。幾何変換がアフィン変換の場合には、変換式は次式 (9) で表される。

[0085] [数9]

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ d & e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c \\ f \end{pmatrix} \quad \dots (9)$$

[0086] 式 (9) では、座標 (x、y) がアフィン変換によって座標 (u、v) へ変換される。式 (9) に含まれる a、b、c、d、e、f の 6 個のパラメータが幾何変換パラメータを表している。アフィン変換ではこの 6 種類のパラメータを推定するため、6 個以上の入力値が必要となる。隣接ブロック A、B 及び予測対象ブロック X のそれぞれの動きベクトルを用いると、次式 (10) により幾何変換パラメータが導出される。ここでは、動きベクトルが 1/4 精度であることを前提としている。

[0087]

[数10]

$$\left. \begin{aligned} a &= 1 - ax \cdot ((x_a - x_x) / 64) \\ b &= -ay \cdot ((x_b - x_x) / 64) \\ c &= -(x_x - x_a - x_b) \\ d &= ax \cdot (y_a - y_x) / 64 \\ e &= 1 - ay \cdot ((y_b - y_x) / 64) \\ f &= -(y_x - y_a - y_b) \end{aligned} \right\} \dots (10)$$

但し、 ax 、 ay は予測対象ブロックのサイズに基づく変数であり、次式で算出される。

[0088] [数11]

$$\left. \begin{aligned} ax &= mb_size_x / blk_size_x \\ ay &= mb_size_y / blk_size_y \end{aligned} \right\} \dots (11)$$

[0089] ここで、 mb_size_x 及び mb_size_y はマクロブロックの水平、垂直方向のサイズを示しており、 16×16 画素ブロックの場合には、 $mb_size_x = 16$ 、 $mb_size_y = 16$ となる。また、 blk_size_x 及び blk_size_y は予測対象ブロックの水平、垂直サイズを表しており、図9Bの場合は、 $blk_size_x = 8$ 、 $blk_size_y = 8$ となる。

[0090] ここでは、入力値として隣接ブロックA及びBの動きベクトルを用いて、幾何変換パラメータを導出する例を示したが、必ずしも、隣接ブロックA及びBの動きベクトルを用いる必要はなく、隣接ブロックC、D及びそれ以外の隣接ブロックから算出された動きベクトルを用いても良いし、これらの複数の隣接ブロックの動きベクトルからパラメータフィッティングを用いて、幾何変換パラメータを求めても良い。また、式(10)は、それぞれ a 、 b 、 d 、 e が実数で得られるが、予めこれらのパラメータの演算精度を決めておくことで簡単に整数化が可能である。

[0091] ≪隣接動きベクトルの導出－エッジ考慮≫

隣接ブロックとの境界にオブジェクトのエッジがある場合や、異なるオブジェクトが存在する場合、幾何変換パラメータが正しく導出できないことがある。そこで、利用する隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトル

ルの絶対差分値が大きく異なる場合は、当該隣接ブロックの動きベクトルを入力値に加えない処理を行ってもよい。例えば、 $|mv_a - mv_x|$ を計算し、予め規定した閾値Dよりも大きくなる場合は、 mv_a を入力値として利用しないようにしてもよい。

[0092] また、予測対象ブロックの左に位置する隣接ブロックの候補が複数存在する場合、これらの候補の中で動きベクトルのメディアン値を計算し、値が大きく異なる動きベクトルを除外してもよい。図12は、4つの 8×8 画素ブロック毎に、メディアン値を計算する例を示す図である。予測対象ブロックXのブロックサイズが大きく、隣接する画素ブロックのブロックサイズが小さい場合、隣接画素の候補となる画素ブロックが複数存在する。ここで、左に位置する4個の画素ブロックの動きベクトルを、それぞれ、 mv_a 、 mv_b 、 mv_c 、 mv_d とすると、次式(12)により動きベクトルを決定する。

[0093] [数12]

$$mv_a = \text{median}(mv_{A1}, mv_{A2}, mv_{A3}, mv_{A4}) \quad \dots (12)$$

式(12)では、二次元ベクトルのメディアン値を用いる例を示したが、式(13)に示すように、ベクトルの要素毎のメディアン値でもよい。

[0094] [数13]

$$\left. \begin{array}{l} x_a = \text{median}(x_{A1}, x_{A2}, x_{A3}, x_{A4}) \\ y_a = \text{median}(y_{A1}, y_{A2}, y_{A3}, y_{A4}) \end{array} \right\} \quad \dots (13)$$

[0095] この他に、要素毎の平均値、二次元ベクトルのランダム値、又は、ベクトルの要素別のランダム値等を用いてもよい。また、隣接ブロックB、C、Dにおいても同様の処理を行って隣接動きベクトルを求めてもよい。

[0096] <<予測対象画素の分割>>

次に予測対象ブロックに対して幾何変換を実施する領域を説明する。幾何変換パラメータを導出する領域は、幾何変換を実施する領域に対応している。式(10)では矩形画素ブロックに対して幾何変換パラメータを導出する例を示した。しかし、必ずしも矩形画素ブロックで幾何変換パラメータを導出する必要はなく、図13で示す三角パッチで矩形ブロックを分割してもよ

い。図 1 3 A、及び、図 1 3 Bは予測対象ブロックを対角線で分け 2 つの三角パッチで分割した例を示している。図 1 3 Aでは、それぞれの幾何変換パラメータを次式で導出する。予測対象三角パッチ X 1 は、隣接ブロック A、D 及び予測対象ブロック X 1 の動きベクトルを用いて次式 (1 4) で定義される。

[0097] [数14]

$$\left. \begin{aligned} a &= 1 - ax \cdot ((x_a - x_{x1}) / 64) \\ b &= -ay \cdot ((x_d - x_a) / 64) \\ c &= x_d \\ d &= -ax \cdot ((y_a - y_{x1}) / 64) \\ e &= 1 - ay \cdot ((y_d - y_a) / 64) \\ f &= y_d \end{aligned} \right\} \dots (14)$$

予測対象三角パッチ X 2 は、隣接ブロック B、D 及び予測対象ブロック X 2 の動きベクトルを用いて次式 (1 5) で定義される。

[0098] [数15]

$$\left. \begin{aligned} a &= 1 - ax \cdot ((x_d - x_b) / 64) \\ b &= -ay \cdot ((x_b - x_{x2}) / 64) \\ c &= x_d \\ d &= -ax \cdot ((y_d - y_b) / 64) \\ e &= 1 - ay \cdot ((y_b - y_{x2}) / 64) \\ f &= y_d \end{aligned} \right\} \dots (15)$$

[0099] 式 (1 4) 及び式 (1 5) に示す例のように、予測対象三角パッチ（または予測対象ブロック）に対して空間的距離の近い隣接ブロックの動きベクトルを用いて幾何変換パラメータを導出する。

[0100] 図 1 3 B の場合も、同様にして、幾何変換パラメータが導出できる。しかし、予測対象三角パッチ X 2 は、未符号化画素ブロック側に空間的距離が近く、隣接ブロックとの空間的距離が遠い。一般的に、オブジェクトの動きは空間的相関が高いため、利用可能な隣接ブロックが多く取れるように分割形状を定義するとよい。

[0101] なお、本実施形態では、予測対象ブロックを 2 つの三角パッチで分割する例を示したが、分割形状は、更に複数の三角パッチで分割してもよく、また

、矩形、曲線、台形、平行四辺形、及びこれらの組み合わせを用いて分割しても良い。

[0102] 本実施形態では、幾何変換の例としてアフィン変換を用いた例を示したが、共一次変換、ヘルマート変換、二次等角変換、射影変換、3次元射影変換、などのいずれの幾何変換を用いてもよい。例えば射影変換は、次式（16）で表される。

[0103] [数16]

$$\left. \begin{aligned} u &= \frac{a_1x + b_1y + c_1}{a_0x + b_0y + c_0} \\ v &= \frac{a_2x + b_2y + c_2}{a_0x + b_0y + c_0} \end{aligned} \right\} \dots (16)$$

[0104] 式（16）において、分子分母をスカラーで通分すると、解くべきパラメータは8種類となる。そこで、利用可能な隣接ブロック数を多く定義することにより、アフィン変換と同様の枠組みで幾何変換パラメータを導出することが可能である。

以上が、幾何変換パラメータ導出部108の処理の概要である。

[0105] <幾何変換予測部109>

次に、幾何変換予測部109の処理について具体的に説明する。幾何変換予測部109は入力された幾何変換パラメータ121を基にして、参照画像信号120に対して幾何変換を実施し、幾何変換予測を行う。図14は、幾何変換予測部109の構成の例を示すブロック図である。幾何変換予測部109は、幾何変換部191と内挿補間部192とを有する。幾何変換部191は、参照画像信号120に対する幾何変換を行い、予測画素の位置を算出する。内挿補間部192は、幾何変換により求められた予測画素の分数位置に対応する予測画素の値を、内挿補間等により算出する。

[0106] 図15は、予測対象ブロックに対する幾何変換予測と動き補償予測の例を示す図である。図15は、16×16画素ブロックの例である。

[0107] 図中、予測対象ブロックは三角で示される画素からなる正方形画素ブロッ

ク C R である。動き補償予測の対応する画素は黒丸で示される。黒丸で示される画素からなる画素ブロック M E R は、正方形である。一方、幾何変換予測の対応する画素は×で示され、これらの画素からなる画素ブロック G T R は、平行四辺形となる。

[0108] 動き補償後の領域と幾何変換後の領域は、参照画像信号の対応する領域を符号化対象のフレームの座標に合わせて記述している。このように、幾何変換予測を用いることによって、矩形画素ブロックの回転、拡大・縮小、せん断、鏡面変換などの変形に合わせた予測画像信号の生成が可能となる。

[0109] 幾何変換部 1 9 1 は、式 (1 0) 、式 (1 4) 、及び、式 (1 5) を用いて算出された幾何変換パラメータ 1 2 1 を用い、式 (9) により、幾何変換後の座標 (u , v) を算出する。算出された幾何変換後の座標 (u , v) は、実数値である。そこで、座標 (u , v) に対応する輝度値を参照画像信号から内挿補間することによって予測値を生成する。

[0110] 式 (1 0) 、式 (1 4) 、及び、式 (1 5) より、6 ビット演算で誤差なく分数位置を計算できるため、内挿補間の際の画素精度を 6 ビットとする。これにより、整数画素間は 6 4 個の分数画素に分割される。

[0111] 図 1 6 は、共一次内挿法による輝度値補間処理の例を示す図である。白丸 c w 0 ないし c w 3 は整数画素位置の輝度値を示し、黒丸 c b が補間画素位置 (u , v) を示している。図 1 6 では、分数精度の位置に隣接する周囲 4 つの整数画素値を用いて、それぞれの距離の比から補間画素値を生成する。共一次内挿法は次式 (1 7) で表される。

[0112] [数17]

$$P(u,v) = (1-(x-u))(1-(y-v))R(x,y) + (x-u)(1-(y-v))R(x+1,y) \\ + (1-(x-u))(y-v)R(x,y+1) + (x-u)(y-v)R(x+1,y+1) \quad \dots (17)$$

[0113] ここで P (u , v) は内挿補間処理後の予測画素値を示しており、R (x , y) は、利用した参照画像信号の整数画素値を表している。(x - u) = U / 6 4 、(y - v) = V / 6 4 とすると、式 (1 7) は、式 (1 8) に示す整数演算に変形できる。

[0114] [数18]

$$P(u, v) = ((64 - U)(64 - V)R(x, y) + U(64 - V)R(x + 1, y) + (64 - U)V R(x, y + 1) + UV R(x + 1, y + 1) + f) >> 12 \quad \dots (18)$$

式(18)において、 f は丸めのオフセット($0 \leq f < 2^{12}$)を表している。本実施形態では $f = 0$ としている。

[0115] 以上のように、幾何変換を行った予測対象ブロック内の座標毎に内挿補間を適用することによって、新たな予測画像信号を生成する。

[0116] なお、本実施形態では、内挿補間の方法として共一次内挿法を用いる例を示したが、最近接内挿法、3次畳み込み内挿法、線形フィルタ内挿法、ラグランジュ補間法、スプライン補間法、ランツォシュ補間法などのいかなる内挿補間法を適用しても構わない。

[0117] なお、本実施形態では、参照画像信号の整数画素位置からの内挿補間についての例を説明したが、動き推定部106で、既に参照画像信号120の補間画像信号を保持している場合には、分数精度の補間画像信号を再利用しても良い。例えば、動き推定部106で $1/4$ 画素精度の動きベクトルを算出する際に、参照画像信号を4倍に拡大した拡大参照画像信号を生成して保持している場合には、 $1/4$ 画素精度の補間画像を利用して $1/64$ 画素精度の補間画像を生成してもよい。これにより、 $1/4$ 精度の補間画像から更に $1/16$ 精度の内挿補間処理を行って $1/64$ 画素精度の補間画像を生成することができる。なお、内挿補間処理の画素精度は更に細かく指定することも可能である。この場合、指定した補間精度に応じて内挿補間処理を行えばよい。

以上が、幾何変換予測部109の処理の概要である。

[0118] <判定パラメータ導出部127>

次に判定パラメータ導出部127について具体的に説明する。判定パラメータ導出部127は、幾何変換パラメータ導出部108から出力された幾何変換パラメータ121を用いて、動き補償予測部107から出力された予測画像信号と幾何変換予測部109から出力された予測画像信号との何れの信

号を出力するかを判定するための判定パラメータ 1 2 5 を生成し、予測切替部 1 1 1 へと出力する。幾何変換がアフィン変換の場合には、平行移動指標、回転指標、拡大・縮小指標、変形指標などを用いて、幾何変換の度合いを評価することができる。

[0119] 一般的な動画像では、時間方向への相関が高い。動きベクトルは時間的に異なる画像間のオブジェクトの移動を示す値であるため、動きの空間相関も比較的高いことが予想される。そこでこれらの指標を判定パラメータとして利用し、予測方法を動的に切り替える。平行移動指標は次式（19）で与えられる。

[0120] [数19]

$$\begin{aligned} c'_x &= |c_n - c_x| \\ f'_x &= |f_n - f_x| \end{aligned} \quad \dots (19)$$

[0121] 式（19）において、 c_n は、隣接ブロック、又は、予測対象ブロックを分割した隣接する三角パッチ、すなわち、図13における同じ番号の隣接ブロック内の三角パッチの幾何変換パラメータの c 成分を示しており、 c_x は隣接ブロックの幾何変換パラメータの c 成分を示している。三角パッチに分割した際は、分割した同じ形状の三角パッチとの隣接関係を参照している。 f 成分についても同様である。

[0122] 図17は、アフィン変換による画素ブロックの変化の例を示す図である。図17では、座標（1，0）及び（0，1）がそれぞれアフィン変換によって座標（ a ， d ）、（ b ， c ）に変換され、変換前のベクトルの中心角度 45° から θ_D 回転している。 a ， b ， d ， e はそれぞれ、予測対象ブロックで得られた幾何変換パラメータを示している。回転指標は次式（20）で与えられる。

[0123] [数20]

$$\theta^D = \left\{ \begin{array}{ll} \left| \tan^{-1} \left(\frac{d+e}{a+b} \right) + \frac{3\pi}{4} \right| & \text{if } \text{sgn}(a+b) \neq \text{sgn}(d+e) \\ \left| \tan^{-1} \left(\frac{d+e}{a+b} \right) - \frac{\pi}{4} \right| & \text{otherwise} \end{array} \right\} \quad \dots (20)$$

式（２０）において、 $\text{sgn}(A)$ は、 A の符号を返す関数である。矩形ブロックの中心ベクトルがどの程度回転したかを表している。

[0124] 拡大・縮小指標は図１７で示されるアフィン変換後の面積に相当し、値が１より大きい場合は拡大方向に、小さい場合は縮小方向に変形していることが判る。そこで、次式で拡大・縮小指標を定義する。

[0125] [数21]

$$\text{Det}_x = |a_x d_x - b_x e_x| \quad \dots (21)$$

式（２１）で $\text{Det} \div 1$ となる場合は、更に次式を用いて回転指標を算出してもよい。

[0126] [数22]

$$\theta^D = |\cos^{-1} a_x| \quad \dots (22)$$

図１７の θC は次式（２３）の変形指標に対応しており、アフィン変換後の図形の変形角度を定義している。

[0127] [数23]

$$\theta^C = \left| \cos^{-1} \left(\frac{ab + de}{\sqrt{a^2 + d^2} \sqrt{b^2 + e^2}} \right) \right| \quad \dots (23)$$

[0128] また、式（２４）に示す、隣接ブロックで算出された幾何変換パラメータの各成分と予測対象ブロックで算出された幾何変換パラメータの各成分の差分値もそれぞれ判定パラメータの１つのパラメータとしている。

[0129] [数24]

$$\left. \begin{array}{l} a' = |a_n - a_x| \\ b' = |b_n - b_x| \\ d' = |d_n - d_x| \\ e' = |e_n - e_x| \end{array} \right\} \quad \dots (24)$$

[0130] また、式（２０）、式（２１）、式（２２）、式（２３）を用いて算出された予測対象ブロックと隣接ブロックの指標を用いて以下のような判定パラメータを利用しても良い。

[0131]

[数25]

$$\text{Det}'_x = \text{Det}_n - \text{Det}_x \quad \dots (25)$$

[0132] [数26]

$$\theta'^D = \theta_n^D - \theta^D \quad \dots (26)$$

[0133] [数27]

$$\theta'^C = \theta_n^C - \theta^C \quad \dots (27)$$

[0134] 例えば Det_n は隣接ブロック或いは隣接ブロックの三角パッチが保持する幾何変換パラメータから算出される。算出された幾何変換パラメータに対応する指標と幾何変換パラメータの差分値が判定パラメータ 125 として、予測切替部 111 へと出力される。

以上が、判定パラメータ導出部 127 の処理の概要である。

[0135] <予測切替部 111ー予測の動的切替>

次に予測切替部 111 について具体的に説明する。予測切替部 111 は、判定パラメータ導出部 127 から出力された判定パラメータ 125 に基づいて、どちらの予測画像信号を用いたかが記載された予測切替情報 122 を生成する。

[0136] 先ず、式 (20) ないし式 (23) を用いる場合の切替方法について説明する。回転指標、拡大・縮小指標、変形指標は、動きベクトルのみの平行移動に加え、画素ブロックの回転、拡大、縮小、変形の度合いを図る指標である。算出された幾何変換パラメータの指標が、極端に大きい場合や小さい場合には、幾何変換パラメータの推定が不適切であることが予想され、このパラメータを利用して幾何変換予測で生成される予測画像信号は誤差を多く含んでいることが予想される。そこで、これらの指標が、予め定めた閾値の範囲を超えた場合には、幾何変換予測の予測画像信号を利用しないように予測切替情報 122 を生成する。例として、式 (21) の拡大・縮小指標における閾値範囲について説明する。 Det は拡大・縮小の度合いを示す指標である。予測切替情報 122 を次式 (28) で定義する。

[0137] [数28]

$$\text{pred_flag} = \begin{cases} 0 & \text{if } \text{Det}_x < 1 - \text{Th}_{\text{Det}} \text{ or } \text{Det}_x > 1 + \text{Th}_{\text{Det}} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (28)$$

[0138] ここで pred_flag は予測切替情報 122 を表しており、 Th_{Det} は閾値を表している。 Det がそれぞれ閾値の範囲を超えた場合、 pred_flag は 0 となり、動き補償予測を選択する。一方、それ以外の場合は、 pred_flag は 1 となり、幾何変換予測を選択する。他の判定パラメータに関しても同様な閾値判定を行い、予測切替情報 122 を生成する。

[0139] 次に、式 (19)、式 (24) ないし式 (27) を用いる際の切替方法について説明する。隣接ブロックと予測対象ブロックの幾何変換パラメータには高い空間相関があることが推定されるため、それぞれの差分値が予め定めた閾値の大きさを超える場合には、幾何変換予測の予測画像信号を利用しないように予測切替情報 122 を生成する。

[0140] 次に隣接ブロックと予測対象ブロックの符号化パラメータとを用いたときの切替方法について説明する。符号化パラメータに含まれる量子化パラメータは、量子化ステップサイズを規定するパラメータである。量子化パラメータが大きい場合、変換係数が粗く量子化される。これにより、局部復号された参照画像信号が入力画像信号に対して大きな誤差を持ち、動きベクトルの推定精度が低下する。幾何変換予測では、動きベクトルを利用して幾何変換パラメータを算出するため、動きベクトルの推定精度が低下すると幾何変換パラメータの算出精度も低下する。そこで、量子化パラメータが大きくなった場合、各種判定パラメータの閾値範囲を狭くする処理を行う。つまり、各種パラメータの閾値は量子化パラメータに対する減少関数となる。

[0141] なお、本実施形態では、量子化パラメータを利用して閾値の範囲を制御する例を示したが、符号化パラメータに含まれる他の情報を用いてもよい。例えば、符号化した動画の解像度、予測対象ブロックのタイプ、参照画像の Ref_idx 、動きベクトルの値、又は、変換サイズに関する情報などを利用してもよい。

[0142] また、隣接ブロックの全ての隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルとが同一の値を持つとき、幾何変換前と後での座標が変化しない。このような時は、周辺ブロックが同一のオブジェクトの平行移動と考えられるため、幾何変換予測を行う必要がない。そこで、この条件が成り立つときは、予測切替情報 1 2 2 は、幾何変換予測を利用しない旨の値を有する。

[0143] また、それぞれの指標に対して用いる閾値を符号化パラメータの値に応じた変化する関数としてもよい。例えば、式 (2 8) における閾値 $T_{h D e t}$ を量子化パラメータに依存する関数として定義し、量子化パラメータが増加するに従って、閾値が減少するような関数とすることで、推定精度の低下する低ビットレート帯での効果的な予測切替が可能となる。

以上が、予測切替部 1 1 1 及び予測分離スイッチ 1 1 0 の処理の概要である。

[0144] <幾何変換予測を含むインター予測の処理フロー>

図 1 8 は、インター予測部 1 3 0 の予測画像信号生成の処理を示すフロー図である。処理が開始される (S 5 0 1) と、インター予測部 1 3 0 の外部から入力されてきた予測対象ブロックの動きベクトル 1 1 9 が幾何変換パラメータ導出部 1 0 8 へと入力される。これを受けて幾何変換パラメータ導出部 1 0 8 では、予測対象ブロックに対応する隣接ブロックを決定する (S 5 0 2)。

[0145] 次に対応する隣接ブロックの隣接動きベクトルを、符号化制御部 1 2 6 が保持する内部メモリ S 5 1 1 から導出する (S 5 0 3)。幾何変換パラメータ導出部 1 0 8 が、導出された隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルを用いて幾何変換パラメータ 1 2 1 を導出する (S 5 0 4)。

[0146] 導出された幾何変換パラメータ 1 2 1 を用いて幾何変換予測部 1 0 9 にて予測対象ブロックの幾何変換処理が行われる (S 5 0 5)。幾何変換予測部 1 0 9 は、幾何変換によって新たに算出された分数画素位置の予測画像信号を内挿補間によって生成する (S 5 0 6)。

[0147] 幾何変換パラメータ導出部 1 0 8 で算出され内部メモリ S 5 1 1 に保存さ

れた幾何変換パラメータ 1 2 1 は判定パラメータ導出部 1 2 7 へと入力され、判定パラメータ 1 2 5 が算出される（S 5 0 7）。算出された判定パラメータ 1 2 5 が予測切替部 1 1 1 へと入力され、予測切替情報 1 2 2 が生成される（S 5 0 8）。

[0148] 予測対象ブロックで算出された幾何変換パラメータ 1 2 1 が、符号化制御部 1 2 6 内に所持する内部メモリへ S 5 1 1 と保存される（S 5 0 9）。動きベクトル 1 1 9 が符号化制御部 1 2 6 内に所持する内部メモリ S 5 1 1 へと保存される（S 5 1 0）。

[0149] 予測切替情報 1 2 2 に従って予測分離スイッチ 1 1 0 は、予測対象ブロックの予測方法が、幾何変換予測部 1 0 9 で生成された予測画像信号を利用するかどうかを判断する（S 5 1 2）。かかる判断が Y E S の場合、予測分離スイッチ 1 1 0 は、幾何変換予測部 1 0 9 の出力端をスイッチと接続し、予測画像信号を出力する（S 5 1 3）。

[0150] 一方、かかる判断が N O の場合、動き補償予測部 1 0 7 では、動きベクトル 1 1 9 に従って動き補償予測処理を行う（S 5 1 4）。予測分離スイッチ 1 1 0 は動き補償予測部 1 0 7 の出力端へスイッチを接続し、予測画像信号を出力する（S 5 1 5）。

[0151] 次に、符号化制御部 1 2 6 は、予測対象ブロックが、マクロブロックにおける最終ブロックであるかどうかを判断し（S 5 1 6）、かかる判断が Y E S の場合は、当該マクロブロックの予測処理を終了する（S 5 1 7）。かかる判断が N O の場合、処理は最初に戻り、マクロブロックの次の画素ブロックの予測画像生成処理を行う。以上が本発明の本実施形態におけるインター予測の予測画像生成処理の流れである。

[0152] <シンタクス構造>

次に、動画像符号化装置 1 0 0 におけるシンタクス構造について説明する。図 1 9 は、シンタクス 1 6 0 0 の構成を示す図である。図 1 9 に示すとおり、シンタクス 1 6 0 0 は主に 3 つのパートを有する。ハイレベルシンタクス 1 6 0 1 は、スライス以上の上位レイヤのシンタクス情報を有する。スラ

イスレベルシンタクス 1602 は、スライス毎に復号に必要な情報を有し、マクロブロックレベルシンタクス 1603 は、マクロブロック毎に復号に必要とされる情報を有する。

[0153] 各パートは、更に詳細なシンタクスで構成されている。ハイレベルシンタクス 1601 は、シーケンスパラメータセットシンタクス 1604 とピクチャパラメータセットシンタクス 1605 などの、シーケンス及びピクチャレベルのシンタクスを含む。スライスレベルシンタクス 1602 は、スライスヘッダーシンタクス 1606、スライスデータシンタクス 1607 等を含む。マクロブロックレベルシンタクス 1603 は、マクロブロックレイヤーシンタクス 1608、マクロブロックプレディクションシンタクス 1609 等を含む。

[0154] 図 20 は、スライスヘッダーシンタクス 1606 の例を示す図である。図中に示される `slice__affine__motion__prediction__flag` は、当該スライスに幾何変換予測を適用するかどうかを示すシンタクス要素である。`slice__affine__motion__prediction__flag` が 0 である場合、予測切替部 111 は、当該スライスにおいて常に動き補償予測部 107 の出力端を出力するように予測切替情報 122 を設定して予測分離スイッチ 110 を切り替える。つまり、このスライスに対しては、幾何変換予測を適用しないことを意味する。一方、`slice__affine__motion__prediction__flag` が 1 である場合、当該スライスにおいて判定パラメータ 125 が指し示す情報に基づいて予測切替情報 122 が設定され、予測分離スイッチ 110 は予測画像信号を動的に切り替える。

[0155] 図 21 は、スライスデータシンタクス 1607 の例を示す図である。図中に示される `mb__skip__flag` は、当該マクロブロックがスキップモードで符号化されているかどうかを示すフラグである。スキップモードである場合、変換係数や動きベクトルなどは符号化されない。

[0156] `AvailAffineMode` は当該マクロブロックで幾何変換予測が

利用できるかどうかを示す内部パラメータである。A v a i l A f f i n e M o d e が 0 の場合、判定パラメータ 1 2 5 で算出した各種値によって、幾何変換予測を利用しないように予測切替情報 1 2 2 が設定されていることを意味する。また、隣接ブロックの隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルが同一の値を持つときも A v a i l A f f i n e M o d e は 0 となる。

[0157] 一方、A v a i l A f f i n e M o d e が 1 の場合は、幾何変換予測と動き補償予測のどちらを利用するかを示す m b _ a f f i n e _ m o t i o n _ s k i p _ f l a g が符号化される。m b _ a f f i n e _ m o t i o n _ s k i p _ f l a g が 1 の場合、当該スキップモードに対して幾何変換予測が適用されることを意味する。m b _ a f f i n e _ m o t i o n _ s k i p _ f l a g が 0 の場合、動き補償予測が適用されることを意味する。

[0158] 図 2 2 は、マクロブロックレイヤーシンタクス 1 6 0 8 の例を示す図である。図中に示される m b _ t y p e は、マクロブロックタイプ情報を示している。すなわち、現在のマクロブロックがイントラ符号化されているか、インター符号化されているか、或いはどのようなブロック形状で予測が行われているか、予測の方向が単方向予測か双方向予測か、などの情報を含んでいる。m b _ t y p e は、マクロブロックプレディクションシンタクスと更にマクロブロック内のサブブロックのシンタクスを示すサブマクロブロックプレディクションシンタクスなどに渡される。

[0159] 図 2 3 は、マクロブロックプレディクションシンタクスの例を示す図である。図中に示される A v a i l A f f i n e M o d e M b は当該画素ブロックで幾何変換予測が利用できるかどうかを示す内部パラメータである。A v a i l A f f i n e M o d e M b が 0 の場合、判定パラメータ 1 2 5 で算出した各種値によって、幾何変換予測を利用しないように予測切替情報 1 2 2 が設定されていることを意味する。また、隣接ブロックの隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルが同一の値を持つときも A v a i l A f f i n e M o d e M b は 0 となる。

- [0160] 一方、`AvailAffineModeMb`が1の場合は、幾何変換予測と動き補償予測のどちらを利用するかを示す`mb__affine__pred__flag`が符号化される。`mb__affine__pred__flag`が1の場合、当該画素ブロックに対して幾何変換予測が適用されることを意味する。`mb__affine__pred__flag`が0の場合、動き補償予測が適用されることを意味する。
- [0161] `NumMbPart()`は、`mb__type`に規定されたブロック分割数を返す内部関数であり、 16×16 画素ブロックの場合は1、 16×8 、 8×16 画素ブロックの場合は2、 8×8 画素ブロックの場合は4を出力する。
- [0162] 図24は、サブマクロブロックプレディクションシンタクスの例を示す図である。図中に示される`AvailAffineModeSubMb`は当該画素ブロックで幾何変換予測が利用できるかどうかを示す内部パラメータである。`AvailAffineModeSubMb`が0の場合、判定パラメータ125で算出した各種値によって、幾何変換予測を利用しないように予測切替情報122が設定されていることを意味する。また、隣接ブロックの隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルが同一の値を持つときも`AvailAffineModeSubMb`は0となる。
- [0163] 一方、`AvailAffineModeSubMb`が1の場合は、幾何変換予測と動き補償予測のどちらを利用するかを示す`mb__affine__pred__flag`が符号化される。`mb__affine__pred__flag`が1の場合、当該画素ブロックに対して幾何変換予測が適用されることを意味する。`mb__affine__pred__flag`が0の場合、動き補償予測が適用されることを意味する。`NumSubMbPart()`は、`mb__type`に規定されたブロック分割数を返す内部関数である。
- [0164] 図25は、符号化パラメータの例としてのマクロブロックレイヤーシンタクスの例を示す図である。図中に示される`coded__block__pattern`は、 8×8 画素ブロック毎に、変換係数が存在するかどうかを示している。例えばこの値が0である時、対象ブロックに変換係数が存在しない

ことを意味している。図中の`mb_qp_delta`は、量子化パラメータに関する情報を示している。対象ブロックの1つ前に符号化されたブロックの量子化パラメータからの差分値を表している。

[0165] 図中の`ref_idx_l0`及び`ref_idx_l1`は、インター予測が選択されているときに、対象ブロックがどの参照画像を用いて予測されたか、を表す参照画像のインデックスを示している。図中の`mv_l0`、`mv_l1`は動きベクトル情報を示している。図中の`transform_8x8_flag`は、対象ブロックが 8×8 変換であるかどうかを示す変換情報を表している。

[0166] なお、図19ないし図25に示すシンタクスの表中の行間には、本実施形態において規定していないシンタクス要素が挿入されてもよく、その他の条件分岐に関する記述が含まれていてもよい。また、シンタクステーブルを複数のテーブルに分割し、または複数のシンタクステーブルを統合してもよい。また、必ずしも同一の用語を用いる必要は無く、利用する形態によって任意に変更してもよい。更に、当該マクロブロックレイヤーシンタクスに記述されている各々のシンタクス要素は、後述するマクロブロックデータシンタクスに明記されるように変更しても良い。

以上が、第1の実施形態に係る動画像符号化装置100の説明である。

[0167] (第2の実施形態：イントラ予測の追加)

第2の実施形態で用いられる動画像符号化装置200の構造を図26に示す。なお、第1の実施形態と同じ機能を持つブロックには同一の符号を付し、ここでは説明を省略する。図26では、動画像符号化装置100の機能に加え、新たにイントラ予測部201、モード判定部202、予測モード分離スイッチ203が追加されている。

[0168] イントラ予測部201は、入力された参照画像信号120を基にして画面内の情報のみを用いた予測画像信号123を生成する。イントラ予測部201における予測モードの例として、H. 264のイントラ予測について説明する。H. 264のイントラ予測に用いる画素ブロックを、図27Aないし

図 27C に示す。図 27A は、 16×16 画素イントラ予測、図 27B は、 4×4 画素イントラ予測、図 27C は、 8×8 画素イントラ予測に用いられる画素ブロックである。H. 264 は、これら 3 つのイントラ予測が規定されている。イントラ予測では、参照画像メモリ 105 に保存されている参照画像信号 120 から、補間画素を作成し、空間方向にコピーすることによって予測値を生成する。

[0169] <モード判定部 202>

次にモード判定部 202 について概要を説明する。モード判定部 202 は、現在符号化しているスライスの情報に応じて、予測モード切替情報 204 を予測モード分離スイッチ 203 へ出力する。予測モード切替情報 204 には、イントラ予測部 201 の出力端とインター予測部 130 の出力端のどちらと、スイッチを繋ぐかの情報が記述されている。

[0170] 次にモード判定部 202 の機能を説明する。現在符号化しているスライスがイントラ符号化スライスである場合、モード判定部 202 は、予測モード分離スイッチ 203 の出力端をイントラ予測部 201 に接続する。一方、現在符号化しているスライスがインター符号化スライスである場合、モード判定部 202 は予測モード分離スイッチ 203 をイントラ予測部 201 の出力端に繋ぐか、インター予測部 130 の出力端へ繋ぐかを判定する。

[0171] より詳細に説明すると、上記の場合、モード判定部 202 では、例えば、次式 (29) のコストを用いたモード判定を行う。それぞれの予測モードを選択した際に必要となる予測情報に関する符号量、例えば動きベクトル 119 の符号量やブロック形状の符号量等を OH、入力画像信号 114 と予測画像信号 123 の差分絶対和、すなわち、予測誤差信号 115 の絶対累積和を SAD とすると、以下のモード判定式 (29) を用いる。

[0172] [数 29]

$$K = \text{SAD} + \lambda \times \text{OH} \quad \dots (29)$$

[0173] ここで K はコスト、 λ は定数をそれぞれ表す。 λ は量子化スケールや量子化パラメータの値に基づいて決められるラグランジュ未定乗数である。式 (

29)により得られたコストKを基に、モード判定が行われる。すなわち、コストKが最も小さい値を与えるモードが最適な予測モードとして選択される。

[0174] モード判定部202においては、式(29)に代えて、(a)予測情報のみ、(b)SADのみ、を用いてモード判定を行ってもよいし、これら(a)、(b)にアダマール変換を施した値、またはそれに近似した値を利用してもよい。さらに、モード判定部202において入力画像信号114のアクティビティ、すなわち、信号値の分散を用いてコストを作成してもよく、また、量子化スケールまたは量子化パラメータを利用してコスト関数を作成してもよい。

[0175] さらに別の例として、仮符号化ユニットを用意し、仮符号化ユニットによりある予測モードで生成された予測誤差信号115を実際に符号化した場合の符号量と、入力画像信号114と復号画像信号118との間の二乗誤差を用いてモード判定を行ってもよい。この場合のモード判定式は、次式(30)になる。

[0176] [数30]

$$J = D + \lambda \times R \quad \dots (30)$$

[0177] 式(30)において、Jは符号化コスト、Dは入力画像信号114と復号画像信号118との間の二乗誤差を表す符号化歪みである。一方、Rは仮符号化によって見積もられた符号量を表している。

[0178] 式(30)の符号化コストJを用いると、予測モード毎に仮符号化と局部復号処理が必要となるため、回路規模または演算量は増大する。反面、より正確な符号量と符号化歪みを用いるため、高い符号化効率を維持することができる。式(30)に代えてRのみ、またはDのみを用いてコストを算出してもよく、また、RまたはDを近似した値を用いてコスト関数を作成してもよい。

[0179] 以上のようにして、イントラ予測部201で生成された予測画像信号を選ぶか、インター予測部130で生成された予測画像信号を選ぶか、を判断し

、予測モード分離スイッチ 203 の出力端を切り替える。ここで選択された予測モードの予測画像信号 123 が出力されて、減算器 101 へ入力されるとともに、加算器 104 へ出力される。

以上が本発明の本実施形態に係る動画像符号化装置 200 の処理の説明である。

[0180] (第 3 の実施形態：動きベクトルの再探索)

第 3 の実施形態で用いられるインター予測部 300 の構造を図 28 に示す。なお、第 1 の実施形態と同じ機能を持つブロックには同一の符号を付し、ここでは、説明を省略する。また、インター予測部 300 は、インター予測部 130 と、入出力の信号が同一であるため、動画像符号化装置 100 及び動画像符号化装置 200 が有するインター予測部 130 と置き換えることができる。

[0181] 図 28 では、インター予測部 300 の機能に加え、新たに動きベクトル再探索部 301 が追加されている。動きベクトル再探索部 301 は、入力されてきた動きベクトル 119 を基準として、更に周辺部分の動きベクトルの再探索を行う。

[0182] 外部から入力された予測対象ブロックの動きベクトル 119 と符号化制御部 126 に保持されていた隣接画素ベクトルとが幾何変換パラメータ導出部 108 へと入力され、幾何変換パラメータ 121 が算出される。幾何変換パラメータ 121 は幾何変換予測部 109 へと入力されて幾何変換予測が行われ、予測画像信号が生成される。

[0183] 動きベクトル再探索部 301 は、入力された動きベクトル 119 を基準として、符号化制御部 126 から与えられた探索範囲で予測対象ブロックの動きベクトルを変更し、幾何変換パラメータの再導出を行う。再導出された幾何変換パラメータが幾何変換予測部 109 へと入力され、再幾何変換予測が行われ、予測画像信号が生成される。このように動きベクトル再探索部 301 で生成された予測対象ブロックの動きベクトルを用いて、再探索範囲分の幾何変換予測が行われる。

[0184] 再探索の際に、式（２９）又は式（３０）を用いてコストが算出され、コストが小さい動きベクトルと予測画像信号のみが残される。再探索範囲内の幾何変換予測が完了すると、最小のコストを与える、動きベクトルと予測画像信号が予測分離スイッチ１１０へと出力される。予測対象ブロックの動きベクトルを予測誤差が小さくなるように変更することによって符号化効率を向上させることが可能となる。

[0185] （第４の実施形態：動きベクトルの差分をシグナリング）

第４の実施形態に係る動画像符号化装置の構成は、第３の実施形態と同一である。第４の実施形態に係る動画像符号化装置は、第３の実施形態における動画像符号化装置の作用に加えて、予測対象ブロックの動きベクトルと再探索によって算出した動きベクトルとの差分を符号化する。動きベクトル再探索部３０１により再探索された動きベクトルを幾何変換動き補償予測に用いることにより、本来の動きベクトルが予測誤差削減のために変更される。この再探索後の動きベクトルを隣接動きベクトルとして利用すると、後段の幾何変換パラメータの導出が不適切になることがある。

[0186] そこで、本来の動きベクトルとそこからのズレ量を別途符号化することで、幾何変換パラメータの導出に必要な再探索後の動きベクトルと、隣接動きベクトルとして必要となる本来の動きベクトルと、が保持される。なお、この符号化処理は、エントロピー符号化部１１２が行うとよい。

[0187] 本実施形態に係わるシンタクスの変更を、図２９、図３０に示す。シンタクス要素に含まれる文字のうち、 $L0$ 及び $I0$ は参照画像 $L0$ 上に示される動きベクトルを示し、 $L1$ 及び $I1$ は参照画像 $L1$ 上に示される動きベクトルを示す。再探索前の本来の動きベクトルを、 $mv_{org} = (mv_{x_{org}}, mv_{y_{org}})$ とし、再探索後の動きベクトルを $mv_{refine} = (mv_{x_{refine}}, mv_{y_{refine}})$ とすると、動きベクトルの差分 $mv_{d_affine}[2]$ は次式で算出される。

[0188]

[数31]

$$(mvd_affine[0], mvd_affine[1]) = (mvx_{org} - mvx_{refine}, mvy_{org} - mvy_{refine})$$

... (31)

[0189] なお、 $mvd_affine[0]$ は垂直方向、 $mvd_affine[1]$ は水平方向に対応する動きベクトルの差分値であり、シンタクス要素に対応している。なお、ここでは、図29及び図30に示すシンタクスに含まれている文字10及び11を省略しているが、式(31)に示す動きベクトルの差分は、L0及びL1のそれぞれのインデックスに対して計算する。また、 mvd_l0 及び mvd_l1 は、それぞれの参照画像信号に対応する動きベクトルと動きベクトルを予測した値との差分を計算することによって計算され、本実施形態では明示しない他の動きベクトルの予測技術を用いて生成される。

[0190] 予測対象ブロックの符号化が完了すると、再探索前の動きベクトルである $mv_{org} = (mvx_{org}, mvy_{org})$ が符号化制御部126の内部メモリへ格納される。このように予測対象ブロックで利用する動きベクトルと、隣接ブロックとなった際に利用される動きベクトルを別々に保持することにより、隣接ブロックからの幾何変換パラメータの誤差の伝播を防ぐことが可能となる。

[0191] 以上説明したように、第1ないし第4の実施形態では、矩形ブロックに適さない、動きを有するオブジェクトを予測する際に、過度のブロック分割が施されて、ブロック分割情報が増大することを防ぐ。付加的な情報を増加させずに、ブロック内の動領域と背景領域を分離し、それぞれに最適な予測方法を適用することによって、符号化効率を向上させ、さらに、主観画質を向上するという効果を奏する。

[0192] <動画像復号化装置>

次に、動画像復号化に関する第5ないし第7の実施形態について述べる。

[0193] (第5の実施形態)

図31は、第4の実施形態に従う動画像復号化装置を示している。図31

の動画像復号化装置４００は、例えば、第１の実施形態に従う動画像符号化装置により生成される符号化データを復号する。

[0194] 図３１の動画像復号化装置４００は、入力バッファ４０１に蓄えられる符号化データ４１１を復号し、復号画像信号４２０を出力バッファ４１９に出力する。符号化データ４１１は、例えば、動画像符号化装置１００などから送出され、蓄積系または伝送系を経て送られ、入力バッファ４０１に一度蓄えられ、多重化された符号化データである。

[0195] 動画像復号化装置４００は、符号化データ復号部４０２、逆量子化・逆変換部４０３、加算器４０４、参照画像メモリ４０５、動き補償予測部４０６、幾何変換パラメータ導出部４０７、幾何変換予測部４０８、判定パラメータ導出部４２２、予測切替部４０９、及び、予測分離スイッチ４１０、を有する。動画像復号化装置４００は、また、入力バッファ４０１、出力バッファ４１９、及び、復号化制御部４２１と接続される。

[0196] 符号化データ復号部４０２は、符号化データを１フレーム又は１フィールド毎にシンタクスに基づいて構文解析による解読を行う。符号化データ復号部４０２は、順次各シンタクスの符号列をエントロピー復号化し、動きベクトル４１５、及び、対象ブロックの符号化パラメータ等を再生する。符号化パラメータとは、予測情報、変換係数に関する情報、量子化に関する情報、等の復号の際に必要なパラメータである。

[0197] 符号化データ復号部４０２で解読が行われた変換係数は、逆量子化・逆変換部４０３へ入力される。符号化データ復号部４０２によって解読された量子化に関する様々な情報、すなわち、量子化パラメータや量子化マトリクスは、復号化制御部４２１の内部メモリに設定され、逆量子化処理として利用される際にロードされる。

[0198] ロードされた量子化に関する情報を用いて、逆量子化・逆変換部４０３では、最初に逆量子化処理が行われる。逆量子化された変換係数は、続いて逆変換処理、例えば逆離散コサイン変換等が実行される。ここでは、逆直交変換について説明したが、符号化装置でウェーブレット変換などが行われてい

る場合には、逆量子化・逆変換部 403 は、対応する逆量子化及び逆ウェーブレット変換などが実行されるとよい。

[0199] 逆量子化・逆変換部 403 を通って、復元された予測誤差信号 412 は加算器 404 へと入力される。加算器 404 は、予測誤差信号 412 と後述する動き補償予測部 406 又は幾何変換予測部 408 で生成された予測画像信号 418 とを加算し、復号画像信号 420 を生成する。

[0200] 生成された復号画像信号 420 は、動画復号化装置 400 から出力されて、出力バッファ 419 に一旦蓄積された後、復号化制御部 421 が管理する出力タイミングに従って出力される。また、この復号画像信号 420 は参照画像メモリ 405 へと保存され、参照画像信号 413 となる。

[0201] 参照画像信号 413 は参照画像メモリ 405 から、順次フレーム毎或いはフィールド毎に読み出され、予測動き補償予測部 406 或いは幾何変換予測部 408 へと入力される。対象画素ブロックで利用された動きベクトル 415 及び幾何変換パラメータ 414 は、復号化制御部 421 に保存され、後述する幾何変換パラメータ導出部 108、判定パラメータ導出部 422 で適宜ロードされて利用される。

[0202] なお、図 31 の動き補償予測部 406、幾何変換パラメータ導出部 407、幾何変換予測部 408、判定パラメータ導出部 422、予測切替部 409、及び、予測分離スイッチ 410 は、それぞれ、図 2 に示す同名の各部と同一の機能及び構成を有する。より詳細には、動き補償予測部 107 に入力される動きベクトルが、動き推定部 106 によって取得されたものであるのに対し、動き補償予測部 406 に入力される動きベクトルは、符号化データ復号部 402 によって復号されたものであることが異なる他は、全て同一である。

[0203] 図 32 は、図 31 における、動き補償予測部 406、幾何変換パラメータ導出部 407、幾何変換予測部 408、判定パラメータ導出部 422、予測切替部 409、及び、予測分離スイッチ 410 を、インター予測部 130 と置き換えた例を示す図である。これらの各部は、図 2 に示すインター予測部

130が有する各部と同一の機能及び構成を有する。したがって、動画像符号化装置100が有するインター予測部130を、動画像復号化装置400が保持することにより、図31に示す構成を実現することができる。

[0204] <幾何変換パラメータ導出部407>

幾何変換パラメータ導出部407では、符号化データ復号部402が復号した予測対象ブロックの動きベクトル415と復号化制御部421に保存されている動きベクトル（以下、「隣接動きベクトル」という。）とを用いて、予測対象ブロックの幾何変換パラメータを導出する。

[0205] 予測対象ブロックに対する隣接ブロックの関係を、図4、及び、図9ないし図13を用いて説明する。なお、図4及び図9ないし図13の説明において、第1ないし第4の実施形態における「符号化又は予測対象となるブロック」、「符号化又は予測が完了した画素ブロック」及び「未符号化又は未予測画素ブロック」を、第5ないし第7の実施形態では、それぞれ、「復号化又は予測対象となるブロック」、「復号化又は予測が完了した画素ブロック」及び「未復号化又は未予測画素ブロック」と読み替える。

[0206] <隣接ブロックと隣接動きベクトルの導出（その1）ーブロックサイズが同じ場合>

図9Aないし図9Eは、予測対象ブロックに対する隣接ブロックの関係を説明する図である。図9Aでは、予測対象ブロックと隣接ブロックのサイズ（例えば16×16画素ブロック）が一致する場合の例を示す。

[0207] 図9A中、斜線のハッチングが付された画素ブロックpは、既に復号化又は予測が完了している画素ブロック（以下、「予測済画素ブロック」という。）であり、ドットのハッチングが付されたブロックcは予測対象ブロックであり、白で表示されている画素ブロックnは未復号化画素（未予測）ブロックである。図中Xは復号化（予測）対象画素ブロックを表している。

[0208] 隣接ブロックAは、予測対象ブロックXの左の隣接ブロック、隣接ブロックBは、予測対象ブロックXの上の隣接ブロック、隣接ブロックCは、予測対象ブロックXの右上の隣接ブロック、隣接ブロックDは、予測対象ブロッ

クXの左上の隣接ブロックである。

[0209] 復号化制御部421の内部メモリに保持されている隣接動きベクトルは、予測済画素ブロックの動きベクトルのみである。図4では、復号化処理をされている復号化フレームfにおいて、復号化対象となるブロックcよりも左及び上に位置するブロックが、復号済みブロックpである。図4で示したように画素ブロックは左上から右下に向かって復号化及び予測の処理がされていくため、画素ブロックXの予測を行う際には、右及び下方向の画素ブロックは未だ復号化が行われていない。そこで、これらの隣接ブロックから隣接動きベクトルを導出することができない。

[0210] 図9Bないし図9Eは、予測対象ブロックが8×8画素ブロックの場合の、隣接ブロックの例を示す図である。なお、図9Bないし図9Eにおいて、太線はマクロブロックの境界を表す。図9Bは、マクロブロック内の左上に位置する画素ブロック、図9Cは、マクロブロック内の右上に位置する画素ブロック、図9Dは、マクロブロック内の左下に位置する画素ブロック、図9Eは、マクロブロック内の右下に位置する画素ブロックを、それぞれ、予測対象ブロックとする場合の例を示す。

[0211] マクロブロックの内部も同様に左上から右下に向かって復号化処理が行われるため、8×8画素ブロックの復号化順序に応じて隣接ブロックの位置が変化する。対応する8×8画素ブロックの復号化処理又は予測画像生成処理が完了すると、その画素ブロックは復号化済み画素ブロックとなり、後に処理される画素ブロックの隣接ブロックとして利用される。図9Eでは、隣接ブロックCに対応する右上の画素ブロックが未復号化画素ブロックであるため、復号化済み画素ブロックの右上に位置する画素ブロックを隣接ブロックとする。

[0212] ≪隣接ブロックと隣接動きベクトルの導出（その2）ーブロックサイズが異なる場合≫

次に隣接ブロックと予測対象ブロックのブロックサイズが異なる場合の隣接ブロックの関係を説明する。予測対象ブロックと隣接ブロックのブロック

サイズが異なる場合、隣接画素の定義が複数存在する。

[0213] 図10Aないし図10Dは、予測対象ブロックが大きく、隣接ブロックが小さい場合の例を説明する図である。図10Aは、予測対象ブロックの左上の画素にもっとも近い画素が存在する画素ブロックを隣接画素とする例である。図10Bは、予測対象ブロックに隣接する画素ブロックの右下に位置する画素ブロックを隣接ブロックとする例である。

[0214] 図10Cは、予測対象ブロックに隣接する画素ブロックの中心に存在する画素ブロックを隣接ブロックとする例である。図10Cでは、予測対象ブロックXの左に隣接する画素ブロックの中心は、 8×8 画素ブロックの境界となる。このように中心位置がブロック境界に存在する場合は、左の画素ブロックを隣接ブロックとしている。

[0215] 図10Dは、予測対象ブロックに隣接する画素ブロックの中心に存在する画素ブロックを隣接ブロックとする例であるが、図10Cと同様に中心点が画素ブロック境界に位置するため、中心点の右上に位置する画素ブロックを隣接ブロックとする例である。中心がブロック境界に存在する場合、隣接するどのブロックを中心のブロックと定義しても良いが、全ての隣接画素で同様の定義を適用する。これにより、それぞれの隣接ブロックの動き情報から、予測対象ブロックの動き情報を推定する際に、隣接ブロックに対する位置関係を同一の位相で表現することができる。

[0216] 尚、本実施形態では、簡単のために図10Aで示された隣接ブロックの定義を利用する。

[0217] 図11Aないし図11Dは、予測対象ブロックが小さく、隣接ブロックのブロックサイズが大きい場合の例を説明する図である。図9Eと同様に、対応する画素ブロックが未復号化画素ブロックである場合は、予測対象ブロックに距離的に近い利用可能な復号化済みの画素ブロックで置き換える。

[0218] 以上の説明では、 16×16 画素及び 8×8 画素の場合を例に挙げて説明したが、同様の枠組みを用いて 32×32 画素、 4×4 画素などの正方面素ブロックや 16×8 画素、 8×16 画素などの矩形画素ブロックに対しても

隣接ブロックを決定してよい。

[0219] また、インター予測では、マクロブロック内の復号化順序に依存せずに復号化処理、すなわち、動きベクトルの推定を行うことが可能なため、 8×8 画素ブロックの場合においても、図10Aないし図10Dのいずれかを用いて隣接ブロックを決定してもよい。また、ブロックサイズの大きさが異なる画素ブロックが混在している場合にも、図10Aないし図10Dのいずれかを用いて隣接ブロックを決定してもよい。

[0220] なお、隣接ブロックとしてA、B、C、Dの4つの画素ブロックを用いる他に、隣接ブロックを更に広く定義してもかまわない。例えば、隣接ブロックAの更に左の画素ブロックを用いてもよいし、隣接ブロックBの更に上の画素ブロックを用いても良い。これらの隣接ブロックの定義は、既に説明した図9ないし図11の定義と同様に定義してよい。

[0221] ≪幾何変換パラメータの導出≫

次に幾何変換パラメータ導出部407における幾何変換パラメータ414の導出方法について説明する。隣接ブロックが保持する隣接動きベクトルをそれぞれ式(4)ないし(7)により定義する。

[0222] また、動き推定部106から提供される動きベクトル119を式(8)により定義する。なお、動きベクトル119は、予測対象ブロックXの動きベクトルである。

[0223] 式(4)ないし(8)で表される動きベクトル及び隣接動きベクトルを用いて、幾何変換パラメータ121を導出する。幾何変換がアフィン変換の場合には、変換式は式(9)で表される。式(9)では、座標(x、y)がアフィン変換によって座標(u、v)へ変換される。式(9)に含まれるa、b、c、d、e、fの6個のパラメータが幾何変換パラメータを表している。アフィン変換ではこの6種類のパラメータを推定するため、6個以上の入力値が必要となる。

[0224] 隣接ブロックA、B及び予測対象ブロックXのそれぞれの動きベクトルを用いると、式(10)により幾何変換パラメータが導出される。ここでは、

動きベクトルが1/4精度であることを前提としている。但し、 a_x 、 a_y は予測対象ブロックのサイズに基づく変数であり、式(11)により算出される。

[0225] 式(11)において、 mb_size_x 及び mb_size_y はマクロブロックの水平、垂直方向のサイズを示しており、 16×16 画素ブロックの場合には、 $mb_size_x = 16$ 、 $mb_size_y = 16$ となる。また、 blk_size_x 及び blk_size_y は予測対象ブロックの水平、垂直サイズを表しており、図9Bの場合は、 $blk_size_x = 8$ 、 $blk_size_y = 8$ となる。

[0226] ここでは、入力値として隣接ブロックA及びBの動きベクトルを用いて、幾何変換パラメータを導出する例を示したが、必ずしも、隣接ブロックA及びBの動きベクトルを用いる必要はなく、隣接ブロックC、D及びそれ以外の隣接ブロックから算出された動きベクトルを用いても良いし、これらの複数の隣接ブロックの動きベクトルからパラメータフィッティングを用いて、幾何変換パラメータを求めても良い。また、式(10)は、それぞれ a 、 b 、 d 、 e が実数で得られるが、予めこれらのパラメータの演算精度を決めておくことで簡単に整数化が可能である。

[0227] ≪隣接動きベクトルの導出－エッジ考慮≫

隣接ブロックとの境界にオブジェクトのエッジがある場合や、異なるオブジェクトが存在する場合、幾何変換パラメータが正しく導出できないことがある。そこで、利用する隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルの絶対差分値が大きく異なる場合は、当該隣接ブロックの動きベクトルを入力値に加えない処理を行ってもよい。例えば、 $|mv_a - mv_x|$ を計算し、予め規定した閾値 D よりも大きくなる場合は、 mv_a を入力値として利用しないようにしてもよい。

[0228] また、予測対象ブロックの左に位置する隣接ブロックの候補が複数存在する場合、これらの候補の中で動きベクトルのメディアン値を計算し、値が大きく異なる動きベクトルを除外してもよい。図12は、4つの 8×8 画素ブ

ロック毎に、メディアン値を計算する例を示す図である。予測対象ブロックXのブロックサイズが大きく、隣接する画素ブロックのブロックサイズが小さい場合、隣接画素の候補となる画素ブロックが複数存在する。ここで、左に位置する4個の画素ブロックの動きベクトルを、それぞれ、 mv_a 、 mv_b 、 mv_c 、 mv_d とすると、式(12)により動きベクトルを決定する。

[0229] 式(12)では、二次元ベクトルのメディアン値を用いる例を示したが、式(13)に示すように、ベクトルの要素毎のメディアン値でもよい。この他に、要素毎の平均値、二次元ベクトルのランダム値、又は、ベクトルの要素別のランダム値等を用いてもよい。また、隣接ブロックB、C、Dにおいても同様の処理を行って隣接動きベクトルを求めてもよい。

[0230] <<予測対象画素の分割>>

次に予測対象ブロックに対して幾何変換を実施する領域を説明する。幾何変換パラメータを導出する領域は、幾何変換を実施する領域に対応している。式(10)では矩形画素ブロックに対して幾何変換パラメータを導出する例を示した。しかし、必ずしも矩形画素ブロックで幾何変換パラメータを導出する必要はなく、図13で示す三角パッチで矩形ブロックを分割してもよい。図13A、及び、図13Bは予測対象ブロックを対角線で分け2つの三角パッチで分割した例を示している。図13Aでは、それぞれの幾何変換パラメータを次式で導出する。予測対象三角パッチX1は、隣接ブロックA、D及び予測対象ブロックX1の動きベクトルを用いて式(14)で定義される。

予測対象三角パッチX2は、隣接ブロックB、D及び予測対象ブロックX2の動きベクトルを用いて式(15)で定義される。

[0231] 式(14)及び式(15)に示す例のように、予測対象三角パッチ（または予測対象ブロック）に対して空間的距離の近い隣接ブロックの動きベクトルを用いて幾何変換パラメータを導出する。

[0232] 図13Bの場合も、同様にして、幾何変換パラメータが導出できる。しかし、予測対象三角パッチX2は、未復号化画素ブロック側に空間的距離が近

く、隣接ブロックとの空間的距離が遠い。一般的に、オブジェクトの動きは空間的相関が高いため、利用可能な隣接ブロックが多く取れるように分割形状を定義するとよい。

[0233] なお、本実施形態では、予測対象ブロックを2つの三角パッチで分割する例を示したが、分割形状は、更に複数の三角パッチで分割してもよく、また、矩形、曲線、台形、平行四辺形、及びこれらの組み合わせを用いて分割しても良い。

[0234] 本実施形態では、幾何変換の例としてアフィン変換を用いた例を示したが、共一次変換、ヘルマート変換、二次等角変換、射影変換、3次元射影変換、などのいずれの幾何変換を用いてもよい。例えば射影変換は、式(16)で表される。

[0235] 式(16)において、分子分母をスカラーで通分すると、解くべきパラメータは8種類となる。そこで、利用可能な隣接ブロック数を多く定義することにより、アフィン変換と同様の枠組みで幾何変換パラメータを導出することが可能である。

[0236] 以上が、幾何変換パラメータ導出部407の処理の概要である。

[0237] <幾何変換予測部408>

次に、幾何変換予測部408の処理について、図15ないし図17を用いて説明する。なお、図15ないし図17の説明において、第1ないし第4の実施形態における「参照画像信号120」は、局所復号画像であったのに対し、第5ないし第7の実施形態では、「参照画像信号413」は、復号画像である。

[0238] 幾何変換予測部408は入力された幾何変換パラメータ414を基にして、参照画像信号413に対して幾何変換を実施する。図15は、予測対象ブロックに対する幾何変換予測と動き補償予測の例を示す図である。図15は、 16×16 画素ブロックの例である。

[0239] 図中、予測対象ブロックは三角で示される画素からなる正方形画素ブロックCRである。動き補償予測の対応する画素は黒丸で示される。黒丸で示さ

れる画素からなる画素ブロックMERは、正方形である。一方、幾何変換予測の対応する画素は $\times$ で示され、これらの画素からなる画素ブロックGTRは、平行四辺形となる。

[0240] 動き補償後の領域と幾何変換後の領域は、参照画像信号の対応する領域を復号化対象のフレームの座標に合わせて記述している。このように、幾何変換予測を用いることによって、矩形画素ブロックの回転、拡大・縮小、せん断、鏡面変換などの変形に合わせた予測画像信号の生成が可能となる。

[0241] 幾何変換予測部109では、式(10)、式(14)、及び、式(15)を用いて算出された幾何変換パラメータ414を用い、式(9)により、幾何変換後の座標(u , v)を算出する。算出された幾何変換後の座標(u , v)は、実数値である。そこで、座標(u , v)に対応する輝度値を参照画像信号から内挿補間することによって予測値を生成する。

[0242] 式(10)、式(14)、及び、式(15)より、6ビット演算で誤差なく分数位置を計算できるため、内挿補間の際の画素精度を6ビットとする。これにより、整数画素間は64個の分数画素に分割される。

[0243] 図16は、共一次内挿法による輝度値補間処理の例を示す図である。白丸 c_w0 ないし c_w3 は整数画素位置の輝度値を示し、黒丸 c_b が補間画素位置(u , v)を示している。図16では、分数精度の位置に隣接する周囲4つの整数画素値を用いて、それぞれの距離の比から補間画素値を生成する。共一次内挿法は式(17)で表される。

[0244] 式(17)において、 $P(u, v)$ は内挿補間処理後の予測画素値を示しており、 $R(x, y)$ は、利用した参照画像信号の整数画素値を表している。 $(x - u) = U/64$ 、 $(y - v) = V/64$ とすると、式(17)は、式(18)に示す整数演算に変形できる。式(18)において、 f は丸めのオフセット($0 \leq f < 212$)を表している。本実施形態では $f = 0$ としている。

以上のように、幾何変換を行った予測対象ブロック内の座標毎に内挿補間を適用することによって、新たな予測画像信号を生成する。

[0245] なお、本実施形態では、内挿補間の方法として共一次内挿法を用いる例を示したが、最近接内挿法、3次畳み込み内挿法、線形フィルタ内挿法、ラグランジュ補間法、スプライン補間法、ランツォシュ補間法などのいかなる内挿補間法を適用しても構わない。

[0246] なお、本実施形態では、参照画像信号413の整数画素位置からの内挿補間についての例を説明したが、動き補償予測部406で、既に参照画像信号413の補間画像信号を生成している場合には、分数精度の補間画像信号を再利用しても良い。例えば、符号化データ復号部402が、 $1/4$ 画素精度の動きベクトルを復号し、動き補償予測部406が、その動きベクトルに対応する参照画像信号413を4倍に拡大した拡大参照画像信号を生成して保持している場合には、 $1/4$ 画素精度の補間画像を利用して $1/64$ 画素精度の補間画像を生成してもよい。これにより、 $1/4$ 精度の補間画像から更に $1/16$ 精度の内挿補間処理を行って $1/64$ 画素精度の補間画像を生成することができる。

[0247] なお、内挿補間処理の画素精度は更に細かく指定することも可能である。この場合、指定した補間精度に応じて内挿補間処理を行えばよい。以上が、幾何変換予測部408の処理の概要である。

[0248] <判定パラメータ導出部422>

次に判定パラメータ導出部422について具体的に説明する。判定パラメータ導出部422は、幾何変換パラメータ導出部407から出力された幾何変換パラメータ414を用いて、動き補償予測部406から出力された予測画像信号と幾何変換予測部408から出力された予測画像信号との何れの信号を出力するかを判定するための判定パラメータ416を生成し、予測切替部409へと出力する。幾何変換がアフィン変換の場合には、平行移動指標、回転指標、拡大・縮小指標、変形指標などを用いて、幾何変換の度合いを評価することができる。

[0249] 一般的な動画像では、時間方向への相関が高い。動きベクトルは時間的に異なる画像間のオブジェクトの移動を示す値であるため、動きの空間相関も

比較的高いことが予想される。そこでこれらの指標を判定パラメータとして利用し、予測方法を動的に切り替える。平行移動指標は式（１９）で与えられる。

[0250] 式（１９）において、 c_n は、隣接ブロック、又は、予測対象ブロックを分割した隣接する三角パッチ、すなわち、図１３における同じ番号の隣接ブロック内の三角パッチの幾何変換パラメータの c 成分を示しており、 c_x は隣接ブロックの幾何変換パラメータの c 成分を示している。三角パッチに分割した際は、分割した同じ形状の三角パッチとの隣接関係を参照している。 f 成分についても同様である。

[0251] 図１７は、アフィン変換による画素ブロックの変化の例を示す図である。図１７では、座標（１，０）及び（０，１）がそれぞれアフィン変換によって座標（ a ， d ）、（ b ， c ）に変換され、変換前のベクトルの中心角度 45° から θ 回転している。 a ， b ， d ， e はそれぞれ、予測対象ブロックで得られた幾何変換パラメータを示している。回転指標は式（２０）で与えられる。式（２０）において、 $\text{sgn}(A)$ は、 A の符号を返す関数である。矩形ブロックの中心ベクトルがどの程度回転したかを表している。

[0252] 拡大・縮小指標は図１７で示されるアフィン変換後の面積に相当し、値が１より大きい場合は拡大方向に、小さい場合は縮小方向に変形していることが判る。そこで、式（２１）で拡大・縮小指標を定義する。式（２１）で $\text{Det} \doteq 1$ となる場合は、更に式（２２）を用いて回転指標を算出してもよい。図１７の θ は式（２３）の変形指標に対応しており、アフィン変換後の図形の変形角度を定義している。

[0253] また、式（２４）に示す、隣接ブロックで算出された幾何変換パラメータの各成分と予測対象ブロックで算出された幾何変換パラメータの各成分の差分値もそれぞれ判定パラメータの１つのパラメータとしている。

[0254] また、式（２０）、式（２１）、式（２２）、式（２３）を用いて算出された予測対象ブロックと隣接ブロックの指標を用いて式（２５）ないし式（２７）に示す判定パラメータを利用しても良い。

[0255] 例えば Det_n は隣接ブロック或いは隣接ブロックの三角パッチが保持する幾何変換パラメータ 414 から算出される。算出された幾何変換パラメータに対応する指標と幾何変換パラメータの差分値が判定パラメータ 416 として、予測切替部 409 へと出力される。

以上が、判定パラメータ導出部 422 の処理の概要である。

[0256] <予測切替部 409 – 予測の動的切替>

次に予測切替部 409 について具体的に説明する。予測切替部 409 は、判定パラメータ導出部 422 から出力された判定パラメータ 416 に基づいて、どちらの予測画像信号を用いたかが記載された予測切替情報 417 を生成する。

[0257] 先ず、式 (20) ないし式 (23) を用いる場合の切替方法について説明する。回転指標、拡大・縮小指標、変形指標は、動きベクトルのみの平行移動に加え、画素ブロックの回転、拡大、縮小、変形の度合いを図る指標である。算出された幾何変換パラメータの指標が、極端に大きい場合や小さい場合には、幾何変換パラメータの推定が不適切であることが予想され、このパラメータを利用して幾何変換予測で生成される予測画像信号は誤差を多く含んでいることが予想される。そこで、これらの指標が、予め定めた閾値の範囲を超えた場合には、幾何変換予測の予測画像信号を利用しないように予測切替情報 417 を生成する。

[0258] 例として、式 (21) の拡大・縮小指標における閾値範囲について説明する。 Det は拡大・縮小の度合いを示す指標である。予測切替情報 417 を式 (28) で定義する。

[0259] 式 (28) における $pred_flag$ は予測切替情報 417 を表しており、 $ThDet$ は閾値を表している。 Det がそれぞれ閾値の範囲を超えた場合、 $pred_flag$ は 0 となり、動き補償予測を選択する。一方、それ以外の場合は、 $pred_flag$ は 1 となり、幾何変換予測を選択する。他の判定パラメータに関しても同様な閾値判定を行い、予測切替情報 417 を生成する。

- [0260] 次に、式（１９）、式（２４）ないし式（２７）を用いる際の切替方法について説明する。隣接ブロックと予測対象ブロックの幾何変換パラメータには高い空間相関があることが推定されるため、それぞれの差分値が予め定めた閾値の大きさを超える場合には、幾何変換予測の予測画像信号を利用しないように予測切替情報４１７を生成する。
- [0261] 次に隣接ブロックと予測対象ブロックの符号化パラメータとを用いたときの切替方法について説明する。符号化パラメータに含まれる量子化パラメータは、量子化ステップサイズを規定するパラメータである。量子化パラメータが大きい場合、変換係数が粗く量子化される。これにより、局部復号された参照画像信号が入力画像信号に対して大きな誤差を持ち、動きベクトルの推定精度が低下する。幾何変換予測では、動きベクトルを利用して幾何変換パラメータを算出するため、動きベクトルの推定精度が低下すると幾何変換パラメータの算出精度も低下する。そこで、量子化パラメータが大きくなった場合、各種判定パラメータの閾値範囲を狭くする処理を行う。つまり、各種パラメータの閾値は量子化パラメータに対する減少関数となる。
- [0262] なお、本実施形態では、量子化パラメータを利用して閾値の範囲を制御する例を示したが、符号化パラメータに含まれる他の情報を用いてもよい。例えば、復号化した動画の解像度、予測対象ブロックのタイプ、参照画像の Ref_idx 、動きベクトルの値、又は、変換サイズに関する情報などを利用してよい。
- [0263] また、隣接ブロックの全ての隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルとが同一の値を持つとき、幾何変換前と後での座標が変化しない。このような時は、周辺ブロックが同一のオブジェクトの平行移動と考えられるため、幾何変換予測を行う必要がない。そこで、この条件が成り立つときは、予測切替情報４１７は、幾何変換予測を利用しない旨の値を有する。
- [0264] また、それぞれの指標に対して用いる閾値を符号化パラメータの値に応じて変化する関数としてもよい。例えば、式（２８）における閾値 $ThDet$ を量子化パラメータに依存する関数として定義し、量子化パラメータが増加

するに従って、閾値が減少するような関数とすることで、推定精度の低下する低ビットレート帯での効果的な予測切替が可能となる。

[0265] 以上が、予測切替部409及び予測分離スイッチ410の処理の概要である。

[0266] <シンタクス構造>

次に、動画像復号化装置400が復号する符号化データのシンタクス構造について説明する。動画像復号化装置400が復号する符号化データ411は、動画像符号化装置100と同一のシンタクス構造を有するとよい。そこで、ここでは、図19ないし図25を用いて説明する。

[0267] 図19は、シンタクス1600の構成を示す図である。図19に示すとおり、シンタクス1600は主に3つのパートを有する。ハイレベルシンタクス1601は、スライス以上の上位レイヤのシンタクス情報を有する。スライスレベルシンタクス1602は、スライス毎に復号に必要な情報を有し、マクロブロックレベルシンタクス1603は、マクロブロック毎に復号に必要とされる情報を有する。

[0268] 各パートは、更に詳細なシンタクスで構成されている。ハイレベルシンタクス1601は、シーケンスパラメータセットシンタクス1604とピクチャパラメータセットシンタクス1605などの、シーケンス及びピクチャレベルのシンタクスを含む。スライスレベルシンタクス1602は、スライスヘッダーシンタクス1606、スライスデータシンタクス1607等を含む。マクロブロックレベルシンタクス1603は、マクロブロックレイヤーシンタクス1608、マクロブロックプレディクションシンタクス1609等を含む。

[0269] 図20は、スライスヘッダーシンタクス1606の例を示す図である。図中に示される `slice__affine__motion__prediction__flag` は、当該スライスに幾何変換予測を適用するかどうかを示すシンタクス要素である。`slice__affine__motion__prediction__flag` が0である場合、予測切替部409は、当該スライ

スにおいて常に動き補償予測部406の出力端を出力するように予測切替情報417を設定して予測分離スイッチ410を切り替える。つまり、このスライスに対しては、幾何変換予測を適用しないことを意味する。一方、`slice__affine__motion__prediction__flag`が1である場合、当該スライスにおいて判定パラメータ416が指し示す情報に基づいて予測切替情報417が設定され、予測分離スイッチ410は予測画像信号を動的に切り替える。

[0270] 図21は、スライスデータシンタクス1607の例を示す図である。図中に示される`mb__skip__flag`は、当該マクロブロックがスキップモードで符号化されているかどうかを示すフラグである。スキップモードである場合、変換係数や動きベクトルなどは符号化されていない。

[0271] `AvailAffineMode`は当該マクロブロックで幾何変換予測が利用できるかどうかを示す内部パラメータである。`AvailAffineMode`が0の場合、判定パラメータ416で算出した各種値によって、幾何変換予測を利用しないように予測切替情報417が設定されていることを意味する。また、隣接ブロックの隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルが同一の値を持つときも`AvailAffineMode`は0となる。

[0272] 一方、`AvailAffineMode`が1の場合は、幾何変換予測と動き補償予測のどちらを利用するかを示す`mb__affine__motion__skip__flag`が符号化されている。`mb__affine__motion__skip__flag`が1の場合、当該スキップモードに対して幾何変換予測が適用されることを意味する。`mb__affine__motion__skip__flag`が0の場合、動き補償予測が適用されることを意味する。

[0273] 図22は、マクロブロックレイヤーシンタクス1608の例を示す図である。図中に示される`mb__type`は、マクロブロックタイプ情報を示している。すなわち、現在のマクロブロックがイントラ符号化されているか、イ

ンター符号化されているか、或いはどのようなブロック形状で予測が行われているか、予測の方向が単方向予測か双方向予測か、などの情報を含んでいる。mb__typeは、マクロブロックプレディクションシンタクスと更にマクロブロック内のサブブロックのシンタクスを示すサブマクロブロックプレディクションシンタクスなどに渡される。

[0274] 図23は、マクロブロックプレディクションシンタクスの例を示す図である。図中に示されるAvailAffineModeMbは当該画素ブロックで幾何変換予測が利用できるかどうかを示す内部パラメータである。AvailAffineModeMbが0の場合、判定パラメータ125で算出した各種値によって、幾何変換予測を利用しないように予測切替情報122が設定されていることを意味する。また、隣接ブロックの隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルが同一の値を持つときもAvailAffineModeMbは0となる。

[0275] 一方、AvailAffineModeMbが1の場合は、幾何変換予測と動き補償予測のどちらを利用するかを示すmb__affine__pred__flagが符号化されている。mb__affine__pred__flagが1の場合、当該画素ブロックに対して幾何変換予測が適用されることを意味する。mb__affine__pred__flagが0の場合、動き補償予測が適用されることを意味する。

[0276] NumMbPart()は、mb__typeに規定されたブロック分割数を返す内部関数であり、16×16画素ブロックの場合は1、16×8、8×16画素ブロックの場合は2、8×8画素ブロックの場合は4を出力する。

[0277] 図24は、サブマクロブロックプレディクションシンタクスの例を示す図である。図中に示されるAvailAffineModeSubMbは当該画素ブロックで幾何変換予測が利用できるかどうかを示す内部パラメータである。AvailAffineModeSubMbが0の場合、判定パラメータ125で算出した各種値によって、幾何変換予測を利用しないように予測切替情報417が設定されていることを意味する。また、隣接ブロックの

隣接動きベクトルと予測対象ブロックの動きベクトルが同一の値を持つときも `AvailAffineModeSubMb` は 0 となる。

[0278] 一方、`AvailAffineModeSubMb` が 1 の場合は、幾何変換予測と動き補償予測のどちらを利用するかを示す `mb__affine__pred__flag` が符号化されている。`mb__affine__pred__flag` が 1 の場合、当該画素ブロックに対して幾何変換予測が適用されることを意味する。`mb__affine__pred__flag` が 0 の場合、動き補償予測が適用されることを意味する。`NumSubMbPart()` は、`mb__type` に規定されたブロック分割数を返す内部関数である。

[0279] 図 25 は、符号化パラメータの例としてのマクロブロックレイヤーシンタックスの例を示す図である。図中に示される `coded__block__pattern` は、 8×8 画素ブロック毎に、変換係数が存在するかどうかを示している。例えばこの値が 0 である時、対象ブロックに変換係数が存在しないことを意味している。図中の `mb__qp__delta` は、量子化パラメータに関する情報を示している。対象ブロックの 1 つ前に符号化されたブロックの量子化パラメータからの差分値を表している。

[0280] 図中の `ref__idx__l0` 及び `ref__idx__l1` は、インター予測が選択されているときに、対象ブロックがどの参照画像を用いて予測されたか、を表す参照画像のインデックスを示している。図中の `mv__l0`、`mv__l1` は動きベクトル情報を示している。図中の `transform__8x8__flag` は、対象ブロックが 8×8 変換であるかどうかを示す変換情報を表している。

[0281] なお、図 19 ないし図 25 に示すシンタックスの表中の行間には、本実施形態において規定していないシンタックス要素が挿入されてもよく、その他の条件分岐に関する記述が含まれていてもよい。また、シンタクステーブルを複数のテーブルに分割し、または複数のシンタクステーブルを統合してもよい。また、必ずしも同一の用語を用いる必要は無く、利用する形態によって任意に変更してもよい。更に、当該マクロブロックレイヤーシンタックスに記述

されている各々のシンタクス要素は、後述するマクロブロックデータシンタクスに明記されるように変更しても良い。

[0282] 以上が、動画像復号化装置 400 の説明である。

[0283] (第 6 の実施形態：イントラ予測の追加)

図 33 は、第 6 の実施形態で用いられる動画像復号化装置 500 の構造を示す図である。図 33 において、図 32 の動画像復号化装置 400 と同位置の機能を持つ各部には同一の符号を付し、ここでは説明を省略する。

[0284] 動画像復号化装置 500 は、動画像復号化装置 400 が有する各部に加え、イントラ予測部 501、及び、予測切替スイッチ 502 が追加されている。イントラ予測部 501 は、入力された参照画像信号 413 を基にして画面内の情報のみを用いた予測画像信号 418 を生成する。

[0285] 符号化データ復号部 402 で復号された予測情報から予測切替情報 503 が予測切替スイッチ 502 へと入力される。予測切替情報 503 には、イントラ予測部 501 の出力端とインター予測部 130 の出力端との、どちらとスイッチを繋ぐかの情報が記述されている。

[0286] イントラ予測が選択された場合、予測切替スイッチ 502 は、イントラ予測部 501 の出力端をスイッチへと接続し、イントラ予測部 501 で得られた予測画像信号 418 を加算器 404 へと出力する。一方、インター予測が選択された場合、インター予測部 130 の出力端をスイッチへと接続し、インター予測部 130 で得られた予測画像信号 418 を加算器 404 へと出力する。

[0287] これにより、イントラ予測部 501 で生成された予測画像信号を選ぶか、インター予測部 130 で生成された予測画像信号を選ぶか、が判断され、予測モード分離スイッチ 502 の出力端を切り替える。

[0288] 以上が第 6 の実施形態に係る動画像復号化装置 500 の処理の説明である。

[0289] (第 7 の実施形態：動きベクトルの差分をシグナリング)

本発明の第 7 の実施形態に係る動画像復号化装置は、例えば、第 4 の実

施の動画像復号化装置が生成する符号化データを復号して復号画像信号を生成する。第7の実施形態に係る動画像符号化装置は、第5の実施形態に係わる動画像復号化装置400の機能に加えて、予測対象ブロックの動きベクトルと幾何変換パラメータを補正する動きベクトルの差分を復号化する。

[0290] 第5の実施形態に係る動画像復号化装置400が復号化する符号化データのシンタクスに対する、本実施形態に係わる動画像復号化装置が復号する符号化データのシンタクスの変更は、図29及び図30と同一である。

[0291] 図29及び図30において、シンタクス要素に含まれる文字のうち、L0及びI0は参照画像L0上に示される動きベクトルを示し、L1及びI1は参照画像L1上に示される動きベクトルを示す。再探索前の本来の動きベクトルを、 $mv_{org} = (mv_{x_{org}}, mv_{y_{org}})$ とし、再探索後の動きベクトルを $mv_{refine} = (mv_{x_{refine}}, mv_{y_{refine}})$ とすると、動きベクトルの差分 $mv_{d_affine}[2]$ は式(31)により算出される。

[0292] なお、式(31)において $mv_{d_affine}[0]$ は垂直方向、 $mv_{d_affine}[1]$ は水平方向に対応する動きベクトルの差分値であり、シンタクス要素に対応している。なお、ここでは、図29及び図30に示すシンタクスに含まれている文字I0及びI1を省略しているが、式(31)に示す動きベクトルの差分は、L0及びL1のそれぞれのインデックスに対して計算する。また、 mv_{d_I0} 及び mv_{d_I1} は、それぞれの参照画像信号に対応する動きベクトルと動きベクトルを予測した値との差分を計算することによって計算され、本実施形態では明示しない他の動きベクトルの予測技術を用いて生成される。

[0293] 予測対象ブロックの符号化が完了すると、再探索前の動きベクトルである $mv_{org} = (mv_{x_{org}}, mv_{y_{org}})$ が符号化制御部126の内部メモリへ格納される。このように予測対象ブロックで利用する動きベクトルと、隣接ブロックとなった際に利用される動きベクトルを別々に保持することにより、隣接ブロックからの幾何変換パラメータの誤差の伝播を防ぐことが可能となる。

[0294] (第1ないし第7の実施形態の変形例)

(1) 第1ないし第7の実施形態においては、処理対象フレームを 16×16 画素サイズなどの短形ブロックに分割し、図4に示したように画面左上のブロックから右下に向かって順に符号化／復号化する場合について説明しているが、符号化順序及び復号化順序はこれに限られない。例えば、右下から左上に向かって順に符号化及び復号化を行ってもよいし、画面中央から渦巻状に向かって順に符号化及び復号化を行ってもよい。さらに、右上から左下に向かって順に符号化及び復号化を行ってもよいし、画面の周辺部から中心部に向かって順に符号化及び復号化を行ってもよい。

[0295] (2) 第1ないし第7の実施形態においては、ブロックサイズを 4×4 画素ブロック、 8×8 画素ブロックとして説明を行ったが、予測対象ブロックは均一なブロック形状にする必要はなく、 16×8 画素ブロック、 8×16 画素ブロック、 8×4 画素ブロック、 4×8 画素ブロックなどの何れのブロックサイズであってもよい。また、1つのマクロブロック内でも全てのブロックを同一にする必要はなく、異なるサイズのブロックを混在させてもよい。この場合、分割数が増えると分割情報を符号化又は復号化するための符号量が増加する。そこで、変換係数の符号量と局部復号画像又は復号画像とのバランスを考慮して、ブロックサイズを選択すればよい。

[0296] (3) 第1ないし第7の実施形態においては、輝度信号と色差信号を分割せず、一方の色信号成分に限定した例として記述した。しかし、予測処理が輝度信号と色差信号で異なる場合、それぞれ異なる予測方法を用いてもよいし、同一の予測方法を用いても良い。異なる予測方法を用いる場合は、色差信号に対して選択した予測方法を輝度信号と同様の方法で符号化又は復号化する。

[0297] (4) 第1ないし第4の実施形態においては、判定パラメータを符号化データに含ませない例を記述した。しかし、画素ブロック毎の判定パラメータを、符号化データに含ませてもよい。また、第5ないし第7の実施形態においては、判定パラメータを、幾何変換パラメータに基づいて、画素ブロック

毎に算出する例を説明した。しかし、符号化データに判定パラメータが含まれている場合には、動画像復号化装置が判定パラメータを算出することなく、復号した判定パラメータにより、幾何変換による動き補償予測を行うか否かを判定する構成にするとよい。

[0298] 本提案手法を用いることで、平行移動モデルに適さない動オブジェクトを予測するために、過度のブロック分割が施されて、ブロック分割情報が増大することを防ぐ。つまり、付加的な情報を増加させずに、ブロック内のオブジェクトの幾何変形を予測し、それぞれに好適な幾何変換パラメータを適用することによって、符号化効率を向上させると共に主観画質も向上するという効果を奏する。

[0299] なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

産業上の利用可能性

[0300] 以上のように、本発明にかかる動画像符号化装置、動画像復号化装置、動画像符号化方法、及び、動画像復号化方法は、高効率な動画像の符号化に有用であり、特に、幾何変換動き補償予測に用いる幾何変換パラメータの推定に必要な動き検出処理を低減する動画像符号化に適している。

符号の説明

- [0301] 100 動画像符号化装置
101 減算器
102 変換・量子化部
103 逆量子化・逆変換部
104 加算器
105 参照画像メモリ

- 1 0 6 動き推定部
- 1 0 7 動き補償予測部
- 1 0 8 幾何変換パラメータ導出部
- 1 0 9 幾何変換予測部
- 1 1 0 予測分離スイッチ
- 1 1 1 予測切替部
- 1 1 2 エントロピー符号化部
- 1 1 3 出力バッファ
- 1 1 4 入力画像信号
- 1 1 5 予測誤差信号
- 1 1 6 変換係数
- 1 1 7 復号予測誤差信号
- 1 1 8 復号画像信号
- 1 1 9 動きベクトル
- 1 2 0 参照画像信号
- 1 2 1 幾何変換パラメータ
- 1 2 2 予測切替情報
- 1 2 3 予測画像信号
- 1 2 4 符号化データ
- 1 2 5 判定パラメータ
- 1 2 6 符号化制御部
- 1 2 7 判定パラメータ導出部
- 1 3 0 インター予測部
- 1 8 1 動きベクトル取得部
- 1 8 2 パラメータ導出部
- 1 9 1 幾何変換部
- 1 9 2 内挿補間部
- 2 0 0 動画像符号化装置

- 201 イントラ予測部
- 202 モード判定部
- 203 予測モード分離スイッチ
- 204 予測モード切替情報
- 300 インター予測部
- 301 動きベクトル再探索部
- 400 動画復号化装置
- 401 入力バッファ
- 402 符号化データ復号部
- 403 逆量子化・逆変換部
- 404 加算器
- 405 参照画像メモリ
- 406 動き補償予測部
- 407 幾何変換パラメータ導出部
- 408 幾何変換予測部
- 409 予測切替部
- 410 予測分離スイッチ
- 411 符号化データ
- 412 予測誤差信号
- 413 参照画像信号
- 414 幾何変換パラメータ
- 415 動きベクトル
- 416 判定パラメータ
- 417 予測切替情報
- 418 予測画像信号
- 419 出力バッファ
- 420 復号画像信号
- 421 復号化制御部

4 2 2 判定パラメータ導出部

5 0 0 動画復号化装置

5 0 1 イントラ予測部

5 0 2 予測切替スイッチ

5 0 3 予測切替情報

請求の範囲

- [請求項1] 入力画像信号の符号化対象ブロックに隣接していて動き補償予測がなされた隣接ブロックの動き情報を取得する動き情報取得部と、
- 前記符号化対象ブロックと参照画像信号上の参照領域との間の幾何変換を特徴付ける幾何変換パラメータを、前記動き情報に基づいて取得する幾何変換情報取得部と、
- 前記幾何変換パラメータに従って前記参照画像信号の前記参照領域を幾何変換することにより、前記符号化対象ブロックの予測画像信号を求める幾何変換予測部と、
- 前記入力画像信号と前記予測画像信号から前記符号化対象ブロックの予測誤差を求め、前記予測誤差を符号化する符号化部と、
- を有する動画像符号化装置。
- [請求項2] 前記幾何変換パラメータに係る情報、前記幾何変換パラメータから得られる回転角度に係る情報、前記幾何変換パラメータから得られる拡大又は縮小の量に係る情報、前記幾何変換パラメータから得られる変形の量に係る情報、及び、前記幾何変換パラメータから得られる移動の量に係る情報、のうちの少なくとも一つを含む決定パラメータに基づいて、前記幾何変換動き予測を行うか否かを決定する決定部を有する請求項1に記載の動画像符号化装置。
- [請求項3] 前記符号化部は、さらに、前記決定パラメータの種類を示す情報を符号化する請求項2に記載の動画像符号化装置。
- [請求項4] 入力された符号化データから、復号対象画像上の復号対象ブロックの予測誤差を復号する復号部と、
- 前記復号対象ブロックに隣接していて動き補償予測がなされた隣接ブロックの動き情報を取得する動き情報取得部と、
- 前記復号対象ブロックと参照画像信号上の参照領域との間の幾何変換を特徴付ける幾何変換パラメータを、前記動き情報に基づいて取得する幾何変換情報取得部と、

前記幾何変換パラメータに従って前記参照画像信号の前記参照領域を幾何変換することにより、前記復号対象ブロックの予測画像信号を求める幾何変換予測部と、

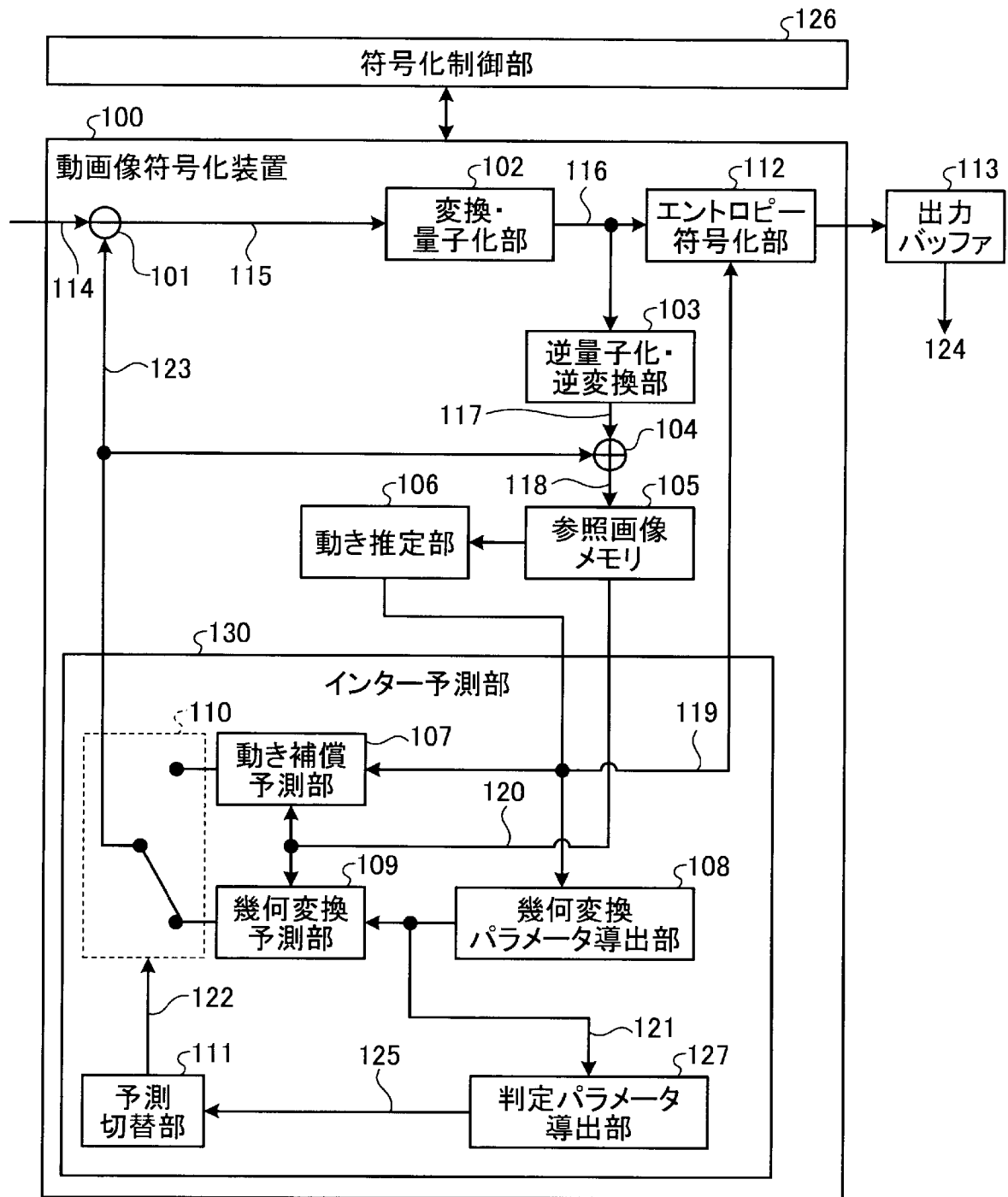
前記予測誤差と前記予測画像信号とを加算する加算部と、
を有する動画像復号装置。

[請求項5] 前記幾何変換パラメータに係る情報、前記幾何変換パラメータから得られる回転角度に係る情報、前記幾何変換パラメータから得られる拡大又は縮小の量に係る情報、前記幾何変換パラメータから得られる変形の量に係る情報、及び、前記幾何変換パラメータから得られる移動の量に係る情報、のうち何れか一以上の情報である決定パラメータにより、前記幾何変換動き予測を行うか否かを決定する決定部を有する請求項4に記載の動画像復号装置。

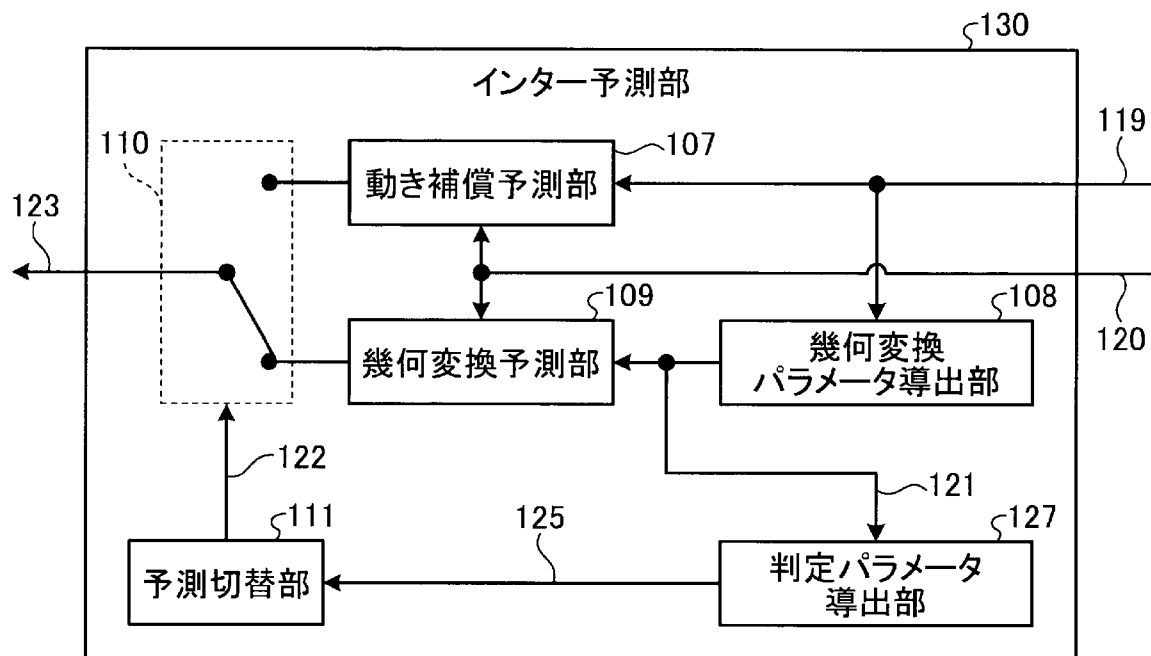
[請求項6] 前記復号部は、さらに、前記決定パラメータの種類を示す情報を復号し、

前記決定部は前記種類を示す情報に従って決定する請求項5に記載の動画像復号装置。

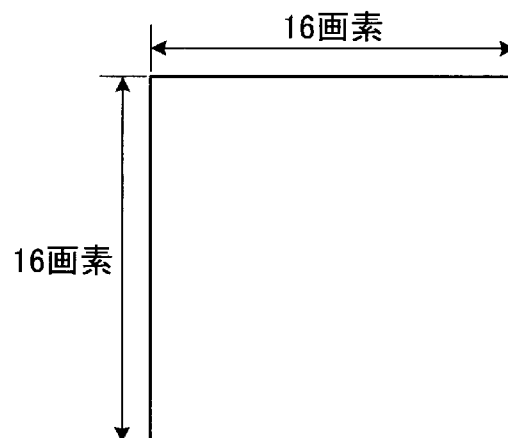
[図1]



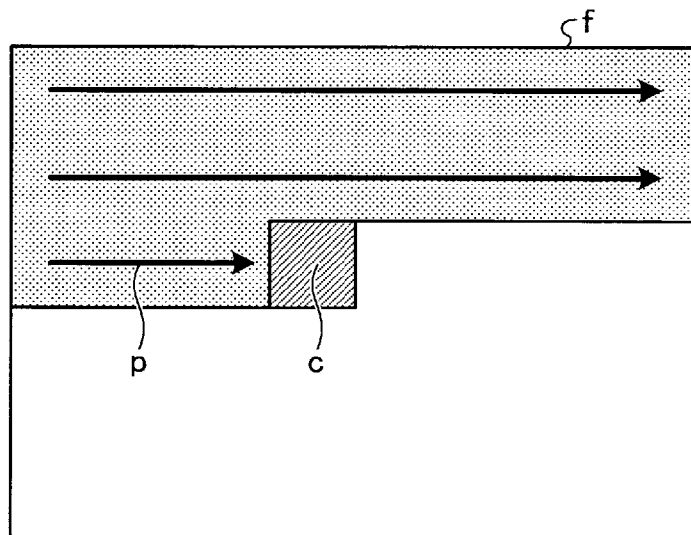
[図2]



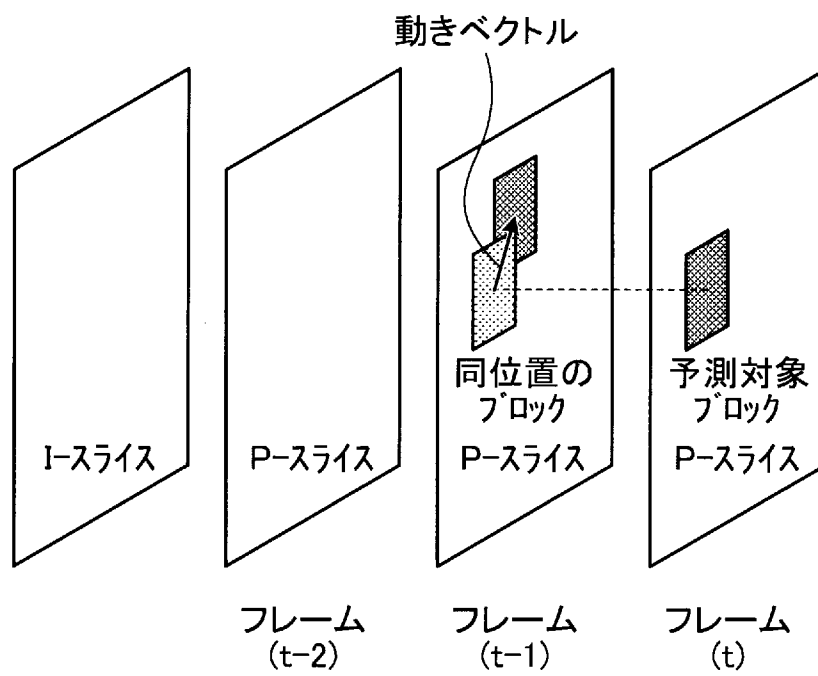
[図3]



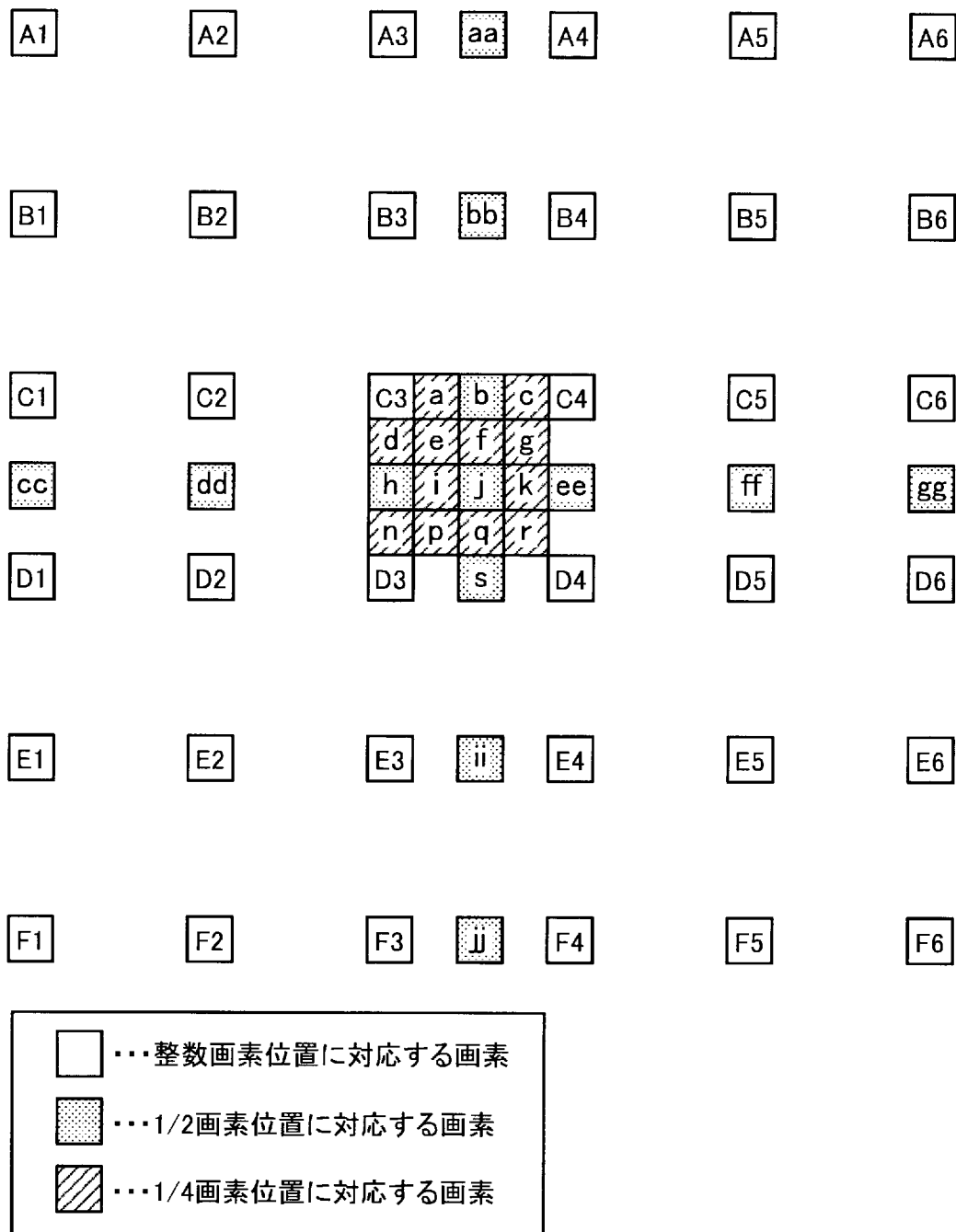
[図4]



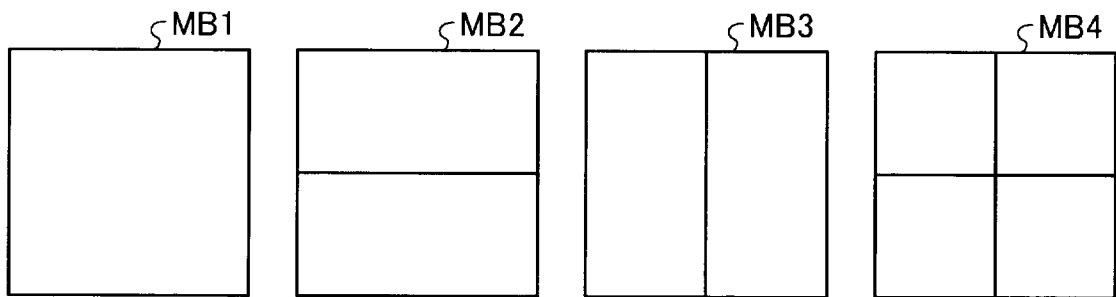
[図5]



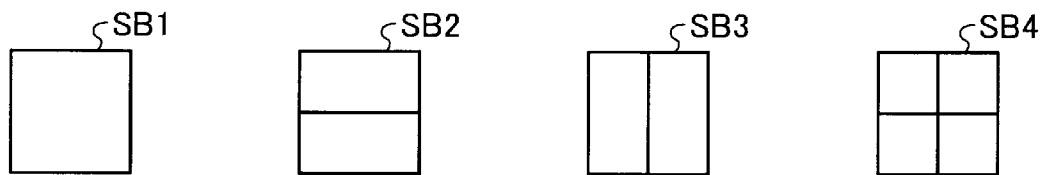
[図6]



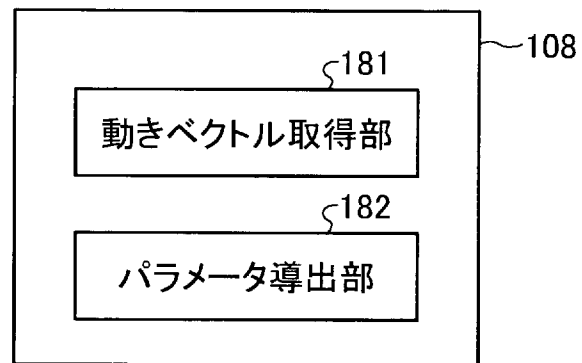
[図7A]

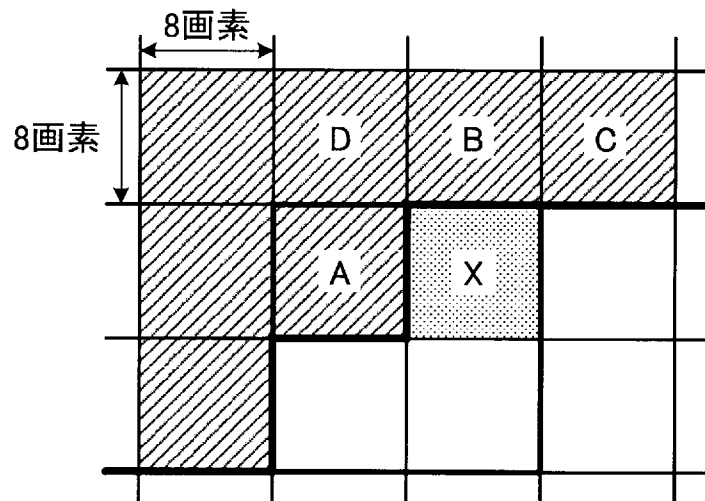
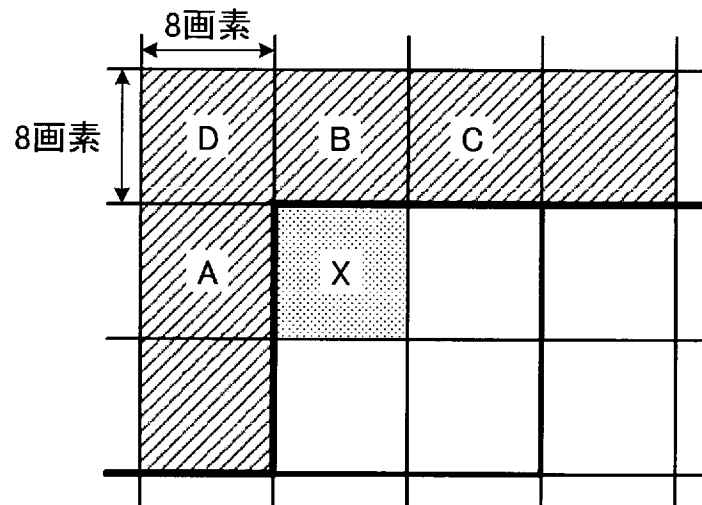
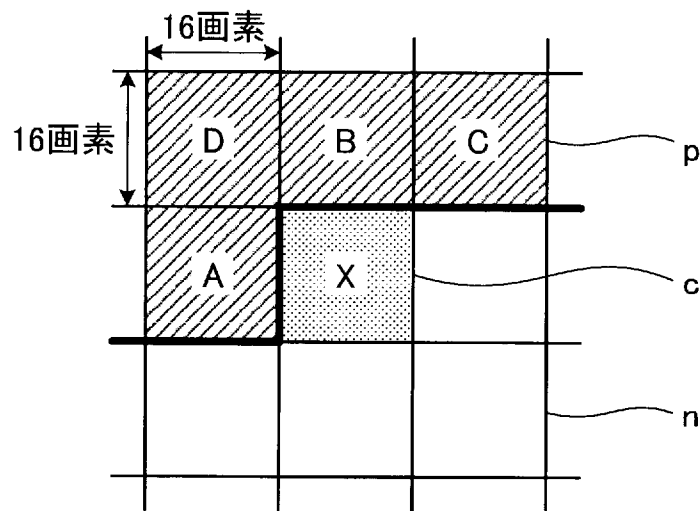


[図7B]

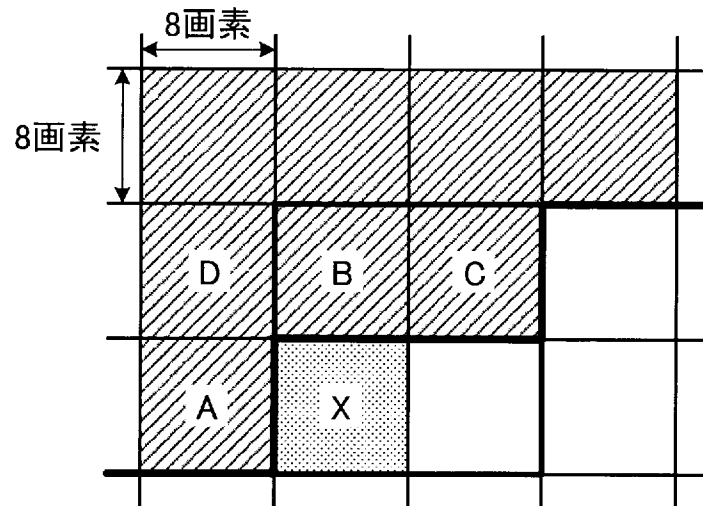


[図8]

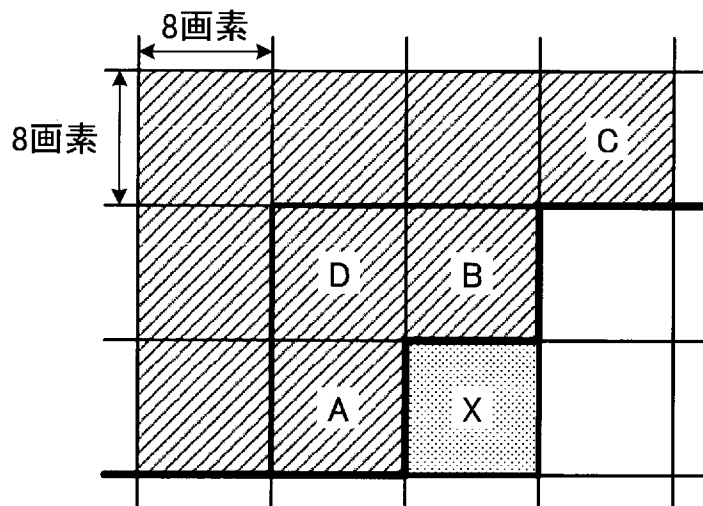




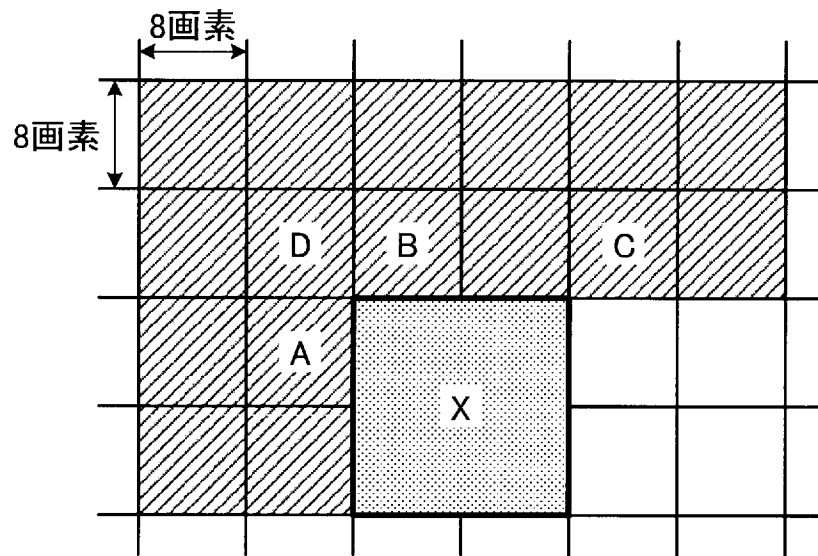
[図9D]



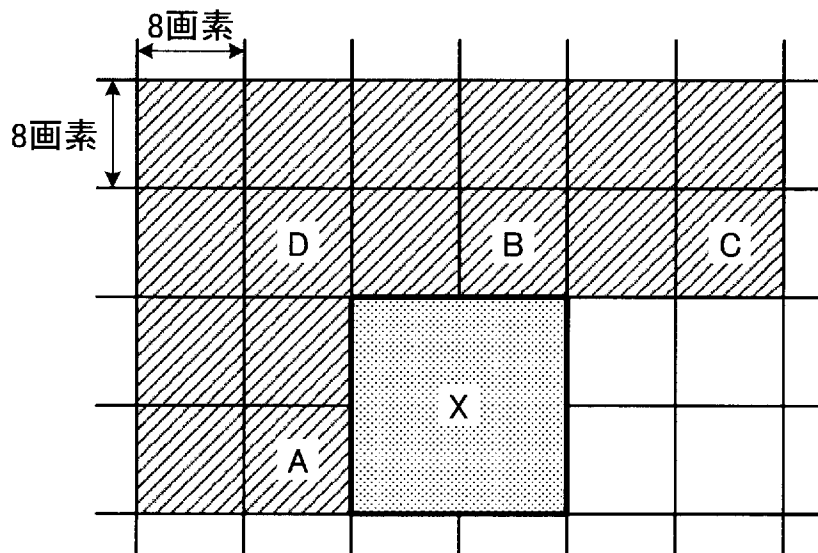
[図9E]



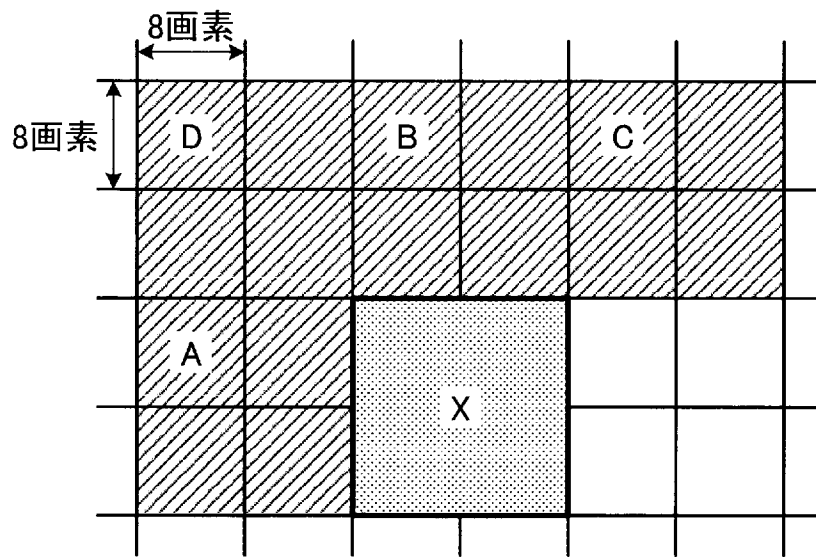
[図10A]



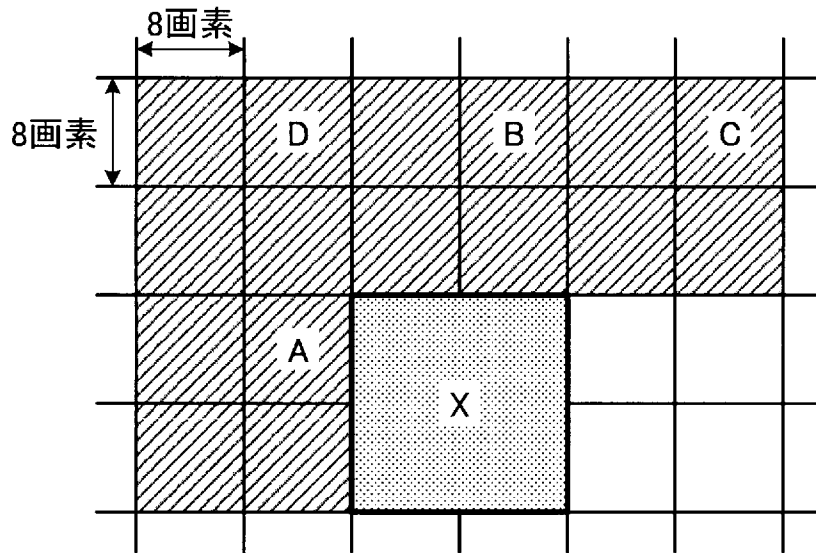
[図10B]



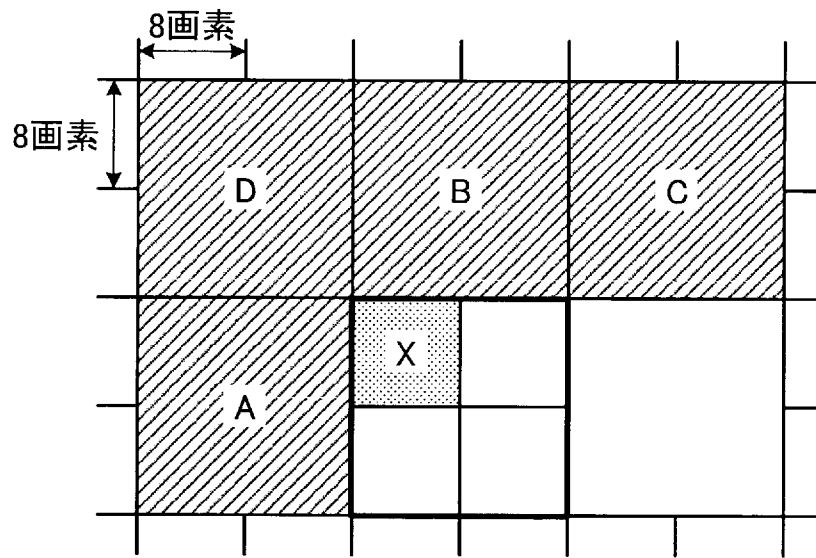
[図10C]



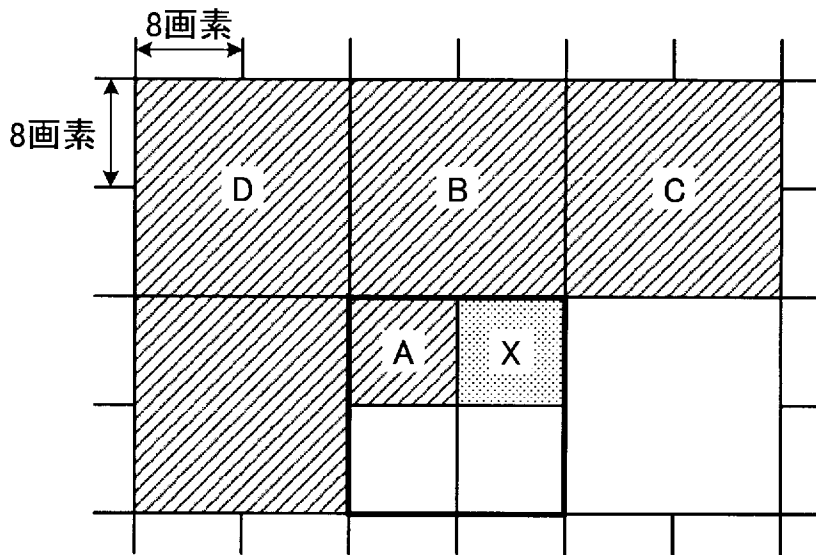
[図10D]



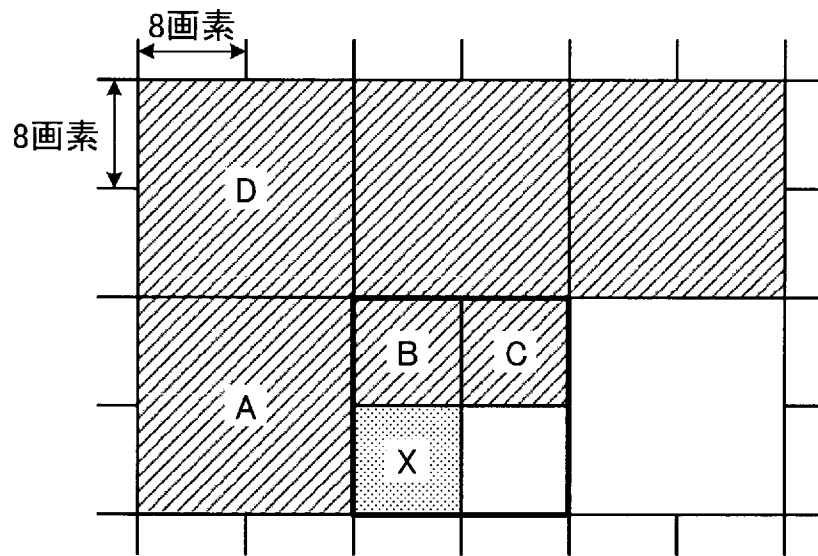
[図11A]



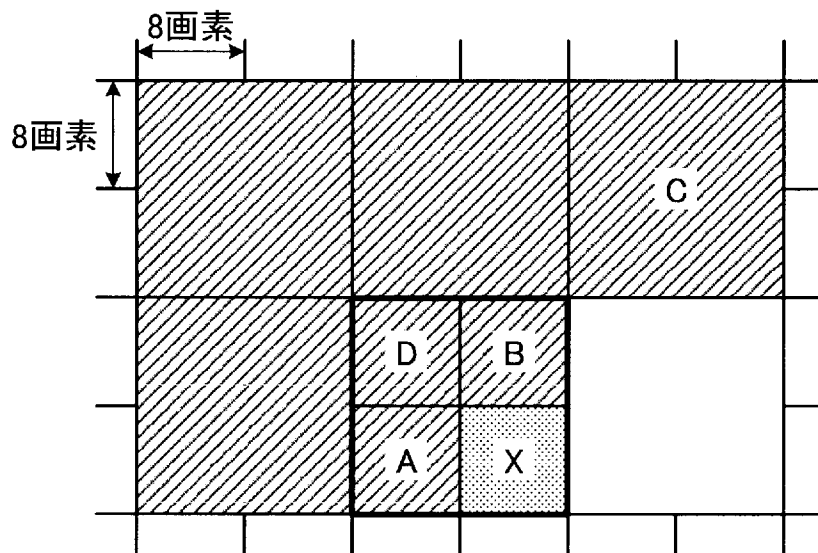
[図11B]



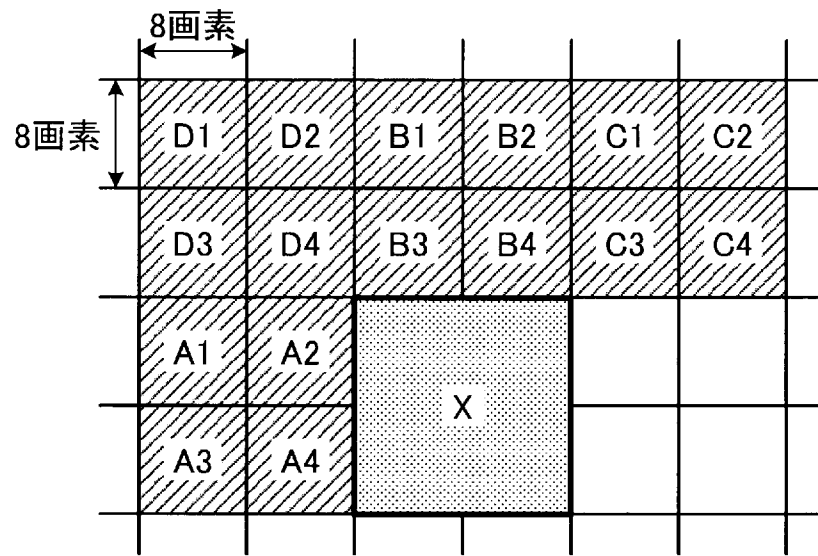
[図11C]



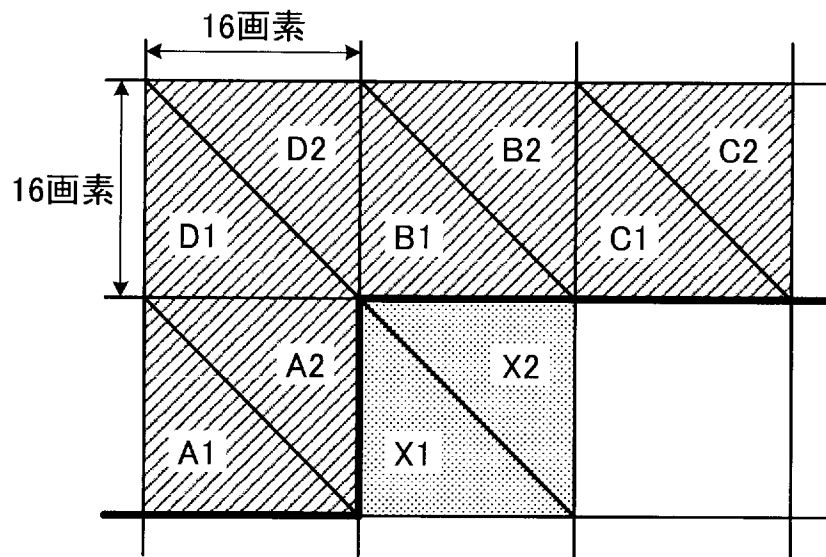
[図11D]



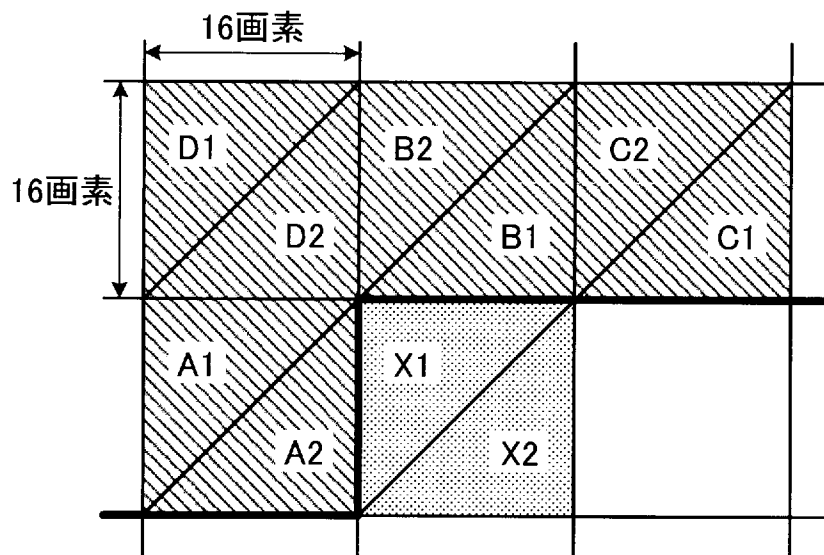
[図12]



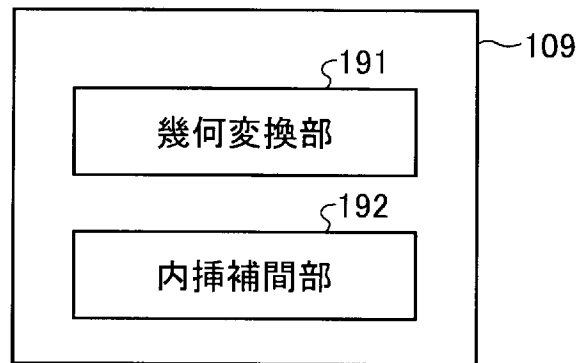
[図13A]



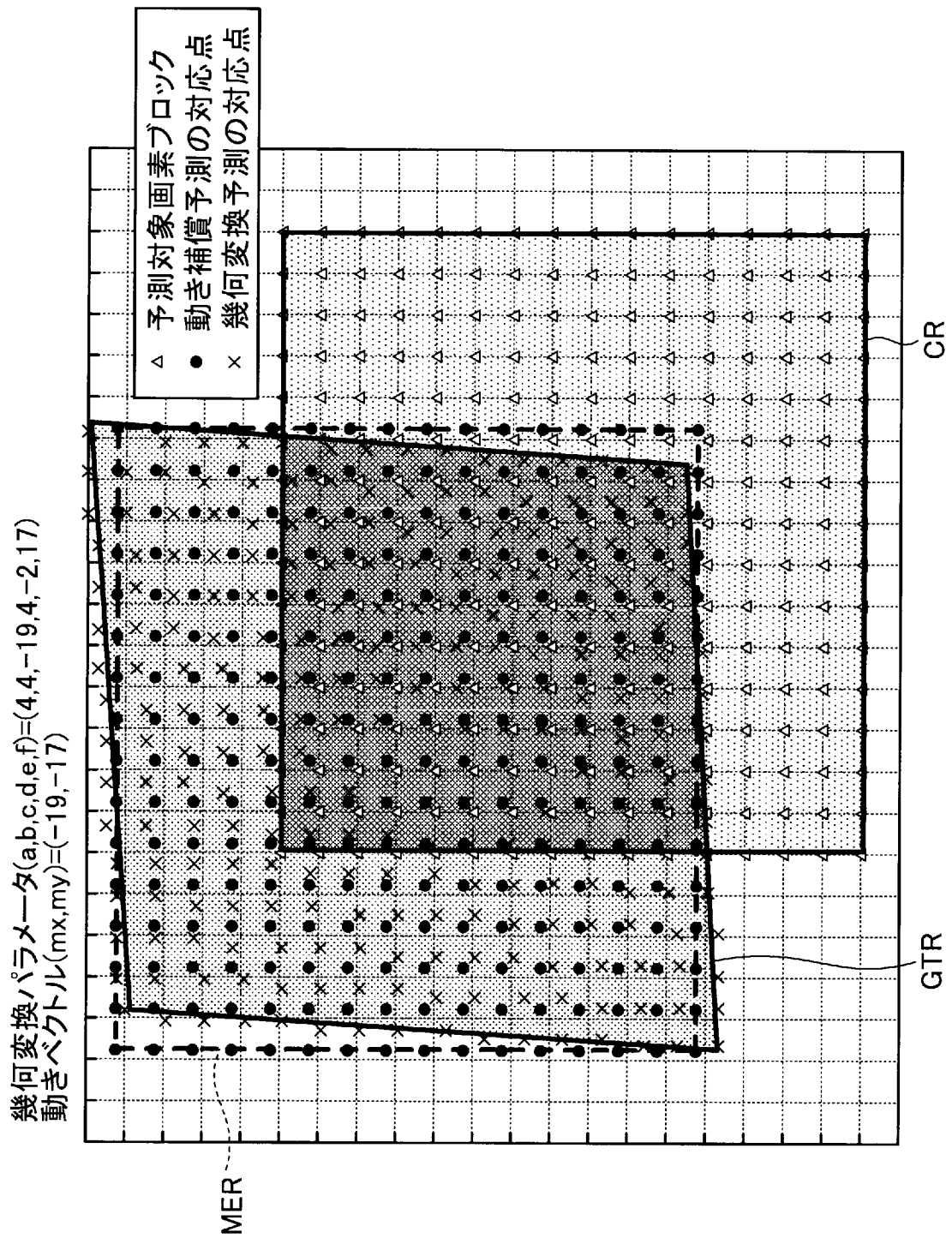
[図13B]



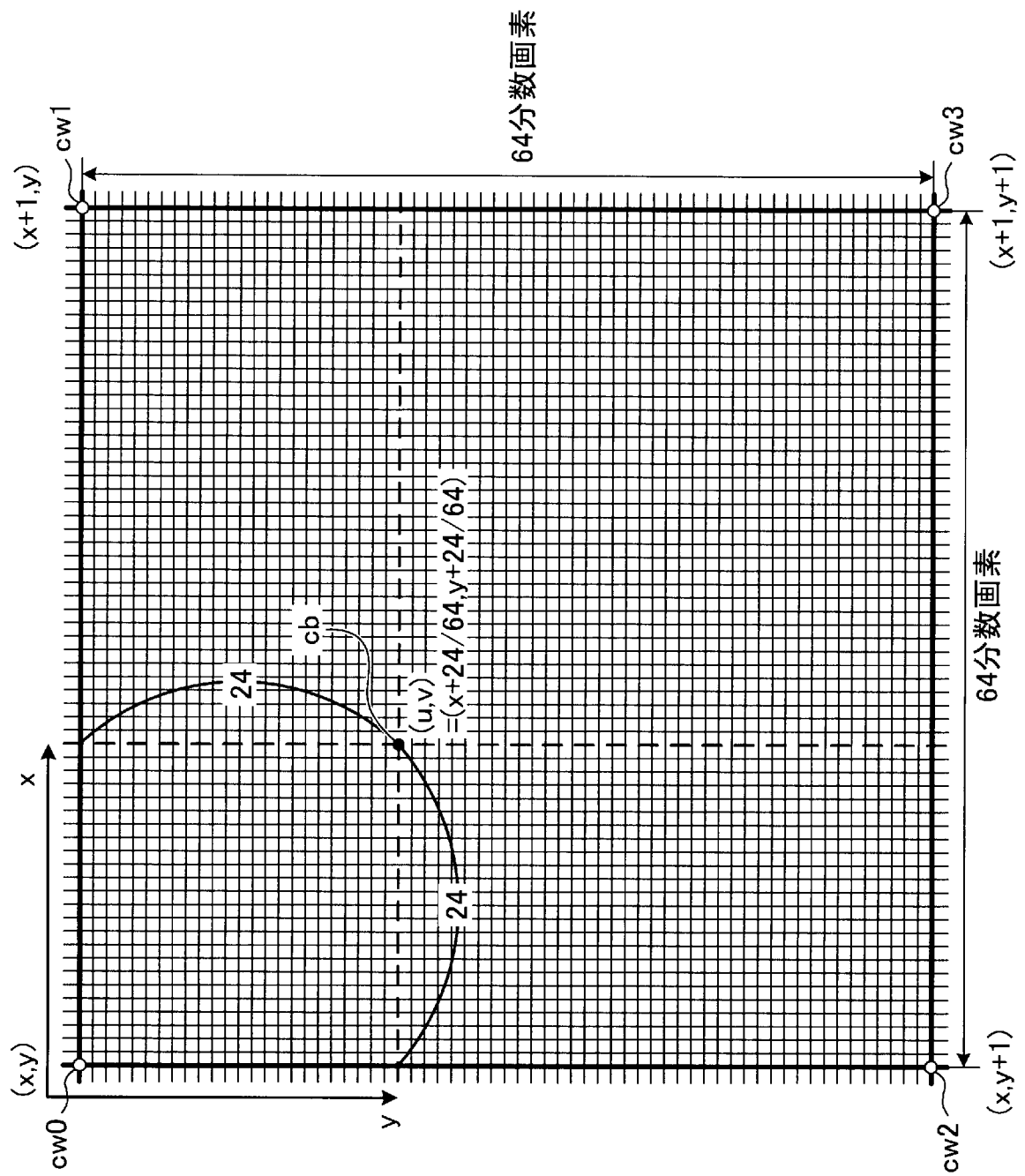
[図14]



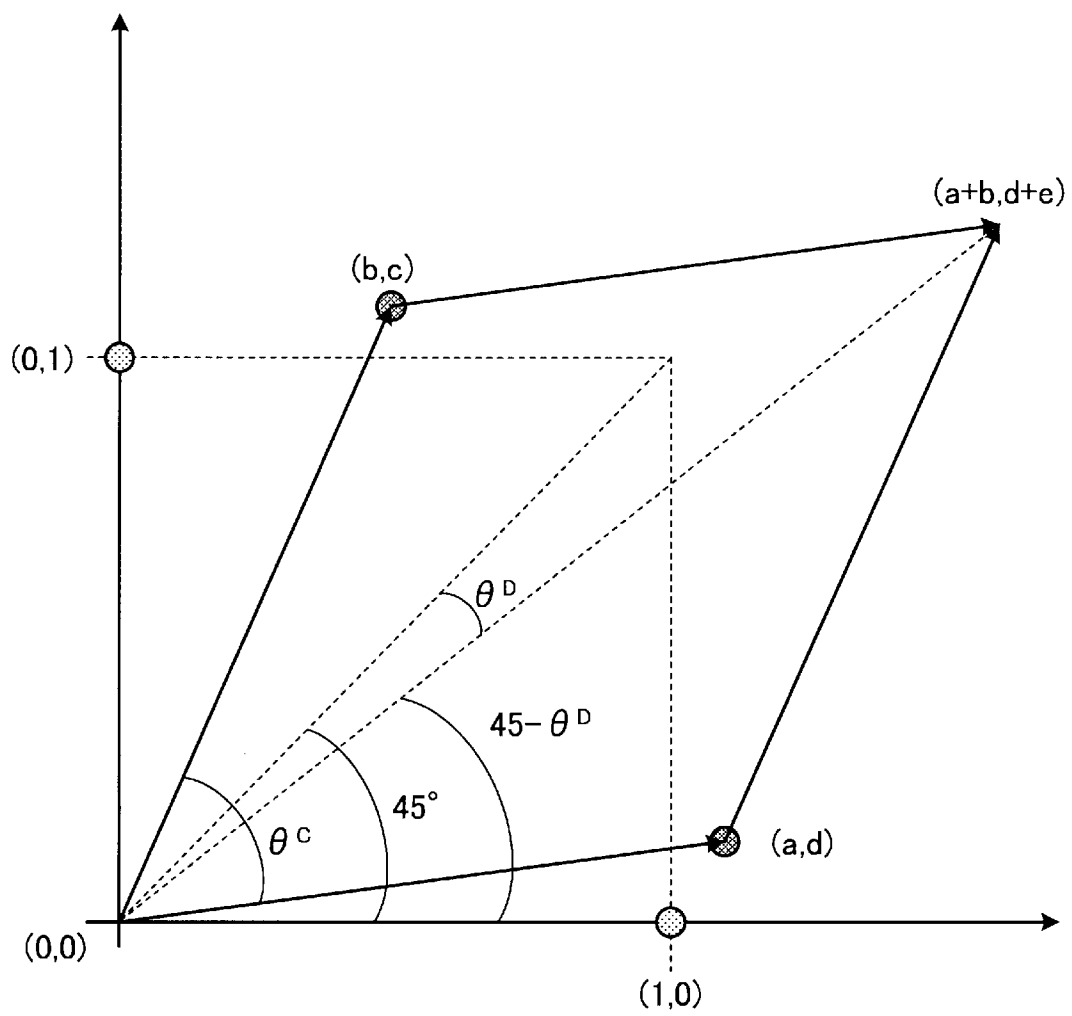
[図15]



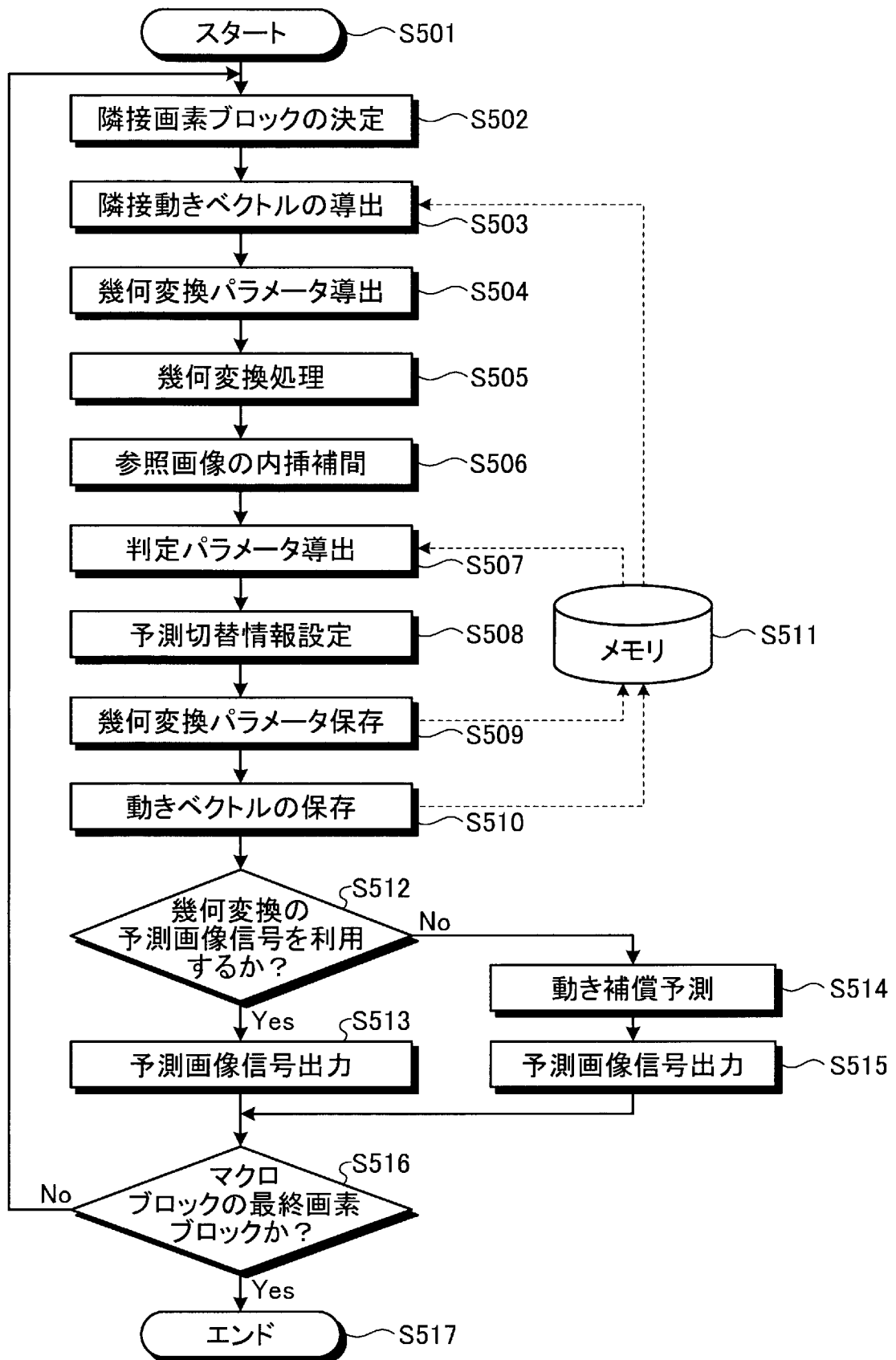
[図16]



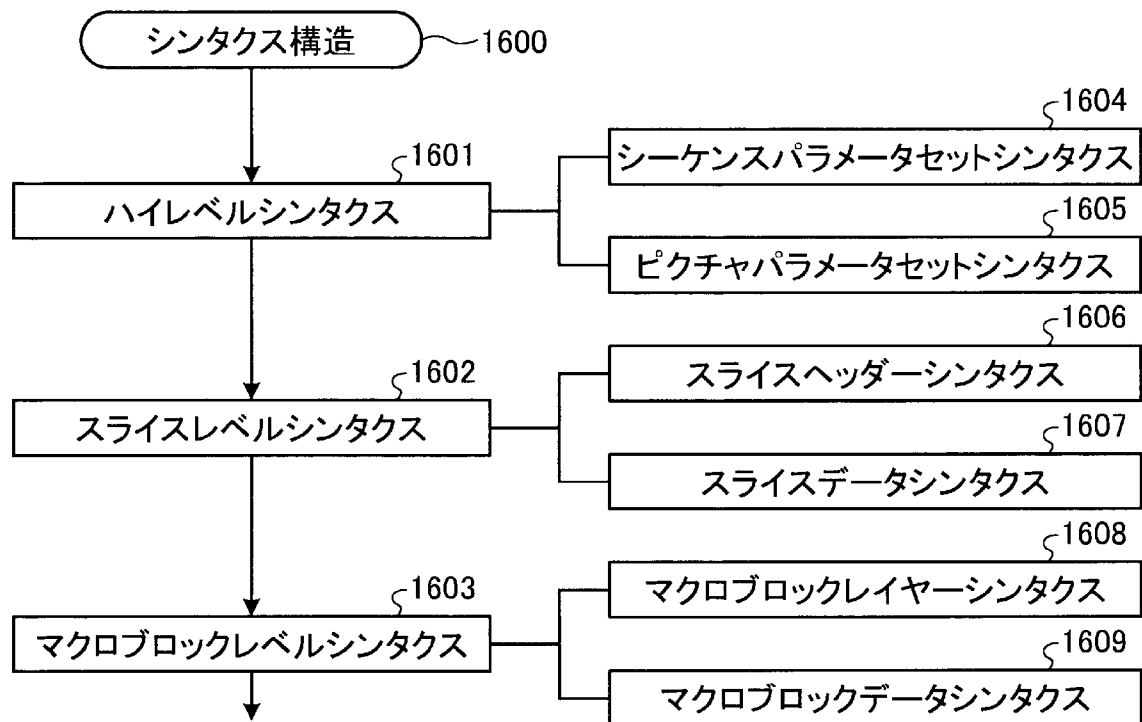
[図17]



[図18]



[図19]



[図20]

slice_header() {
...
slice_affine_motion_prediction_flag
...
}

[図21]

slice_data() {
...
do {
mb_skip_flag
if(mb_skip_flag && AvailAffineMode[CurrMbAddr])
mb_affine_motion_skip_flag
...
} while(end_of_mb)
...
}

[図22]

macroblock_layer() {
...
mb_type
...
mb_pred(mb_type)
...
sub_mb_pred(mb_type)
...
}

[図23]

mb_pred(mb_type) {
...
if(mb_type!=I_SLICE) {
...
for(mbPartIdx=0; mbPartIdx<NumMbPart(mb_type); mbPartIdx++)
if(AvailAffineModeMb[mbPartIdx][mb_type])
mb_affine_pred_flag[mbPartIdx]
...
}
...
}

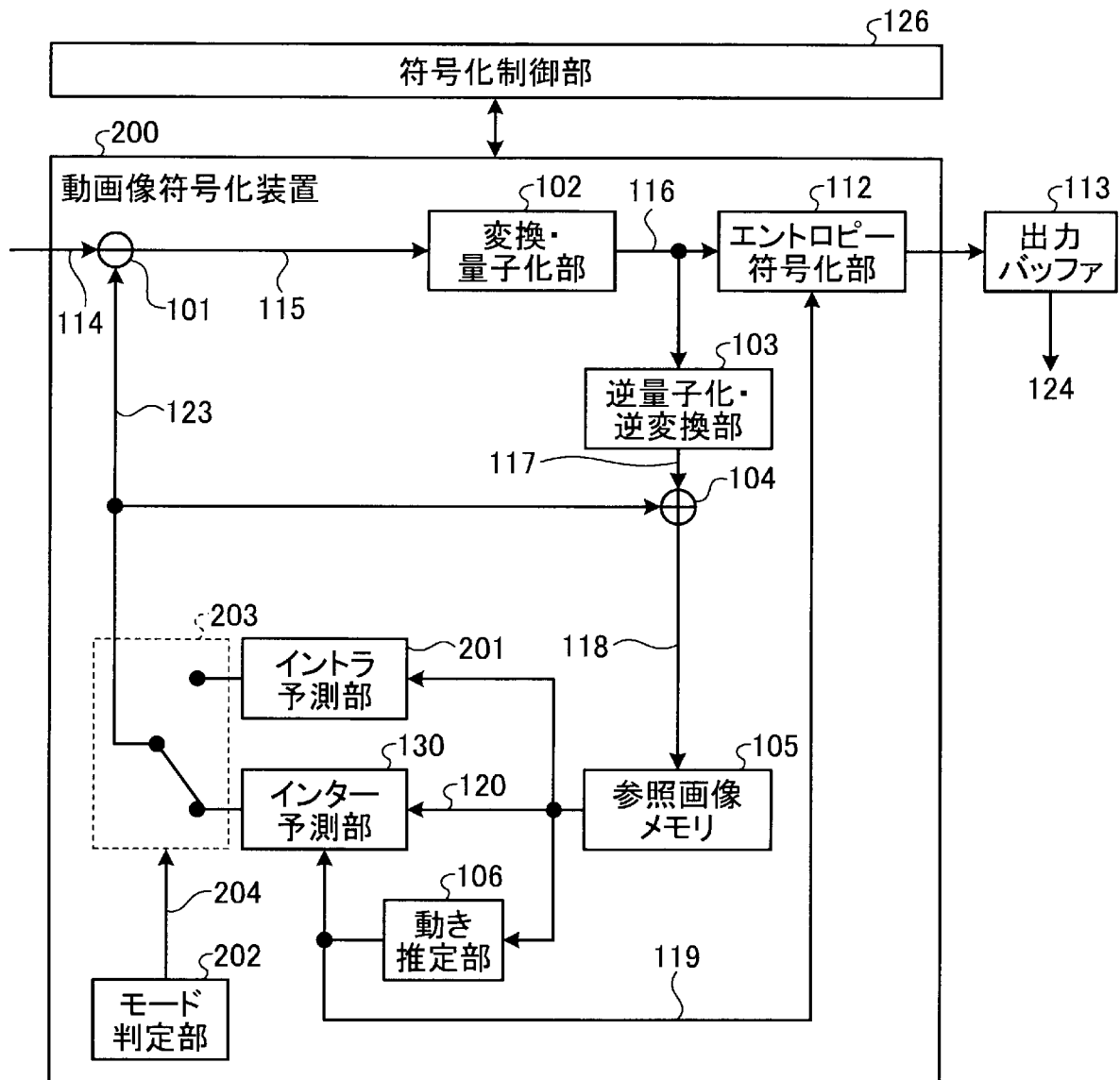
[図24]

sub_mb_pred(mb_type) {
...
if(mb_type!=I_SLICE) {
...
for(submbPartIdx=0; submbPartIdx<NumMbPart(mb_type); submbPartIdx++)
if(AvailAffineModeSubMb[submbPartIdx][mb_type])
mb_affine_pred_flag[submbPartIdx]
...
}
...
}

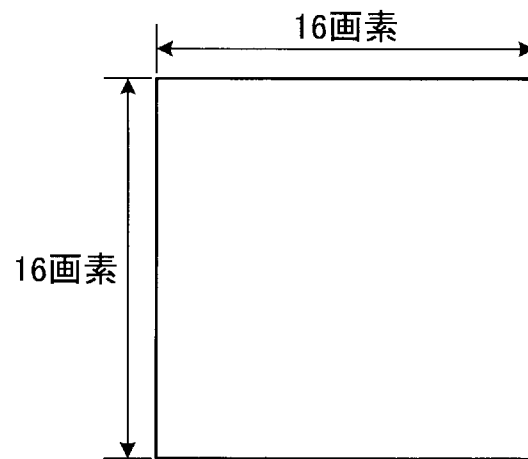
[図25]

macroblock_layer() {
...
mb_type
...
coded_block_pattern
...
mb_qp_delta
...
ref_idx_l0
...
ref_idx_l1
...
mv_l0
...
mv_l1
...
transform_8x8_flag
...
}

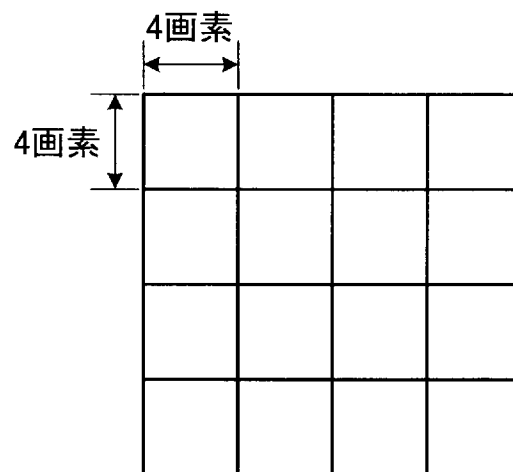
[図26]



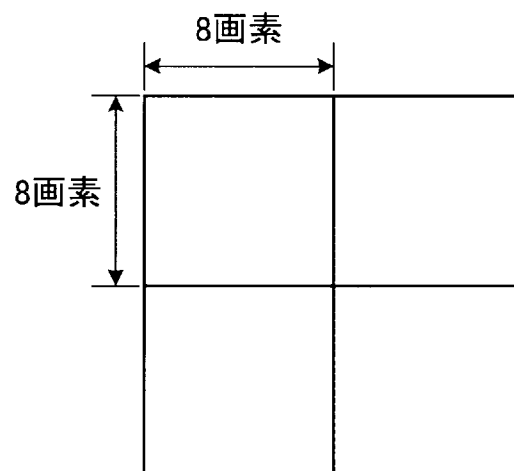
[図27A]



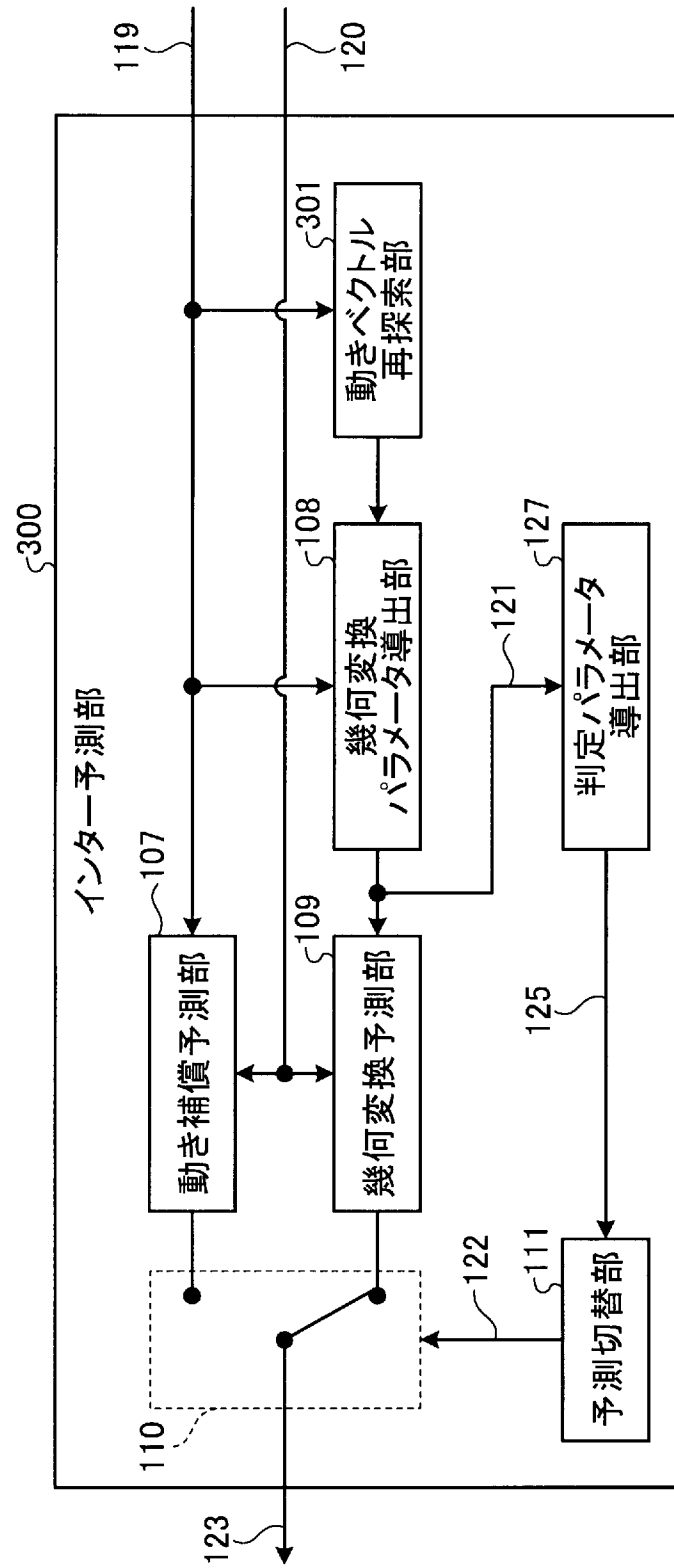
[図27B]



[図27C]



[図28]



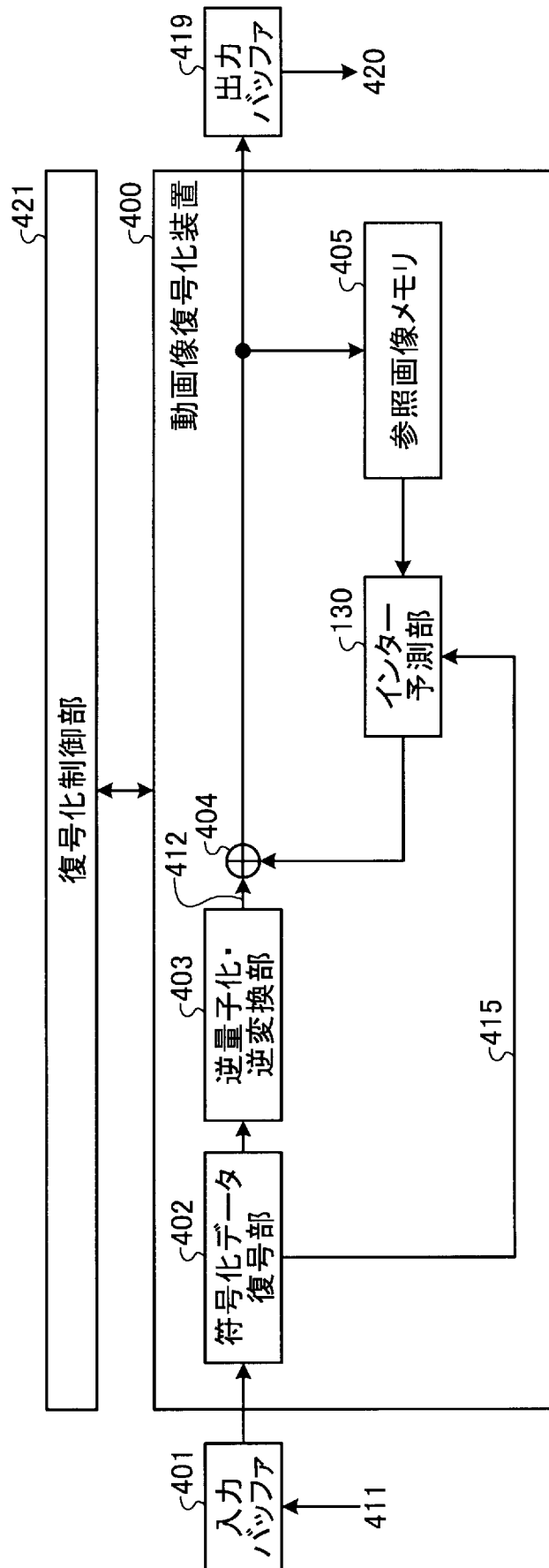
[図29]

mb_pred(mb_type) {
...
if(mb_type!=I_SLICE) {
...
for(mbPartIdx=0; mbPartIdx<NumMbPart(mb_type); mbPartIdx++)
if(MbPartPredMode(mb_type, mbPartIdx) !=Pred_L1){
for(compIdx=0; compIdx<2; compIdx++){
mvd_I0[mbPartIdx][compIdx]
if(AvailAffineModeSubMb[submbPartIdx][mb_type])
mvd_I0_affine[mbPartIdx][compIdx]
}
for(mbPartIdx=0; mbPartIdx<NumMbPart(mb_type); mbPartIdx++)
if(MbPartPredMode(mb_type, mbPartIdx) !=Pred_L0)
for(compIdx=0; compIdx<2; compIdx++){
mvd_I1[mbPartIdx][compIdx]
if(AvailAffineModeSubMb[submbPartIdx][mb_type])
mvd_I1_affine[mbPartIdx][compIdx]
}
...
}
...
}

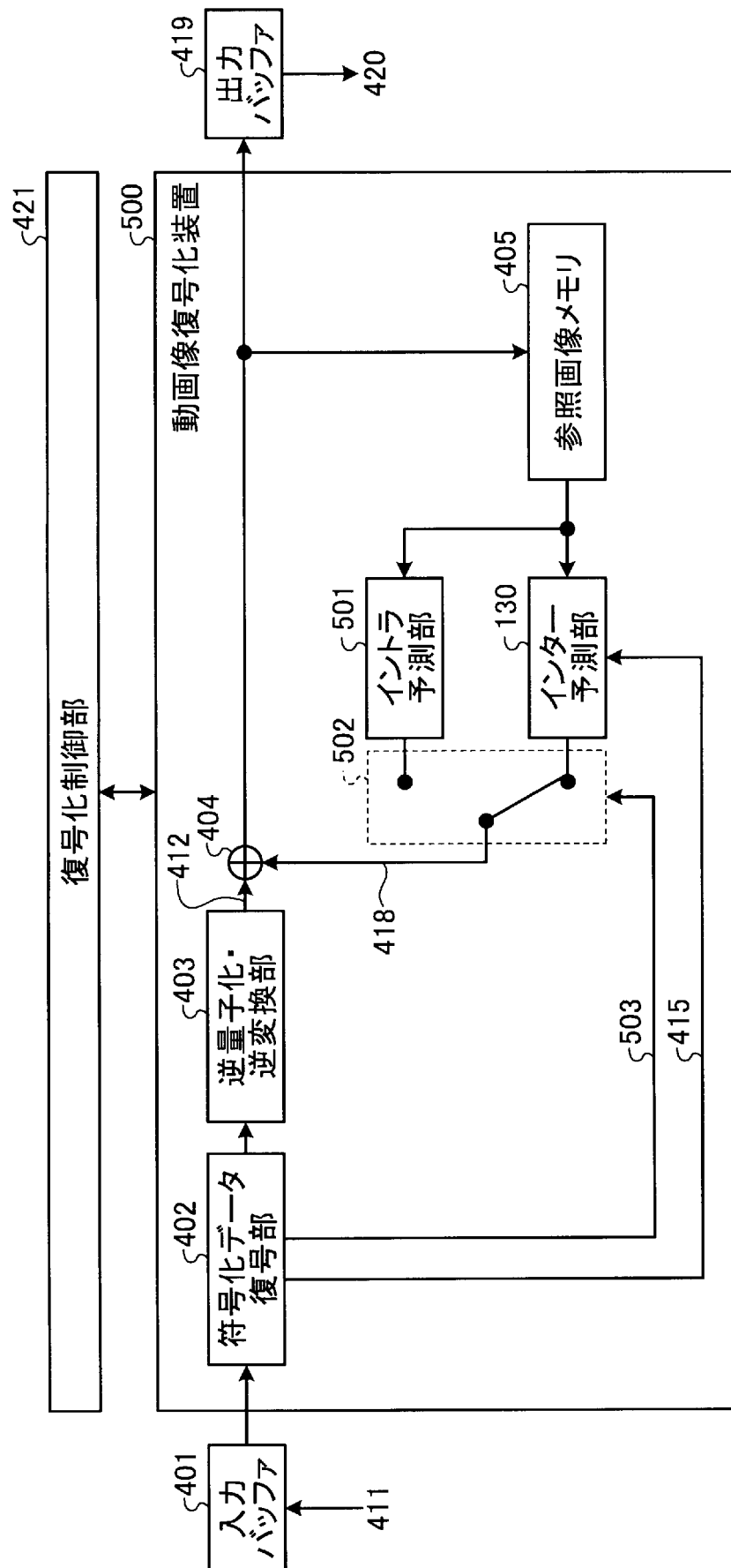
[図30]

sub_mb_pred(mb_type) {
...
if(mb_type!=I_SLICE) {
...
for(submbPartIdx=0; submbPartIdx<NumMbPart(mb_type); submbPartIdx++)
if(MbPartPredMode(mb_type, mbPartIdx) !=Pred_L1){
for(compIdx=0; compIdx<2; compIdx++){
mvd_I0[mbPartIdx][compIdx]
if(AvailAffineModeSubMb[submbPartIdx][mb_type])
mvd_I0_affine[submbPartIdx][compIdx]
}
for(submbPartIdx=0; submbPartIdx<NumMbPart(mb_type); submbPartIdx++)
if(MbPartPredMode(mb_type, mbPartIdx) !=Pred_L0){
for(compIdx=0; compIdx<2; compIdx++){
mvd_I1[mbPartIdx][compIdx]
if(AvailAffineModeSubMb[submbPartIdx][mb_type])
mvd_I1_affine[submbPartIdx][compIdx]
}
...
}
...
}

[図32]



[図33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/051903

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

H04N7/32, H04N7/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
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 2006-060840 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 March 2006 (02.03.2006), paragraphs [0117] to [0129], [0184] to [0194] & WO 1998/036576 A1 & EP 898427 A1 & CN 1217852 A & US 2002/0114392 A1 & JP 2004-88801 A	1-6
Y	JP 2007-510335 A (Canon Inc.), 19 April 2007 (19.04.2007), paragraphs [0019] to [0032] & US 7532768 B2 & WO 2005/045763 A1	2-3, 5-6



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

05 March, 2010 (05.03.10)

Date of mailing of the international search report

16 March, 2010 (16.03.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04N7/32(2006.01)i, H04N7/30(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. H04N7/32, H04N7/30			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 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 2006-060840 A（三菱電機株式会社）2006.03.02, 段落 [0117]-[0129], [0184]-[0194] & WO 1998/036576 A1 & EP 898427 A1 & CN 1217852 A & US 2002/0114392 A1 & JP 2004-88801 A		1-6
Y	JP 2007-510335 A（キヤノン株式会社）2007.04.19, 段落 [0019]-[0032] & US 7532768 B2 & WO 2005/045763 A1		2-3, 5-6
☐ 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 0 5 . 0 3 . 2 0 1 0		国際調査報告の発送日 1 6 . 0 3 . 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） 金田 孝之 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 1	5 C 3 1 4 4