

(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1月7日(07.01.2010)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2010/001614 A1

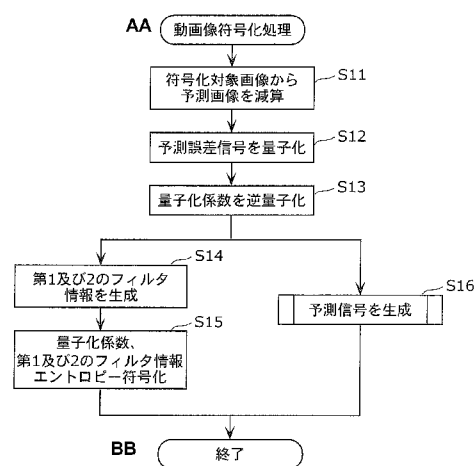
- (51) 国際特許分類:  
H04N 7/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/003086
- (22) 国際出願日: 2009年7月2日(02.07.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
08012036.3 2008年7月3日(03.07.2008) EP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): ナロスキマティアス(NARROSCHKE, Matthias). ウィットマン ステファン(WITTMANN, Steffen). ウェディ トーマス(WEDI, Thomas).
- (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
- (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, SV, SY, 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).

[続葉有]

(54) Title: VIDEO IMAGE ENCODING METHOD, VIDEO IMAGE DECODING METHOD, VIDEO IMAGE ENCODING APPARATUS, VIDEO IMAGE DECODING APPARATUS, PROGRAM AND INTEGRATED CIRCUIT

(54) 発明の名称: 動画像符号化方法、動画像復号方法、動画像符号化装置、動画像復号装置、プログラム、及び集積回路

[図38]



- AA video signal encoding
- S11 subtraction of prediction image from current image to be encoded
- S12 quantization of prediction error signal
- S13 inverse quantization of quantization coefficient
- S14 generation of first and second filter information
- S15 entropy encoding of quantization coefficient, and first and second filter information
- S16 prediction signal generated
- BB end

(57) Abstract: Disclosed is a video image encoding method. This method includes: a step (S16) for generating a prediction signal that predicts the signal to be encoded using another signal to be encoded that was encoded before the current signal to be encoded; a quantization step (S12) for generating a quantization coefficient by quantizing the prediction error obtained by subtracting the prediction signal from the current signal to be encoded; an inverse quantization step (S13) for generating a quantization prediction error signal by inverse quantization of the quantization coefficient; a filter information generating step (S14) for generating, from the prediction signal and quantization prediction error signal, first filter information using the statistical characteristics of the prediction signal only, and for generating second filter information using the statistical characteristics of the quantization prediction error signal only; and an entropy encoding step (S15) for generating an encoded signal by entropy encoding of the quantization coefficient generated in the quantization step, and the first and second filter information generated in the filter information generating step.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/001614 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

本発明に係る動画像符号化方法は、符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップ (S 1 6) と、符号化対象信号から予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化ステップ (S 1 2) と、量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化ステップ (S 1 3) と、予測信号及び量子化予測誤差信号のうち、予測信号のみの統計的特性に基づいて第 1 のフィルタ情報を生成すると共に、量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第 2 のフィルタ情報を生成するフィルタ情報生成ステップ (S 1 4) と、量子化ステップにおいて生成される量子化係数と、フィルタ情報生成ステップにおいて生成される第 1 及び第 2 のフィルタ情報とをエントロピー符号化して符号化信号を生成するエントロピー符号化ステップ (S 1 5) とを含む。

## 明 細 書

発明の名称：

動画像符号化方法、動画像復号方法、動画像符号化装置、動画像復号装置、プログラム、及び集積回路

### 技術分野

[0001] 本発明は、動画像符号化用フィルタに関し、特に、差分パルス符号変調における予測信号と量子化予測誤差信号とから再構築された信号に適用されるフィルタに関する。

### 背景技術

[0002] 動画像データを圧縮するために、複数の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] それらの規格の全てが、以下に示す複数のメインステージからなるハイブリッド動画像符号化に基づくものである。

(a) 独立した動画像フレームのそれぞれに対して、ブロックレベルでそのデータの圧縮をおこなうために、各動画像フレームを2次元の画素ブロックに分割するステージ

(b) 各ブロックに対して時空間予測方法を適用し、空間ドメインにおける予測誤差を周波数ドメインに変換することによって、時空間動画像情報を無相関化して係数を取得するステージ

(c) 得られた係数を量子化することによって、総データ量を削減するステージ

(d) 量子化係数と予測パラメータとを、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によって、残りのデータを圧縮するステージ

[0004] すなわち、最新の動画像符号化規格は、入力動画像シーケンスのブロックと符号化済みブロック（部分的に復号された画像）に基づく予測結果との差分

のみを伝送する差分パルス符号変調（DPCM）手法を採用している。このような動画像符号化規格に用いられうる予測方法の1つは、動き補償予測である。この予測方法においては、オブジェクトおよび／またはカメラの動きによってもたらされる画像の変位を記述するために、動画像データの各ブロックに対し、少なくとも1つの動きベクトルを特定する。特定された動きベクトルに基づいて、あるブロックの画像内容を、符号化済みブロックの画像内容から少なくともある程度は予測可能である。予測画像内容と実際の入力画像内容との差分は、予測誤差と呼ばれ、実際の入力画像の内容の代わりに、動きベクトルと共に符号化される。このようにして、「自然な」動画像シーケンスのほとんどについて、その符号化情報量を大幅に削減することが可能になる。

[0005] 図1は、H. 264/AVC規格にしたがった従来の動画像符号化装置を示す例示的なブロック図である。総体として動画像符号化装置は、動画像（入力信号）の符号化対象ブロックと、メモリ140に格納された符号化済みブロック（「部分的に復号された画像」）に基づいて取得された、当該符号化対象ブロックの予測信号との差分を求めるための減算器110を備える。したがって、メモリ140は、対象信号値とそれ以前の信号値から生成された予測信号の比較を可能にする遅延部として動作する。変換・量子化部120は、得られた予測誤差を空間ドメインから周波数ドメインに変換し、取得した係数を量子化する。エントロピー符号化部190は、量子化係数をエントロピー符号化する。

[0006] 部分復号画像は、動画像符号化装置に組み込まれた復号部によって提供される。復号部は、符号化ステップを逆の順序で実行する。逆量子化・逆変換部130は、量子化係数を逆量子化し、逆量子化係数に逆変換を適用する。加算器135において、部分復号画像を生成するために、復号誤差が予測信号に加算される。

[0007] 量子化によって、量子化ノイズが再構築動画像信号に重畳される。ブロック単位での符号化によって、重畳されたノイズはしばしばブロッキング特性

を有し、目障りとなる場合がある。ブロッキング特性を削減するため、各再構築マクロブロックに対しデブロッキングフィルタ 137 が適用される。デブロッキングフィルタ 137 は、予測信号と量子化予測誤差信号とが加算されたものである再構築信号に適用される。デブロック信号は復号信号であり、一般的には表示される。H. 264 / AVC におけるデブロッキングフィルタ 137 は、部分的に採用されうるものである。ブロッキングノイズの程度が高い場合、強いローパスフィルタが採用される。一方、ブロッキングノイズの程度が低い場合には、弱いローパスフィルタが採用される。ローパスフィルタの強度は、予測信号と量子化予測誤差信号とによって決まる。デブロッキングフィルタ 137 は、以下にあげる 2 つのメリットを有する。

- [0008] 1. ブロックのエッジが平滑化され、結果的に復号画像の主観的な画質が改善される。
- [0009] 2. フィルタリング済みマクロブロックが後続画像の動き補償予測に用いられるため、フィルタリングによって予測誤差が小さくなり、結果的に符号化効率が改善される。
- [0010] 画面内予測マクロブロックは、このような状況においては特殊なケースと言える。これらは、表示される前にフィルタリングされるが、画面内予測はフィルタリング前の再構築マクロブロックを用いて実施される。
- [0011] 4 つの係数を用いる線形デブロッキングフィルタを、垂直方向のブロック境界に対するデブロッキングの例としてあげる。このフィルタは、入力サンプル  $p_2$ 、 $p_1$ 、 $p_0$ 、 $q_0$ 、 $q_1$  および  $q_2$  に適用される。ここで、例えば、 $p_0$  および  $q_0$  は、当該ブロック境界において隣接する 2 つの画素であり、 $p_1$  および  $q_1$  は、 $p_0$  および  $q_0$  に隣接する画素である。フィルタ出力である  $p_{0, new}$  および  $q_{0, new}$  に関し、 $p_{0, new}$  は、 $p_{0, new} = (p_2 - (p_1 \ll 1) + (p_0 + q_0 + 1) \gg 1) \gg 1$  と定義され、 $q_{0, new}$  は、 $q_{0, new} = (q_2 - (q_1 \ll 1) + (q_0 + p_0 + 1) \gg 1) \gg 1$  と定義される。
- [0012] 動画像符号化装置に採用される予測タイプは、マクロブロックが「画面間」モードと「画面内」モードのうちのどちらで符号化されるかによって決ま

る。H. 264/AVC動画像符号化規格においては、「画面内」モードで、後続のマクロブロックを予測するために、同一画像内で符号化済みのマクロブロックに基づく予測方法を用いる。「画面間」モードでは、連続する複数フレームの同位置ブロック間で動き補償予測が採用される。

[0013] 画面内符号化画像（Iタイプ画像）だけは、復号済み画像を参照せずとも復号可能である。Iタイプ画像は、符号化動画像シーケンスにエラー耐性を備えさせる。さらに、ランダムアクセスを可能にするための、つまり、符号化動画像シーケンス内のIタイプ画像にアクセスするための、符号化データであるビットストリームへのエントリポイントとして、これらのIタイプ画像が提供される。画面内フレーム予測部150が行う処理である画面内モードと、動き補償予測部160が行う処理である画面間モードとの切り替えは、画面内/画面間スイッチ180によって制御される。

[0014] 「画面間」モードにおいては、動き補償予測を採用することによって、先行フレームの同位置ブロックからマクロブロックが予測される。この予測は、動き予測部170によってなされ、対象入力信号と部分復号画像とが受信される。動き予測によって、2次元の動きベクトルが求められ、対象ブロックと復号済みフレームの同位置ブロック間の変位を表す。予測された動きに基づき、動き補償予測部160は予測信号を提供する。

[0015] 予測精度を最適化するために、動きベクトルを、1/2画素解像度や1/4画素解像度などの小数画素解像度で求めてもよい。小数画素解像度の動きベクトルは、復号済みフレーム内の利用可能な画素値がない位置、つまり小数画素位置を指してもよい。よって、動き補償をおこなうためには、画素値の空間的補間が必要である。これは、補間フィルタ162によって達成される。小数画素位置の画素値を得るために、H. 264/AVC規格にしたがって、固定フィルタ係数を有する6タップ・ウィナー補間フィルタと双線形フィルタとが適用される。

[0016] 「画面内」符号化モードと「画面間」符号化モードの両方において、対象入力信号と予測信号間の差分が、変換・量子化部120によって変換され量

量子化されて、量子化係数が取得される。一般的には、2次元離散コサイン変換（DCT）などの直交変換またはその整数版が採用される。

[0017] 符号化データ量を削減するために、これらの係数は量子化される。量子化ステップは、精度とその精度で各量子化係数を符号化するために用いられるビット数とを指定する量子化テーブルによって制御される。通常、低周波成分は高周波数成分よりも画質にとって重要であるため、高周波数成分を符号化するために費やされるビット数よりも多いビット数が低周波成分を符号化するために費やされる。

[0018] 量子化後、量子化係数の2次元配列は、エントロピー符号化器に受け渡されるために1次元の列に変換されなければならない。この変換は、所定の順序でこの配列を走査することによってなされる。このようにして取得された1次元の量子化係数シーケンスは、エントロピー符号化部190によって可変長符号（VLC）を用いて圧縮符号化される。得られたビットストリームは、動き情報とともに多重化され、記憶媒体に格納されるか動画復号装置側に送信される。

[0019] 主観的な画質を改善するため、ポストフィルタと呼ばれるものを動画復号装置側で適用してもよい。H. 264/AVC規格によれば、付加拡張情報（SEI）メッセージを用いることによって、ポストフィルタ用のポストフィルタ情報を送信することができる。ポストフィルタ情報は、フィルタ係数そのものであってもよく、これらのフィルタ係数を求めるために用いることができる相互相関情報であってもよい。ポストフィルタ情報は、ポストフィルタ設計部138によって動画復号装置側で決定され、部分復号信号および原画入力信号と比較される。ポストフィルタ設計部138の出力は、符号化されて符号化信号へ挿入されるために、エントロピー符号化部190へも供給される。

[0020] 動画復号装置側で符号化画像を再構築するために、符号化プロセスが逆の順序で適用される。図2は、対応する動画復号装置の構成を説明する概略ブロック図である。

- [0021] 図2の動画像復号装置においては、まず、エントロピー復号部191において、係数と動きデータとがエントロピー復号される。このステップは、復号係数列を逆変換のために必要な2次元配列データに変換するための逆走査も含む。量子化係数の復号ブロックはその後、逆量子化・逆変換部121へ提供され、復号動きデータは、動き補償予測部160へ送信される。動きベクトルの実際の値によっては、動き補償予測をおこなうために画素値の補間が必要になる場合がある。この補間は、補間フィルタ162によって達成される。
- [0022] 逆変換結果は、空間ドメインにおける量子化予測誤差であり、加算器135によって加算されるが、画面間モードでは動き補償予測部160から生じる予測信号へ加算され、画面内モードでは画面内フレーム予測部150から生じる予測信号へ加算される。再構築画像は、デブロッキングフィルタ137を通して受け渡されてもよく、得られた復号信号は、画面内フレーム予測部150および動き補償予測部160に適用されるためにメモリ140に格納される。
- [0023] エントロピー復号部191は、符号化器によって特定されたポストフィルタの検索もおこなう。ポストフィルタ139は、画質をさらに改善する目的で、復号信号に適用されるポストフィルタを設定するためにこの情報を採用する。
- [0024] 上記従来のポストフィルタは、適応的フィルタ、すなわち、符号化対象動画像信号の特性に適応するフィルタの一例である。そのような適応的フィルタの実装形態の多くが、ウィナーフィルタ、つまり線形最適時間離散フィルタに基づくものである。ウィナーフィルタは、一般的に、付加ノイズを取り除くために適用される。動画像符号化においては、量子化エラーを、原動画像入力信号に重畳されたノイズであるとみなすことができる。
- [0025] ウィナーフィルタ手法のメリットの1つは、破損した信号（復号動画信号）の自己相関と、破損した信号と所望の信号（原動画像入力信号）との相互相関とに基づいてフィルタ係数を求めることができるということである。さ

らに詳しくは、 $R$ が破損信号の $M \times M$ の自己相関マトリクスを表し、 $p$ が破損信号と所望の信号間の $M \times 1$ の相互相関ベクトルを表すとき、ウィナーフィルタのフィルタ長は $M$ であり、最適なウィナーフィルタ係数 $w$ の $M \times 1$ ベクトルは、以下の式1を用いて表される。

[0026] [数1]

$$w = R^{-1} \cdot p \quad (\text{式1})$$

[0027] ここで、 $R^{-1}$ は、自己相関マトリクス $R$ の逆数である。

[0028] 例えば、引例欧州特許出願公開第1841230号公報（特許文献1）から、適応的フィルタを予測ループ内で適用することが知られている。例えば、デブロッキングフィルタ137を適用する前か適用する代わりに再構築信号に対して直接適応的フィルタを適用したり、デブロッキングフィルタの出力に対して適応的フィルタを適用したり、予測信号に対して適応的フィルタを適用したりする。従来の動画画像フィルタの目的は、平均2乗予測誤差および/または平均2乗再構築誤差を最小にするか、画像をデブロッキングするか、その両方により、主観的な画質を高めることである。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0029] 特許文献1：欧州特許出願公開第1841230号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0030] しかしながら、このフィルタリング形式は、予測信号と量子化予測誤差信号とが同一の統計的特性を有する場合にのみ有効である。予測信号と量子化予測誤差信号とが、例えば異なる重畳ノイズのような異なる統計的特性を有する場合は、そのような異なる統計的特性には対応できないことから当該フィルタ設計は不利である。

[0031] 予測信号と量子化予測誤差信号との統計的特性が異なる理由はいくつか考

えられる。第1に、量子化ノイズは量子化ステップ中に予測誤差に対してのみ重畳されるが、ある時点における予測信号そのものに対しては重畳されない。予測信号は、異なる時点の量子化ノイズを含む場合があり、ゆえに異なる統計的特性を有する場合がある。第2に、動き補償予測におけるブロックのエッジは、予測誤差符号化におけるブロックのエッジとは異なる場合があり、量子化予測誤差信号と比較して予測信号においてはブロッキング特性が異なる。

[0032] 本発明の目的は、符号化効率を改善する動画像符号化方法および対応する装置を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0033] 本発明の一形態に係る動画像符号化方法は、動画像を構成する符号化対象信号を符号化する。具体的には、前記符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、前記符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップと、前記符号化対象信号から前記予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化ステップと、前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化ステップと、前記予測信号及び前記量子化予測誤差信号のうち、前記予測信号のみの統計的特性に基づいて第1のフィルタ情報を生成すると共に、前記量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第2のフィルタ情報を生成するフィルタ情報生成ステップと、前記量子化ステップにおいて生成される前記量子化係数と、前記フィルタ情報生成ステップにおいて生成される前記第1及び第2のフィルタ情報とをエントロピー符号化して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む。

[0034] 上記構成によれば、予測信号及び量子化予測誤差信号それぞれに重畳されるノイズを個別に除去することができる。その結果、符号化効率を改善することができる。

[0035] また、前記フィルタ情報生成ステップでは、前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理して得られるフィルタリング済み予測信

号、及び前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理して得られるフィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して得られる再構築信号と、前記符号化対象信号との差分が最小化されるように、前記第1及び第2のフィルタ情報を生成してもよい。これにより、復号画像の主観的な画質を向上させることができる。

[0036] また、前記予測信号生成ステップは、前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して再構築信号を生成するフィルタリングステップと、前記再構築信号に基づいて、前記符号化対象信号より後に符号化される他の符号化対象信号を予測した第2の予測信号を生成する予測信号生成ステップとを含んでもよい。上記構成のように、第1及び第2のフィルタ情報をループフィルタに適用してもよい。

[0037] 一実施形態として、前記フィルタリングステップでは、前記再構築信号のブロック歪みを減少させるデブロック処理をする。他の実施形態として、前記フィルタリングステップでは、動き補償予測に先立って行われる補間フィルタリング処理をする。

[0038] また、前記フィルタ情報生成ステップでは、前記予測信号と前記量子化予測誤差信号とを加算して得られる再構築信号の統計的特性に基づいて第3のフィルタ情報を生成する。そして、前記エントロピー符号化ステップでは、前記量子化予測誤差信号と、前記第1、第2、及び第3のフィルタ情報とをエントロピー符号化して前記符号化信号を生成してもよい。上記構成のように、第1及び第2のフィルタ情報に加えて、従来のポストフィルタに利用される第3のフィルタ情報をも生成してもよい。

[0039] 本発明の一形態に係る動画像復号方法は、動画像を構成する符号化信号を復号して復号信号を生成する。具体的には、前記符号化信号をエントロピー

復号して量子化係数と、第1及び第2のフィルタ情報とを取得するエンロピー復号ステップと、前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化ステップと、前記符号化信号より前に復号された他の符号化信号に基づいて、前記復号信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップと、前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して前記復号信号を生成するフィルタリングステップを含む。

[0040] 上記構成によれば、予測信号及び量子化予測誤差信号それぞれに重畳されるノイズを個別に除去することができるので、主観的な画質を向上させることができる。

[0041] また、前記予測信号生成ステップは、前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して再構築信号を生成するフィルタリングステップと、前記再構築信号に基づいて、前記符号化信号より後に復号される他の復号信号を予測した第2の予測信号を生成する予測信号生成ステップとを含んでもよい。上記構成のように、第1及び第2のフィルタ情報は、ポストフィルタに限らず、ループフィルタに適用することもできる。

[0042] 本発明の一形態に係る動画像符号化装置は、動画像を構成する符号化対象信号を符号化する。具体的には、前記符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、前記符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成部と、前記符号化対象信号から前記予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化部と、前記量

量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化部と、前記予測信号及び前記量子化予測誤差信号のうち、前記予測信号のみの統計的特性に基づいて第1のフィルタ情報を生成すると共に、前記量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第2のフィルタ情報を生成するフィルタ情報生成部と、前記量子化部で生成される前記量子化係数と、前記フィルタ情報生成部で生成される前記第1及び第2のフィルタ情報とをエントロピー符号化して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。

[0043] 本発明の一形態に係る動画復号装置は、動画を構成する符号化信号を復号して復号信号を生成する。具体的には、前記符号化信号をエントロピー復号して量子化係数と、第1及び第2のフィルタ情報とを取得するエントロピー復号部と、前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化部と、前記符号化信号より前に復号された他の符号化信号に基づいて、前記復号信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成部と、前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して前記復号信号を生成するフィルタリング部とを備える。

[0044] 本発明の一形態に係るプログラムは、コンピュータに、動画を構成する符号化対象信号を符号化させる。具体的には、前記符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、前記符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップと、前記符号化対象信号から前記予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化ステップと、前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化ステップと、前記予測信号及び前記量子化予測誤差信号のうち、前記予測信号のみの統計的特性に基づいて第1のフィルタ情報を生成すると共に、前記量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第2のフィ

ルタ情報を生成するフィルタ情報生成ステップと、前記量子化ステップにおいて生成される前記量子化係数と、前記フィルタ情報生成ステップにおいて生成される前記第1及び第2のフィルタ情報とをエントロピー符号化して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む。

[0045] 本発明の一形態に係るプログラムは、コンピュータに、動画像を構成する符号化信号を復号して復号信号を生成させる。具体的には、前記符号化信号をエントロピー復号して量子化係数と、第1及び第2のフィルタ情報とを取得するエントロピー復号ステップと、前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化ステップと、前記符号化信号より前に復号された他の符号化信号に基づいて、前記復号信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップと、前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して前記復号信号を生成するフィルタリングステップを含む。

[0046] 本発明の一形態に係る集積回路は、動画像を構成する符号化対象信号を符号化する。具体的には、前記符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、前記符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成部と、前記符号化対象信号から前記予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化部と、前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化部と、前記予測信号及び前記量子化予測誤差信号のうち、前記予測信号のみの統計的特性に基づいて第1のフィルタ情報を生成すると共に、前記量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第2のフィルタ情報を生成するフィルタ情報生成部と、前記量子化部で生成される前記量子化係数と、前記フィルタ情報生成部で生成される前記第1及び第2のフィルタ情報とをエントロピー符号化して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。

- [0047] 本発明の一形態に係る集積回路は、動画像を構成する符号化信号を復号して復号信号を生成する。具体的には、前記符号化信号をエントロピー復号して量子化係数と、第1及び第2のフィルタ情報とを取得するエントロピー復号部と、前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化部と、前記符号化信号より前に復号された他の符号化信号に基づいて、前記復号信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成部と、前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して前記復号信号を生成するフィルタリング部とを備える。
- [0048] なお、本発明は、動画像符号化方法（装置）及び動画像復号方法（装置）として実現できるだけでなく、これらの機能を実現する集積回路として実現したり、そのような機能をコンピュータに実行させるプログラムとして実現したりすることもできる。そして、そのようなプログラムは、CD-ROM等の記録媒体及びインターネット等の伝送媒体を介して流通させることができるのは言うまでもない。
- [0049] これらは、独立請求項に記載した特徴によって達成される。
- [0050] 好ましい実施の形態は、従属請求項の主題である。
- [0051] 本発明特有の手法は、再構築信号に対して動作する従来の適応的フィルタに代えて、予測信号と量子化予測誤差信号に対して動作し、入力信号それぞれの統計的特性に対し個別に適応させた2つのフィルタを用いるものである。
- [0052] 本発明の1態様として、動画像信号の符号化方法を提供する。当該方法は、差分パルス符号変調に基づくものであり、以下のステップからなる。すなわち、符号化対象動画像信号から予測信号と誤差信号とを求めるステップと、予測信号の統計的特性に適応させた第1フィルタを示す第1フィルタ情報とを取得するステップと、誤差信号の統計的特性に適応させた第2フィルタを

示す第2フィルタ情報を取得するステップと、第1フィルタ情報と第2フィルタ情報とを符号化するステップである。

[0053] 本発明の他の態様として、動画像信号の復号方法を提供する。当該方法は、差分パルス符号変調に基づくものであり、以下のステップからなる。すなわち、予測信号と誤差信号とを取得するステップと、予測信号と誤差信号とから再構築信号を求めるステップと、第1フィルタ情報と第2フィルタ情報とを復号するステップと、第1フィルタ情報と第2フィルタ情報とにしたがって、第1フィルタと第2フィルタとをそれぞれ設定するステップと、第1フィルタと第2フィルタとを用いて、予測信号と誤差信号とをそれぞれフィルタリングするステップである。ここで、再構築信号は、フィルタリング済み予測信号とフィルタリング済み誤差信号とを加算することによって求められる。

[0054] 本発明の他の態様として、動画像信号の符号化装置を提供する。当該装置は、符号化対象動画像信号から予測信号と誤差信号とを求める差分パルス符号変調部と、予測信号の統計的特性に適応させた第1フィルタを示す第1フィルタ情報を取得し、誤差信号の統計的特性に適応させた第2フィルタを示す第2フィルタ情報を取得するフィルタ設計部と、第1フィルタ情報と第2フィルタ情報とを符号化する符号化器からなる。

[0055] 本発明の他の態様として、動画像信号の復号装置を提供する。当該装置は、差分パルス符号変調に基づくものであり、以下の構成要素からなる。すなわち、予測信号と誤差信号とを取得し、取得した予測信号と誤差信号とから再構築信号を求める再構築部と、第1フィルタ情報と第2フィルタ情報とを復号する復号器と、予測信号をフィルタリングするための第1フィルタ情報にしたがって設定された第1フィルタと、誤差信号をフィルタリングするための第2フィルタ情報にしたがって設定された第2フィルタである。ここで、再構築部は、フィルタリング済み予測信号とフィルタリング済み誤差信号とを加算することによって再構築信号を求める。

[0056] 符号化方法および装置の好ましい実施形態において、第1フィルタ情報と

第2フィルタ情報とは、(a) 符号化対象動画像信号、及び(b) 第1フィルタによってフィルタリングされた予測信号と、第2フィルタによってフィルタリングされた誤差信号とが加算されたものである再構築信号、の差分を示す測定値を最小にすることによって取得される。

[0057] 符号化方法および装置の他の好ましい実施形態において、第1フィルタ情報は、予測信号と符号化対象動画像信号それぞれの統計的特性を分析することによって取得され、第2フィルタ情報は、誤差信号と符号化対象動画像信号それぞれの統計的特性を分析することによって取得される。符号化方法または符号化装置の他の好ましい実施形態において、予測信号と、誤差信号と、復号信号とに対し動作する本発明のポストフィルタを用いるポストフィルタリングに本発明を適用する。この目的で、予測信号と誤差信号とが加算され、所定のフィルタが加算結果に適用され、所定のフィルタを適用するステップで得られた信号の統計的特性に適應させた第3のフィルタを示す第3フィルタ情報を取得し、この第3フィルタ情報も符号化する。所定のフィルタはデブロッキングフィルタであることが好ましい。

[0058] 復号方法または復号装置の対応する好ましい実施形態において、予測信号と誤差信号とが加算され、この加算結果に対し所定のフィルタが適用され、第3フィルタ情報が復号され、この第3フィルタ情報にしたがって第3フィルタが設定され、その第3フィルタが所定のフィルタの出力信号に適用される。ここで、再構築信号は、フィルタリング済み予測信号と、フィルタリング済み誤差信号と、第3フィルタの出力信号とを加算することによって求められる。

[0059] 符号化方法または符号化装置の他の好ましい実施形態において、予測信号と、誤差信号と、従来のポストフィルタの出力信号とに対し動作する本発明のポストフィルタを用いるポストフィルタリングに本発明を適用する。この目的で、予測信号と誤差信号とが加算され、この加算ステップの結果に対し所定のフィルタが適用され、所定のフィルタを適用するステップで得られた信号の統計的特性に基づいたポストフィルタ情報を取得し、このポストフィ

ルタ情報にしたがってポストフィルタを設定し、このポストフィルタを所定のフィルタを適用するステップで得られた信号に適用し、ポストフィルタを適用するステップで得られた信号の統計的特性に適応させた第3フィルタを示す第3フィルタ情報を取得し、この第3フィルタ情報とポストフィルタ情報とを符号化する。

- [0060] 復号方法または復号装置の対応する好ましい実施形態において、予測信号と誤差信号とが加算され、この加算結果に対し所定のフィルタが適用され、ポストフィルタ情報と第3フィルタ情報とが復号され、このポストフィルタ情報と第3フィルタ情報とにしたがってポストフィルタと第3フィルタとがそれぞれ設定され、ポストフィルタが所定のフィルタの出力信号に適用され、第3フィルタがポストフィルタの出力信号に適用される。ここで、再構築信号は、フィルタリング済み予測信号と、フィルタリング済み誤差信号と、第3フィルタの出力信号とを加算することによって求められる。
- [0061] 符号化および復号方法または符号化および復号装置の好ましい実施形態において、本発明はループフィルタとして適用される。この目的で、フィルタリング済み予測信号とフィルタリング済み誤差信号を加算し、この加算結果を遅延させる。ここで、予測信号は、遅延結果から取得される。
- [0062] 符号化および復号方法または符号化および復号装置の他の好ましい実施形態において、本発明は、小数精度の動き補償予測のための適応的補間フィルタリングに適用される。この目的で、予測信号を遅延させ、遅延予測信号に第1フィルタを適用し、誤差信号を遅延させ、遅延誤差信号に第2フィルタを適用し、フィルタリング済み遅延予測信号とフィルタリング済み遅延誤差信号とを加算してこの加算結果から予測信号を取得する。
- [0063] 第1フィルタ情報は第1フィルタのフィルタ係数からなり、第2フィルタ情報は第2フィルタのフィルタ係数からなり、第3フィルタ情報は第3フィルタのフィルタ係数からなることが好ましい。これにより、復号器の演算負荷を削減することができる。なぜなら、復号器はさらなる演算をおこなわずともこれらのフィルタを容易に設定することができるからである。

[0064] 第1フィルタ情報は予測信号の統計的特性を指定し、第2フィルタ情報は誤差信号の統計的特性を指定することが好ましい。これにより、符号化器の演算負荷を削減することができる。なぜなら、復号器が、符号化器によって決定された統計的特性にしたがって、これらのフィルタを設定するからである。さらに、復号器は、ニーズに応じてフィルタを適応させる柔軟性に富む。

[0065] この第1フィルタと第2フィルタとは、ウィナーフィルタであることが好ましい。ウィナーフィルタは、入力信号の統計的特性と所望の出力信号の統計的特性とに基づいて容易に求められる最適な線形フィルタの例としてよく研究されている。

### 発明の効果

[0066] 本発明によれば、予測信号と量子化予測誤差信号とは、フィルタプロセスにおいて個別に検討される。その結果、予測誤差および／または再構築誤差を削減でき、結果的に、符号化効率を改善することができる。

### 図面の簡単な説明

[0067] [図1] 図1は、従来の動画像符号化装置を示すブロック図である。

[図2] 図2は、従来の動画像復号装置を示すブロック図である。

[図3A] 図3Aは、本発明の第1の実施形態に係る動画像符号化装置を示すブロック図である。

[図3B] 図3Bは、図3Aに示される動画像符号化装置の動作を示すフローチャートである。

[図4A] 図4Aは、本発明の第1の実施形態に係る動画像復号装置を示すブロック図である。

[図4B] 図4Bは、図4Aに示される動画像復号装置の動作を示すフローチャートである。

[図5] 図5は、本発明の第2の実施形態に係る動画像符号化装置を示すブロック図である。

[図6] 図6は、本発明の第2の実施形態に係る動画像復号装置を示すブロック

図である。

[図7] 図7は、本発明の第3の実施形態に係る動画像符号化装置を示すブロック図である。

[図8] 図8は、本発明の第3の実施形態に係る動画像復号装置を示すブロック図である。

[図9] 図9は、本発明の第4の実施形態に係る動画像符号化装置を示すブロック図である。

[図10] 図10は、本発明の第4の実施形態に係る動画像復号装置を示すブロック図である。

[図11A] 図11Aは、MPEGテストシーケンスのレート歪み曲線の一例を示す図である。

[図11B] 図11Bは、MPEGテストシーケンスのレート歪み曲線の他の例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0068] H. 264/AVC規格は、特定のポストフィルタ方法（ポストフィルタのためのヒントとしてのSEIメッセージ）にしたがった動画像復号装置へポストフィルタのためのヒントを送信する可能性と共に、2種類のフィルタ方法（補間フィルタおよびデブロッキングフィルタ）を指定する。以下に述べる本発明の実施形態は、本発明を適用することによって上記3つの方法のそれぞれを改善する方法を示す。

[0069] （第1の実施形態）

図3Aは、本発明の第1の実施形態に係る動画像符号化装置100を示すブロック図である。図3Bは、図3Aの動画像符号化装置100の動作を示すフローチャートである。図3Aのブロック図は、図1に示される従来の動画像符号化装置に類似しており、同様の要素には同様の参照符号が付されている。類似要素については、詳細な説明を省略する。

[0070] 図3Aに示される動画像符号化装置100は、減算器110と、変換・量子化部120と、逆量子化・逆変換部130と、ポストフィルタ設計部（フ

ィルタ情報生成部) 138' と、エントロピー符号化部 190 と、予測信号生成部 200 とを備える。この動画像符号化装置 100 は、動画像を構成する符号化対象信号を符号化して符号化信号を出力する。

[0071] 減算器 110 は、符号化対象信号から予測信号を減算して予測誤差信号を生成する (S 11)。変換・量子化部 120 は、予測誤差を量子化して量子化係数を生成する (S 12)。逆量子化・逆変換部 130 は、量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する (S 13)。ポストフィルタ設計部 138' は、符号化対象信号及び予測信号に基づいて第 1 のフィルタ情報を、符号化対象信号及び量子化予測誤差信号に基づいて第 2 のフィルタ情報を生成する (S 14)。そして、第 1 及び第 2 のフィルタ情報を含むポストフィルタ情報を出力する。エントロピー符号化部 190 は、量子化係数、ポストフィルタ情報、及び後述する動きデータをエントロピー符号化して符号化信号を生成する (S 15)。予測信号生成部 200 は、符号化対象信号 (入力信号) より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、当該符号化対象信号を予測した予測信号を生成する (S 16)。

[0072] なお、予測信号生成部 200 は、加算器 135、デブロッキングフィルタ 137、メモリ 140、画面内フレーム予測部 150、動き補償予測部 160、補間フィルタ 162、動き予測部 170、及び画面内/画面間スイッチ 180 で構成される。この予測信号生成部 200 は、減算器 110 を出発点とするループを形成する。そこで、予測信号生成部 200 に含まれるフィルタ (デブロッキングフィルタ 137、補間フィルタ 162 等) は、ループフィルタとも呼ばれる。

[0073] 図 3 B の予測信号生成処理 (S 16) の詳細を説明する。加算器 135 は、量子化予測誤差信号と予測信号とを加算して再構築信号を生成する。デブロッキングフィルタ 137 は、再構築信号からブロック歪みを除去して復号信号を生成する。メモリ 140 は、復号信号を一時記憶する遅延器として機能する。画面内フレーム予測部 150 は、復号信号を画面内予測して予測信号を生成する。補間フィルタ 162 は、動き補償予測に先立って復号信号の

画素値を空間的に補間する。動き予測部 170 は、復号信号と次の符号化対象信号とに基づいて動き予測を行い、動きデータを生成する。動き補償予測部 160 は、復号信号と動きデータとに基づいて動き補償予測を行い、予測信号を生成する。画面内／画面間スイッチ 180 は、予測モードとして「画面内」モード及び「画面間」モードのいずれかを選択する。そして、画面内／画面間スイッチ 180 から出力される予測信号は、次の符号化対象信号を予測した信号となる。

[0074] 本発明の第 1 の実施形態に係る動画像符号化装置 100 は、ポストフィルタ設計部 138' の構成において、従来の動画像符号化装置と異なる。従来のポストフィルタ設計部 138 とは対照的に、この新規なポストフィルタ設計部 138' は、符号化対象信号に加え、予測信号と量子化予測誤差信号とを受信する。このようにして、この新規なポストフィルタ設計部 138' は、予測信号と量子化予測誤差信号とをフィルタリングするために最適なフィルタ情報を求める際に、予測信号および量子化予測誤差信号のそれぞれ異なる統計的特性を考慮に入れてもよい。

[0075] 詳細には、新規なポストフィルタ設計部 138' は、予測信号と量子化予測誤差信号とのそれぞれに対して最適なフィルタ情報を決定するために、量子化予測誤差信号と入力信号との相互相関関数と同様に、予測信号および量子化予測誤差信号それぞれの自己相関関数と、予測信号及び量子化予測誤差信号の相互相関関数とを演算してもよい。つまり、新規なポストフィルタ設計部 138' は、符号化対象信号及び新規なポストフィルタ 139' の出力間の差分、つまり平均 2 乗誤差を最小にするフィルタ情報を決定するために、ウィナー手法を適用してもよい。決定結果は、ポストフィルタ情報としてエントロピー符号化部 190 に供給され、符号化信号に挿入される。ポストフィルタ情報は、これら 2 つのフィルタそれぞれに対するフィルタ係数集合と、自己相関マトリクス係数および相互相関ベクトルと、動画像復号装置 101 が適切なフィルタを設定できるようにするためのその他の情報とからなる。なお、ここで、これらの信号と入力信号との相互相関関数が送信されさ

えすれば良いように、予測信号および量子化予測誤差信号の自己相関関数は、動画復号装置 101 側で演算されてもよい。

[0076] 具体例として、新規なポストフィルタ 139' のフィルタ係数の演算方法を以下に詳細に示す。

[0077] 新規なポストフィルタ 139' の出力を、以下の式 2 で表してもよい。

[0078] [数2]

$$s' = \sum_{i=1}^M w_i \cdot p_i + \sum_{i=1}^N w_{M+i} \cdot e_i \tag{式 2}$$

[0079] ここで、 $w_1, \dots, w_M$  は、 $M$  予測サンプル  $p_1, \dots, p_M$  に適用した第 1 のフィルタ 139-1 の  $M$  フィルタ係数であり、 $w_{M+1}, \dots, w_{M+N}$  は、量子化予測信号の  $N$  予測サンプル  $e_1, \dots, e_N$  に適用した第 2 のフィルタ 139-2 の  $N$  フィルタ係数である。

[0080] 所望の信号  $s$  とポストフィルタ信号  $s'$  との間の平均 2 乗誤差を最小にするフィルタ係数を、ウィナー H o p f 方程式を応用して、以下の式 3 によって求めることができる。

[0081] [数3]

$$\begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_M \\ w_{M+1} \\ \vdots \\ w_{M+N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E[p_1 p_1] & \dots & E[p_1 p_M] & E[p_1 e_1] & \dots & E[p_1 e_N] \\ \vdots & & & & & \vdots \\ E[p_M p_1] & \dots & E[p_M p_M] & E[p_M e_1] & \dots & E[p_M e_N] \\ E[e_1 p_1] & \dots & E[e_1 p_M] & E[e_1 e_1] & \dots & E[e_1 e_N] \\ \vdots & & & & & \vdots \\ E[e_N p_1] & \dots & E[e_N p_M] & E[e_N e_1] & \dots & E[e_N e_N] \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} E[p_1 s] \\ \vdots \\ E[p_M s] \\ E[e_1 s] \\ \vdots \\ E[e_N s] \end{pmatrix} \tag{式 3}$$

[0082] ここで、 $E[\cdot]$  は推定値を表す。よって、フィルタ係数  $w_1, \dots, w_{M+N}$  は、予測信号の自己相関と、量子化予測誤差信号の自己相関と、予測信号と量子化予測誤差信号との相互相関と、予測信号と所望の信号との相互相関と、量子化予測誤差信号と所望の信号との相互相関とによって求められる。予測信号の統計的特性と量子化予測誤差信号の統計的特性とが関連していない

場合、上述の式 3 はブロック対角行列式であり、後述する第 1 及び第 2 のフィルタ 139-1、139-2 のフィルタ情報数は、予測信号（量子化予測誤差信号）の自己相関と、予測信号（量子化予測誤差信号）と所望の信号との相互相関のみによって求められる。

[0083] 上記の式 3 に従えば、 $p$  及び  $e$  という 2 つの統計的な性質の異なる信号に応じてノイズを最小とするフィルタ係数を導出できる。特に、相関が無いと仮定してフィルタ導出の演算量を削減することも可能である（ $p$  と  $e$  とを分離しない従来のフィルタよりも高性能であることに留意）。または、相関を反映させて、式 3 のままでフィルタ係数を導出することにより、最大のノイズ軽減性能を得ることもできる。

[0084] 本発明は、上述のフィルタ係数演算方法に限られるものではない。フィルタリング済み信号及び所望の信号間の差分を示す所定の測定値を最小にするフィルタ係数を求めるために、数値的最適化を代わりにおこなってもよい。所定の測定値とは、例えば、重み付き画素の差分絶対値和からなるものであってもよい。ここでは、出力におけるブロッキングアーチファクトを削減するため、ブロック境界に近い位置にある画素の重みを、ブロックの中央に位置する画素よりも重くする。

[0085] 好ましい実施形態において、新規なポストフィルタ設計部 138' は、復号信号、つまりデブロッキングフィルタ 137 の出力を、入力（図 3 A の点線を参照）として受信してもよい。このようにして、新規なポストフィルタ設計部 138' は、復号信号および入力信号それぞれの統計的特性にしたがって、後述する第 3 のフィルタ 139-3 用のフィルタ情報を求めてもよい。このフィルタ情報は、復号信号および量子化予測誤差信号用のフィルタ情報と共に動画復号装置 101 へも伝達される。よって、動画復号装置 101 は、後に図 4 A に関し詳細に説明されるように、復号信号に対し直接的に動作する第 3 フィルタ 139-3 を設定してもよい。

[0086] 好ましい実施形態において、新規なポストフィルタ 139' の出力を、式 2 に類似した以下の式 4 として表してもよい。

[0087] [数4]

$$s' = \sum_{i=1}^M w_i \cdot p_i + \sum_{i=1}^N w_{M+i} \cdot e_i + \sum_{i=1}^L w_{M+N+i} \cdot d_i \tag{式4}$$

[0088] ここで、 $w_{M+N+1}, \dots, w_{M+N+L}$ は、復号信号のLサンプル $d_1, \dots, d_L$ に適用された第3フィルタ139-3のLフィルタ係数である。

[0089] 上記と同様に、所望の信号sとフィルタリング済み信号s'間の平均2乗誤差を最小にするフィルタ係数を、以下の式5によって求めることができる。

[0090] [数5]

$$\begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_M \\ w_{M+1} \\ \vdots \\ w_{M+N} \\ w_{M+N+1} \\ \vdots \\ w_{M+N+L} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E[p_i p_j] & E[p_i e_j] & E[p_i d_j] \\ E[e_i p_j] & E[e_i e_j] & E[e_i d_j] \\ E[d_i p_j] & E[d_i e_j] & E[d_i d_j] \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} E[p_1 s] \\ \vdots \\ E[p_M s] \\ E[e_1 s] \\ \vdots \\ E[e_N s] \\ E[d_1 s] \\ \vdots \\ E[d_N s] \end{pmatrix} \tag{式5}$$

[0091] ここで、 $E[x_i y_j]$ はxとyとの相互相関項からなるサブマトリクスを表す。

[0092] 図4Aは、本発明の第1の実施形態に係る動画復号装置101を示すブロック図である。図4Bは、図4Aの動画復号装置101の動作を示すフローチャートである。図4Aのブロック図は、図2に示される従来の動画復号装置に類似しており、同様の要素には同様の参照符号が付されている。類似要素については、詳細な説明を省略する。

[0093] 図4Aに示される動画復号装置101は、エントロピー復号部191と、逆量子化・逆変換部121と、加算器135と、デブロッキングフィルタ137と、メモリ140と、画面内フレーム予測部150と、動き補償予測部160と、補間フィルタ162と、画面内/画面間スイッチ180と、ポ

ストフィルタ 139' とを備える。この動画復号装置 101 は、図 3A に示される動画符号化装置 100 で符号化された符号化信号を復号して復号信号を生成する。なお、図 3A に示される動画符号化装置 100 と共通の機能ブロックには、同一の参照番号を付し、詳しい説明を省略する。

[0094] エントロピー復号部 191 は、動画符号化装置 100 から出力された符号化信号（入力信号）をエントロピー復号して、量子化係数、ポストフィルタ情報、及び動きデータを取得する（S21）。逆量子化・逆変換部 121 は、量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する（S22）。ポストフィルタ 139' は、ポストフィルタ情報に基づいて、予測信号及び量子化予測誤差信号それぞれにフィルタ処理を適用する（S23）。具体的には、第 1 のフィルタ情報に基づいて予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成する第 1 のフィルタ 139-1 と、第 2 のフィルタ情報に基づいて量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成する第 2 のフィルタ 139-2 と、フィルタリング済み予測信号とフィルタリング済み量子化予測誤差信号とを加算して復号信号を生成する加算器 139-0 とを備える。一方、予測信号生成部 200' は、復号信号に基づいて、次に復号される復号信号を予測した予測信号を生成する（S24）。

[0095] 予測信号生成部 200' は、加算器 135、デブロッキングフィルタ 137、メモリ 140、画面内フレーム予測部 150、動き補償予測部 160、補間フィルタ 162、及び画面内／画面間スイッチ 180 を備える。図 3A に示される予測信号生成部 200 との相違点は、動き予測部 170 を省略して、動きデータをエントロピー復号部 191 から取得する点である。

[0096] 本発明の第 1 の実施形態に係る動画復号装置 101 は、ポストフィルタ 139 の構成において、従来の動画復号装置と異なる。新規な処理フィルタ 139' は、以下に示す少なくとも 2 つの独立したフィルタからなる。1 つ目は、画面内フレーム予測部 150 または動き補償予測部 160 からの出力である予測信号をフィルタリングする第 1 のフィルタ 139-1 であり、

2つ目は、逆量子化・逆変換部121からの出力である量子化予測誤差信号をフィルタリングする第2のフィルタ139-2である。これらのフィルタの出力は、加算器139-0によって結合され、動画像復号装置101の最終出力信号として提供される。

[0097] 従来のポストフィルタ139と同様に、新規なポストフィルタ139'は、エントロピー復号部191による入力信号から導かれたポストフィルタ情報を受信する。従来の動画像復号装置と対照的に、ポストフィルタ情報は、少なくとも2つのフィルタ、つまり、予測信号用の第1のフィルタ139-1と、量子化予測誤差信号用の第2のフィルタ139-2とを設定するために採用される。

[0098] 図4Aの点線で示されるように、新規なポストフィルタ139'は、デブロッキングフィルタ137によって出力された復号信号に対して動作する第3のフィルタ139-3を備えてもよい。第1及び第2のフィルタ139-1、139-2の場合と同様に、エントロピー復号部191によって与えられたフィルタ情報、つまり、復号信号と動画像符号化装置100側で特定された入力信号との統計的特性にしたがって、第3のフィルタ139-3を設定してもよい。

[0099] 図3Aの動画像符号化装置100に関して説明されたように、ポストフィルタ情報は、各フィルタのフィルタ係数集合と、関連する自己相関マトリクス係数と、相互相関ベクトルと、動画像復号装置101が適切なフィルタを設定できるようにするためのその他の情報とから構成されてもよい。

[0100] 本発明の第1の実施形態にしたがって、復号動画像情報のポストフィルタリングは、予測信号と、量子化予測誤差信号と、任意であるがデブロッキングフィルタの出力とに対して動作する、少なくとも2つの独立した最適化フィルタを用いておこなわれる。動画像復号装置101の最終的な出力信号を生成するために、第1及び第2のフィルタ193-1、193-2の出力は加算される。また、第3のフィルタ193-3をさらに設ける場合には、第1及び第2のフィルタ193-1、193-2の出力の加算結果と、第3の

フィルタ 193-3 の出力とを平均化するようにしてもよい。このようにして、各フィルタを、動作する信号の統計的特性に適応させてもよい。これにより、再構築信号のみに対し動作する単一のフィルタを用いる場合よりも効率的に、再構築誤差を削減することができる。

[0101] (第2の実施形態)

図5は、本発明の第2の実施形態に係る動画像符号化装置100を示すブロック図である。図5のブロック図は、図3Aに示される動画像符号化装置に類似しており、同様の要素には同様の参照符号が付されている。類似要素については、詳細な説明を省略する。

[0102] 本発明の第2の実施形態に係る動画像符号化装置100は、ポストフィルタ139と追加的な第2のポストフィルタ設計部138'を備える点で、従来の動画像符号化装置と異なる。また、第1のポストフィルタ設計部138及びポストフィルタ139を備える点で、図3Aに示される動画像符号化装置100と異なる。さらに、第2のポストフィルタ設計部138'は、図3Aに示されるポストフィルタ設計部138'の機能に加えて、ポストフィルタ139の出力信号の統計的特性に基づいて第3のフィルタ情報を生成する。

[0103] 従来の動画像符号化装置と同様に、図5の第1のポストフィルタ設計部138は、動画像復号装置101のデブロッキングフィルタ137によって出力された復号信号に適用される第1のポストフィルタ139に最適なフィルタ情報を決定する。ポストフィルタ139は、本実施の形態2にしたがった動画像符号化装置100の一部でもある。このポストフィルタ139の出力は、予測信号と、量子化予測誤差信号と、入力信号とを入力として受信する追加的な第2のポストフィルタ設計部138'へ供給される。入力信号の統計的特性に基づき、追加的な第2のポストフィルタ設計部138'は、予測信号と、量子化予測誤差信号と、ポストフィルタ139の出力信号とに対してそれぞれ動作する3つの独立したフィルタ用のフィルタ情報を特定する。よって、特定されたフィルタ情報は、エントロピー符号化部190に供給さ

れ、符号化信号に挿入される。

[0104] より詳細には、追加的な第2のポストフィルタ設計部138'は、予測信号と、量子化予測誤差信号と、ポストフィルタ139からの出力信号とのそれぞれに対して最適なフィルタ情報を決定するために、それらの信号と入力信号との相互相関関数と同様に、予測信号と、量子化予測誤差信号と、ポストフィルタ139からの出力信号それぞれの自己相関関数を演算してもよい。決定結果は、追加的なポストフィルタ情報としてエントロピー符号化部190に供給され、符号化信号に挿入される。ポストフィルタ情報は、これら3つのフィルタそれぞれに対するフィルタ係数集合と、自己相関マトリクス係数と相互相関ベクトルと、動画復号装置101が適切なフィルタを設定できるようにするためのその他の情報とから構成されてもよい。なお、ここで、これらの信号と入力信号との相互相関関数が送信されさえすればよいように、予測信号と、量子化予測誤差信号と、ポストフィルタ139からの出力信号それぞれの自己相関関数は、動画復号装置101側で演算されてもよい。

[0105] 図6は、本発明の第2の実施形態に係る動画復号装置101を示すブロック図である。図6のブロック図は、図4Aに示される動画復号装置101に類似しており、同様の要素には同様の参照符号が付されている。類似要素については、詳細な説明を省略する。

[0106] 本発明の第2の実施形態に係る動画復号装置101は、予測信号と、量子化予測誤差信号と、第1のポストフィルタ139からの出力信号とを入力として受信する追加的な第2のポストフィルタ139'を備える点で、従来の動画復号装置と異なる。また、第1のポストフィルタ139を備える点で、図4Aに示される動画復号装置101と異なる。

[0107] 追加的な第2のポストフィルタ139'は、以下に示す3つの独立したフィルタからなる。1つ目は、画面内フレーム予測部150または動き補償予測部160からの出力である予測信号をフィルタリングする第1のフィルタ139-1であり、2つ目は、逆量子化・逆変換部121からの出力である

量子化予測誤差信号をフィルタリングする第2のフィルタ139-2であり、3つ目は、第1のポストフィルタ139からの出力であるポストフィルタ信号をフィルタリングする第3のフィルタ139-3である。そして、第1及び第2のフィルタ139-1、139-2の出力の加算結果と、第3のフィルタ139-3の出力とが平均化され、復号装置101の最終出力信号として提供される。

[0108] 図5の動画像符号化装置100に関して説明されたように、ポストフィルタ情報は、各フィルタのフィルタ係数集合と、関連する自己相関マトリクス係数と、相互相関ベクトルと、復号装置が適切なフィルタを設定できるようにするためのその他の情報とから構成されてもよい。

[0109] 本発明の第2の実施形態にしたがって、復号動画像情報のポストフィルタリングは、予測信号と、量子化予測誤差信号と、(従来の)ポストフィルタの出力とに対して動作する、個別または同時に最適化されたフィルタを用いておこなわれる。動画像復号装置101の最終的な出力信号を生成するために、これら別個のフィルタの出力は加算される。各フィルタを、動作する信号の統計的特性に適応させてもよい。このようにして、再構築信号のみに対し動作する単一のフィルタを用いる場合よりも効率的に、再構築誤差を削減することができる。さらに、本実施形態の動画像符号化装置100によって生成される符号化信号は、追加的なポストフィルタ情報を単に無視する可能性がある従来の動画像復号装置に適合する。しかしながら、追加的なポストフィルタリングを認識した動画像復号装置101は、画質をさらに改善するために、追加的なポストフィルタを設定するための情報を採用する場合もある。

[0110] (第3の実施形態)

図7は、本発明の第3の実施形態に係る動画像符号化装置100を示すブロック図である。図7のブロック図は、図3Aに示される動画像符号化装置100に類似しており、同様の要素には同様の参照符号が付されている。類似要素については、詳細な説明を省略する。

- [0111] 本発明の第3の実施形態に係る動画像符号化装置100は、加算器135とデブロッキングフィルタ137とに代えて新規なループフィルタ137'と対応する新規なループフィルタ設計部138''とを備える点で、従来の動画像符号化装置及び図3Aに示される動画像符号化装置100と異なる。ただし、図3Aに示されるポストフィルタ設計部138'と図7に示されるループフィルタ設計部138''とは、生成したフィルタ情報がポストフィルタ139'で使用されるかループフィルタ137'で使用されるかが異なるものの、フィルタ情報の生成処理自体は共通する。
- [0112] 新規なループフィルタ設計部138''は、入力信号と、予測信号と、量子化予測誤差信号とを、入力として受信する。第1の実施形態の新規なポストフィルタ設計部138'と同様に、新規なループフィルタ設計部138''は、入力信号の統計的特性を分析し、新規なループフィルタ情報を、新規なループフィルタ137'とエントロピー符号化部190とに入力する。
- [0113] 新規なループフィルタ137'は、予測信号に対し動作する第1のフィルタ137-1と、量子化予測誤差信号に対し動作する第2のフィルタ137-2と、これらのフィルタ信号を加算するための加算器137-0とからなる。第1のフィルタ137-1と第2のフィルタ137-2とは、上記実施形態に関して説明されたように、新規なループフィルタ設計部138''から受信した新規なループフィルタ情報にしたがって設定される。
- [0114] より詳細には、第1のフィルタ137-1と第2のフィルタ137-2とを、符号化対象信号と新規なループフィルタ137'の出力である再構築信号との間の、平均2乗誤差などの差分測定値が最小になるように最適化してもよい。
- [0115] 新規なループフィルタ137'が、適切なループフィルタ（あるブロック内の全画素に対して両方のフィルタが動作するもの）として動作するか、デブロッキングフィルタ（特にブロック境界に近い位置にある画素に対して両方のフィルタが集中的に動作するもの）として動作するかは、第1及び第2のフィルタ137-1、137-2をどのように設定するかによって決まる

。特に前者のケースでは、動画像符号化装置 100 は、従来のデブロッキングフィルタ（図示しない）を追加的に備えてもよい。このデブロッキングフィルタは、新規なループフィルタ 137' から入力を受信し、その出力を記憶部 140 とポストフィルタ設計部 138 とに出力するものである。

[0116] 図 8 は、本発明の第 3 の実施形態に係る動画像復号装置 101 を示すブロック図である。図 8 のブロック図は、図 4 A に示される動画像復号装置 101 に類似しており、同様の要素には同様の参照符号が付されている。類似要素については、詳細な説明を省略する。

[0117] 本発明の第 3 の実施形態に係る動画像復号装置 101 は、加算器 135 および従来のデブロッキングフィルタ 137 に代わる新規なループフィルタ 137' を備える点で、従来の動画像復号装置及び図 4 A に示される動画像復号装置 101 と異なる。

[0118] 新規なループフィルタ 137' の構成は、図 7 に示される対応する動画像符号化装置 100 の構成と同一である。より詳細には、新規なループフィルタ 137' は、予測信号に対し動作する第 1 のフィルタ 137-1 と、量子化予測誤差信号に対し動作する第 2 のフィルタ 137-2 と、それらのフィルタリング済み信号を加算するための加算器 137-0 とからなる。第 1 のフィルタ 137-1 と第 2 のフィルタ 137-2 とは、上記実施形態に関し説明されたように、エントロピー復号部 191 から受信した新規なループフィルタ情報にしたがって設定される。第 3 の実施の形態の動画像符号化装置 100 について既に説明したように、動画像復号装置 101 の新規なループフィルタ 137' は、従来のデブロッキングフィルタ（図示しない）に後続させてもよい。

[0119] 本発明の第 3 の実施形態にしたがって、予測信号及び量子化予測誤差信号それぞれに対し動作する、同時または個別に最適化された 2 つのフィルタからなる適応的なループフィルタ 137' が提供される。このようにして、ループフィルタ 137' は、これらの信号のそれぞれ異なる統計的特性を考慮してもよい。これにより、再構築信号のみに対し動作する単一のフィルタを

用いる場合よりも効率的に、再構築誤差を削減することができる。さらに、再構築誤差の削減により、符号化効率が改善される。

[0120] (第4の実施形態)

図9は、本発明の第4の実施形態に係る動画像符号化装置100を示すブロック図である。図9のブロック図は、図3Aに示される動画像符号化装置100に類似しており、同様の要素には同様の参照符号が付されている。類似要素については、詳細な説明を省略する。

[0121] 第4の実施形態においては、本発明は、動き補償予測用の適応的補間フィルタリングに適用される。本実施形態に係る動画像符号化装置100は、以下の点において従来の動画像符号化装置及び図3Aに示される動画像符号化装置100と異なる。すなわち、補間フィルタ162に代えて新規なループフィルタおよび設計部162'を備え、また、予測信号と量子化予測誤差信号とに対して別々にデブロッキングをおこなうために2つのデブロッキングフィルタ137、137'を備えるだけでなく、予測信号と量子化予測誤差信号とを別々に格納するために2つの記憶部140、140'をも備える点で相違する。

[0122] また、量子化予測誤差の動的範囲は、通常、予測信号の動的範囲よりも大きいいため、量子化予測誤差を格納するためのメモリ140'は、予測信号を格納するためのメモリ140よりも高いビット深度を有してもよい。ビット深度を低くするには、量子化予測誤差信号の動的範囲を縮小することが有益である場合もある。量子化予測信号に対し追加的な量子化をおこなえば、それも可能である。

[0123] 図9の新規なループフィルタおよび設計部162'は、記憶部140が遅延させた予測信号に対し動作する第1のフィルタ162-1と、記憶部140'が遅延させた量子化誤差信号に対し動作する第2のフィルタ162-2と、これら2つのフィルタ信号を加算するための加算器162-0とからなる。上述のように、加算器162-0の出力と所望の信号間とで測定距離が最小となるように、第1および第2のフィルタ162-1、162-2は最

適化される。動き補償予測の場合、所望の信号は、異なる時点における入力信号である。最適化プロセスの結果は、新たな補間フィルタ情報としてエントロピー符号化部190に供給され、出力信号として挿入される。

[0124] 図10は、本発明の第4の実施形態に係る動画復号装置101を示すブロック図である。図10のブロック図は、図4Aに示される動画復号装置101に類似しており、同様の要素には同様の参照符号が付されている。類似要素については、詳細な説明を省略する。

[0125] 本発明の第4の実施形態に係る動画復号装置101は、以下の点において従来の動画復号装置及び図4Aに示される動画復号装置101と異なる。すなわち、補間フィルタ162に代えて新規なループフィルタ162'を備え、また、予測信号と量子化予測誤差信号とに対して別々にデブロッキングをおこなうために2つのデブロッキングフィルタ137、137'を備えるだけでなく、予測信号と量子化予測誤差信号とを別々に格納するために2つの記憶部140、140'を備える点で相違する。

[0126] 図9に示す、対応する動画符号化装置100の構成と同様に、新規なループフィルタ162'を備える動画復号装置101は、予測信号に対して動作する第1のフィルタ162-1と、量子化予測誤差信号に対して動作する第2のフィルタ162-2と、これらのフィルタリング済み信号を加算するための加算器162-0とを備える。第1および第2のフィルタ162-1、162-2は、上記実施形態に関し説明されたように、エントロピー復号部191から受信した新規な補間フィルタ情報にしたがって設定される。

[0127] 本発明の第4の実施形態において、小数画素精度で動き補償予測をおこなうための適応的な補間フィルタが提供される。本発明のループフィルタ162'は、(遅延された)予測信号と(遅延された)量子化予測信号に対してそれぞれ動作する、同時または個別に最適化された2つのフィルタからなる。このようにして、ループフィルタ162'は、これらの信号のそれぞれ異なる統計的特性を考慮してもよい。これにより、(遅延された)復号信

号のみに対し動作する従来の適応的な補間フィルタ 162 を用いる場合よりも効率的に、予測誤差を削減することができる。したがって、符号化効率を同様に改善することができる。

[0128] 図 11A 及び図 11B は、本発明の効果を説明する、2 種類の MPEG テストシーケンスのレート歪み曲線を示す。これらのレート歪み曲線は、 $M=N=L=1$  の追加的ポストフィルタを備える第 1 の実施形態に基づくものである。図 11A 及び図 11B それぞれにおいて、2 種類の MPEG テストシーケンスのビットレートに対する輝度成分である  $Y-PSNR$  がグラフ上の点で表されている。本発明の方法は、 $5 \times 5$  の係数を有する、非分離型の 2 次元ウィナーポストフィルタを用いる H. 264 / AVC と比較される。画面内符号化を、比較のために適用する。0.3 dB までの  $Y-PSNR$  の増加を、本発明において観察することができる。

[0129] 本発明の上述の実施形態において、本発明の動画像フィルタは、予測信号と量子化予測誤差信号とに対しそれぞれ動作するフィルタからなる。しかしながら、予測信号と、誤差信号と、再構築信号（予測信号と誤差信号とが加算されたもの）との集合から選択された各信号ペアは、線形独立である。よって、再構築信号と量子化予測誤差信号との組み合わせ、及び再構築信号と予測信号との組み合わせのいずれかに対し、本発明を適用してもよい。

[0130] また、本発明は、フィルタが固定的か適応的かによって限定されるものではない。本発明のフィルタ方法におけるフィルタはいずれも、固定的フィルタまたは適応的フィルタを含んでもよい。適応的フィルタの場合、例えば係数のようなフィルタ情報は、符号化され、補助情報として動画像復号装置へ送信される。H. 264 / AVC 符号化方法においては、例えば係数のようなフィルタ情報は、スライスヘッダか、ピクチャパラメタセットかシーケンスパラメタセットに挿入されて送信される。適応的ポストフィルタ方法を実施するために、ポストフィルタ情報を、付加拡張情報 (SEI) として動画像復号装置へ送信することもできる。

[0131] なお、動画像と非動画像つまりオーディオデータの符号化方法を含む差分

パルス符号変調に基づく従来の符号化方法のいずれに対しても、本発明を適用することができる。さらに、H. 264/AVCの空間的スケーラブル動画像符号化方法に対し本発明を適用してもよい。H. 264/AVCにおける当該方法においては、予測信号と量子化予測誤差信号とからなる、低空間解像度の再構築画像は、フィルタによってアップサンプルされ補間されて、高空間解像度の画像となる。空間的スケーラブル動画像符号化においては、例えば各信号の異なるフィルタ係数によって、予測信号と量子化予測誤差信号とを別々に検討することができる。また、高周波モデリングにおいて本発明を適用することもできる。その場合、本発明は、フィルタリングや、より高次の統計的特性を調整する目的で、予測信号及び量子化予測誤差信号それぞれの統計的特性を活用することを可能にする。

[0132] さらに、本発明は、ウィナーフィルタに限られるものではない。ポルテラ級数展開に基づく非線形適応的フィルタなど他の適応的フィルタや、破損信号と所望の信号間の平均2乗誤差以外の測定値を最適化するフィルタなどに対し、本発明を適用してもよい。

[0133] 最後に、本発明の多様な実施形態を組み合わせてもよい。例えば、2つの個別に最適化されたフィルタを第1の実施形態にしたがったポストフィルタリングに採用しつつ、他の2つの個別に最適化されたフィルタを第3の実施形態にしたがったループフィルタとして採用してもよい。他の実施形態を同様に組み合わせることも可能である。

[0134] 要約すると、本発明は、差分パルス符号変調に基づく動画像符号化における最適フィルタに関する。本発明における手法は、予測信号と誤差信号の加算結果である再構築信号に対し動作する単一のフィルタではなく、予測信号と量子化予測誤差信号とに対しそれぞれ独立的に動作する2つのフィルタを提供することである。このように予測信号と誤差信号のそれぞれ異なる統計的特性を考慮することによって、予測誤差および/または再構築誤差を削減でき、結果的に、符号化効率を改善することができる。

[0135] (その他変形例)

なお、本発明を上記各実施の形態 1～4に基づいて説明してきたが、本発明は、上記の各実施の形態 1～4に限定されないのはもちろんである。以下のような場合も本発明に含まれる。

- [0136] 上記の各装置は、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、ハードディスクユニット、ディスプレイユニット、キーボード、マウスなどから構成されるコンピュータシステムである。前記RAMまたはハードディスクユニットには、コンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、各装置は、その機能を達成する。ここでコンピュータプログラムは、所定の機能を達成するために、コンピュータに対する指令を示す命令コードが複数個組み合わされて構成されたものである。
- [0137] 上記の各装置を構成する構成要素の一部または全部は、1個のシステムLSI (Large Scale Integration: 大規模集積回路) から構成されているとしてもよい。システムLSIは、複数の構成要素部を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、RAMなどを含んで構成されるコンピュータシステムである。前記RAMには、コンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、システムLSIは、その機能を達成する。
- [0138] 上記の各装置を構成する構成要素の一部または全部は、各装置に脱着可能なICカードまたは単体のモジュールから構成されているとしてもよい。前記ICカードまたは前記モジュールは、マイクロプロセッサ、ROM、RAMなどから構成されるコンピュータシステムである。前記ICカードまたは前記モジュールは、上記の超多機能LSIを含むとしてもよい。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、前記ICカードまたは前記モジュールは、その機能を達成する。このICカードまたはこのモジュールは、耐タンパ性を有するとしてもよい。
- [0139] 本発明は、上記に示す方法であるとしてもよい。また、これらの方法をコ

ンピュータにより実現するコンピュータプログラムであるとしてもよいし、前記コンピュータプログラムからなるデジタル信号であるとしてもよい。

[0140] また、本発明は、前記コンピュータプログラムまたは前記デジタル信号をコンピュータ読み取り可能な記録媒体、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD-ROM、MO、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、BD（Blue-ray Disc）、半導体メモリなどに記録したものであるとしてもよい。また、これらの記録媒体に記録されている前記デジタル信号であるとしてもよい。

[0141] また、本発明は、前記コンピュータプログラムまたは前記デジタル信号を、電気通信回線、無線または有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク、データ放送等を経由して伝送するものとしてもよい。

[0142] また、本発明は、マイクロプロセッサとメモリを備えたコンピュータシステムであって、前記メモリは、上記コンピュータプログラムを記憶しており、前記マイクロプロセッサは、前記コンピュータプログラムにしたがって動作するものとしてもよい。

[0143] また、前記プログラムまたは前記デジタル信号を前記記録媒体に記録して移送することにより、または前記プログラムまたは前記デジタル信号を前記ネットワーク等を経由して移送することにより、独立した他のコンピュータシステムにより実施するものとしてもよい。

[0144] 上記実施の形態及び上記変形例をそれぞれ組み合わせるものとしてもよい。

[0145] 以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示した実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変形を加えることが可能である。

### 産業上の利用可能性

[0146] 本発明は、動画像符号化方法（装置）及び動画像復号方法（装置）に有利に利用される。

### 符号の説明

[0147]	1 0 0	動画像符号化装置
	1 0 1	動画像復号装置
	1 1 0	減算器
	1 2 0	変換・量子化部
	1 2 1, 1 3 0	逆量子化・逆変換部
	1 3 5, 1 3 5', 1 3 7-0, 1 3 9-0, 1 6 2-0	加算器
	1 3 7, 1 3 7''	デブロッキングフィルタ
	1 3 7', 1 6 2''	ループフィルタ
	1 3 7-1, 1 3 7-2, 1 3 9-1, 1 3 9-2, 1 3 9-3, 1 6 2-1, 1 6 2-2	フィルタ
	1 3 8, 1 3 8'	ポストフィルタ設計部
	1 3 8''	ループフィルタ設計部
	1 3 9, 1 3 9'	ポストフィルタ
	1 4 0, 1 4 0'	メモリ
	1 5 0	画面内フレーム予測部
	1 6 0	動き補償予測部
	1 6 2	補間フィルタ
	1 6 2'	ループフィルタおよび設計部
	1 7 0	動き予測部
	1 8 0	画面内／画面間スイッチ
	1 9 0	エントロピー符号化部
	1 9 1	エントロピー復号部
	2 0 0, 2 0 0'	予測信号生成部

## 請求の範囲

[請求項1]

動画像を構成する符号化対象信号を符号化する動画像符号化方法であって、

前記符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、前記符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップと、

前記符号化対象信号から前記予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化ステップと、

前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化ステップと、

前記予測信号及び前記量子化予測誤差信号のうち、前記予測信号のみの統計的特性に基づいて第1のフィルタ情報を生成すると共に、前記量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第2のフィルタ情報を生成するフィルタ情報生成ステップと、

前記量子化ステップにおいて生成される前記量子化係数と、前記フィルタ情報生成ステップにおいて生成される前記第1及び第2のフィルタ情報とをエントロピー符号化して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む

動画像符号化方法。

[請求項2]

前記フィルタ情報生成ステップでは、前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理して得られるフィルタリング済み予測信号、及び前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理して得られるフィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して得られる再構築信号と、前記符号化対象信号との差分が最小化されるように、前記第1及び第2のフィルタ情報を生成する

請求項1に記載の動画像符号化方法。

[請求項3]

前記予測信号生成ステップは、

前記第 1 のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第 2 のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して再構築信号を生成するフィルタリングステップと、

前記再構築信号に基づいて、前記符号化対象信号より後に符号化される他の符号化対象信号を予測した第 2 の予測信号を生成する予測信号生成ステップとを含む

請求項 1 に記載の動画像符号化方法。

[請求項4] 前記フィルタリングステップでは、前記再構築信号のブロック歪みを減少させるデブロック処理をする

請求項 3 に記載の動画像符号化方法。

[請求項5] 前記フィルタリングステップでは、動き補償予測に先立って行われる補間フィルタリング処理をする

請求項 3 に記載の動画像符号化方法。

[請求項6] 前記フィルタ情報生成ステップでは、前記予測信号と前記量子化予測誤差信号とを加算して得られる再構築信号の統計的特性に基づいて第 3 のフィルタ情報を生成し、

前記エントロピー符号化ステップでは、前記量子化予測誤差信号と、前記第 1、第 2、及び第 3 のフィルタ情報とをエントロピー符号化して前記符号化信号を生成する

請求項 1 に記載の動画像符号化方法。

[請求項7] 動画像を構成する符号化信号を復号して復号信号を生成する動画像復号方法であって、

前記符号化信号をエントロピー復号して量子化係数と、第 1 及び第 2 のフィルタ情報とを取得するエントロピー復号ステップと、

前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量

子化ステップと、

前記符号化信号より前に復号された他の符号化信号に基づいて、前記復号信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップと、

前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して前記復号信号を生成するフィルタリングステップを含む

動画像復号方法。

[請求項8]

前記予測信号生成ステップは、

前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して再構築信号を生成するフィルタリングステップと、

前記再構築信号に基づいて、前記符号化信号より後に復号される他の復号信号を予測した第2の予測信号を生成する予測信号生成ステップとを含む

請求項7に記載の動画像復号方法。

[請求項9]

動画像を構成する符号化対象信号を符号化する動画像符号化装置であって、

前記符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、前記符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成部と、

前記符号化対象信号から前記予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化部と、

前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化部と、

前記予測信号及び前記量子化予測誤差信号のうち、前記予測信号のみの統計的特性に基づいて第1のフィルタ情報を生成すると共に、前記量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第2のフィルタ情報を生成するフィルタ情報生成部と、

前記量子化部で生成される前記量子化係数と、前記フィルタ情報生成部で生成される前記第1及び第2のフィルタ情報とをエントロピー符号化して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  
動画像符号化装置。

[請求項10]

動画像を構成する符号化信号を復号して復号信号を生成する動画像復号装置であって、

前記符号化信号をエントロピー復号して量子化係数と、第1及び第2のフィルタ情報とを取得するエントロピー復号部と、

前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化部と、

前記符号化信号より前に復号された他の符号化信号に基づいて、前記復号信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成部と、

前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して前記復号信号を生成するフィルタリング部とを備える

動画像復号装置。

[請求項11]

コンピュータに、動画像を構成する符号化対象信号を符号化させるプログラムであって、

前記符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基

づいて、前記符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップと、

前記符号化対象信号から前記予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化ステップと、

前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化ステップと、

前記予測信号及び前記量子化予測誤差信号のうち、前記予測信号のみの統計的特性に基づいて第1のフィルタ情報を生成すると共に、前記量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第2のフィルタ情報を生成するフィルタ情報生成ステップと、

前記量子化ステップにおいて生成される前記量子化係数と、前記フィルタ情報生成ステップにおいて生成される前記第1及び第2のフィルタ情報とをエントロピー符号化して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む

プログラム。

[請求項12]

コンピュータに、動画像を構成する符号化信号を復号して復号信号を生成させるプログラムであって、

前記符号化信号をエントロピー復号して量子化係数と、第1及び第2のフィルタ情報とを取得するエントロピー復号ステップと、

前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化ステップと、

前記符号化信号より前に復号された他の符号化信号に基づいて、前記復号信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成ステップと、

前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して前記復号

信号を生成するフィルタリングステップを含むプログラム。

[請求項13]

動画像を構成する符号化対象信号を符号化する集積回路であって、前記符号化対象信号より前に符号化された他の符号化対象信号に基づいて、前記符号化対象信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成部と、

前記符号化対象信号から前記予測信号を減算して得られる予測誤差を量子化して量子化係数を生成する量子化部と、

前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化部と、

前記予測信号及び前記量子化予測誤差信号のうち、前記予測信号のみの統計的特性に基づいて第1のフィルタ情報を生成すると共に、前記量子化予測誤差信号のみの統計的特性に基づいて第2のフィルタ情報を生成するフィルタ情報生成部と、

前記量子化部で生成される前記量子化係数と、前記フィルタ情報生成部で生成される前記第1及び第2のフィルタ情報とをエントロピー符号化して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集積回路。

[請求項14]

動画像を構成する符号化信号を復号して復号信号を生成する集積回路であって、

前記符号化信号をエントロピー復号して量子化係数と、第1及び第2のフィルタ情報とを取得するエントロピー復号部と、

前記量子化係数を逆量子化して量子化予測誤差信号を生成する逆量子化部と、

前記符号化信号より前に復号された他の符号化信号に基づいて、前記復号信号を予測した予測信号を生成する予測信号生成部と、

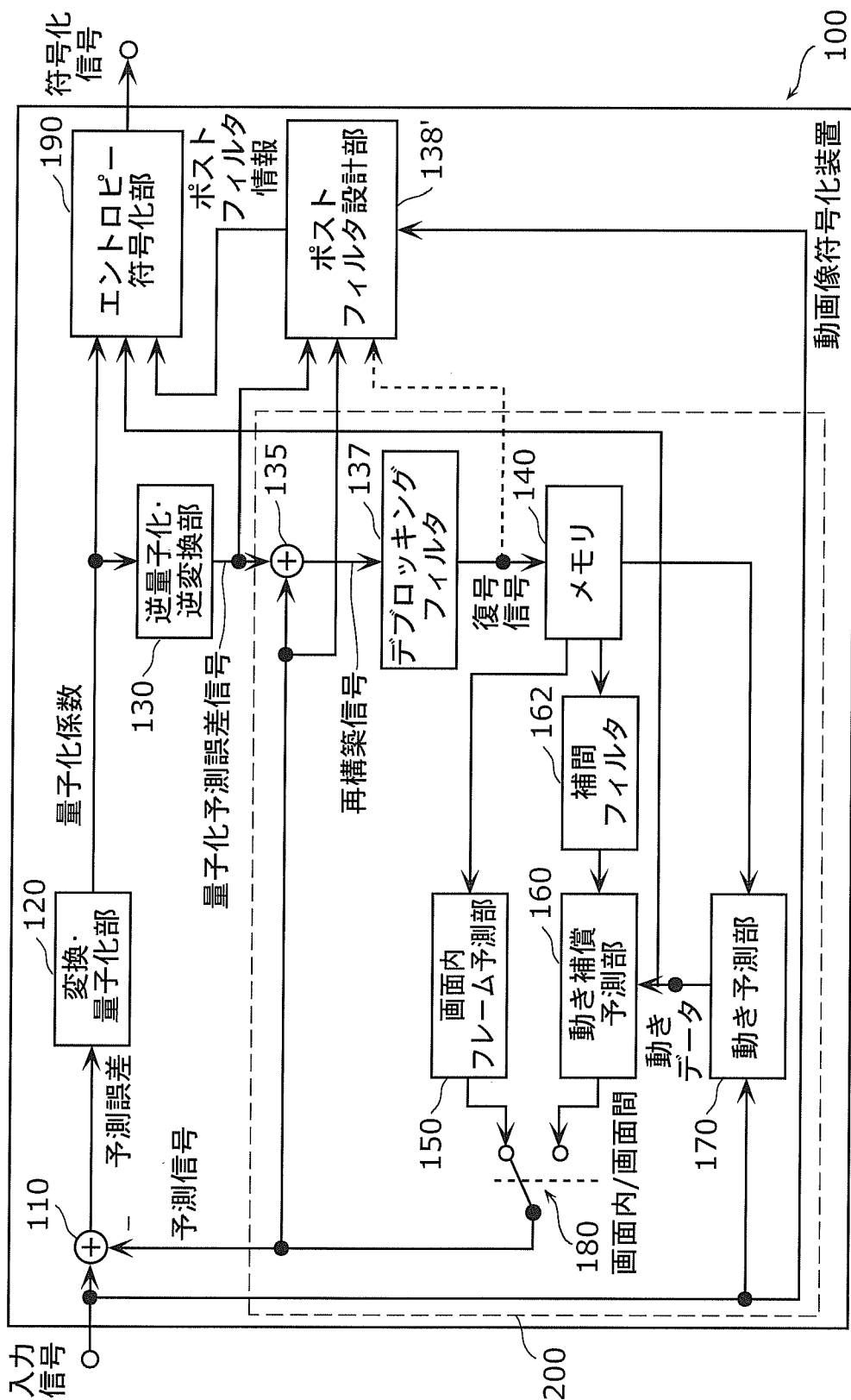
前記第1のフィルタ情報に基づいて前記予測信号をフィルタ処理してフィルタリング済み予測信号を生成し、前記第2のフィルタ情報に

基づいて前記量子化予測誤差信号をフィルタ処理してフィルタリング済み量子化予測誤差信号を生成し、前記フィルタリング済み予測信号及び前記フィルタリング済み量子化予測誤差信号を加算して前記復号信号を生成するフィルタリング部とを備える集積回路。

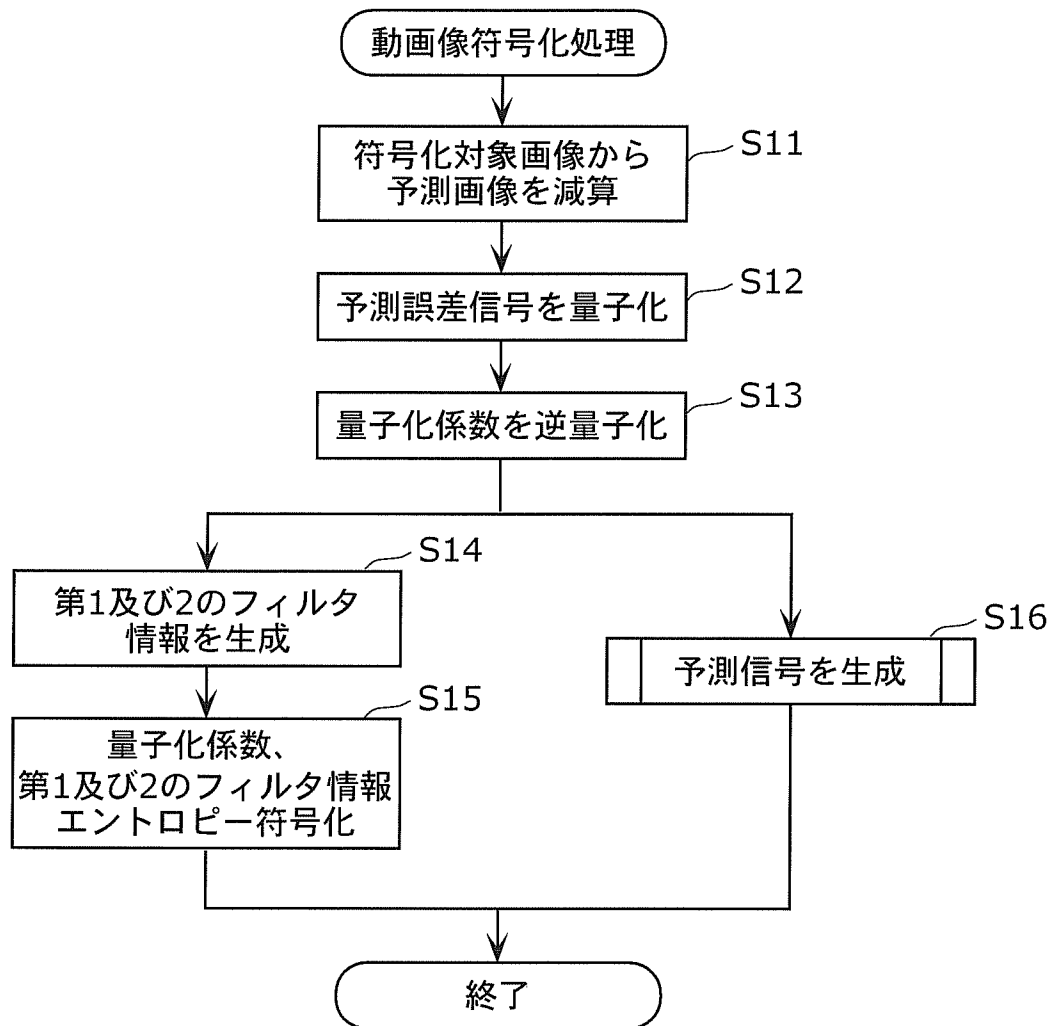




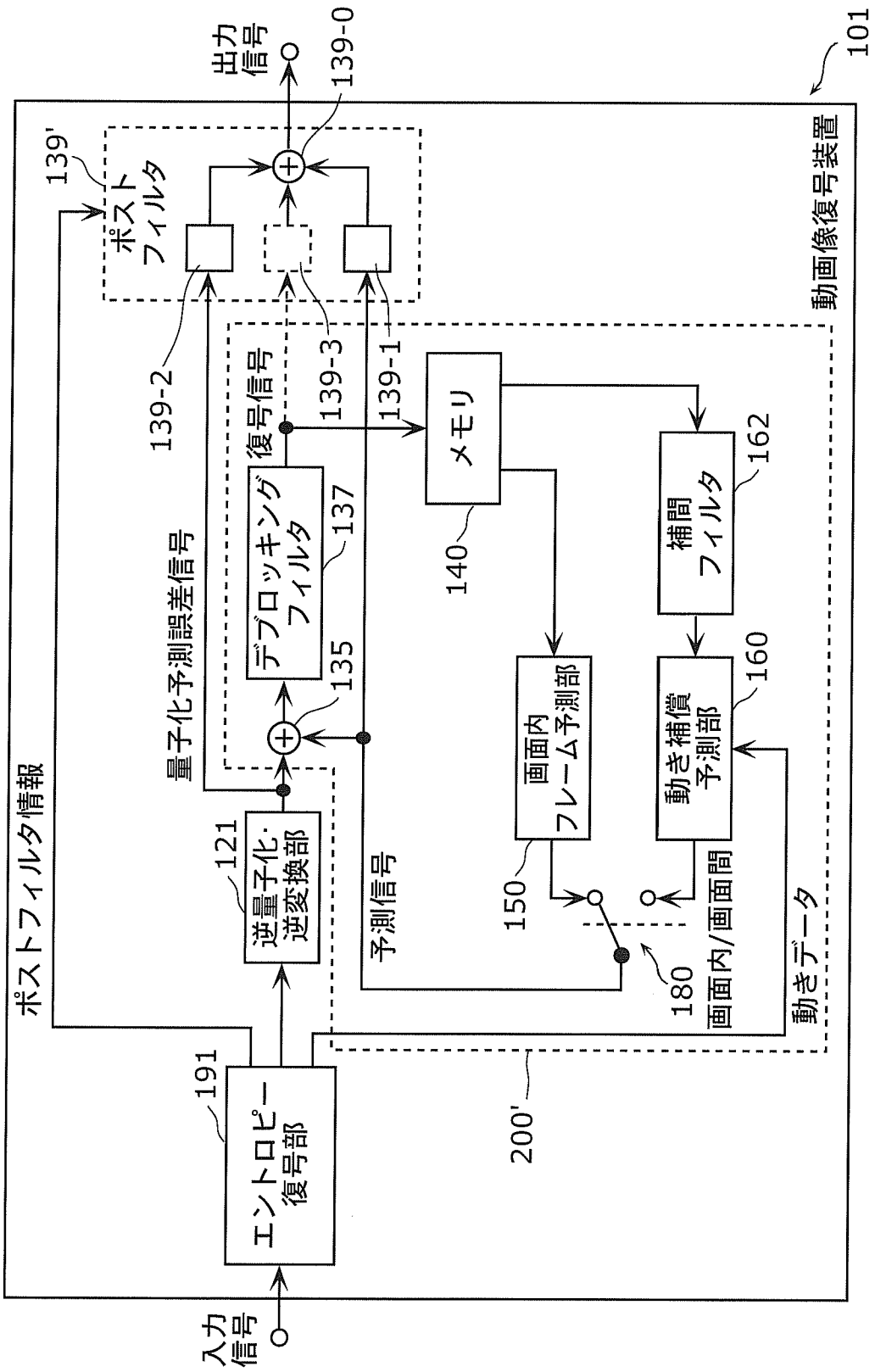
[図3A]



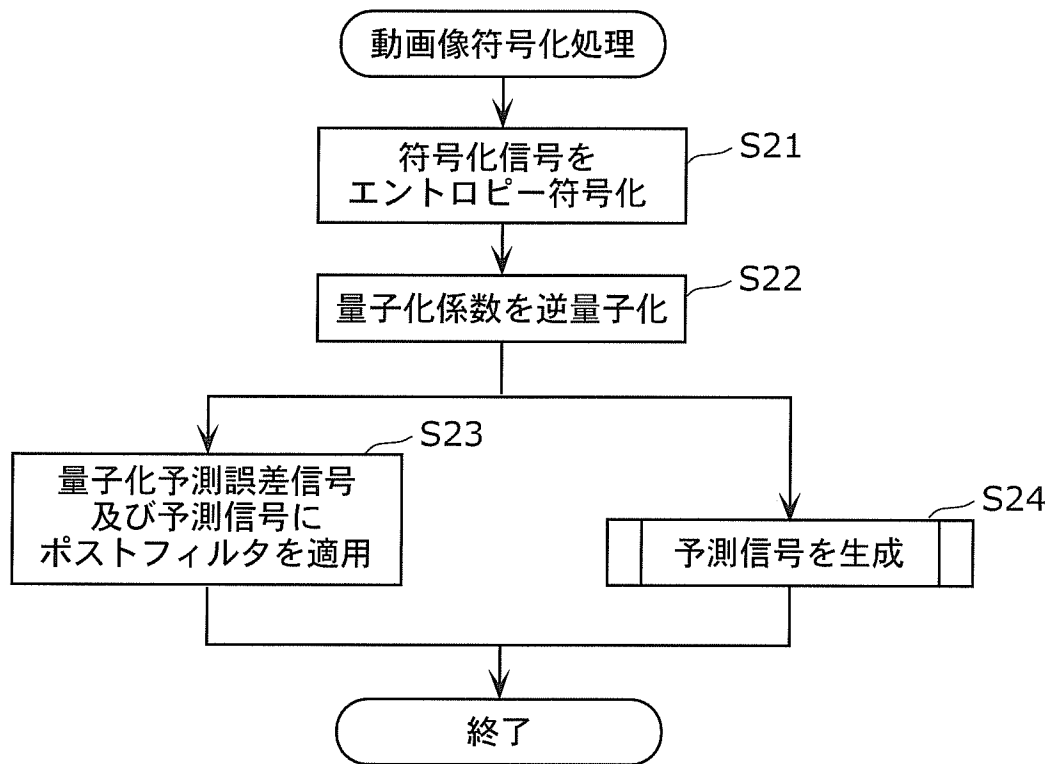
[図3B]



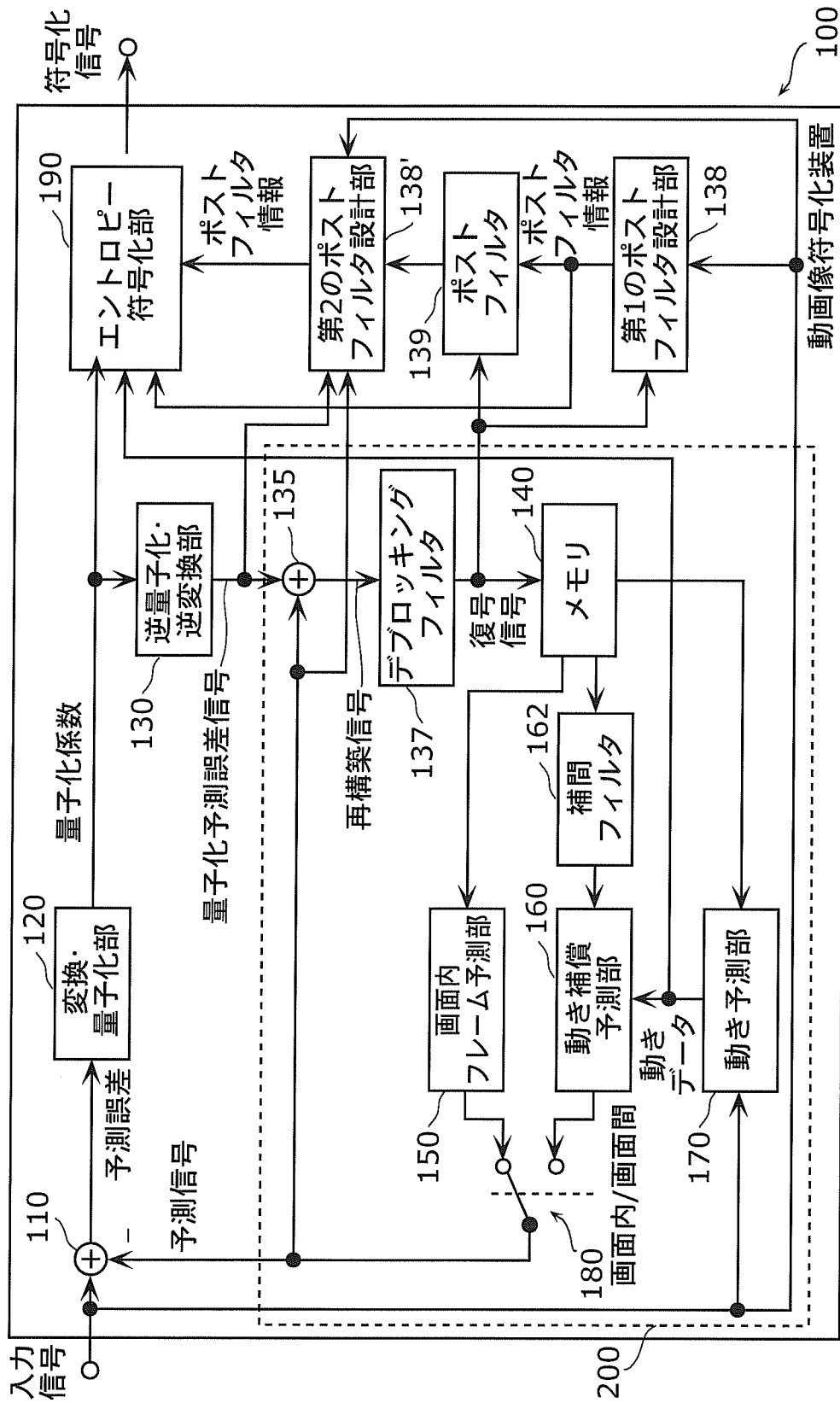
[図4A]



[図4B]



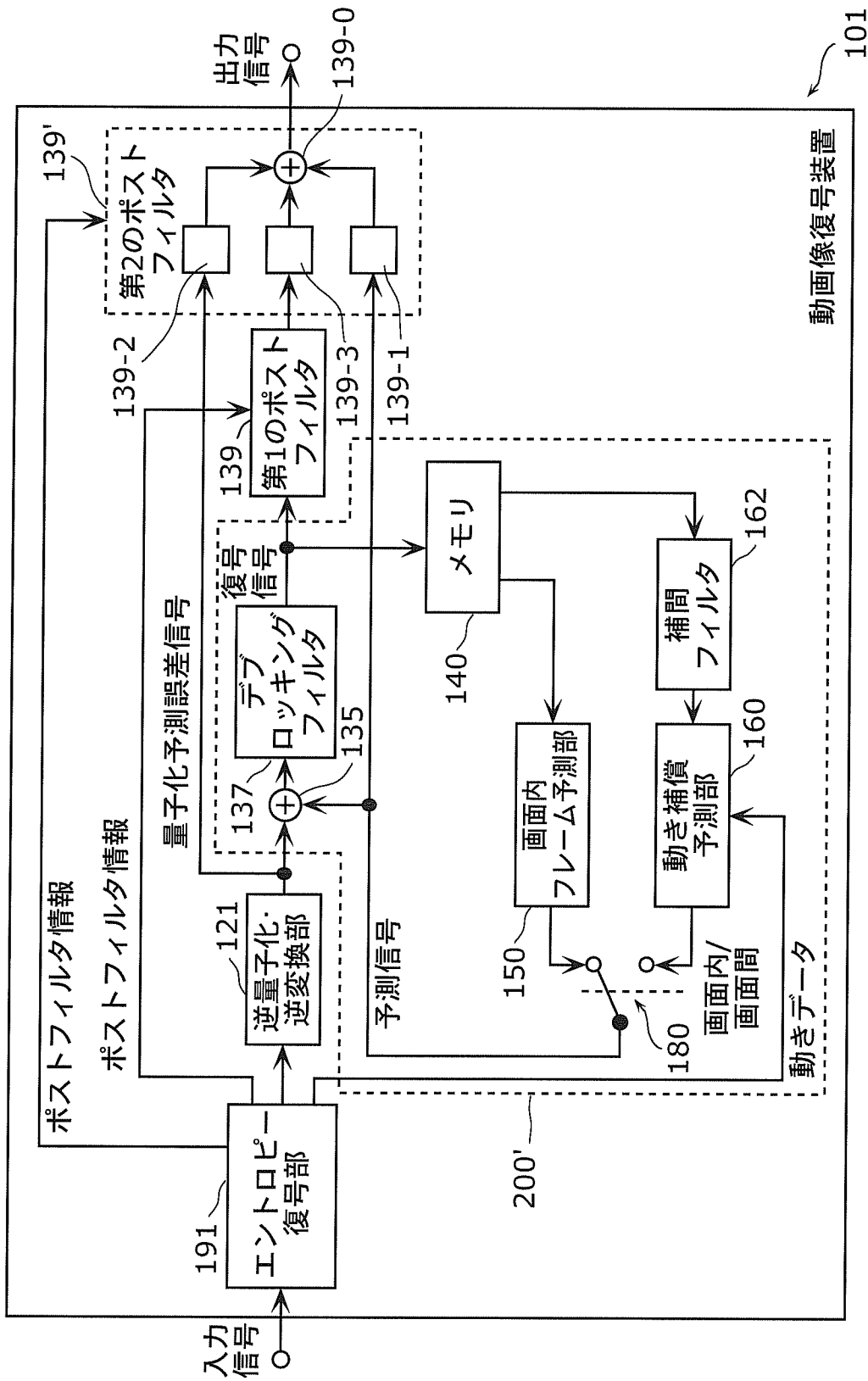
[図5]



動画像符号化装置 100

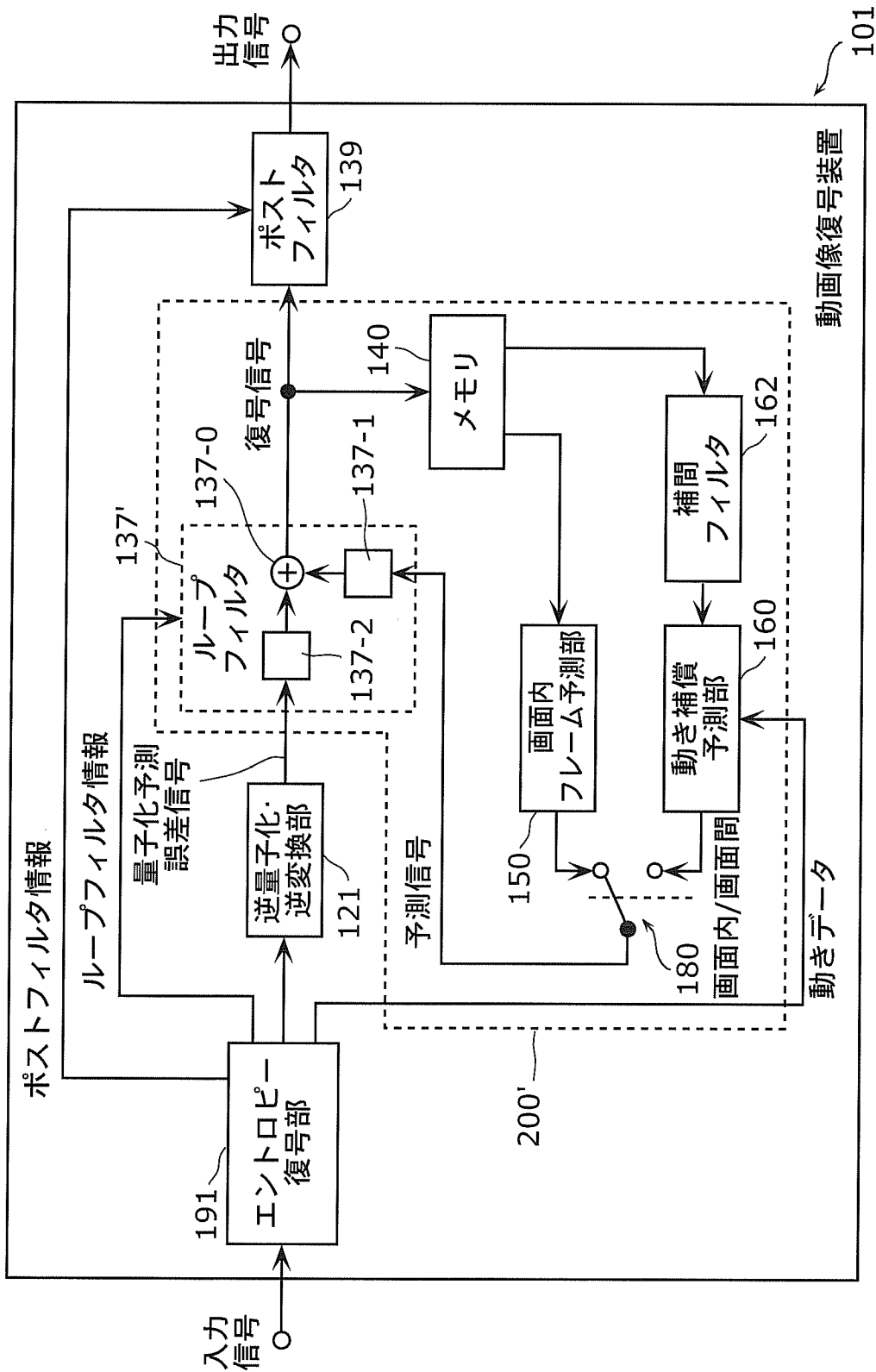
200

[図6]

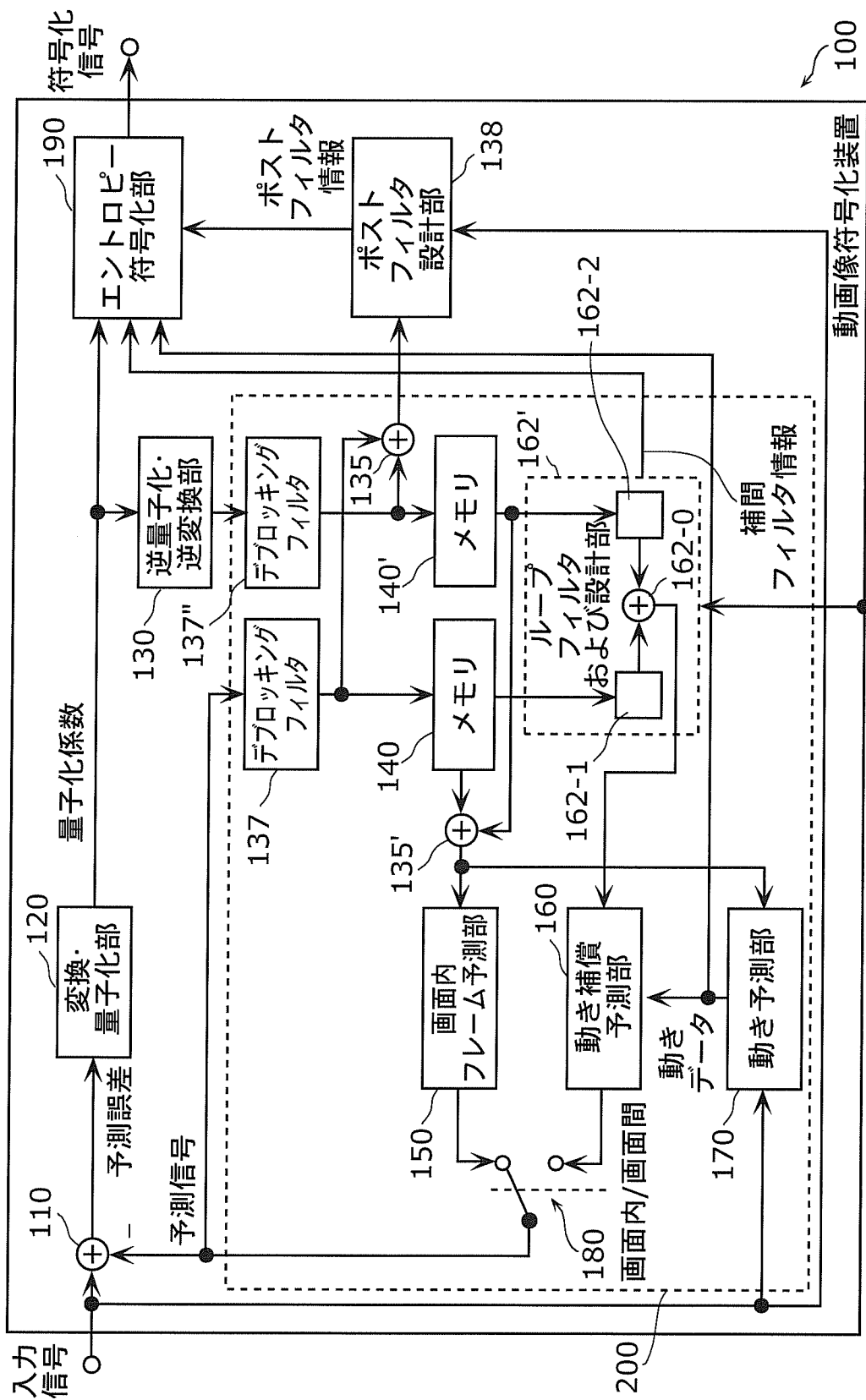




[図8]

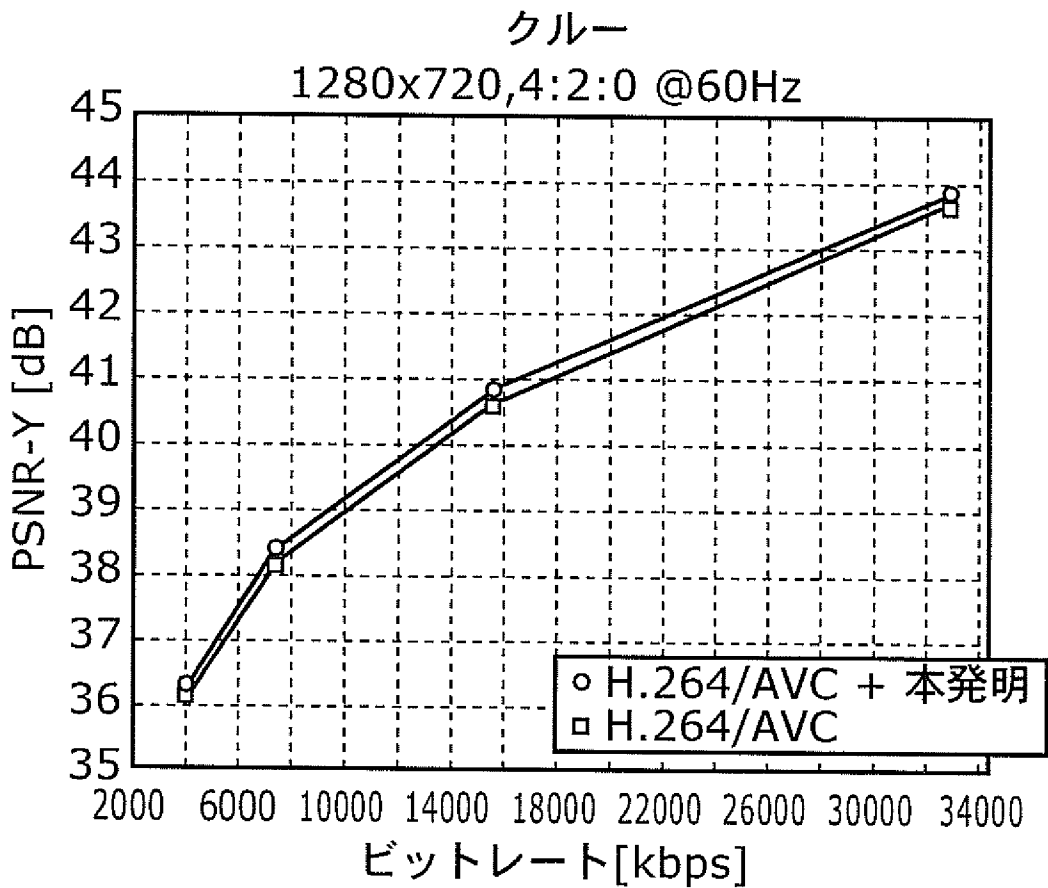


[図9]

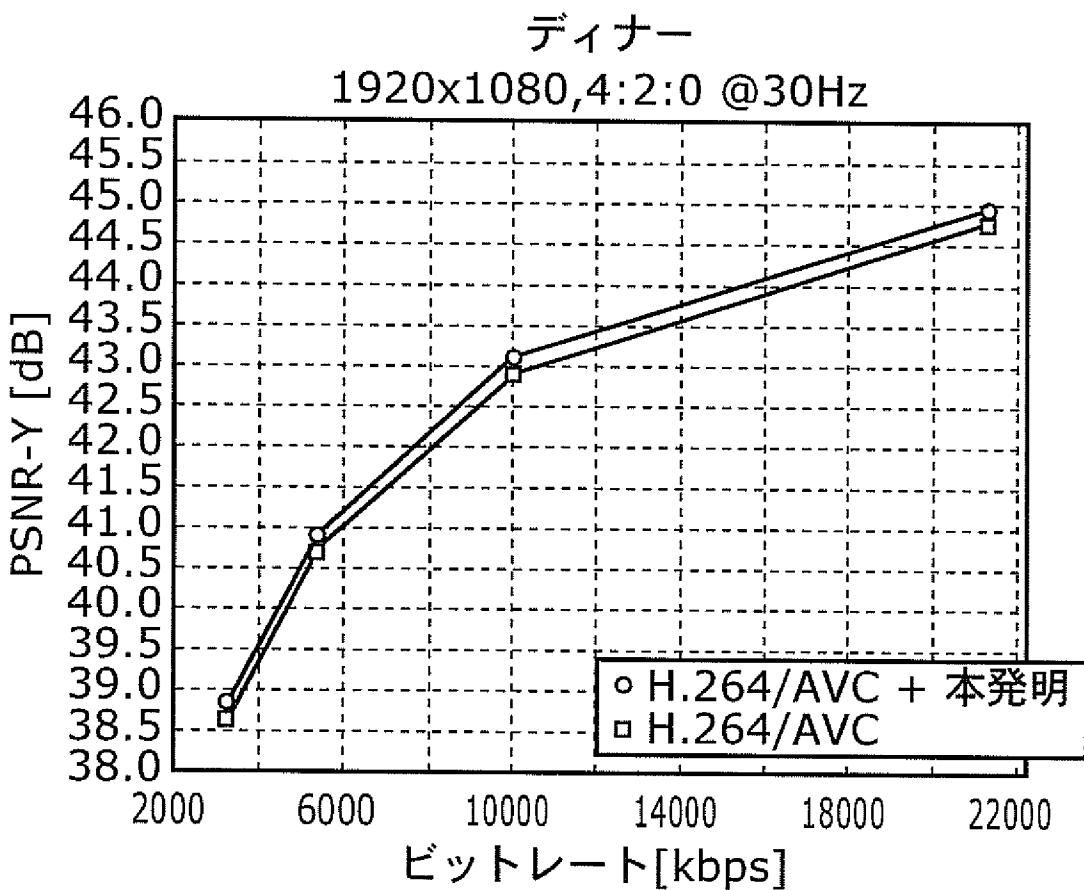




[図11A]



[図11B]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/JP2009/003086
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H04N7/50 (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)  
H04N7/24-7/68

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
A	WO 2007/111292 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 October, 2007 (04.10.07), Full text; all drawings & EP 1841230 A1 & KR 10-2009-0003272 A	1-14
A	JP 2006-211152 A (National University Corporation Hokkaido University), 10 August, 2006 (10.08.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 10-150663 A (Sony Electronics, Inc.), 02 June, 1998 (02.06.98), Full text; all drawings & US 5796875 A	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 28 September, 2009 (28.09.09)	Date of mailing of the international search report 06 October, 2009 (06.10.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003086

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-70717 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 March, 1998 (10.03.98), Full text; all drawings & US 6249610 B1                      & WO 1997/049250 A1	1-14
A	JP 8-251418 A (Kawasaki Steel Corp.), 27 September, 1996 (27.09.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N7/50(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N7/24-7/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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
A	WO 2007/111292 A1 (松下電器産業株式会社) 2007.10.04, 全文, 全図 & EP 1841230 A1 & KR 10-2009-0003272 A	1-14
A	J P 2006-211152 A (国立大学法人 北海道大学) 2006.08.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 28.09.2009	国際調査報告の発送日 06.10.2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 坂東 大五郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3541

5C 3241

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	JP 10-150663 A (ソニー エレクトロニクス インク) 1998.06.02, 全文, 全図 & US 5796875 A	1-14
A	JP 10-70717 A (松下電器産業株式会社) 1998.03.10, 全文, 全図 & US 6249610 B1 & WO 1997/049250 A1	1-14
A	JP 8-251418 A (川崎製鉄株式会社) 1996.09.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14