



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

画像フィルタ装置、フィルタ装置、復号装置、符号化装置、および、データ構造

技術分野

[0001] 本発明は、画像のフィルタリングを行う画像フィルタ装置及びフィルタ装置に関する。また、そのような画像フィルタ装置やフィルタ装置を備えている符号化装置および復号装置に関する。また、そのような復号装置によって復号される符号化データのデータ構造に関する。

背景技術

[0002] 動画像を効率的に伝送または記録するために、動画像を符号化することによって符号化データを生成する動画像符号化装置（符号化装置）、および、当該符号化データを復号することによって復号画像を生成する動画像復号装置（復号装置）が用いられている。具体的な動画像符号化方式としては、例えば、H. 264/MPEG-4, AVC（非特許文献1）、VCEG（Video Coding Expert Group）における共同開発用コーデックであるKTAソフトウェアに採用されている方式、および、その後継コーデックであるTMuC（Test Model under Consideration）ソフトウェアに採用されている方式（非特許文献2）などが挙げられる。

[0003] このような符号化方式において、動画像を構成する画像（ピクチャ）は、画像を分割することにより得られるスライス、スライスを分割することにより得られる最大符号化単位（LCU:Largest Coding Unit）、最大符号化単位を分割することにより得られる符号化単位（CU:Coding Unit）、及び、符号化単位を分割することにより得られるブロックおよびパーティションからなる階層構造により管理され、多くの場合、ブロックを最小単位として符号化される。

[0004] また、このような符号化方式においては、通常、入力画像を符号化／復号

することによって得られる局所復号画像に基づいて予測画像が生成され、当該予測画像と入力画像との差分画像（「残差画像」または「予測残差」と呼ぶこともある）が符号化される。また、予測画像の生成方法としては、画面間予測（インター予測）、および、画面内予測（イントラ予測）と呼ばれる方法が知られている。

[0005] インター予測においては、フレーム全体が復号された参照フレーム（復号画像）内の参照画像に対し、動きベクトルを用いた動き補償を適用することによって、予測対象フレーム内の予測画像が予測単位毎に生成される。一方で、イントラ予測においては、同一フレーム内の局所復号画像に基づいて、当該フレームにおける予測画像が順次生成される。

[0006] 特許文献１には、復号画像の各画素値について、該画素の周辺の画像の乱雑さを示す活性度（Activity）の大きさに基づいて、復号画像を複数の領域に分類し、分類された領域毎にフィルタ係数群を切り替えつつフィルタ処理を行うことによってフィルタ済復号画像を生成する適応的ループフィルタ（Adaptive Loop Filter）（以下、単に「適応フィルタ」とも呼ぶ）が開示されている。ここで、上記適応フィルタに用いられるフィルタ係数群は、符号化対象画像と、復号画像に対して上記適応フィルタを施して得られるフィルタ済復号画像との誤差を最小にするように適応的に決定されたものである。

[0007] このような適応フィルタを備えた符号化装置および復号装置は、フィルタ済復号画像を参照して予測画像を生成することにより、予測精度および符号化効率の向上を図ることができる。

[0008] また、非特許文献３には、（局所）復号画像を複数の領域に分割し、各領域における（局所）復号画像の局所的な乱雑さを示す活性度（Activity）の大きさに応じて、領域毎にフィルタ係数群を切り替えつつフィルタ処理を行う適応的ループフィルタ（Adaptive Loop Filter）が開示されている。ここで、領域毎のフィルタ係数群は、符号化装置にて、該領域におけるフィルタ済みの画像と符号化対象画像との誤差を最小にするように決定される。

[0009] このような適応フィルタを備えた符号化装置および復号装置は、（局所）

復号画像に対して当該適応フィルタによりフィルタ処理を施して得られるフィルタ済みの復号画像を参照して予測画像を生成することにより、予測精度の向上および符号化効率の向上を図ることができる。

先行技術文献

特許文献

- [0010] 特許文献1：国際公開第2010/083438号（2010年7月22日公開）

非特許文献

- [0011] 非特許文献1：「Recommendation ITU-T H.264」, Telecommunication Standardization Sector of ITU, 03/2009（2009年3月公開）

非特許文献2：「Test Model under Consideration JCTVC-B205 draft007」, Joint Collaborative Team on Video Coding(JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 2nd Meeting: Geneva, CH, 07/2010（2010年7月公開）

非特許文献3：「VCEG-AL27」, Telecommunication Standardization Sector, 38th Meeting: London, UK/Geneva, CH, 07/2009（2009年7月公開）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] しかしながら、特許文献1及び非特許文献3に記載された適応フィルタを用いる場合、符号化対象画像の画像特性如何によっては、符号化効率が期待されるほど向上しないという問題を有していた。
- [0013] この問題に関して、発明者は、ある範囲の活性度を有する領域については、適応フィルタを作用させることによって、むしろ符号化効率が低下するとの実験結果を得た。
- [0014] また、符号化効率を向上させる方法としては、活性度に加えて活性度以外の領域特性に基づいて領域毎にフィルタ係数群を切り替える方法などが考えられる。しかしながら、2つの領域特性に基づいて領域毎にフィルタ係数群

を切り替える場合、符号化装置側及び復号装置側での計算コストが高くなるという問題があった。

[0015] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、従来に比べて符号化効率を向上させることのできる画像フィルタ装置、並びに、そのような画像フィルタ装置を備える復号装置および符号化装置を実現することにある。

課題を解決するための手段

[0016] 発明者は、上記の問題に鑑み、復号画像における局所的な画像特性に応じて、フィルタ処理のオンオフを切り替えることによって、符号化効率を向上させることができるとの知見を得た。

[0017] 上記の問題を解決するために、本発明に係る画像フィルタ装置は、複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、上記複数の単位領域の各々について、上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、各単位領域を、上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域、または、上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えている、ことを特徴としている。

[0018] 上記の構成によれば、上記分類手段は、入力画像を構成する各単位領域を、該単位領域における上記入力画像の画像特性を表す特性値の値に応じて、上記フィルタオン領域、および、上記フィルタオフ領域の何れかに分類する。また、上記フィルタ手段は、上記フィルタオン領域に属する単位領域における入力画像に作用する一方で、上記フィルタオフ領域に属する単位領域における入力画像には作用しない。

[0019] このように、上記のように構成された本発明に係る画像フィルタ装置によれば、入力画像の局所的な画像特性に応じて、フィルタ処理のオンオフを切り替えることができる。したがって、上記画像フィルタ装置がフィルタ処理のオンオフを切り替えつつ復号画像に作用して得られる出力画像を、予測画像を生成するための参照画像として用いることによって、従来に比べて予測

精度及び符号化効率を向上させることができる。

- [0020] なお、上記画像フィルタ装置が、画像を符号化する符号化装置、および、符号化データから画像を復号する復号装置において用いられる場合には、上記単位領域を、例えば、予測画像を生成する単位である予測単位（パーティション）としてもよいし、周波数変換の単位である変換単位としてもよいし、それら以外のものとしてもよい。例えば、上記単位領域は、1画素のみから構成される単位であってもよい。
- [0021] また、本発明に係る符号化データのデータ構造は、複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、上記複数の単位領域の各々について上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、各単位領域を上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域または上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えている画像フィルタ装置によって参照される符号化データのデータ構造であって、上記フィルタ手段によって用いられるフィルタ係数群を含んでいる、ことを特徴としている。
- [0022] 上記のように構成された符号化データを参照する復号装置は、複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、上記複数の単位領域の各々について上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、各単位領域を上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域または上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えており、上記フィルタ手段は、上記符号化データに含まれるフィルタ係数群を用いてフィルタ処理を行う。したがって、そのような復号装置は、予測精度の高い予測画像を生成することができる。
- [0023] また、そのような復号装置に参照される符号化データは、フィルタ処理のオンオフを切り替えるためのフラグを含まなくともよいので、符号化データの符号量が削減される。したがって、上記符号化データは、符号化効率の高

い符号化データである。

[0024] また、本発明に係る画像フィルタ装置は、入力画像を構成する複数の単位領域の各々について、当該入力画像の画素値の平均を算出する算出手段と、各単位領域を、上記算出手段によって算出された該単位領域についての画素値の平均に応じて、複数のタイプの何れかに分類する分類手段と、各単位領域内の各画素の画素値を、該画素を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出するフィルタ手段と、と備えていることを特徴としている。

[0025] 上記のように構成された画像フィルタ装置によれば、各単位領域を、上記算出手段によって算出された該単位領域についての画素値の平均に応じて、複数のタイプの何れかに分類し、各単位領域内の各画素の画素値を、該画素を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出する。したがって、上記の構成によれば、タイプ毎に設定されたフィルタ係数群を用いてフィルタ処理を行うことができるので、符号化効率が向上する。また、上記の構成によれば、各単位領域を、画素値の平均という算出処理量の小さい特性値に応じて分類するので、処理量を削減することができる。

[0026] また、上記の課題を解決するために、本発明に係るフィルタ装置は、フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、各単位領域の領域特性の値を算出する領域特性算出手段を備え、上記線形フィルタは、各単位領域に属する各画素を対象とするフィルタ演算を、上記領域特性に依存するオフセットであって、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の領域特性の値に応じたオフセットと、上記領域特性に依存しないフィルタ係数群とを利用して実行する、ことを特徴としている。

[0027] 上記の構成によれば、一定のオフセットを利用してフィルタ演算を実行する従来の適応フィルタよりも高い符号化効率を達成することができる。

[0028] また、上記の課題を解決するために、本発明に係るフィルタ装置は、フィルタ係数群が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置であって、上記線形フィルタの出力画像における対象画素の画素値と上記線形フィ

ルタの入力画像における対象画素の画素値との差である変更量とトランケートするトランケート手段を備えている、ことを特徴としている。

[0029] 上記の構成によれば、適応フィルタを復号画像に適用することで復号画像の原画像に対する誤差が却って大きくなるという事態を有効に回避することができる。これにより、従来よりも高い符号化効率を実現することができる。

[0030] また、上記の課題を解決するために、フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、第1の領域特性に依存する第1フィルタ係数群を、少なくとも1つ、対応する第1領域特性の値に関連付けて記録した第1フィルタ係数テーブル、及び、第2の領域特性に依存する第2フィルタ係数群を、少なくとも1つ、対応する第2領域特性の値に関連付けて記録した第2フィルタ係数テーブルを復号する復号手段と、各単位領域の第1領域特性及び第2領域特性の値を算出する領域特性算出手段とを備え、上記線形フィルタは、各単位領域に属する各画素を対象画素とするフィルタ演算であって、上記第1フィルタ係数テーブルに記録された第1フィルタ係数群のうち、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の第1領域特性の値に対応した第1フィルタ係数群、及び、上記第2フィルタ係数テーブルに記録された第2フィルタ係数群のうち、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の第2領域特性の値に対応した第2フィルタ係数群を利用したフィルタ演算を実行する、ことを特徴としている。

[0031] 上記の構成によれば、第1領域特性及び第2領域特性の双方に依存する複数のフィルタ係数群を、対応する領域特性対に関連付けて記録したフィルタ係数テーブルを復号することなく、各単位領域の第1領域特性及び第2領域特性の双方に応じたフィルタ演算を行うことができる。すなわち、上記の構成によれば、符号量の大幅な増大を招来することなく、原画像に近い復号画像を精度良く生成することができる。これにより従来より高い符号化効率を実現することができる。

[0032] 上記フィルタ装置を備えた復号装置、及び、符号化装置も本発明の範疇に

含まれる。

発明の効果

[0033] 以上のように、本発明に係る画像フィルタ装置は、複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、上記複数の単位領域の各々について、上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、各単位領域を、上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域、または、上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えている。

[0034] 上記画像フィルタ装置によれば、従来に比べて符号化効率が向上する。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明の第1の実施形態に係る動画像復号装置の備える適応フィルタの構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る動画像符号化装置によって生成され、本発明の実施形態に係る動画像復号装置によって参照される符号化データのデータ構造を示す図である。(a)は、符号化データのピクチャレイヤの構成を示しており、(b)は、ピクチャレイヤに含まれるスライスレイヤの構成を示しており、(c)は、スライスレイヤに含まれるLCUレイヤを構成する各CUの構成を示しており、(d)は、CUレイヤに含まれるリーフCUの構成を示しており、(e)は、リーフCUについてのインター予測情報の構成を示しており、(f)は、リーフCUについてのイントラ予測情報の構成を示しており、(g)は、スライスヘッダに含まれるフィルタパラメータの構成を示している。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る動画像復号装置の構成を示すブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る動画像復号装置の備える適応フィルタによるフィルタ処理を説明するための図である。(a)は、対象単位領域URに含まれる画素と対象単位領域URに隣接する画素とから構成される特性値

算出参照領域C R Rを示しており、(b)は、対象単位領域U Rに含まれる画素から構成される特性値算出参照領域C R Rを示している。

[図5]発明者によって得られた実験データを示すグラフである。(a)は、複数のシーケンスについての、領域毎の活性度に対する二乗誤差削減量を示しており、(b)は、各活性度における二乗誤差削減量について、複数のシーケンスについての平均(「average」)と、各活性度を有する単位領域の総数(「count」)とを示している。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る適応フィルタによる分類処理例を示す表である。

[図7]本発明の第1の実施形態に係る適応フィルタによって設定される単位領域を示す図であって、(a)は、対象符号化単位に含まれる単位領域の位置およびサイズが、C U分割フラグによって階層的に指定される場合を示す図であり、(b)は、対象単位領域に含まれる単位領域が、予め定められたサイズを有する場合を示す図である。

[図8]本発明の第1の実施形態に係る適応フィルタによるフィルタ処理を説明するための図であって、(a)は、対象単位領域U Rと、対象単位領域U Rにおけるフィルタ対象画素の画素値を算出するために参照される画素の集合であるフィルタ参照領域Rと、各フィルタ対象画素についてのフィルタ参照領域Rの和集合として定義されるフィルタ参照範囲R Aとを示す図であり、(b)は、フィルタ参照領域Rに含まれる各画素に割り付けられたフィルタ係数を示す図である。

[図9]本発明の第1の実施形態の第1の変形例に係る適応フィルタによる分類処理例を示す表である。

[図10]本発明の第1の実施形態の第2の変形例に係る適応フィルタの構成を示すブロック図である。

[図11]発明者によって得られた実験データを示すグラフである。(a)は、複数のシーケンスについての、領域毎の平均画素値に対する二乗誤差削減量を示しており、(b)は、各平均画素値における二乗誤差削減量について、

複数のシーケンスについての平均（「average」）と、各平均画素値を有する単位領域の総数（「count」）とを示している。

[図12]本発明の第1の実施形態の第2の変形例に係る適応フィルタによる分類処理例を示す表である。

[図13]本発明の第1の実施形態の第3の変形例に係る適応フィルタによる分類処理例を示す表である。

[図14]本発明の第1の実施形態の第4の変形例に係る適応フィルタが参照するフィルタパラメータに含まれるシンタックスの一部を示す図である。

[図15]本発明の第1の実施形態の第4の変形例に係る適応フィルタによるフィルタ処理を説明するための図である。（a）～（d）は、それぞれ、シンタックス`alf_cu_control_max_depth`の値が0～3である場合に、最大符号化単位においてオンオフ制御の対象となる各符号化単位を、階層構造を表す分岐図と共に示している。

[図16]本発明の第1の実施形態の第4の変形例に係る適応フィルタによる分類処理を説明するための図である。（a）は、当該適応フィルタによる分類処理例を示しており、（b）は、最大符号化単位対象符号化単位に含まれる単位領域の位置およびサイズが、CU分割フラグによって階層的に指定される場合を示しており、（c）は、対象単位領域に含まれる単位領域が、予め定められたサイズを有する場合を示している。

[図17]本発明の第1の実施形態の第5の変形例に係る適応フィルタの構成を示すブロック図である。

[図18]本発明の第1の実施形態の第5の変形例に係る適応フィルタによる分類処理例を示す表である。

[図19]本発明の第1の実施形態の第6の変形例に係る適応フィルタの構成を示すブロック図である。

[図20]本発明の第1の実施形態の第6の変形例に係る適応フィルタによる分類処理例を示す表である。

[図21]本発明の第1の実施形態に係る動画像符号化装置の構成を示すブロッ

ク図である。

[図22]本発明の第1の実施形態に係る動画像符号化装置の備える適応フィルタの構成を示すブロック図である。

[図23]本発明の第1の実施形態の第2の変形例に係る適応フィルタの構成を示すブロック図である。

[図24]本発明の第1の実施形態の第5の変形例に係る適応フィルタの構成を示すブロック図である。

[図25]本発明の第1の実施形態の第6の変形例に係る適応フィルタの構成を示すブロック図である。

[図26]本発明の第2の実施形態に係る適応フィルタの第1の構成例を示すブロック図である。

[図27]図26の適応フィルタを復号装置に搭載する場合に、符号化装置への搭載に好適な適応フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図28]本発明の第2の実施形態に係る適応フィルタの第2の構成例を示すブロック図である。

[図29]図28の適応フィルタを復号装置に搭載する場合に、符号化装置への搭載に好適な適応フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図30]本発明の第2の実施形態に係る適応フィルタの第3の構成例を示すブロック図である。

[図31]図30の適応フィルタを復号装置に搭載する場合に、符号化装置への搭載に好適な適応フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図32]本発明の第2の実施形態に係る適応フィルタの第4の構成例を示すブロック図である。

[図33]図29の適応フィルタを復号装置に搭載する場合に、符号化装置への搭載に好適な適応フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図34]本発明の第3の実施形態に係る適応フィルタの第1の構成例を示すブロック図である。

[図35]図34の適応フィルタが備える第1空間フィルタの参照領域を示す図

である。

[図36]図34の適応フィルタが備える第2空間フィルタの参照領域を示す図である。

[図37]図34の適応フィルタが備える第1空間フィルタの別の参照領域を示す図である。

[図38]図34の適応フィルタが備える第2空間フィルタの別の参照領域を示す図である。

[図39]図34及び図42の適応フィルタを復号装置に搭載する場合に、符号化装置への搭載に好適な適応フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図40]本発明の第3の実施形態に係る適応フィルタの第2の構成例を示すブロック図である。

[図41]図40の適応フィルタを復号装置に搭載する場合に、符号化装置への搭載に好適な適応フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図42]本発明の第3の実施形態に係る適応フィルタの第3の構成例を示すブロック図である。

[図43]図42の適応フィルタが備える拡大線形フィルタの参照領域を示す図である。

[図44]図42の適応フィルタが備える拡大線形フィルタの別の参照領域を示す図である。

[図45]本発明の第4の実施形態に係る適応フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図46]図45の適応フィルタを復号装置に搭載する場合に、符号化装置への搭載に好適な適応フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図47]図49に示す動画像符号化装置によって生成され、図48に示す動画像復号装置によって復号される符号化データのデータ構造を示す図である。

[図48]各実施形態に係る適応フィルタの搭載に適した動画像復号装置に構成を示したブロック図である。

[図49]各実施形態に係る適応フィルタの搭載に適した動画像符号化装置の構

成を示したブロック図である。

[図50]図47に示す符号化データの変形例を示す図である。

[図51]上記動画像符号化装置を搭載した送信装置、および、上記動画像復号装置を搭載した受信装置の構成について示した図である。(a)は、動画像符号化装置を搭載した送信装置を示しており、(b)は、動画像復号装置を搭載した受信装置を示している。

[図52]上記動画像符号化装置を搭載した記録装置、および、上記動画像復号装置を搭載した再生装置の構成について示した図である。(a)は、動画像符号化装置を搭載した記録装置を示しており、(b)は、動画像復号装置を搭載した再生装置を示している。

発明を実施するための形態

[0036] <<実施形態1>>

本発明に係る復号装置および符号化装置の第1の実施形態について図面に基づいて説明すれば以下のとおりである。なお、本実施形態に係る復号装置は、符号化データから動画像を復号するものである。したがって、以下では、これを「動画像復号装置」と呼称する。また、本実施形態に係る符号化装置は、動画像を符号化することによって符号化データを生成するものである。したがって、以下では、これを「動画像符号化装置」と呼ぶ。

[0037] ただし、本発明の適用範囲はこれに限定されるものではない。すなわち、以下の説明からも明らかなように、本発明の特徴は複数のフレームを前提としなくとも成立するものである。すなわち、動画像を対象とするか静止画像を対象とするかを問わず、復号装置一般および符号化装置一般に適用できるものである。

[0038] (符号化データ#1の構成)

本実施形態に係る動画像復号装置1の説明に先立ち、本実施形態に係る動画像符号化装置2によって生成され、動画像復号装置1によって復号される符号化データ#1の構成について、図2を参照して説明する。符号化データ#1は、シーケンスレイヤ、GOP(Group Of Pictures)レイヤ、ピクチャ

レイヤ、スライスレイヤ、及び、最大符号化単位（LCU:Largest Coding Unit）レイヤからなる階層構造を有している。

[0039] 符号化データ#1におけるピクチャレイヤ以下の階層の構造を図2に示す。図2（a）～（f）は、それぞれ、ピクチャレイヤP、スライスレイヤS、LCUレイヤLCU、LCUに含まれるリーフCU（図2（d）ではCULLと表記）、インター予測（画面間予測）パーティションについての予測情報PIであるインター予測情報PI__I n t e r、イントラ予測（画面内予測）パーティションについての予測情報PIであるイントラ予測情報PI__I n t r aの構造を示す図である。

[0040] （ピクチャレイヤ）

ピクチャレイヤPは、処理対象のピクチャである対象ピクチャを復号するために動画像復号装置1が参照するデータの集合である。ピクチャレイヤPは、図2（a）に示すように、ピクチャヘッダPH、及び、スライスレイヤS1～SNsを含んでいる（NsはピクチャレイヤPに含まれるスライスレイヤの総数）。

[0041] ピクチャヘッダPHには、対象ピクチャの復号方法を決定するために動画像復号装置1が参照する符号化パラメータ群が含まれている。例えば、動画像符号化装置2が符号化の際に用いた可変長符号化のモードを示す符号化モード情報（entropy_coding_mode_flag）は、ピクチャヘッダPHに含まれる符号化パラメータの一例である。

[0042] （スライスレイヤ）

ピクチャレイヤPに含まれる各スライスレイヤSは、処理対象のスライスである対象スライスを復号するために動画像復号装置1が参照するデータの集合である。スライスレイヤSは、図2（b）に示すように、スライスヘッダSH、及び、LCUレイヤLCU1～LCUNc（NcはスライスSに含まれるLCUの総数）を含んでいる。

[0043] スライスヘッダSHには、対象スライスの復号方法を決定するために動画像復号装置1が参照する符号化パラメータ群が含まれる。スライスタイプを

指定するスライスタイプ指定情報 (slice_type) は、スライスヘッダ S H に含まれる符号化パラメータの一例である。

[0044] スライスタイプ指定情報により指定可能なスライスタイプとしては、(1) 符号化の際にイントラ予測のみを用いる I スライス、(2) 符号化の際に単方向予測、又は、イントラ予測を用いる P スライス、(3) 符号化の際に単方向予測、双方向予測、又は、イントラ予測を用いる B スライスなどが挙げられる。

[0045] また、スライスヘッダ S H には、動画像復号装置 1 の備える適応フィルタによって参照されるフィルタパラメータ F P が含まれる。なお、フィルタパラメータ F P の構成については、後述するためここでは説明を省略する。

[0046] (L C U レイヤ)

スライスレイヤ S に含まれる各 L C U レイヤ L C U は、処理対象の L C U である対象 L C U を復号するために動画像復号装置 1 が参照するデータの集合である。

[0047] L C U レイヤ L C U は、当該 L C U を階層的に 4 分木分割することにより得られる複数の符号化単位 (CU: Coding Unit) より構成される。換言すれば、L C U レイヤ L C U は、複数の C U を再帰的に含む階層構造のうち、最上位にあたる符号化単位である。L C U レイヤ L C U に含まれる各 C U は、図 2 (c) に示すように、C U ヘッダ C U H、および、当該 C U を 4 分木分割することにより得られる複数の C U を再帰的に含む階層構造を有している。

[0048] L C U を除く各 C U のサイズは、当該 C U が直接に属する C U (すなわち、当該 C U の 1 階層上位の C U) のサイズの縦横とも半分であり、各 C U のとり得るサイズは、符号化データ # 1 のシーケンスパラメータセット S P S に含まれる、L C U のサイズおよび階層深度 (hierarchical depth) に依存する。例えば、L C U のサイズが 128×128 画素であって、最大階層深度が 5 である場合には、当該 L C U 以下の階層における C U は、5 種類のサイズ、すなわち、 128×128 画素、 64×64 画素、 32×32 画素、 16×16 画素、および、 8×8 画素の何れかをとり得る。また、それ以上

分割されないCUをリーフCUと呼ぶことにする。

[0049] (CUヘッダ)

CUヘッダCUHには、対象CUの復号方法を決定するために動画復号装置1が参照する符号化パラメータが含まれる。具体的には、図2(c)に示すように、対象CUをさらに下位のCUへ4分割するか否かを指定するCU分割フラグSP_CUが含まれる。CU分割フラグSP_CUが0である場合、すなわち、それ以上CUが分割されない場合、当該CUはリーフCUである。

[0050] (リーフCU)

それ以上分割されないCU(CUのリーフ)は予測単位(PU: Prediction Unit)、および、変換単位(TU: Transform Unit)として取り扱われる。

[0051] 図2(d)に示すように、リーフCU(図2(d)においてはCULと表記)は、(1)動画復号装置1により予測画像を生成する際に参照されるPU情報PU I、および、(2)動画復号装置1により残差データを復号する際に参照されるTU情報TU Iを含んでいる。

[0052] スキップフラグSKIPは、対象のPUについて、スキップモードが適用されているか否かを示すフラグであり、スキップフラグSKIPの値が1の場合、すなわち、対象のリーフにスキップモードが適用されている場合、そのリーフCUにおけるPU情報PU I、および、TU情報TU Iは省略される。なお、スキップフラグSKIPは、Iスライスでは省略される。

[0053] PU情報PU Iは、図2(d)に示すように、スキップフラグSKIP、予測タイプ情報PT、および、予測情報PIを含んでいる。予測タイプ情報PTは、対象リーフCU(対象PU)についての予測画像生成方法として、イントラ予測を用いるのか、または、インター予測を用いるのかを指定する情報である。予測情報PIは、予測タイプ情報PTが何れの予測方法を指定するのかに応じて、イントラ予測情報PI__Intra、または、インター予測情報PI__Interより構成される。以下では、イントラ予測が適用されるPUをイントラPUとも呼称し、インター予測が適用されるPUをイ

ンターPUとも呼称する。

[0054] PU情報PU Iには、対象PUに含まれる各パーティションの形状、サイズ、および、対象PU内での位置を指定する情報が含まれる。ここで、パーティションとは、対象リーフCUを構成する1又は複数の重複しない領域のことであり、予測画像の生成は、パーティションを単位として行われる。

[0055] TU情報TU Iは、図2(d)に示すように、量子化ステップの大きさを指定する量子化パラメータ差分 Δq_p (tu_qp_delta)、対象リーフCU (対象TU) の各ブロックへの分割パターンを指定するTU分割情報SP__TU、および、量子化予測残差QD1~QDNT (NTは、対象TUに含まれるブロックの総数) を含んでいる。

[0056] 量子化パラメータ差分 Δq_p は、対象TUにおける量子化パラメータ q_p と、そのTUの直前に符号化されたTUにおける量子化パラメータ $q_{p'}$ との差分 $q_p - q_{p'}$ である。

[0057] TU分割情報SP__TUは、具体的には、対象TUに含まれる各ブロックの形状、サイズ、および、対象TU内での位置を指定する情報である。各TUは、例えば、 64×64 画素から 2×2 画素までのサイズをとり得る。ここで、ブロックとは、対象リーフCUを構成する1又は複数の重複しない領域のことであり、予測残差の符号化・復号は、ブロックを単位として行われる。

[0058] 各量子化予測残差QDは、動画像符号化装置2が以下の処理1~3を、処理対象のブロックである対象ブロックに施すことによって生成した符号化データである。処理1：符号化対象画像から予測画像を減算した予測残差をDCT変換 (Discrete Cosine Transform) する。処理2：処理1にて得られたDCT係数を量子化する。処理3：処理2にて量子化されたDCT係数を可変長符号化する。上述した量子化パラメータ q_p は、動画像符号化装置2がDCT係数を量子化する際に用いた量子化ステップQPの大きさを表す ($Q_p = 2^{qp/6}$) 。

[0059] (インター予測情報PI__Inter)

インター予測情報 PI_Inter は、動画復号装置 1 が、インター予測によってインター予測画像を生成する際に参照される符号化パラメータが含まれる。図 2 (e) に示すように、インター予測情報 PI_Inter は、対象 PU の各パーティションへの分割パターンを指定するインター PU 分割情報 SP_Inter 、および、各パーティションについてのインター予測パラメータ $PP_Inter1 \sim PP_InterNe$ (Ne は、対象 PU に含まれるインター予測パーティションの総数) を含んでいる。

[0060] インター PU 分割情報 SP_Inter は、具体的には、対象 PU (インター PU) に含まれる各インター予測パーティションの形状、サイズ、および、対象 PU 内での位置を指定する情報である。

[0061] インター PU は、 $2N \times 2N$ 画素、 $2N \times N$ 画素、 $N \times 2N$ 画素、および $N \times N$ 画素の 4 つの対称的分割 (symmetric splittings)、並びに、 $2N \times nU$ 画素、 $2N \times nD$ 画素、 $nL \times 2N$ 画素、および $nR \times 2N$ 画素の 4 つの非対称的分割 (asymmetric splittings) により、合計 8 種類のパーティションに分割することが可能である。ここで、 N の具体的な値は、当該 PU が属する CU のサイズによって規定され、 nU 、 nD 、 nL 、および、 nR の具体的な値は、 N の値に応じて定められる。例えば、 128×128 画素のインター PU は、 128×128 画素、 128×64 画素、 64×128 画素、 64×64 画素、 128×32 画素、 128×96 画素、 32×128 画素、および、 96×128 画素のインター予測パーティションへ分割することが可能である。

[0062] (インター予測パラメータ PP_Inter)

インター予測パラメータ PP_Inter は、図 2 (e) に示すように、参照画像インデックス RI と、推定動きベクトルインデックス $PMVI$ と、動きベクトル残差 MVD とを含んでいる。

[0063] 動きベクトル残差 MVD は、動画符号化装置 2 が以下の処理 4 ~ 6 を実行することによって生成した符号化データである。処理 4 : 符号化 / 復号化済みの局所復号画像 (より正確には、符号化 / 復号化済みの局所復号画像に

対してデブロック処理および適応的フィルタ処理を施すことによって得られる画像)を選択し、選択した符号化／復号化済みの局所復号画像(以下「参照画像」とも呼称)を参照して対象パーティションに対する動きベクトル $m v$ を導出する。処理5:推定方法を選択し、選択した推定方法を用いて対象パーティションに割り付ける動きベクトル $m v$ の推定値(以下「推定動きベクトル」とも呼称) $p m v$ を導出する。処理6:処理4にて導出した動きベクトル $m v$ から処理5にて導出した推定動きベクトル $p m v$ を減算した動きベクトル残差 $M V D$ を符号化する。

[0064] 参照画像インデックス $R I$ は、処理4にて選択した符号化／復号化済みの局所復号画像(参照画像)を指定するものであり、上述した推定動きベクトルインデックス $P M V I$ は、処理5にて選択した推定方法を指定するものである。処理5にて選択可能な推定方法としては、(1)符号化／復号化中の局所復号画像(より正確には、符号化／復号化中の局所復号画像における復号済みの領域に対してデブロック処理および適応的フィルタ処理を施すことによって得られる画像)において、対象パーティションに隣接するパーティション(以下「隣接パーティション」とも呼称する)に割り付けられた動きベクトルのメジアンを推定動きベクトル $p m v$ とする方法や、(2)符号化／復号化済みの局所復号画像において、対象パーティションと同じ位置を占めるパーティション(しばしば「コロケートパーティション」と呼称される)に割り付けられた動きベクトルを推定動きベクトル $p m v$ とする方法などが挙げられる。

[0065] なお、単方向予測を行うパーティションに関する予測パラメータ $P P$ には、図2(e)に示すように、参照画像インデックス $R I$ 、推定動きベクトルインデックス $P M V I$ 、及び、動きベクトル残差 $M V D$ がそれぞれ1つずつ含まれているが、双方向予測(重み付き予測)を行うパーティションに関する予測パラメータ $P P$ には、2つの参照画像インデックス $R I 1$ 及び $R I 2$ 、2つの推定動きベクトルインデックス $P M V I 1$ 及び $P M V I 2$ 、並びに、2つの動きベクトル残差 $M V D 1$ 及び $M V D 2$ が含まれる。

[0066] (イントラ予測情報 PI_Intra)

イントラ予測情報 PI_Intra は、動画復号装置 1 が、イントラ予測によってイントラ予測画像を生成する際に参照される符号化パラメータが含まれる。図 2 (f) に示すように、イントラ予測情報 PI_Intra は、対象 PU (イントラ PU) の各パーティションへの分割パターンを指定するイントラ PU 分割情報 SP_Intra 、および、各パーティションについてのイントラ予測パラメータ $PP_Intra1 \sim PP_IntraNa$ (Na は、対象 PU に含まれるイントラ予測パーティションの総数) を含んでいる。

[0067] イントラ PU 分割情報 SP_Intra は、具体的には、対象 PU に含まれる各イントラ予測パーティションの形状、サイズ、および、対象 PU 内での位置を指定する情報である。イントラ PU 分割情報 SP_Intra には、対象 PU をパーティションに分割するか否かを指定するイントラ分割フラグ ($intra_split_flag$) が含まれている。イントラ分割フラグが 1 であれば、対象 PU は、4 つのパーティションへと対称的に分割され、イントラ分割フラグが 0 であれば、対象 PU は、分割されることなく、対象 PU 自身が 1 つのパーティションとして取り扱われる。したがって、対象 PU のサイズを $2N \times 2N$ 画素とすると、イントラ予測パーティションは、 $2N \times 2N$ 画素 (分割なし)、および、 $N \times N$ 画素 (4 分割) の何れかのサイズを取り得る (ここで、 $N = 2^n$ 、 n は 1 以上の任意の整数)。例えば、 128×128 画素のイントラ PU は、 128×128 画素、および、 64×64 画素のイントラ予測パーティションへ分割することが可能である。

[0068] (イントラ予測パラメータ PP_Intra)

イントラ予測パラメータ PP_Intra は、図 2 (f) に示すように、推定フラグ MPM 、および、残余予測モードインデックス $RIPM$ を含んでいる。イントラ予測パラメータ PP_Intra は、各パーティションについてのイントラ予測方法 (予測モード) を指定するためのパラメータである。

[0069] 推定フラグM P Mは、処理対象である対象パーティションの周辺のパーティションに割り付けられた予測モードに基づいて推定された予測モードと当該対象パーティションについての予測モードとが同じであるか否かを示すフラグである。ここで、対象パーティションの周辺のパーティションの例としては、対象パーティションの上辺に隣接するパーティション、および、対象パーティションの左辺に隣接するパーティション等が挙げられる。

[0070] 残余予測モードインデックスR I P Mは、推定された予測モードと対象パーティションについての予測モードとが異なる場合に、イントラ予測パラメータP P__I n t r aに含められるインデックスであり、当該対象パーティションに割り付けられる予測モードを指定するためのインデックスである。

[0071] (フィルタパラメータF P)

上述のように、スライスヘッダS Hには、動画復号装置1の備える適応フィルタが参照するフィルタパラメータF Pが含まれる。ここで、動画復号装置1の備える適応フィルタは、後述するように、対象スライスまたは対象L C Uに含まれる1若しくは複数の単位領域の各々を複数のタイプの何れかに分類し、該単位領域についての適応フィルタ処理のオンオフを、該単位領域が属するタイプに応じて切り替える。また、適応フィルタ処理がオンに設定された単位領域に対して、該単位領域が属するタイプに応じて選択されたフィルタ係数群を用いて適応フィルタ処理を行う。

[0072] ここで、単位領域とは、スライス、L C U、C U（リーフC U以外）、リーフC U（予測単位P U、変換単位T U）、予測単位P Uを構成するパーティション、および、変換単位T Uを構成するブロックの何れであってもよいし、C U等とは別の4×4画素、8×8画素などのブロックでも良い、また1画素のみから構成される領域であってもよいし、それら以外のものであってもよい。

[0073] 図2（g）に、フィルタパラメータF Pのデータ構造を示す。図2（g）に示すように、フィルタパラメータF Pには、フィルタ係数群n（nは、フィルタ係数群を互いに識別するためのフィルタ番号であり、n=1、・・・

、 N_f をとる。 N_f は、フィルタパラメータ F_P に含まれるフィルタ係数群の総数を表す）が含まれる。

[0074] また、上述した単位領域が、スライス、LCU、CU（リーフCU以外）、リーフCU（予測単位PU、変換単位TU）、予測単位PUを構成するパーティション、および、変換単位TUを構成するブロックの何れでもない場合には、フィルタパラメータ F_P は、対象スライスまたは対象LCUにおける各単位領域の位置およびサイズを指定するための領域指定情報を含む構成とすることができる。動画像復号装置1の備える適応フィルタは、この領域指定情報を参照することによって、各単位領域の位置およびサイズを特定することができる。ただし、フィルタパラメータ F_P は、そのような領域指定情報を含まない構成とし、動画像符号化装置2および動画像復号装置1において、予め定められたサイズの単位領域を用いる構成としてもよい。

[0075] 一方で、上述した単位領域が、スライス、LCU、CU（リーフCU以外）、リーフCU（予測単位PU、変換単位TU）、予測単位PUを構成するパーティション、および、変換単位TUを構成するブロックの何れかである場合には、動画像復号装置1の備える適応フィルタは、CU分割フラグ SP_CU 、インターPU分割情報 SP_Inter 、イントラPU分割情報 SP_Intra 、および、TU分割情報 SP_TU 等を参照することによって、各単位領域の位置およびサイズを階層的に特定することができる。

[0076] フィルタ係数群 I （ $I = 1 \sim N_f$ ）には、（1）フィルタのタップ数（若しくはフィルタ係数群毎のフィルタ係数の総数）を指定するタップ数指定情報、（2）フィルタ係数 $a_{I_0} \sim a_{I_{NT-1}}$ （ NT は、フィルタ係数群 I に含まれるフィルタ係数の総数）、および、（3）オフセット oI が含まれる。なお、互いに異なるフィルタ番号の付されたフィルタ係数群は、互いに異なるタイプに分類された単位領域のフィルタ処理に用いられる。例えば、フィルタ係数群0およびフィルタ係数群1は、それぞれ、タイプ1に分類された単位領域、および、タイプ1とは異なるタイプ2に分類された単位領域のフィルタ処理に用いられる。

[0077] 以下では、本実施形態に係る動画像復号装置 1 について図 1 ～図 20 を参照して説明する。動画像復号装置 1 は、その一部に、H. 264/MPEG-4, AVC、VCEG (Video Coding Expert Group) における共同開発用コーデックである KTA ソフトウェアに採用されている技術、および、その後継コーデックである TMuC (Test Model under Consideration) ソフトウェアに採用されている技術を含む復号装置である。

[0078] 図 3 は、動画像復号装置 1 の構成を示すブロック図である。図 3 に示すように、動画像復号装置 1 は、可変長符号復号部 11、予測画像生成部 12、逆量子化・逆変換部 13、加算器 14、フレームメモリ 15、デブロッキングフィルタ 16、および、適応フィルタ 17 を備えている。また、図 3 に示すように、予測画像生成部 12 は、動きベクトル復元部 12a、インター予測画像生成部 12b、イントラ予測画像生成部 12c、および、予測方式決定部 12d を備えている。動画像復号装置 1 は、符号化データ #1 を復号することによって動画像 #2 を生成するための装置である。

[0079] (可変長符号復号部 11)

可変長符号復号部 11 は、各パーティションに関する予測パラメータ PP を、符号化データ #1 から復号し、予測画像生成部 12 に供給する。具体的には、可変長符号復号部 11 は、インター予測パーティションに関しては、参照画像インデックス RI、推定動きベクトルインデックス PMVI、及び、動きベクトル残差 MVD を含むインター予測パラメータ PP__Inter を符号化データ #1 から復号し、これらを動きベクトル復元部 12a に供給する。一方、イントラ予測パーティションに関しては、推定フラグ MPM、残余インデックス RI PM、および、追加インデックス AI を含むイントラ予測パラメータ PP__Intra を符号化データ #1 から復号し、これらをイントラ予測画像生成部 12c に供給する。

[0080] また、可変長符号復号部 11 は、各パーティションについての予測タイプ情報 PT を符号化データ #1 から復号し、これを予測方式決定部 12d に供給する。更に、可変長符号復号部 11 は、各ブロックに関する量子化予測残

差 QD 、及び、そのブロックを含む TU に関する量子化パラメータ差分 Δq_p を符号化データ#1から復号し、これらを逆量子化・逆変換部13に供給する。また、可変長符号復号部11は、符号化データ#1からフィルタパラメータ FP を復号し、これを適応フィルタ17に供給する。

[0081] (予測画像生成部12)

予測画像生成部12は、各パーティションについての予測タイプ情報 PT に基づいて、各パーティションがインター予測を行うべきインター予測パーティションであるのか、イントラ予測を行うべきイントラ予測パーティションであるのかを識別する。そして、前者の場合には、インター予測画像 $Pred_Inter$ を生成すると共に、生成したインター予測画像 $Pred_Inter$ を予測画像 $Pred$ として加算器14に供給し、後者の場合には、イントラ予測画像 $Pred_Intra$ を生成すると共に、生成したイントラ予測画像 $Pred_Intra$ を加算器14に供給する。なお、予測画像生成部12は、処理対象 PU に対してスキップモードが適用されている場合には、当該 PU に属する他のパラメータの復号を省略する。

[0082] (動きベクトル復元部12a)

動きベクトル復元部12aは、各インター予測パーティションに関する動きベクトル mv を、そのパーティションに関する動きベクトル残差 MVD と、他のパーティションに関する復元済みの動きベクトル mv' とから復元する。具体的には、(1)推定動きベクトルインデックス $PMVI$ により指定される推定方法に従って、復元済みの動きベクトル mv' から推定動きベクトル pmv を導出し、(2)導出した推定動きベクトル pmv と動きベクトル残差 MVD とを加算することによって動きベクトル mv を得る。なお、他のパーティションに関する復元済みの動きベクトル mv' は、フレームメモリ15から読み出すことができる。動きベクトル復元部12aは、復元した動きベクトル mv を、対応する参照画像インデックス RI と共に、インター予測画像生成部12bに供給する。

[0083] (インター予測画像生成部12b)

インター予測画像生成部 12 b は、画面間予測によって、各インター予測パーティションに関する動き補償画像 m_c を生成する。具体的には、動きベクトル復元部 12 a から供給された動きベクトル m_v を用いて、同じく動きベクトル復元部 12 a から供給された参照画像インデックス R_I によって指定されるフィルタ済復号画像 P_ALF' から動き補償画像 m_c を生成する。ここで、フィルタ済復号画像 P_ALF' は、既にフレーム全体の復号が完了した復号済みの復号画像に対して、デブロッキングフィルタ 16 によるデブロック処理および適応フィルタ 17 によるフィルタ処理を施すことによって得られる画像であり、インター予測画像生成部 12 b は、フィルタ済復号画像 P_ALF' を構成する各画素の画素値をフレームメモリ 15 から読み出すことができる。インター予測画像生成部 12 b によって生成された動き補償画像 m_c は、インター予測画像 $Pred_Inter$ として予測方式決定部 12 d に供給される。

[0084] (イントラ予測画像生成部 12 c)

イントラ予測画像生成部 12 c は、各イントラ予測パーティションに関する予測画像 $Pred_Intra$ を生成する。具体的には、まず、可変長符号復号部 11 から供給されたイントラ予測パラメータ PP_Intra に基づいて予測モードを特定し、特定された予測モードを対象パーティションに対して、例えば、ラスタスキャン順に割り付ける。

[0085] ここで、イントラ予測パラメータ PP_Intra に基づく予測モードの特定は、以下のように行うことができる。(1) 推定フラグ MPM を復号し、当該推定フラグ MPM が、処理対象である対象パーティションについての予測モードと、当該対象パーティションの周辺のパーティションに割り付けられた予測モードとが同一であることを示している場合には、対象パーティションに対して、当該対象パーティションの周辺のパーティションに割り付けられた予測モードを割り付ける。(2) 一方で、推定フラグ MPM が、処理対象である対象パーティションについての予測モードと、当該対象パーティションの周辺のパーティションに割り付けられた予測モードとが同一でな

いことを示している場合には、残余予測モードインデックスR I P Mを復号し、当該残余予測モードインデックスR I P Mの示す予測モードを対象パーティションに対して割り付ける。

[0086] イントラ予測画像生成部12cは、対象パーティションに割り付けられた予測モードの示す予測方法に従って、画面内予測によって、（局所）復号画像Pから予測画像Pred__I n t r aを生成する。イントラ予測画像生成部12cによって生成されたイントラ予測画像Pred__I n t r aは、予測方式決定部12dに供給される。なお、イントラ予測画像生成部12cは、画面内予測によって、フィルタ済復号画像P__A L Fから予測画像Pred__I n t r aを生成する構成とすることも可能である。

[0087] （予測方式決定部12d）

予測方式決定部12dは、各パーティションが属するPUについての予測タイプ情報P Tに基づいて、各パーティションがインター予測を行うべきインター予測パーティションであるのか、イントラ予測を行うべきイントラ予測パーティションであるのかを決定する。そして、前者の場合には、インター予測画像生成部12bにて生成されたインター予測画像Pred__I n t e rを予測画像Predとして加算器14に供給し、後者の場合には、イントラ予測画像生成部12cにて生成されたイントラ予測画像Pred__I n t r aを予測画像Predとして加算器14に供給する。

[0088] （逆量子化・逆変換部13）

逆量子化・逆変換部13は、（1）量子化予測残差Q Dを逆量子化し、（2）逆量子化によって得られたD C T係数を逆D C T（Discrete Cosine Transform）変換し、（3）逆D C T変換によって得られた予測残差Dを加算器14に供給する。なお、量子化予測残差Q Dを逆量子化する際に、逆量子化・逆変換部13は、可変長符号復号部11から供給された量子化パラメータ差分 $\Delta q p$ から量子化ステップQ Pを導出する。量子化パラメータ $q p$ は、直前に逆量子化／逆D C T変換したT Uに関する量子化パラメータ $q p'$ に量子化パラメータ差分 $\Delta q p$ を加算することによって導出でき、量子化ステ

アップQPは、量子化ステップ q_p から例えば $QP = 2^{p_{q/6}}$ によって導出できる。また、逆量子化・逆変換部13による予測残差Dの生成は、TUあるいはTUを分割したブロックを単位として行われる。

[0089] (加算器14)

加算器14は、予測画像生成部12から供給された予測画像Predと、逆量子化・逆変換部13から供給された予測残差Dとを加算することによって復号画像Pを生成する。生成された復号画像Pは、フレームメモリ15に格納される。

[0090] (デブロッキングフィルタ16)

デブロッキングフィルタ16は、復号画像Pにおけるブロック境界、またはパーティション境界を介して互いに隣接する画素の画素値の差が予め定められた閾値よりも小さい場合に、復号画像Pにおける当該ブロック境界、または当該パーティション境界に対してデブロッキング処理を施すことによって、当該ブロック境界、または当該パーティション境界付近の画像の平滑化を行う。デブロッキングフィルタ16によりデブロッキング処理が施された画像は、デブロック済復号画像P__DBとして、フレームメモリ15に格納される。

[0091] (適応フィルタ17)

適応フィルタ17は、(1)デブロック済復号画像P__DBを構成する1若しくは複数の単位領域の各々を、該単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBの画像特性に応じて複数のタイプの何れかに分類し、(2)該単位領域についての適応フィルタ処理のオンオフを、該単位領域が属するタイプに応じて切り替える。また、(3)適応フィルタ処理がオンに設定された単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBに対して、該単位領域が属するタイプに応じて選択されたフィルタ係数群を用いて適応フィルタ処理を行う。

[0092] 図1は、適応フィルタ17の構成を示すブロック図である。図1に示すように、適応フィルタ17は、領域特性値算出部171、領域分類部172、

及び、フィルタ処理部 173 を備えている。

[0093] (領域特性値算出部 171)

領域特性値算出部 171 は、処理対象となる対象単位領域を含む特性値算出参照領域におけるデブロック済復号画像 P_{DB} の各画素値をフレームメモリ 15 から読み出し、それらの画素値に基づいて、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P_{DB} の画像特性を表す特性値（領域特性値とも呼ぶ）を算出する。ここで、特性値算出参照領域とは、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P_{DB} の特性値を算出するために参照される画素から構成される領域のことを指す。特性値算出参照領域は、対象単位領域のみから構成されるか、または、対象単位領域と対象単位領域の周辺の領域とから構成される。なお、領域特性値算出部 171 は、対象単位領域に関する特性値を算出するための構成であり、対象単位領域と相関を有する他の画像を用いて特性値を算出することもできる。従って、領域特性値算出部 171 は、デブロック済復号画像 P_{DB} に限定するものではなく、別の画像、例えば、復号画像 P を参照して特性値を算出しても構わない。この場合にも、対象単位領域に対応する座標領域に位置する画素値を用いる。また、本実施形態では、デブロック済復号画像 P_{DB} を入力とする適応フィルタ 17 を記載しているが、適応フィルタ 17 は、複数の入力を有する構成としてもよい。このように適応フィルタ 17 が複数の異なる入力画像を有する場合には、これらの入力画像の 1 つを用いて特性値を算出しても構わない。

[0094] 図 1 に示すように、領域特性値算出部 171 は、活性度算出部 171a を備えている。活性度算出部 171a は、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P_{DB} の特性値として、活性度 (activity) ACT を算出する。ここで、活性度とは、概略的に言えば、画像の乱雑さを示す指標であり、分割領域を含む領域に DCT 変換を施した場合に得られる変換係数において大きな高周波成分が存在するかなどに基づいても算出可能であるが、ここでは隣接する画素の画素値に基づいて算出するものとする。隣接する画素の画素値の差が大きいほど、活性度が大きくなる。算出された分割領域毎

の活性度 A C T は、領域分類部 1 7 2 に供給される。

[0095] 対象単位領域が B x 画素 × B y 画素の矩形状である場合、対象単位領域における各画素の座標を (i , j) (i , j はそれぞれ $0 \leq i \leq B x - 1$ 、 $0 \leq j \leq B y - 1$ を満たす整数) と表し、その座標におけるデブロック済復号画像 P__D B の画素値を S (i , j) と表すことにすると、活性度算出部 1 7 1 a は、例えば、以下の数式 (1 a) を用いることによって、活性度 A C T を算出することができる。

[0096] [数1]

$$ACT = \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-1} |S(i-1, j) - S(i, j)| + \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-1} |S(i, j-1) - S(i, j)| \quad \dots (1a)$$

[0097] 数式 (1 a) は、隣接する画素の画素値の絶対値の総和 (Sum of Absolute Difference, SAD) を指標として、活性度を評価することに対応している。

[0098] また、活性度算出部 1 7 1 a は、以下の数式 (1 b) を用いることによって、活性度 A C T を算出する構成としてもよい。

[0099] [数2]

$$ACT = \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-1} \left[|S(i-1, j) - 2S(i, j) + S(i+1, j)| + |S(i, j-1) - 2S(i, j) + S(i, j+1)| \right] \quad \dots (1b)$$

[0100] 数式 (1 b) は、隣接する画素の画素値の変形ラプラシアン (Sum-Modified Laplacian, SML) を指標として、活性度を評価することに対応している。

[0101] 対象単位領域についての活性度を数式 (1 a) または (1 b) を用いて算出する場合、活性度算出部 1 7 1 a は、対象単位領域内の画素 S (i , j) のみならず、対象単位領域に隣接する画素 S (- 1 , j) 、 S (B x , j) 、 S (i , - 1) 、および、 S (i , B y) をも参照する。すなわち、数式 (1 a) または (1 b) を用いる場合の特性値算出参照領域は、対象単位領域内の画素 S (i , j) 、および、対象単位領域に隣接する画素 S (- 1 , j) 、 S (B x , j) 、 S (i , - 1) 、および、 S (i , B y) から構成される。活性度算出部 1 7 1 a が、 4 × 4 画素の対象単位領域 U R について

の活性度 ACT を、数式 (1 a) または (1 b) を用いて算出する場合の特性値算出参照領域 CCR を図 4 (a) に示す。

[0102] なお、対象単位領域がスライス境界または LCU 境界に接している場合、特性値算出参照領域内の一部の画素について、デブロック済復号画像 P_DB の画素値が参照不能である場合が生じ得る。例えば、対象単位領域が、未復号の LCU に隣接している場合、この未復号の LCU の画素値を参照することはできない。このような場合、例外処理として、活性度算出部 171 a は、それらの参照不能な画素値を参照することなく活性度 ACT の算出を行う。例えば、対象単位領域の右辺および下辺が未復号の LCU に隣接している場合、活性度算出部 171 a は、数式 (1 a) において i 、 j の和の範囲を一部制限して得られる以下の数式 (1 a') を用いて活性度 ACT を算出すればよい。

[0103] [数3]

$$ACT = \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-1} |S(i-1, j) - S(i, j)| + \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-1} |S(i, j-1) - S(i, j)| \quad \dots (1 a')$$

[0104] 数式 (1 b) についても同様である。

[0105] 一方で、活性度算出部 171 a は、対象単位領域がスライス境界または LCU 境界に接しているか否かに関わらず、対象単位領域についての活性度を対象単位領域内の画素値のみを参照することによって算出する構成とすることもできる。例えば、活性度算出部 171 a は、以下の数式 (1 c) を用いることによって、活性度 ACT を算出することもできる。

[0106] [数4]

$$ACT = \sum_{i=0}^{Bx-2} \sum_{j=0}^{By-1} |S(i, j) - S(i+1, j)| + \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-2} |S(i, j) - S(i, j+1)| \quad \dots (1 c)$$

[0107] 数式 (1 c) は、数式 (1 a) と同様に、隣接する画素の画素値の SAD を指標として隣接する画素の画素値の活性度を評価することに対応しているが、数式 (1 a) と異なり、対象単位領域に含まれる画素のみを参照して活性度を算出することを表している。

[0108] また、活性度算出部 171a は、以下の数式（1d）を用いることによって、活性度 ACT を算出する構成としてもよい。

[0109] [数5]

$$ACT = \sum_{i=1}^{Bx-2} \sum_{j=0}^{By-1} |S(i-1, j) - 2S(i, j) + S(i+1, j)| + \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=1}^{By-2} |S(i, j-1) - 2S(i, j) + S(i, j+1)|$$

… (1d)

[0110] 数式（1d）は、数式（1b）と同様に、隣接する画素の画素値の SML を指標として、活性度を評価することに対応しているが、数式（1d）と異なり、対象単位領域に含まれる画素のみを参照して活性度を算出することを表している。

[0111] このように、活性度算出部 171a が、対象単位領域についての活性度を対象単位領域内の画素値のみを参照することによって算出する場合、図 4（b）に示すように、特性値算出参照領域 CRR は、対象単位領域 UR と同一の領域となる。後述する分散 VP も、対象単位領域内の画素値のみを参照して算出可能な活性度の一例である。

[0112] したがって、活性度算出部 171a が、対象単位領域についての活性度を対象単位領域内の画素値のみを参照することによって算出する場合には、対象単位領域以外の画素値をも参照する場合に比べて、フレームメモリ 15 から読み出す画素数が削減され、フレームメモリ 15 から適応フィルタ 16 へのデータ伝送量が削減される。また、活性度を算出するために参照される画素の数が少なく、例外処理も不要であるため、活性度を算出するための処理量が削減される。

[0113] なお、数式（1c）を用いることによって活性度 ACT を算出する活性度算出部 171a を以下のように表現することもできる。すなわち、活性度算出部 171a は、画素（i、j）についての活性度 ACT（i、j）を、座標（i、j）の近傍 {（i、j）、（i+1、j）、（i、j+1）} における各画素の画素値を参照して算出し、対象単位領域の内部領域 {（i、j） | 0 ≤ i ≤ Bx-2, 0 ≤ j ≤ By-2} における ACT（i、j）の総和を用いて、対象単位領域についての ACT を算出する。

[0114] また、数式(1d)を用いることによって活性度ACTを算出する活性度算出部171aを以下のように表現することもできる。すなわち、活性度算出部171aは、画素(i、j)についての活性度ACT(i、j)を、座標(i、j)の近傍{(i、j)、(i+1、j)、(i、j+1)、(i-1、j)、(i、j-1)}における各画素の画素値を参照して算出し、対象単位領域の内部領域{(i、j) | 1 ≤ i ≤ Bx-2, 1 ≤ j ≤ By-2}におけるACT(i、j)の総和を用いて、対象単位領域についてのACTを算出する。

[0115] このように、対象単位領域に含まれる画素のみを参照して活性度を算出する活性度算出部171aは、対象単位領域において、その近傍全体が該対象単位領域に含まれる画素からなる内部領域に属する各画素の活性度を、該画素の上記近傍に含まれる画素の画素値を参照して導出したうえで、内部領域に属する各画素の活性度から該対象単位領域についての活性度を算出するものであると表現することもできる。

[0116] なお、対象単位領域に含まれる画素のみを参照して活性度を算出する構成は、上記の例に限定されるものではなく、対象単位領域を、その近傍全体が該対象単位領域に含まれる画素からなる内部領域と、その近傍全体が該対象単位領域に含まれない画素からなる周辺領域とに分け、内部領域に属する各画素の活性度を該画素の近傍内の画素の画素値を参照して導出し、かつ、周辺領域に属する各画素の活性度を該画素の上記近傍内の画素であって該単位領域内の画素の画素値を参照して導出したうえで、該単位領域に属する各画素の活性度から該単位領域についての活性度を算出する構成としてもよい。

[0117] (領域分類部172)

領域分類部172は、対象単位領域についての特性値として領域特性値算出部171が算出した活性度ACTに基づいて、対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する。続いて、タイプに応じて、対象領域をフィルタ処理がオフである領域(フィルタオフ領域)とフィルタ処理がオンである領域(フィルタオン領域)の何れかに分類する。タイプと領域の関係は後述するよ

うに予め固定的に定めておいても良いし、どのタイプがどちらの領域に分類されるかを示すフラグを符号化しても良い。以下、フィルタオン領域に分類されるタイプを、フィルタオンタイプ、フィルタオフ領域に分類されるタイプをフィルタオフタイプと呼ぶ。また、対象単位領域をタイプに分類せずに、直接特性値（活性度 A C T）からフィルタオン領域とフィルタオフ領域に分類しても構わない。

[0118] 対象単位領域がフィルタオン領域に分類される場合には、領域分類部 1 7 2 は、可変長符号復号部 1 1 から供給されるフィルタパラメータ F P に含まれるフィルタ係数群であって、対象単位領域の属するタイプに対応したフィルタ係数群を、対象単位領域に割り付ける。一方で、対象単位領域がフィルタオフ領域に分類される場合には、領域分類部 1 7 2 は、対象単位領域に対してフィルタ係数群を割り付けない。

[0119] また、領域分類部 1 7 2 は、（１）対象単位領域がフィルタオン領域に分類されたのか、フィルタオフ領域に分類されたのかを示すオンオフ情報 U、および、（２）対象単位領域がフィルタオン領域に分類された場合には、対象単位領域に割り付けられたフィルタ係数群、をフィルタ処理部 1 7 3 に供給する。なお、オンオフ情報 U は、対象単位領域についてのフィルタ処理のオンオフを示すものであるため、１ビットで表現することができる。なお、対象単位領域をフィルタオン領域／フィルタオフ領域に分類することと、対象単位領域をフィルタオンタイプ／フィルタオフタイプに分類することは同値であるため、以下の説明では、フィルタオン領域／フィルタオフ領域とフィルタオンタイプ／フィルタオフタイプを区別せずに扱う。

[0120] 以下では、領域分類部 1 7 2 による分類処理の具体例の説明に先立ち、図 5 を参照しつつ発明者によって得られた実験データについて説明を行う。

[0121] 図 5（a）は、発明者によって得られた実験データを示すグラフであって、量子化パラメータの値が 3 2 である複数のシーケンス（「BasketballDrill_q32」、「PartyScene_q32」、「RaceHorses_q32」、「BQSquare_q32」）についての、単位領域毎の活性度と、各単位領域について適応フィルタ処理を

施した場合に得られる二乗誤差削減量とを示すグラフである。ここで、二乗誤差削減量は、符号化効率と正の相関を有しており、二乗誤差削減量が大きいかほど符号化効率が向上することを示している。また、二乗誤差削減量が負である単位領域は、符号化効率に対して負の寄与、すなわち、符号化効率を低減させる寄与を有していることを示している。また、適応フィルタ処理を施すためにはフィルタ係数の符号化が必要になるため、二乗誤差削減量が負の場合だけでなく二乗誤差が小さい場合においても符号化効率を低減させる可能性がある。なお、図5の実験データにおける活性度は、上述した数式（1 a）を用いて算出されたものである。

[0122] 図5（a）に示すように、何れのシーケンスについても、二乗誤差削減量が負となる活性度の範囲が存在する。具体的には、

- ・シーケンス「BasketballDrill_q32」については、活性度が略5以下の範囲
- ・シーケンス「PartyScene_q32」については、活性度が略8以下の範囲
- ・シーケンス「RaceHorses_q32」については、活性度が略3以下の範囲
- ・シーケンス「BQSquare_q32」については、活性度が略5以上略20以下の範囲、および、活性度が略3以下

の各範囲において、二乗誤差削減量が負となっている。

[0123] 図5（b）は、各活性度における二乗誤差削減量について、複数のシーケンスについての平均（「average」）と、各活性度を有する単位領域の総数（「count」）とを示すグラフである。

[0124] 図5（b）に示すように、複数のシーケンスの平均を示すグラフの値は、活性度が略8以下の範囲において負となっている。

[0125] このように、各シーケンスについて、二乗誤差削減量が負になる活性度の範囲が存在する。発明者は、上記の実験データに基づき、二乗誤差削減量が負になる活性度を有する単位領域については、適応フィルタ処理を行わない構成とすることによって、符号化効率が向上するとの知見を得た。

[0126] 以下では、領域分類部172による分類処理の具体例を、図6を参照して説明する。領域分類部172は、以下の（分類処理例1-1）～（分類処理

例 1-7) のうち、何れかの分類処理を行う構成とすることができる。また、以下の(分類処理例 1-1) ~ (分類処理例 1-7) のうち、何れの分類処理を行うのかを指定する分類処理指定情報を符号化データ # 1 に含めておき、領域分類部 172 は、(分類処理例 1-1) ~ (分類処理例 1-7) のうち、当該分類処理指定情報によって指定される分類処理を選択的に行う構成としてもよい。

[0127] なお、以下の説明では、タイプ 0 がフィルタオフタイプであり、タイプ 1 ~ Non (Non はフィルタオンタイプの総数) がフィルタオンタイプであるものとする。また、以下では、領域分類部 172 は、タイプ l ($l = 1 \sim \text{Non}$) に分類された対象単位領域に対して、フィルタ係数群 l を割り付けるものとする。

[0128] (分類処理例 1-1)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 6 (a) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0129] ・タイプ 0 : $ACT \leq Th1$

・タイプ 1 : $Th1 < ACT$

ここで、 $Th1$ は予め定められた閾値を示している。閾値 $Th1$ の具体的な値は、図 5 に示した実験データ等を鑑み、例えば、シーケンス毎に予め定められた値を用いればよい。具体的には、

・シーケンス「BasketballDrill_q32」については、 $Th1 = 5$

・シーケンス「PartyScene_q32」については、 $Th1 = 8$

・シーケンス「RaceHorses_q32」については、 $Th1 = 3$

・シーケンス「BQSquare_q32」については、 $Th1 = 20$

を用いればよい。また、閾値 $Th1$ をシーケンスによらずに定める場合には、 $Th1 = 8$ を用いればよい。

[0130] このように、活性度が予め定められた閾値以下である単位領域をタイプ 0、すなわち、適応フィルタ処理を行わない単位領域に設定することによって、符号化効率に対する負の寄与を削減することができるので、符号化効率が

向上する。

[0131] また、閾値 T_{h1} の値は、活性度を算出する具体的な算出式に応じて設定されることが好ましい。例えば、活性度 ACT を数式 (1 b) を用いて算出する構成において好適に用いられる閾値 T_{h1} の値は、数式 (1 a) を用いて算出する構成において用いられる閾値 T_{h1} の値とは異なりうる。

[0132] (分類処理例 1 - 2)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 6 (b) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0133] ・タイプ 0 : $ACT \leq T_{h1}$
・タイプ 1 : $T_{h1} < ACT \leq T_{h2}$
・タイプ 2 : $T_{h2} < ACT$

ここで、 T_{h2} は、予め定められた閾値を示しており、 $T_{h1} < T_{h2}$ を満たしているものとする。閾値 T_{h2} の具体的な値は、符号化効率が向上するように予め定めておけばよい。

[0134] 本処理例においても、活性度が予め定められた閾値以下である単位領域をタイプ 0、すなわち、適応フィルタ処理を行わない単位領域に設定する。したがって、符号化効率に対する負の寄与を削減することができるので、符号化効率が向上する。また、フィルタ処理をオンにする単位領域については、活性度の値に応じて、複数のフィルタ係数群の何れかを適用するので、符号化効率の更なる向上を図ることができる。なお、本処理例における閾値 T_{h2} の具体的な値は、符号化効率が向上するように予め定められた値を用いることが好ましい。

[0135] (分類処理例 1 - 3)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 6 (c) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0136] ・タイプ 1 : $ACT \leq T_{h2}$
・タイプ 0 : $T_{h2} < ACT$

ここで、閾値 T_{h2} の値は、高い符号化効率を維持しつつ処理量がより削

減されるように、予め実験等によって定めておけばよい。例えば、図5に示した実験データは、活性度の値が略90以上の場合、適応フィルタ処理を行ったとしても、符号化効率がほとんど向上しないことを示している。したがって、閾値 T_{h2} の値を90程度に設定しておけば、高い符号化効率を維持しつつ、処理量を削減することができる。

[0137] (分類処理例1-4)

本処理例においては、領域分類部172は、図6(d)に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0138]
- ・タイプ1: $ACT \leq T_{h1}$
 - ・タイプ2: $T_{h1} < ACT \leq T_{h2}$
 - ・タイプ0: $T_{h2} < ACT$

ここで、本処理例における閾値 T_{h2} の具体的な値は、分類処理例1-3と同様に、高い符号化効率を維持しつつ処理量がより削減されるように、90程度の値に設定しておけばよい。また、本処理例における閾値 T_{h1} の値は、符号化効率が向上するように予め定められた値を用いることが好ましい。

[0139] このような閾値 T_{h1} および T_{h2} を用いることによって、符号化効率を効果的に向上させることができる。

[0140] (分類処理例1-5)

本処理例においては、領域分類部172は、図6(e)に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0141]
- ・タイプ0: $ACT \leq T_{h1}$ 、または、 $T_{h2} < ACT$
 - ・タイプ2: $T_{h1} < ACT \leq T_{h2}$

ここで、本処理例における閾値 T_{h1} の具体的な値は、分類処理例1-1と同様に定めておけばよい。また、本処理例における閾値 T_{h2} の具体的な値は、分類処理例1-3と同様に定めておけばよい。

[0142] このような閾値 T_{h1} および T_{h2} を用いることによって、符号化効率を効果的に向上させることができる。

[0143] (分類処理例 1 - 6)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 6 (f) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0144] ・タイプ 1 : $ACT \leq Th1$
・タイプ 2 : $Th1 < ACT \leq Th2$
・タイプ 3 : $Th2 < ACT$

ここで、本処理例における閾値 $Th1$ および $Th2$ の具体的な値は、符号化効率を向上させるように予め定めておけばよい。

[0145] また、処理例において、領域特性値算出部 171 は、対象単位領域についての活性度 ACT を算出する際に、当該対象単位領域内の画素値のみを参照する構成とすることが好ましい。これにより、対象単位領域以外の画素値をも参照する構成に比べて、フレームメモリ 15 から読み出す画素数が削減され、フレームメモリ 15 から適応フィルタ 16 へのデータ伝送量が削減される。また、活性度を算出するために参照される画素の数が少なく、例外処理も不要であるため、活性度を算出するための処理量が削減される。

[0146] したがって、本処理例によれば、処理量を削減しつつ、符号化効率を向上させることができる。

[0147] (分類処理例 1 - 7)

以上、領域分類部 172 が活性度 ACT を予め定められた閾値と比較することによって、対象単位領域についてのフィルタ処理のオンオフを決定する処理例について説明を行ったが、本実施形態はこれに限られるものではない。

[0148] 例えば、フィルタパラメータ FP に、各タイプについてのフィルタ処理のオンオフを指定するオンオフ指定情報 V を含めておき、領域分類部 172 は、このオンオフ指定情報 V を参照することによって、タイプ毎にフィルタ処理のオンオフを決定してもよい。以下では、図 6 (g) を参照して、このような分類処理例について説明する。なお、オンオフ指定情報 V は、上述したオンオフ情報 U とは異なり、フィルタ処理のオンオフを各タイプについて指

定する情報であるため、そのビット長はタイプの総数に依存する。

[0149] 以下の説明では、タイプの総数が4であり、フィルタパラメータFPには、各タイプについてのフィルタ処理のオンオフを指定する情報として、4ビットのオンオフ指定情報Vが含まれている場合について説明する。ただし、本処理例はこれに限定されず、一般にタイプの総数がN_{tp}であり、フィルタパラメータFPにN_{tp}ビットのオンオフ指定情報Vが含まれている場合に適用することができる。

[0150] 図6（g）は、本処理例における分類処理を示す表である。図6（g）に示すように、領域分類部172は、対象単位領域を以下のように分類する。

- ・タイプA： $ACT \leq Th$
- ・タイプB： $Th < ACT \leq 2 \times Th$
- ・タイプC： $2 \times Th < ACT \leq 3 \times Th$
- ・タイプD： $3 \times Th < ACT$

また、領域分類部172は、フィルタパラメータFPに含まれるオンオフ指定情報Vを参照し、各タイプについてのフィルタ処理のオンオフを決定する。例えば、オンオフ指定情報Vが2進表現で「0101」である場合には、タイプAおよびタイプCをフィルタオフタイプに設定し、タイプBおよびタイプDをフィルタオンタイプに設定する。なお、閾値Thの具体的な値は、符号化効率が向上するように予め定められた値を用いることが好ましい。

[0151] 領域分類部172は、対象単位領域がフィルタオンタイプに分類される場合には、当該対象単位領域に対して、フィルタパラメータFPに含まれるフィルタ係数群を割り付ける。ここで、フィルタパラメータFPに複数のフィルタ係数群が含まれている場合には、符号化データ#1を生成する動画像符号化装置2において用いられた選択規則と同じ選択規則を用いて、当該複数のフィルタ係数群のうち何れかのフィルタ係数群を選択し、対象単位領域に割り付けばよい。

[0152] 一方で、対象単位領域がフィルタオフタイプに分類される場合には、領域分類部172は、対象単位領域に対してフィルタ係数群を割り付けない。

[0153] 領域分類部 172 は、(1) 対象単位領域がフィルタオンタイプに分類されたのか、フィルタオフタイプに分類されたのかを示すオンオフ情報 U、および、(2) 対象単位領域がフィルタオンタイプに分類された場合には、対象単位領域に割り付けられたフィルタ係数群、をフィルタ処理部 173 に供給する。

[0154] 本処理例においても、活性度の範囲毎にフィルタ処理のオンオフを切り替えることができるので、符号化効率が向上する。

[0155] (領域分類部 172 による各単位領域の設定の仕方について)

なお、上記の説明において、領域分類部 172 は、各単位領域を、符号化データ # 1 に含まれる CU 分割フラグ SP_CU 、インター PU 分割情報 SP_Inter 、イントラ PU 分割情報 SP_Intra 、および、TU 分割情報 SP_TU 等によって階層的に指定されるサイズおよび位置を有するように設定してもよいし、符号化データ # 1 に含まれる領域指定情報によって指定されるサイズおよび位置を有するように設定してもよいし、予め定められたサイズを有するように設定してもよい（以下同様）。

[0156] 符号化データ # 1 に含まれる CU 分割フラグ SP_CU によって階層的に指定される単位領域の例を図 7 (a) に示す。図 7 (a) に示す例においては、対象 LCU についての最大階層深度が 2 であり、対象 LCU に含まれる単位領域 $UR0 \sim UR6$ の位置およびサイズは、CU 分割フラグ SP_CU によって階層的に指定される。

[0157] 一方で、予め定められたサイズを有する単位領域の例を図 7 (b) に示す。図 7 (b) においては、対象 LCU (例えば 16×16 画素) が、予め定められたサイズ (例えば 4×4 画素) を有する単位領域 $UR0 \sim UR15$ によって分割されている。各単位領域は、例えば、図 7 (b) に示すように、ラスタスキャン順に割り付けられたインデックスによって互いに識別が可能である。

[0158] なお、各単位領域を予め定められたサイズを有するように設定する構成においては、符号化データ # 1 に含まれる CU 分割フラグ SP_CU 、インタ

ーPU分割情報SP__Inter、イントラPU分割情報SP__Intra、TU分割情報SP__TU等を参照する場合に比べて処理量を削減することができる。

[0159] (フィルタ処理部173)

フィルタ処理部173は、領域分類部172から供給されたオンオフ情報Uがフィルタオンタイプを示している場合に、(1)対象単位領域を含むフィルタ参照範囲におけるデブロック済復号画像P__DBの各画素値をフレームメモリ15から読み出し、(2)それらの画素に対して、領域分類部172から供給されたフィルタ係数群を用いたフィルタ処理を行うことによって、当該対象単位領域におけるフィルタ済復号画像P__ALFを生成する。生成されたフィルタ済復号画像P__ALFは、フレームメモリ15に格納される。ここで、フィルタ参照範囲とは、対象単位領域におけるフィルタ済復号画像P__ALFを生成するために参照される範囲のことを指し、対象単位領域と対象単位領域の周辺の領域とから構成される。

[0160] 一方で、領域分類部172から供給されたオンオフ情報Uがフィルタオフタイプを示している場合、フィルタ処理部173は、対象単位領域に対してフィルタ処理を行わない。

[0161] 以下の説明において、領域分類部172から供給されたフィルタ係数群をフィルタ係数群 l (l は $1 \leq l \leq N_f$ を満たす何れかの整数、 N_f は、フィルタパラメータFPに含まれるフィルタ係数群の総数)と表すことにする。また、対象単位領域内のフィルタ済復号画像P__ALF(「フィルタ後画像」とも呼称する)におけるフィルタ対象画素の画素値を $SF(x', y')$ と表し、フィルタ参照範囲におけるデブロック済復号画像P__DB(「フィルタ前画像」とも呼称する)の画素値を $S(x, y)$ と表すことにする。

[0162] フィルタ処理部173は、画素値 $SF(x', y')$ を、以下の数式(2)によって算出する。

[0163]

[数6]

$$S_F(x', y') = \left(\sum_{(i, j) \in R} aI(i, j) \times S(x+i, y+j) \right) + oI \quad \cdots (2)$$

[0164] ここで、座標（ x 、 y ）は座標（ x' 、 y' ）と同一の座標としてもよいし、1対1の対応を有していれば、異なった座標としてもよい。また、 $aI(i, j)$ は、フィルタ係数群Iに含まれるフィルタ係数のうち、フィルタ前画像の画素値 $S(x+i, y+j)$ に乘ぜられるフィルタ係数を表しており、 oI は、フィルタ係数群Iに含まれるオフセットを表している。

[0165] また、 R は、フィルタ対象画素の画素値を算出するために参照される領域（「フィルタ参照領域 R 」とも呼称する）を表しており、フィルタ対象画素の位置に応じて設定される。一方で、上述したフィルタ参照範囲（「フィルタ参照範囲 RA 」とも表記する）は、各フィルタ対象画素についてのフィルタ参照領域 R の和集合として定義される。フィルタ参照範囲 RA は、対象単位領域におけるフィルタ後画像の全ての画素値を算出するために必要とされる画素の集合であると表現することもできる。

[0166] 対象単位領域 UR が 8×8 画素であり、フィルタ参照領域が 5×5 タップである場合の、フィルタ参照領域 R 、および、フィルタ参照範囲 RA を図8（a）に示す。図8（a）において、斜線が付された画素は、フィルタ対象画素 $S(x', y')$ を示している。

[0167] また、フィルタ参照領域 R に含まれる各画素へのフィルタ係数の割り付け方の一例を図8（b）に示す。図8（b）においても、斜線が付された画素は、フィルタ対象画素 $S(x', y')$ を示している。図8（b）に示すように、各フィルタ係数は、180度の回転対称性を有するように、フィルタ参照領域 R に含まれる各画素に対して割り付けられる構成とすることができる。すなわち、数式（2）における $aI(i, j)$ は、フィルタパラメータ F に含まれるフィルタ係数 $a_0 \sim a_{12}$ を用いて、 $aI(-3, -3) = aI(3, 3) = a_0$ 、 $aI(-2, -3) = aI(2, 3) = a_1$ 、…、のように、 $aI(i, j) = aI(-i, -j)$ を満たすように設定される構成とすることができる。

できる。

[0168] ただし、本実施形態はこれに限定されるものではなく、各フィルタ係数の各画素値への割り付けは、回転対称性を有していなくてもよい。また、フィルタ参照領域Rは、画素を単位として、フィルタ対象画素からの市街地距離が N_{cb} 以下である画素によって構成されるひし形の領域であってもよいし、その他の形状を有する領域であってもよい。

[0169] フィルタ参照領域Rに含まれる各画素へのフィルタ係数の割り付け方、および、フィルタ参照領域Rの形状については、符号化データ#1を生成する動画像符号化装置の構成に応じて適宜設定すればよい。

[0170] <変形例1>

領域特性値算出部171の備える活性度算出部171aは、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P_DB の特性値として、上述した活性度 ACT に代えて、垂直方向活性度 ACT_V 、および、水平方向活性度 ACT_H を算出し、領域分類部172が、水平方向活性度 ACT_H 、および、垂直方向活性度 ACT_V に基づいて対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する構成としてもよい。

[0171] ここで、水平方向活性度 ACT_H 、および、垂直方向活性度 ACT_V は、例えば、上述した数式(1a)の第1項、および、第2項によってそれぞれ算出することができる。また、水平方向活性度 ACT_H 、および、垂直方向活性度 ACT_V は、上述した数式(1b)～(1d)のうち、何れかの数式の第1項、および、第2項によってそれぞれ算出することもできる。

[0172] 領域分類部172は、活性度算出部171aによって算出された水平方向活性度 ACT_H 、および、垂直方向活性度 ACT_V に基づいて、対象単位領域を複数のタイプのうち、何れかのタイプに分類する。以下では、図9を参照して、本変形例における分類処理について説明する。領域分類部172は、以下の(分類処理例2-1)～(分類処理例2-5)のうち、何れかの分類処理を行う構成とすることができる。また、以下の(分類処理例2-

1) ~ (分類処理例 2-5) のうち、何れの分類処理を行うのかを指定する分類処理指定情報を符号化データ # 1 に含めておき、領域分類部 172 は、(分類処理例 2-1) ~ (分類処理例 2-5) のうち、当該分類処理指定情報によって指定される分類処理を選択的に行う構成としてもよい。

[0173] なお、以下の説明では、タイプ 0 がフィルタオフタイプであり、タイプ 1 ~ Non (Non はフィルタオンタイプの総数) がフィルタオンタイプであるものとする。また、以下では、領域分類部 172 は、タイプ l ($l = 1 \sim \text{Non}$) に分類された対象単位領域に対して、フィルタ係数群 l を割り付けるものとする。

[0174] (分類処理例 2-1)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 9 (a) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0175] ・タイプ 0 : $ACT_H \leq ThHor1$ 、かつ、 $ACT_V \leq ThVer1$
 ・タイプ 1 : $ThHor1 < ACT_H$ 、かつ、 $ACT_V \leq ThVer1$
 ・タイプ 2 : $ACT_H \leq ThHor1$ 、かつ、 $ThVer1 < ACT_V$
 ・タイプ 3 : $ThHor1 < ACT_H$ 、かつ、 $ThVer1 < ACT_V$

ここで、閾値 $ThHor1$ および $ThVer1$ の値は、符号化効率が向上するように予め定められた値を用いればよい。

[0176] 本処理例においては、水平方向活性度 ACT_H および垂直方向活性度 ACT_V の各々の値に応じて、対象単位領域をタイプ 0 を含む複数のタイプの何れかに分類するので、デブロック済復号画像 P_DB の画像における水平方向および垂直方向に沿った画像特性に応じて、より適切に分類処理を行うことができる。したがって、本処理例によれば、符号化効率をより効果的に向上させることができる。

[0177] (分類処理例 2-2)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 9 (b) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0178] ・タイプ 1 : $ACT_H \leq ThHor1$ 、かつ、 $ACT_V \leq ThVer1$
- ・タイプ 2 : $ACT_H \leq ThHor1$ 、かつ、 $ThVer1 < ACT_V$
- ・タイプ 3 : $ThHor1 < ACT_H$ 、かつ、 $ACT_V \leq ThVer1$
- ・タイプ 4 : $ThHor1 < ACT_H$ 、かつ、 $ThVer1 < ACT_V$

ここで、閾値 $ThHor1$ および $ThVer1$ の値は、分類処理例 2-2 と同様に、符号化効率が向上するように予め定められた値を用いればよい。

[0179] このように、本処理例においては、水平方向活性度 ACT_H および垂直方向活性度 ACT_V の各々の値に応じて、対象単位領域をタイプ 0 を含まない複数のタイプの何れかに分類する。

[0180] また、処理例において、領域特性値算出部 171 は、対象単位領域についての活性度 ACT を算出する際に、当該対象単位領域内の画素値のみを参照する構成とすることが好ましい。これにより、対象単位領域以外の画素値をも参照する構成に比べて、フレームメモリ 15 から読み出す画素数が削減され、フレームメモリ 15 から適応フィルタ 16 へのデータ伝送量が削減される。また、垂直活性度および水平活性度を算出するために参照される画素の数が少なく、例外処理も不要であるため、活性度を算出するための処理量が削減される。

[0181] したがって、本処理例によれば、処理量を削減しつつ、符号化効率を向上させることができる。

[0182] (分類処理例 2-3)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 9 (c) に示すように、対

象単位領域を以下のように分類する。

- [0183] ・タイプ0 : $(ACT_H \leq ThHor1、かつ、ACT_V \leq ThVer1)$ 、または、 $ThHor2 < ACT_H$ 、または、 $ThVer2 < ACT_V$
- ・タイプ1 : $ThHor1 < ACT_H \leq ThHor2、かつ、ACT_V \leq ThVer1$
- ・タイプ2 : $ACT_H \leq ThHor1、かつ、ThVer1 < ACT_V \leq ThVer2$
- ・タイプ3 : $ThHor1 < ACT_H \leq ThHor2、かつ、ThVer1 < ACT_V \leq ThVer2$

ここで、閾値 $ThHor1$ 、 $ThVer1$ 、 $ThHor2$ 、および $ThVer2$ の値は、符号化効率が向上するように予め定められた値を用いればよい。

- [0184] 本処理例においては、閾値 $ThHor1$ および $ThVer1$ のみならず、閾値 $ThHor2$ および $ThVer2$ を用いることによって、より細かい分類処理を行うので、符号化効率が更に向上する。

- [0185] なお、上記構成のように、本発明の一構成は、フィルタオン領域とフィルタオフ領域の分類に用いる特性値として、複数の特性値の組み合わせ（ここでは、水平方向活性度 ACT_H と垂直方向活性度 ACT_V ）を用いる場合を含む。同様に、本発明の一構成は、フィルタオン領域に対するフィルタ係数群割り当てに用いる特性値として、複数の特性値の組み合わせを用いる場合を含む。

- [0186] （分類処理例2-4）

本処理例においては、領域分類部172は、図9（d）に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0187] ・タイプ0 : $ACT \leq Th1$ 、または、 $Th2 < ACT$
- ・タイプ1 : $Th1 < ACT \leq Th2、かつ、ACT_H \leq ACT_V$
- ・タイプ2 : $Th1 < ACT \leq Th2、かつ、ACT_V < ACT_H$

ここで、 ACT は、上述した活性度 ACT を示しており、活性度算出部171aが、本変形例のように、水平方向活性度 ACT_H および垂直方向活性度 ACT_V を個別に算出する構成である場合には、

$$ACT = ACT_H + ACT_V$$

によって求めることができる。

[0188] 本処理例においては、活性度 ACT が $Th1 < ACT \leq Th2$ を満たす場合に、水平方向活性度 ACT_H と垂直方向活性度 ACT_V との大小に応じてフィルタ係数群を切り替えるので、符号化効率を効果的に向上させることができる。 $ACT_H \leq ACT_V$ すなわち垂直方向活性度 ACT_V が水平方向活性度 ACT_H 以上である場合には、水平方向エッジなどの垂直成分の変化が存在する可能性が高く、 $ACT_H > ACT_V$ の場合には垂直方向エッジなどの水平方向の変化が存在する可能性が高い。本処理例においては、特性値 ACT_H 、 ACT_V の大小に応じて対象単位領域における画像の方向性を算出し、方向性に応じてフィルタを選択している。また、本処理例においては、 $ACT_H \leq ACT_V$ 、すなわち、垂直方向の変化がより大きい場合の方向性を方向性0と表現し、 $ACT_V < ACT_H$ 、すなわち、水平方向の変化がより大きい場合の方向性を方向性1と表現する。ここで、0および1は、画像の方向性を互いに区別するためのインデックス（方向性インデックスとも呼ぶ）である。領域分類部172は、対象単位領域における方向性を示す値である方向性インデックスに応じて、フィルタタイプを選択する。

[0189] なお、上記構成のように、フィルタオン領域とフィルタオフ領域の分類に用いる特性値（ここでは活性度 ACT ）と、フィルタオン領域に対するフィルタ係数群の割り当てに用いる特性値（ここでは水平方向活性度 ACT_H 、垂直方向活性度 ACT_V ）は異なるものであっても構わない。すなわち、本発明は一構成として、ある特性値に基づいてフィルタオン領域とフィルタオフ領域に分類する手段と、ある特性値とは別の特性値に基づいてフィルタオン領域にフィルタ係数群を割り当てる手段を備える構成を含む。

[0190] (分類処理例 2 - 5)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 9 (e) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0191] ・タイプ 0 : $ACT \leq Th1$ 、または ($Th2 < ACT$ かつ $2 \times ACT_H < ACT_H$)、または ($Th1 < ACT \leq Th2$ かつ $2 \times ACT_H \geq ACT_V$ かつ $2 \times ACT_V \geq ACT_H$)

・タイプ 1 : $Th1 < ACT \leq Th2$ 、かつ、 $2 \times ACT_H < ACT_V$

・タイプ 2 : $Th1 < ACT \leq Th2$ 、かつ、 $2 \times ACT_V < ACT_H$

・タイプ 3 : ($Th2 < ACT$ かつ $2 \times ACT_H < ACT_V$)、または ($Th2 < ACT$ かつ $2 \times ACT_H \geq ACT_V$ かつ $2 \times ACT_V \geq ACT_H$)

ここで、 ACT は、上述した活性度 ACT を示している。

[0192] なお、 $2 \times ACT_H < ACT_V$ である場合、すなわち、垂直方向活性度 ACT_V が水平方向活性度 ACT_H よりも所定の程度以上大きい場合 (ここでは 2 倍以上に大きい場合) には、水平方向エッジが存在する可能性が高く、逆に $2 \times ACT_V < ACT_H$ である場合には垂直方向エッジが存在する可能性が高い。また $2 \times ACT_H \geq ACT_V$ かつ $2 \times ACT_V \geq ACT_H$ の場合には斜め方向エッジが存在する可能性が高い。本処理例においては、特性値 ACT_H および ACT_V の大小に応じて、対象単位領域における画像の方向性を算出し、方向性に応じてフィルタを選択している。また、本処理例においては、方向性インデックス 0 ~ 2 を用いて、 $2 \times ACT_H < ACT_V$ である場合の方向性を方向性 0 と表現し、 $2 \times ACT_V < ACT_H$ である場合の方向性を方向性 1 と表現し、 $2 \times ACT_H \geq ACT_V$ かつ $2 \times act_v \geq act_h$ である場合の方向性を方向性 2 と表現する。方向性 0、1、および 2 は、それぞれ、水平方向エッジ、垂直方向エッジ、および斜め方向エッジが存在する場合に対応する。

[0193] 領域分類部 172 は、対象単位領域における画像の方向性を、該方向性を示す値である方向性インデックスに応じて、対象単位領域についてのフィルタタイプを選択する。

[0194] 本処理例においては、活性度だけでなく、活性度と方向性に応じてタイプ 0 を割り当て、フィルタをオフとするため符号化効率を効率的に向上することができる。ここでは活性度が低い場合にはフィルタをオフとする。また活性度が中程度の場合には、斜め方向のフィルタをオフにし、垂直方向と水平方向にはフィルタ 1、フィルタ 2 を割り当てる。活性度が高い場合には、水平方向のフィルタをオフとし水平方向を除く方向にフィルタ 3 を割り当てる。ここでは、活性度が中かつ方向性が斜め方向の場合にフィルタ 0 としているのは、この場合を適用するシーケンスでは活性度中の領域に斜め線が少なく、斜め方向にフィルタを割り当てて符号化効率が向上しないためである。なお、この例は一例であり、適切な割り当てはシーケンス依存によって異なる。

[0195] <変形例 2>

以上の説明では、適応フィルタ 17 が、領域特性値算出部 171 にて、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P_DB の特性値として活性度 ACT （または、水平活性度 ACT_H 、および、垂直活性度 ACT_V ）を算出し、領域分類部 172 にて、活性度 ACT （または、水平活性度 ACT_H 、および、垂直活性度 ACT_V ）に基づいて対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する構成を例に挙げたが、本実施形態はこれに限定されるものではない。以下では、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P_DB の特性値として画素値の平均（平均画素値とも呼ぶ）を算出し、算出された平均画素値に基づいて対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する構成について説明する。

[0196] 図 10 は、本変形例に係る適応フィルタ 17 の構成を示すブロック図である。図 10 に示すように、本変形例に係る適応フィルタ 17 における領域特性値算出部 171 は、画素値参照部 171b を備えている。

[0197] 画素値参照部 171b は、処理対象となる対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P__DB の各画素値をフレームメモリ 15 から読み出し、それらの画素値の平均をとることによって平均画素値 MP を算出する。

[0198] 対象単位領域が B x 画素 x B y 画素の矩形形状である場合、対象単位領域における各画素の座標を (i, j) (i, j はそれぞれ $0 \leq i \leq Bx - 1$, $0 \leq j \leq By - 1$ を満たす整数) と表し、その座標におけるデブロック済復号画像 P__DB の画素値を S(i, j) と表すことにすると、画素値参照部 171b は、例えば、以下の数式 (3) を用いて、各画素値の単純平均をとることによって、平均画素値 MP を算出することができる。

[0199] [数7]

$$MP = \frac{1}{Bx \times By} \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-1} S(i, j) \quad \cdots (3)$$

[0200] なお、画素値参照部 171b は、各画素値の単純平均をとることに代えて、各画素値について所定の重み係数を用いた加重平均をとることによって平均画素値 MP を算出する構成としてもよい。

[0201] 本変形例に係る領域分類部 172 は、対象単位領域についての特性値として領域特性値算出部 171 が算出した平均画素値 MP に基づいて、対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する。対象単位領域はさらにタイプによって、フィルタオン領域もしくはフィルタオフ領域に分類される。対象単位領域がフィルタオン領域に分類される場合には、領域分類部 172 は、可変長符号復号部 11 から供給されるフィルタパラメータ FP に含まれるフィルタ係数群であって、対象単位領域の属するタイプに対応したフィルタ係数群を、対象単位領域に割り付ける。一方で、対象単位領域がフィルタオフ領域に分類される場合には、領域分類部 172 は、対象単位領域に対してフィルタ係数群を割り付けない。

[0202] また、領域分類部 172 は、(1) 対象単位領域がフィルタオンタイプに分類されたのか、フィルタオフタイプに分類されたのかを示すオンオフ情報 U、および、(2) 対象単位領域がフィルタオンタイプに分類された場合に

は、対象単位領域に割り付けられたフィルタ係数群、をフィルタ処理部 173 に供給する。

[0203] 以下では、本変形例に係る領域分類部 172 による分類処理の具体例の説明に先立ち、図 11 を参照しつつ発明者によって得られた実験データについて説明を行う。

[0204] 図 11 (a) は、発明者によって得られた実験データを示すグラフであって、量子化パラメータの値が 32 である複数のシーケンス（「PartyScene_q32」、「RaceHorses_q32」、「BQSquare_q32」）についての、単位領域毎の平均画素値と、各単位領域について適応フィルタ処理を施した場合に得られる二乗誤差削減量とを示すグラフである。ここで、二乗誤差削減量は、符号化効率と正の相関を有しており、二乗誤差削減量が多いほど符号化効率が向上することを示している。また、二乗誤差削減量が負である単位領域は、符号化効率に対して負の寄与、すなわち、符号化効率を低減させる寄与を有していることを示している。

[0205] 図 11 (a) に示すように、何れのシーケンスについても、二乗誤差削減量が負となる活性度の範囲が存在する。具体的には、

- ・シーケンス「PartyScene_q32」については、平均画素値が略 30 以下の範囲、および、平均画素値が 230 以上の範囲
 - ・シーケンス「RaceHorses_q32」については、平均画素値が略 40 以上 50 以下の範囲、および、平均画素値が 225 以上の範囲
 - ・シーケンス「BQSquare_q32」については、平均画素値が略 30 以下の範囲、および、平均画素値が略 235 以上の範囲
- の各範囲において、二乗誤差削減量が負となっている。

[0206] 図 11 (b) は、各平均画素値における二乗誤差削減量について、複数のシーケンスについての平均（「average」）と、各平均画素値を有する単位領域の総数（「count」）とを示すグラフである。

[0207] 図 11 (b) に示すように、複数のシーケンスの平均を示すグラフの値は、平均画素値が略 30 以下の範囲、および、平均画素値が略 230 以上の範

囲において負となっている。

[0208] このように、各シーケンスについて、二乗誤差削減量が負になる平均画素値の範囲が存在する。発明者は、上記の実験データに基づき、二乗誤差削減量が負になる平均画素値を有する単位領域については、適応フィルタ処理を行わない構成とすることによって、符号化効率が向上するとの知見を得た。

[0209] 以下では、本変形例に係る領域分類部 172 による分類処理の具体例を、図 12 を参照して説明する。領域分類部 172 は、以下の（分類処理例 3-1）～（分類処理例 3-7）のうち、何れかの分類処理を行う構成とすることができる。また、以下の（分類処理例 3-1）～（分類処理例 3-7）のうち、何れの分類処理を行うのかを指定する分類処理指定情報を符号化データ #1 に含めておき、領域分類部 172 は、（分類処理例 3-1）～（分類処理例 3-7）のうち、当該分類処理指定情報によって指定される分類処理を選択的に行う構成としてもよい。

[0210] なお、以下の説明では、タイプ 0 がフィルタオフタイプであり、タイプ 1 ～ Non（Non はフィルタオンタイプの総数）がフィルタオンタイプであるものとする。また、領域分類部 172 は、タイプ l （ $l = 1 \sim \text{Non}$ ）に分類された対象単位領域に対して、フィルタ係数群 l を割り付けるものとする。

[0211] （分類処理例 3-1）

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 12（a）に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0212] ・タイプ 0： $MP \leq ThM1$

・タイプ 1： $ThM1 < MP$

ここで、 $ThM1$ は予め定められた閾値を示している。閾値 $ThM1$ の具体的な値は、図 11 に示した実験データ等を鑑み、例えば、シーケンス毎に予め定められた値を用いればよい。具体的には、

・シーケンス「PartyScene_q32」については、 $ThM1 = 30$

・シーケンス「RaceHorses_q32」については、 $ThM1 = 50$

・シーケンス「BQSquare_q32」については、 $ThM1 = 30$

を用いればよい。また、閾値 T_{h1M} をシーケンスによらずに定める場合には、 $T_{h1M} = 30$ を用いればよい。

[0213] このように、平均画素値が予め定められた閾値以下である単位領域をタイプ0、すなわち、適応フィルタ処理を行わない単位領域に設定することによって、符号化効率に対する負の寄与を削減することができるので、符号化効率が向上する。

[0214] (分類処理例3-2)

本処理例においては、領域分類部172は、図12(b)に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0215]
- ・タイプ0 : $MP \leq T_{h1M}$
 - ・タイプ1 : $T_{h1M} < MP \leq T_{h2M}$
 - ・タイプ2 : $T_{h2M} < MP$

ここで、 T_{h2M} は、予め定められた閾値を示しており、 $T_{h1M} < T_{h2M}$ を満たしているものとする。閾値 T_{h2M} の具体的な値は、符号化効率が向上するように予め定めておけばよい。

[0216] 本処理例においても、平均画素値が予め定められた閾値以下である単位領域をタイプ0、すなわち、適応フィルタ処理を行わない単位領域に設定する。したがって、符号化効率に対する負の寄与を削減することができるので、符号化効率が向上する。また、フィルタ処理をオンにする単位領域については、平均画素値の値に応じて、複数のフィルタ係数群の何れかを適用するので、符号化効率の更なる向上を図ることができる。なお、本処理例における閾値 T_{h2M} の具体的な値は、符号化効率が向上するように予め定められた値を用いることが好ましい。

[0217] (分類処理例3-3)

本処理例においては、領域分類部172は、図12(c)に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0218]
- ・タイプ1 : $MP \leq T_{h2M}$
 - ・タイプ0 : $T_{h2M} < MP$

ここで、 $ThM2$ は予め定められた閾値を示している。閾値 $ThM2$ の具体的な値は、図11に示した実験データ等を鑑み、例えば、シーケンス毎に予め定められた値を用いればよい。具体的には、

- ・シーケンス「PartyScene_q32」については、 $ThM2 = 230$
- ・シーケンス「RaceHorses_q32」については、 $ThM2 = 225$
- ・シーケンス「BQSquare_q32」については、 $ThM2 = 235$

を用いればよい。また、閾値 $ThM2$ をシーケンスによらずに定める場合には、 $ThM2 = 230$ を用いればよい。

[0219] このように、平均画素値が予め定められた閾値以上である単位領域をタイプ0、すなわち、適応フィルタ処理を行わない単位領域に設定することによって、符号化効率に対する負の寄与を削減することができるので、符号化効率が向上する。

[0220] (分類処理例3-4)

本処理例においては、領域分類部172は、図12(d)に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0221]
- ・タイプ1： $MP \leq ThM1$
 - ・タイプ2： $ThM1 < MP \leq ThM2$
 - ・タイプ0： $ThM2 < MP$

ここで閾値 $ThM2$ の具体的な値は、分類処理例3-3と同様に定めておけばよい。また、閾値 $ThM1$ の具体的な値は、符号化効率が向上するように予め定めておけばよい。このような閾値 $ThM1$ および $ThM2$ を用いることによって、符号化効率を効果的に向上させることができる。

[0222] (分類処理例3-5)

本処理例においては、領域分類部172は、図12(e)に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0223]
- ・タイプ0： $MP \leq ThM1$ 、または、 $ThM2 < MP$
 - ・タイプ2： $ThM1 < MP \leq ThM2$

ここで、本処理例における閾値 $ThM1$ の具体的な値は、分類処理例3-

1と同様に定めておけばよい。また、本処理例における閾値 T_{hM2} の具体的な値は、分類処理例3-3と同様に定めておけばよい。

[0224] このような閾値 T_{hM1} および T_{hM2} を用いることによって、符号化効率を効果的に向上させることができる。

[0225] (分類処理例3-6)

本処理例においては、領域分類部172は、図12(f)に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0226] ・タイプ1： $ACT \leq T_{hM1}$

・タイプ2： $T_{hM1} < ACT \leq T_{hM2}$

・タイプ3： $T_{hM2} < ACT$

ここで、本処理例における閾値 T_{hM1} および T_{hM2} の具体的な値は、符号化効率を向上させるように予め定めておけばよい。

[0227] 本処理例においては、対象単位領域における平均画素値の値に応じて、フィルタ係数群を切り替えることができるので、符号化効率が向上する。

[0228] (分類処理例3-7)

以上、領域分類部172が平均画素値 MP を予め定められた閾値と比較することによって、対象単位領域についてのフィルタ処理のオンオフを決定する処理例について説明を行ったが、本実施形態はこれに限られるものではない。

[0229] 例えば、フィルタパラメータ FP に、各タイプについてのフィルタ処理のオンオフを指定するオンオフ指定情報 V を含めておき、領域分類部172は、このオンオフ指定情報 V を参照することによって、タイプ毎にフィルタ処理のオンオフを決定してもよい。以下では、図12(g)を参照して、このような分類処理例について説明する。なお、オンオフ指定情報 V は、上述したオンオフ情報 U とは異なり、フィルタ処理のオンオフを各タイプについて指定する情報であるため、そのビット長はタイプの総数に依存する。

[0230] 以下の説明では、タイプの総数が4であり、フィルタパラメータ FP には、各タイプについてのフィルタ処理のオンオフを指定する情報として、4ビ

ットのオンオフ指定情報Vが含まれている場合について説明する。ただし、本処理例はこれに限定されず、一般にタイプの総数が N_{tp} であり、フィルタパラメータFPに N_{tp} ビットのオンオフ指定情報Vが含まれている場合に適用することができる。

[0231] 図12(g)は、本処理例における分類処理を示す図である。図12(g)に示すように、領域分類部172は、対象単位領域を以下のように分類する。

- ・タイプA： $MP \leq ThM$
- ・タイプB： $ThM < MP \leq 2 \times ThM$
- ・タイプC： $2 \times ThM < MP \leq 3 \times ThM$
- ・タイプD： $3 \times ThM < MP$

また、領域分類部172は、フィルタパラメータFPに含まれるオンオフ指定情報Vを参照し、各タイプについてのフィルタ処理のオンオフを決定する。例えば、オンオフ指定情報Vが2進表現で「0101」である場合には、タイプAおよびタイプCをフィルタオフタイプに設定し、タイプBおよびタイプDをフィルタオンタイプに設定する。

[0232] 領域分類部172は、対象単位領域がフィルタオンタイプに属する場合には、当該対象単位領域に対して、フィルタパラメータFPに含まれるフィルタ係数群を割り付ける。ここで、フィルタパラメータFPに複数のフィルタ係数群が含まれている場合には、符号化データ#1を生成する動画像符号化装置2において用いられた選択規則と同じ選択規則を用いて、当該複数のフィルタ係数群のうち何れかのフィルタ係数群を選択し、対象単位領域に割り付けばよい。

[0233] 一方で、対象単位領域がフィルタオフタイプに属する場合には、領域分類部172は、対象単位領域に対してフィルタ係数群を割り付けない。

[0234] 領域分類部172は、(1)対象単位領域がフィルタオンタイプに分類されたのか、フィルタオフタイプに分類されたのかを示すオンオフ情報U、および、(2)対象単位領域がフィルタオンタイプに分類された場合には、対

象単位領域に割り付けられたフィルタ係数群、をフィルタ処理部 173 に供給する。

[0235] 本処理例においても、平均画素値の範囲毎にフィルタ処理のオンオフを切り替えることができるので、符号化効率が向上する。

[0236] <変形例 3>

上述した変形例 2 においては、領域特性値算出部 171 の備える画素値参照部 171b が、処理対象となる対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P__DB の特性値として、各画素値の平均をとることによって平均画素値 MP を算出し、領域分類部 172 が、平均画素値 MP に基づいて対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する構成について説明したが、画素値を利用する分類の仕方はこれに限定されるものではない。

[0237] 本変形例においては、領域特性値算出部 171 の備える画素値参照部 171b が、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P__DB の特性値として、各画素値の平均画素値 MP および分散 VP を算出し、領域分類部 172 が、平均画素値 MP および分散 VP に基づいて対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する。

[0238] ここで、対象単位領域が B x 画素 x B y 画素の矩形形状である場合、対象単位領域における各画素の座標を (i, j) (i, j はそれぞれ $0 \leq i \leq Bx - 1$, $0 \leq j \leq By - 1$ を満たす整数) と表し、その座標におけるデブロック済復号画像 P__DB の画素値を S(i, j) と表すことにすると、画素値参照部 171b は、例えば、以下の数式 (4) を用いて分散 VP を算出することができる。

[0239] [数 8]

$$VP = \left[\frac{1}{Bx \times By} \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-1} S(i, j)^2 \right] - \left[\frac{1}{Bx \times By} \sum_{i=0}^{Bx-1} \sum_{j=0}^{By-1} S(i, j) \right]^2 \quad \dots (4)$$

[0240] なお、画素値参照部 171b によって算出される分散 VP は、上述した活性度 ACT と同様に、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P__DB の乱雑さを示す指標として機能する。

- [0241] また、本変形例に係る画素値参照部 171b は、例えば、数式 (3) を用いて平均画素値 MP を算出する。
- [0242] 本変形例に係る領域分類部 172 は、対象単位領域についての特性値として領域特性値算出部 171 が算出した平均画素値 MP および分散 VP に基づいて、対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する。ここで、上記複数のタイプには、フィルタ処理がオフであるタイプ（フィルタオフタイプ）、および、フィルタ処理がオンであるタイプ（フィルタオンタイプ）の双方が含まれる。対象単位領域がフィルタオンタイプに属する場合には、領域分類部 172 は、可変長符号復号部 11 から供給されるフィルタパラメータ FP に含まれるフィルタ係数群であって、対象単位領域の属するタイプに対応したフィルタ係数群を、対象単位領域に割り付ける。一方で、対象単位領域がフィルタオフタイプに属する場合には、領域分類部 172 は、対象単位領域に対してフィルタ係数群を割り付けない。
- [0243] また、領域分類部 172 は、(1) 対象単位領域がフィルタオンタイプに分類されたのか、フィルタオフタイプに分類されたのかを示すオンオフ情報 U、および、(2) 対象単位領域がフィルタオンタイプに分類された場合には、対象単位領域に割り付けられたフィルタ係数群、をフィルタ処理部 173 に供給する。
- [0244] 以下では、本変形例に係る領域分類部 172 による分類処理の具体例を、図 16 を参照して説明する。領域分類部 172 は、以下の（分類処理例 4-1）～（分類処理例 4-2）のうち、何れかの分類処理を行う構成とすることができる。また、以下の（分類処理例 4-1）～（分類処理例 4-2）のうち、何れの分類処理を行うのかを指定する分類処理指定情報を符号化データ #1 に含めておき、領域分類部 172 は、（分類処理例 4-1）～（分類処理例 4-2）のうち、当該分類処理指定情報によって指定される分類処理を選択的に行う構成としてもよい。
- [0245] なお、以下の説明では、タイプ 0 がフィルタオフタイプであり、タイプ 1 ～ Non（Non はフィルタオンタイプの総数）がフィルタオンタイプであるも

のとする。また、以下では、領域分類部 172 は、タイプ l ($l = 1 \sim \text{Non}$) に分類された対象単位領域に対して、フィルタ係数群 l を割り付けるものとする。

[0246] (分類処理例 4-1)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 13 (a) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0247] ・タイプ 0 : $VP \leq ThV1$

・タイプ 1 : $ThV1 < VP$ 、かつ、 $MP \leq ThM1$

・タイプ 2 : $ThV1 < VP$ 、かつ、 $ThM1 < MP$

ここで、閾値 $ThM1$ 、および $ThV1$ は、符号化効率が向上するように定めておけばよい。

[0248] 本処理例においては、分散 VP 、すなわち、画像の乱雑さが閾値 $ThV1$ 以下である対象単位領域を、フィルタ処理を施さない単位領域に設定する。したがって、活性度 ACT が所定の閾値以下である単位領域を、フィルタ処理を施さない単位領域に設定する構成と同様に、符号化効率が向上する。

[0249] また、分散 VP の値が閾値 $ThM1$ より大きい場合には、平均画素値の大小に応じてフィルタ係数群を切り替えるので、符号化効率がより効果的に向上させることができる。

[0250] (分類処理例 4-2)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 13 (b) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0251] ・タイプ 0 : $VP \leq ThV1$ 、または、 $Th2 < VP$ 、または、 $ThM2 < MP$

・タイプ 1 : $ThV1 < VP \leq ThV2$ 、かつ、 $MP \leq ThM1$

・タイプ 2 : $ThV1 < VP \leq ThV2$ 、かつ、 $ThM1 < MP \leq ThM1$

ここで、閾値 $ThM1$ 、 $ThV1$ 、および、 $ThM2$ は、符号化効率が向上するように定めておけばよい。また、閾値 $ThV2$ の値は、高い符号化効

率を維持しつつ、処理量が削減するように定めておけばよい。

[0252] 本処理例においては、分散VPが閾値ThV1以下である単位領域、および、分散VPが閾値ThV2より大きい単位領域を、フィルタ処理を施さない単位領域に設定する。また、フィルタ処理を施す単位領域については、平均画素値の大小に応じてフィルタ係数群を切り替えるので、符号化効率を効果的に向上させることができる。

[0253] <変形例4>

以上、対象単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBの特性値を算出し、算出された特性値に基づいて当該対象単位領域についてのフィルタ処理のオンオフを切り替える適応フィルタについて説明を行ったが、本実施形態はこれに限定されるものではない。

[0254] 本変形例においては、所定の分割深度までの符号化単位の各々についてフィルタ処理のオンオフを指定するオンオフフラグを符号化データ#1に含めておき、適応フィルタが、このオンオフフラグと、デブロック済復号画像P__DBの特性値とを参照してフィルタ処理のオンオフを切り替える構成について、図14および図15を参照して説明する。図14は、本変形例に係る符号化データ#1のフィルタパラメータFP（図14においてはalf_paramと表記）に含まれるシンタックスの一部を示す図である。

[0255] 本変形例に係る符号化データ#1の構成は、上述した符号化データ#1の構成とほぼ同様であるが、以下の点において異なる。すなわち、図14に示すように、本変形例に係る符号化データ#1のフィルタパラメータFPには、（1）対象スライスについて適応フィルタ処理を施すか否かを指定するシンタックスadaptive_loop_filter_flag、（2）適応フィルタ処理のオンオフを符号化単位毎に制御するか否かを指定するシンタックスalf_cu_control_flag、（3）オンオフ制御の対象となる符号化単位についての、最大符号化単位からの最大分割深度（maximum split depth）を指定するシンタックス（階層指定情報）alf_cu_control_max_depth、（4）オンオフ制御の対象となる符号化単位の数指定するシンタックスalf_length_cu_control_info、及び

、（５）オンオフ制御の対象となる符号化単位の各々について、適応フィルタ処理のオンオフを指定するシンタックス（オンオフフラグ）`alf_cu_flag [i]`が含まれている。図１５（ａ）～（ｄ）は、それぞれ、`alf_cu_control_max_depth`の値が０～３である場合に、最大符号化単位ＬＣＵにおいてオンオフ制御の対象となる各符号化単位を、階層構造を表す分岐図と共に示している。

- [0256] 図１５（ａ）に示すように、`alf_cu_control_max_depth=0`のとき、フィルタパラメータＦＰには、最大符号化単位ＬＣＵの全体についてのオンオフフラグ`alf_cu_flag [0]`が含まれる。
- [0257] 図１５（ｂ）に示すように、`alf_cu_control_max_depth=1`のとき、フィルタパラメータＦＰには、最大符号化単位ＬＣＵより１階層下位の符号化単位０～３の各々についてのオンオフフラグ`alf_cu_flag [0]～alf_cu_flag [3]`が含まれる。
- [0258] 図１５（ｃ）に示すように、`alf_cu_control_max_depth=2`のとき、フィルタパラメータＦＰには、最大符号化単位ＬＣＵより１階層下位の符号化単位０および符号化単位７、並びに、最大符号化単位ＬＣＵより２階層下位の符号化単位１～６の各々についてのオンオフフラグ`alf_cu_flag [0]～alf_cu_flag [7]`が含まれる。
- [0259] 図１５（ｄ）に示すように、`alf_cu_control_max_depth=3`のとき、フィルタパラメータＦＰには、最大符号化単位ＬＣＵより１階層下位の符号化単位０および符号化単位１０、最大符号化単位ＬＣＵより２階層下位の符号化単位１～４および符号化単位９、並びに、最大符号化単位ＬＣＵより３階層下位の符号化単位５～８の各々についてのオンオフフラグ`alf_cu_flag [0]～alf_cu_flag [10]`が含まれる。図１６（ａ）は、本変形例に係る適応フィルタ１７の備える領域分類部１７２が、対象単位領域についての特性値としての活性度ＡＣＴと、符号化データ＃１より復号されたオンオフフラグであって、当該対象単位領域を含む符号化単位についてのオンオフフラグ`alf_cu_flag [i]`とを参照して、対象単位領域をタイプ０およびタイプ１の何れかに分

類する処理例を示している。

[0260] 図16(a)に示すように、対象単位領域を含む符号化単位についてのオンオフフラグ`alf_cu_flag[i]`が0であるとき、すなわち、オンオフフラグ`alf_cu_flag[i]`が当該符号化単位についてフィルタ処理を行わないことを指定しているときには、領域分類部172は、特性値の大小に関わらず、対象単位領域をタイプ0に分類する。したがって、適応フィルタ17の備えるフィルタ処理部173は、このような対象単位領域に対して、フィルタ処理を行わない。

[0261] 一方で、対象単位領域を含む符号化単位についてのオンオフフラグ`alf_cu_flag[i]`が1であるとき、すなわち、オンオフフラグ`alf_cu_flag[i]`が当該符号化単位についてフィルタ処理を行うことを指定しているとき、領域分類部172は、特性値の大小に応じて、対象単位領域を何れかのタイプに分類する。したがって、適応フィルタ17の備えるフィルタ処理部173は、オンオフフラグ`alf_cu_flag[i]`が1であって、かつ、タイプ0以外のタイプに分類された対象単位領域に対してのみフィルタ処理を行う。

[0262] なお、図16(a)においては、特性値として活性度を例に挙げているが、本変形例はこれに限定されるものではなく、特性値として平均画素値や方向性を用いてもよい。また、本変形例は、分類処理例1-1~1-7、2-1~2-4、3-1~3-7、および4-1~4-2において説明した特性値に基づく分類の何れかと、オンオフフラグ`alf_cu_flag[i]`による分類とを組み合わせることによって得られる分類方法に広く適用することができる。

[0263] また、以下では、`alf_cu_control_max_depth=0`、および、`alf_cu_control_max_depth=1`である場合を例に挙げて説明を行うが、`alf_cu_control_max_depth=2`、および、`alf_cu_control_max_depth=3`の場合についても同様の処理を行うことができる。

[0264] 図16(b)は、`alf_cu_control_max_depth=0`である場合であって、対象LCUについてのオンオフフラグ`alf_cu_flag[0]`がオンを指定している場合に、当該対象LCUを分割して得られる単位領域UR0~UR6を示して

いる。図16(b)において、タイプ0以外のタイプに分類された単位領域、すなわちフィルタ処理部173によって実際にフィルタ処理が行われる単位領域に斜線を付している。なお、図16(b)においては、各単位領域が、符号化データ#1に含まれるCU分割フラグSP_CUによって階層的に指定されるサイズおよび位置を有している場合を例示している。ただし、本変形例はこれに限定されず、各単位領域は、予め定められたサイズを有しているものであってもよい。

[0265] なお、特性算出を行う単位領域は、最小のCU（最小符号化単位）以下であることが好ましい。単位対象領域を最小符号化単位以下にすることにより、符号化単位で行われる制御単位と同じ、もしくはそれよりも細かい単位でフィルタ処理を切り替えることが可能である。

[0266] また、特性算出を行う単位領域は、4画素（2×2画素、1×4画素、4×1画素）以上の画素よりなる単位領域であることが好ましい。これにより、過度に細かい単位についてフィルタ処理のオンオフやフィルタ係数割り当てを切り替えることがないので、処理量を削減することができる。特性算出を行う単位領域が小さい場合には、算出された特性値を、フィルタ処理までの間、一時的に保持するためのメモリのサイズが大きくなるが、4画素以上とすることでメモリサイズを削減することができる。

[0267] 図16(c)は、alf_cu_control_max_depth=1である場合であって、各符号化単位CU0~3についてのオンオフフラグalf_cu_flag[i]（i=0~3）のうち、alf_cu_flag[0]、alf_cu_flag[2]、および、alf_cu_flag[3]がオンを示しており、alf_cu_flag[1]がオフを示している場合に、各CUを分割して得られる単位領域UR00~UR33を示している。図16(c)においても、タイプ0以外のタイプに分類された単位領域に斜線を付している。なお、図16(c)においては、各単位領域が、予め定められたサイズを有している場合を例示している。ただし、本変形例はこれに限定されず、alf_cu_control_max_depthが0でない場合についても、図16(b)に示した例と同様に、各単位領域が、符号化データ#1に含まれるCU分割フラグS

P_CUによって階層的に指定されるサイズおよび位置を有するものとしてもよい。

[0268] 図16(b)～(c)から明らかなように、本変形例に係る適応フィルタ17は、`alf_cu_control_max_depth`によって指定される最大分割深度に対応する符号化単位よりも小さな単位でフィルタ処理のオンオフを切り替えることができる。すなわち、特性算出を行う単位領域を階層指定情報によらない小さな単位とすることにより、階層指定情報で指定される制御領域が大きい場合においても、より小さい単位でオンオフ制御を行うことができる。したがって、オンオフフラグの符号量を抑制しつつ、きめ細かなオンオフ制御を行うことができるので、符号化効率が向上する。

[0269] また、特性算出を行う対象単位領域を、階層指定情報で定まる制御単位に応じて定める場合には、制御単位の構造にあわせて特性算出処理を行う必要がある。この場合、多くの分岐を有する複雑な処理となり演算量が大きくなり、また、ソフトウェアや回路の規模が増大する。上記のように、特性算出を行う対象単位領域を階層指定情報によらずに定まる場合には特性値算出の複雑性が低下する。

[0270] <変形例5>

(分類処理例2-4)および(分類処理例2-5)において、領域分類部172が、各方向の活性度に応じて方向性を識別する構成について説明を行ったが、方向性を識別するための構成は、これらの例に限定されるものではない。

[0271] 本変形例における領域特性値算出部171は、図17に示すように、活性度算出部171aに加えて、方向性算出部171cを備えている。ここで、方向性算出部171cは、対象単位領域におけるデブロック済復号画像P_DBの方向性としてエッジ角度 θ を算出する。また、方向性算出部171cは、算出されたエッジ角度 θ を領域分類部172に供給する。領域分類部172は、活性度ACTおよびエッジ角度 θ に応じて、フィルタタイプを選択する。

[0272] (方向性算出部 171c)

方向性算出部 171c は、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P__DB のエッジ角度 θ を算出する。以下では、対象単位領域が 1 つの画素のみを含む場合、および、対象単位領域に複数の画素が含まれている場合の各々について、方向性算出部 171c による方向性の算出処理について説明を行う。

[0273] (対象単位領域が 1 つの画素のみを含む場合の方向性の算出処理)

対象単位領域が 1 つの画素（対象画素）のみを含む場合、方向性算出部 171c は、対象画素を中心とする 3×3 画素の参照領域を設定し、当該参照領域の各画素に対して、以下の数式によって定義されるソーベルフィルタ行列 SFM_x 、および SFM_y を作用させることによって、ソーベルフィルタ後の画素値 $Sobel_x$ および $Sobel_y$ を算出する。

[0274] [数9]

$$SFM_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

[0275] [数10]

$$SFM_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

[0276] 続いて、方向性算出部 171c は、以下の数式によって、エッジ角度 θ を算出する。

[0277] $\theta = \arctan (Sobel_x / Sobel_y)$

ここで、 $\arctan$ は、三角関数 $\tan$ の逆関数を表す。また、角度 θ は、時計周りに増加するものとし、0 度から 180 度までの範囲 ($0^\circ \leq \theta < 180^\circ$) で表現されるものとする。

[0278] (対象単位領域が複数の画素を含む場合の θ の算出処理)

対象単位領域が複数の画素を含む場合、方向性算出部 171c は、まず、対象単位領域に含まれる各画素について、 3×3 画素の参照領域を設定し、

上述した方法によって各画素についてのソーベルフィルタ後の画素値 $Sobel_x$ および $Sobel_y$ を算出する。

[0279] 続いて、方向性算出部 171c は、以下の数式によって、各画素についてのエッジ強度 ES を算出し、最もエッジ強度 ES の大きい画素についてのソーベルフィルタ後の画素値 $Sobel_x$ および $Sobel_y$ を用いて算出されたエッジ角度 θ を領域分類部 172 に供給する。

$$[0280] \quad ES = (Sobel_x)^2 + (Sobel_y)^2$$

なお、方向性算出部 171c は、エッジの角度を算出することなく、エッジ方向に対応する番号（方向インデックス）を出力する構成としても良い。

[0281] 例えば、三角関数 $\tan$ の逆関数を用いるのではなく、 $Sobel_y$ と $Sobel_x$ の大小関係に応じて場合分けをすることによって、以下のよう方向性インデックスを生成可能である。

[0282] 方向性インデックス = 0 $|Sobel_y| < a \times |Sobel_x|$
| の場合

方向性インデックス = 1 $|Sobel_y| \geq a \times |Sobel_x|$
| かつ

$$|Sobel_y| \leq b \times |Sobel_x|$$

かつ

$Sobel_y$ と $Sobel_x$ の符号が等し

い場合

方向性インデックス = 2 $|Sobel_y| > b \times |Sobel_x|$
| の場合

方向性インデックス = 3 $|Sobel_y| \geq a \times |Sobel_x|$
| かつ

$$|Sobel_y| \leq b \times |Sobel_x|$$

かつ

$Sobel_y$ と $Sobel_x$ の符号が反対

の場合

但し、 $a = \tan(22.5^\circ) = 0.414 \dots$ 、 $b = \tan(67.5^\circ) = 2.414 \dots$ である。なお、この例では4つの方向性インデックスを算出したが、2個の方向性インデックスの算出や8個の方向性インデックスを算出する構成としてもよい。

[0283] 以下では、本変形例に係る領域分類部172による分類処理の具体例を、図18を参照して説明する。領域分類部172は、以下の（分類処理例5-1）～（分類処理例5-2）のうち、何れかの分類処理を行う構成とすることができる。また、以下の（分類処理例5-1）～（分類処理例5-2）のうち、何れの分類処理を行うのかを指定する分類処理指定情報を符号化データ#1に含めておき、領域分類部172は、（分類処理例5-1）～（分類処理例5-2）のうち、当該分類処理指定情報によって指定される分類処理を選択的に行う構成としてもよい。

[0284] なお、以下の説明では、タイプ0がフィルタオフタイプであり、タイプ1～Non（Nonはフィルタオンタイプの総数）がフィルタオンタイプであるものとする。また、以下では、領域分類部172は、タイプ l （ $l = 1 \sim \text{Non}$ ）に分類された対象単位領域に対して、フィルタ係数群 l を割り付けるものとする。

[0285] （分類処理例5-1）

本処理例においては、領域分類部172は、図18（a）に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0286] ・タイプ0： $ACT \leq Th$

・タイプ1： $ACT > Th$ かつ（ $0^\circ \leq \theta < 45^\circ$ 、または、 $135^\circ \leq \theta < 180^\circ$ ）

・タイプ2： $ACT > Th$ かつ $45^\circ \leq \theta < 135^\circ$

本処理例においては、活性度 ACT が所定の閾値 Th 以下である対象単位領域を、フィルタ処理を施さない単位領域に設定する。また、活性度 ACT が閾値 Th より大きい場合には、対象単位領域を、エッジ角度に応じて、2つのタイプの何れかに分類する。

[0287] (分類処理例 5 - 2)

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 18 (b) に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

- [0288] ・タイプ 0 : $ACT \leq Th1$
- ・タイプ 1 : $Th1 < ACT \leq Th2$ かつ $(0^\circ \leq \theta < 22.5^\circ$ 、または、 $157.5^\circ \leq \theta < 180^\circ)$
- ・タイプ 2 : $Th1 < ACT \leq Th2$ かつ $22.5^\circ \leq \theta < 67.5^\circ$
- ・タイプ 3 : $Th1 < ACT \leq Th2$ かつ $67.5^\circ \leq \theta < 112.5^\circ$
- ・タイプ 4 : $Th1 < ACT \leq Th2$ かつ $112.5^\circ \leq \theta < 157.5^\circ$
- ・タイプ 5 : $ACT > Th2$

本処理例においては、活性度 ACT が所定の閾値 $Th1$ 以下である対象単位領域を、フィルタ処理を施さない単位領域に設定する。また、活性度 ACT が閾値 $Th1$ より大きく、かつ閾値 $Th2$ 以下である場合には、対象単位領域を、エッジ角度に応じて、4 つのタイプ (タイプ 1 ~ タイプ 4) の何れかに分類する。また、活性度 ACT が閾値 $Th2$ より大きい場合には、対象単位領域をタイプ 5 に分類する。

[0289] なお、本変形例における分類処理は上述の例に限定されるものではなく、例えば、活性度 ACT が閾値 $Th2$ より大きい場合に、対象単位領域を、エッジ角度に応じて、複数のタイプの何れかに分類する構成としてもよい。

[0290] <変形例 6>

本変形例における領域特性値算出部 171 は、図 19 に示すように、活性度算出部 171 a、および画素値参照部 171 b の双方を備えている。領域分類部 172 は、活性度 ACT および平均画素値 MP に応じて、フィルタタイプを選択する。活性度算出部 171 a による活性度の算出処理および画素値参照部 171 b による平均画素値の算出処理については、既に説明したた

めここでは説明を省略する。

[0291] 以下では、本変形例に係る領域分類部 172 による分類処理の具体例を、図 20 を参照して説明する。領域分類部 172 は、以下の（分類処理例 6-1）～（分類処理例 6-2）のうち、何れかの分類処理を行う構成とすることができる。また、以下の（分類処理例 6-1）～（分類処理例 6-2）のうち、何れの分類処理を行うのかを指定する分類処理指定情報を符号化データ #1 に含めておき、領域分類部 172 は、（分類処理例 6-1）～（分類処理例 6-2）のうち、当該分類処理指定情報によって指定される分類処理を選択的に行う構成としてもよい。

[0292] なお、以下の説明では、タイプ 0 がフィルタオフタイプであり、タイプ 1 ～ Non（Non はフィルタオンタイプの総数）がフィルタオンタイプであるものとする。また、以下では、領域分類部 172 は、タイプ l （ $l = 1 \sim \text{Non}$ ）に分類された対象単位領域に対して、フィルタ係数群 l を割り付けるものとする。

[0293] （分類処理例 6-1）

本処理例においては、領域分類部 172 は、図 20（a）に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0294] ・タイプ 0： $ACT \leq Th1$ 、または、 $ACT > Th2$ 、または、 $(Th1 < ACT \leq Th2 \text{ かつ } MP \leq ThM1)$

・タイプ 1： $Th1 < ACT \leq Th2 \text{ かつ } ThM1 < MP \leq ThM2$

・タイプ 2： $Th1 < ACT \leq Th2 \text{ かつ } ThM2 < MP$

本処理例においては、活性度 ACT が所定の閾値 $Th1$ 以下である対象単位領域、および、活性度 ACT が所定の閾値 $Th2$ より大きい対象単位領域を、フィルタ処理を施さない単位領域に設定する。また、活性度 ACT が閾値 $Th1$ より大きくかつ閾値 $Th2$ 以下であり、平均画素値 MP が所定の閾値 $ThM1$ 以下である対象単位領域も、フィルタ処理を施さない単位領域に設定する。また、活性度 ACT が閾値 $Th1$ より大きくかつ閾値 $Th2$ 以下であり、平均画素値 MP が閾値 $ThM1$ より大きい場合には、平均画素値 M

Pに応じて、タイプ1、および、タイプ2の何れかに分類する。

[0295] (分類処理例5-2)

本処理例においては、領域分類部172は、図20(b)に示すように、対象単位領域を以下のように分類する。

[0296] ・タイプ0: $ACT \leq Th1$ 、または、 $(Th1 < ACT \leq Th2 \text{ かつ } MP \leq ThM1)$ 、または、 $(Th2 < ACT \text{ かつ } MP \leq ThM1)$

・タイプ1: $Th1 < ACT \leq Th2 \text{ かつ } ThM1 < MP \leq ThM2$

・タイプ2: $Th1 < ACT \leq Th2 \text{ かつ } ThM2 < MP$

・タイプ3: $Th2 < ACT \text{ かつ } ThM1 < MP$

本処理例においては、活性度ACTが所定の閾値Th1以下である対象単位領域を、フィルタ処理を施さない単位領域に設定する。また、平均画素値MPが所定の閾値ThM1以下である対象単位領域もフィルタ処理を施さない単位領域に設定する。また、活性度ACTが閾値Th1より大きくかつ閾値Th2以下であり、平均画素値MPが閾値ThM1より大きい場合には、平均画素値MPに応じて、タイプ1、および、タイプ2の何れかに分類する。また、活性度ACTが閾値Th2より大きく、平均画素値MPが閾値ThM1より大きい場合には、タイプ3に分類する。

[0297] (動画像符号化装置2)

本実施形態に係る動画像符号化装置2の構成について図21～図25を参照して説明する。動画像符号化装置2は、その一部に、H.264/MPEG-4, AVC、VCEG (Video Coding Expert Group) における共同開発用コーデックであるKTAソフトウェアに採用されている技術、および、その後継コーデックであるTMuC (Test Model under Consideration) ソフトウェアに採用されている技術を含む符号化装置である。

[0298] 図21は、動画像符号化装置2の構成を示すブロック図である。図21に示すように、動画像符号化装置2は、予測画像生成部21、変換・量子化部22、逆量子化・逆変換部23、加算器24、フレームメモリ25、デブロッキングフィルタ26、適応フィルタ27、可変長符号符号化部28、およ

び、減算器 29 を備えている。また、図 21 に示すように、予測画像生成部 21 は、イントラ予測画像生成部 21 a、動きベクトル検出部 21 b、インター予測画像生成部 21 c、予測方式制御部 21 d、および、動きベクトル冗長性削除部 21 e を備えている。動画像符号化装置 2 は、動画像 # 10 (符号化対象画像) を符号化することによって、符号化データ # 1 を生成する装置である。

[0299] (予測画像生成部 21)

予測画像生成部 21 は、処理対象 LCU を、1 または複数の下位 CU に再帰的に分割し、各リーフ CU をさらに 1 または複数のパーティションに分割し、パーティション毎に、画面間予測を用いたインター予測画像 $Pred_Inter$ 、または、画面内予測を用いたイントラ予測画像 $Pred_Intra$ を生成する。生成されたインター予測画像 $Pred_Inter$ およびイントラ予測画像 $Pred_Intra$ は、予測画像 $Pred$ として、加算器 24 および減算器 29 に供給される。

[0300] なお、予測画像生成部 21 は、スキップモードの適応された PU については、当該 PU に属する他のパラメータの符号化を省略する。また、(1) 対象 LCU における下位 CU およびパーティションへの分割の態様、(2) スキップモードを適用するか否か、および、(3) パーティション毎にインター予測画像 $Pred_Inter$ およびイントラ予測画像 $Pred_Intra$ の何れを生成するか、は、符号化効率を最適化するように決定される。

[0301] (イントラ予測画像生成部 21 a)

イントラ予測画像生成部 21 a は、画面内予測によって、各パーティションに関する予測画像 $Pred_Intra$ を生成する。具体的には、(1) 各パーティションについてイントラ予測に用いる予測モードを選択し、(2) 選択した予測モードを用いて、復号画像 P から予測画像 $Pred_Intra$ を生成する。イントラ予測画像生成部 21 a は、生成したイントラ予測画像 $Pred_Intra$ を、予測方式制御部 21 d に供給する。

[0302] また、イントラ予測画像生成部 21 a は、対象パーティションの周辺のパ

ーティションに割り付けられた予測モードから対象パーティションに対する推定予測モードを決定し、当該推定予測モードと、対象パーティションについて実際に選択された予測モードとが同じであるか否かを示すフラグMPMを、イントラ予測パラメータPP__I n t r aの一部として、予測方式制御部21dを介して可変長符号符号化部27に供給し、可変長符号符号化部27は、当該フラグMPMを符号化データ#1に含める構成とする。

[0303] また、イントラ予測画像生成部21aは、対象パーティションについての推定予測モードと、対象パーティションについて実際に選択された予測モードとが異なる場合には、対象パーティションについての予測モードを示す残余予測モードインデックスRIPMを、イントラ予測パラメータPP__I n t r aの一部として、予測方式制御部21dを介して可変長符号符号化部27に供給し、可変長符号符号化部27は当該残余予測モードインデックスRIPMを符号化データ#1に含める構成とする。

[0304] なお、イントラ予測画像生成部21aは、画面内予測によって、フィルタ済復号画像P__ALFから予測画像P r e d __I n t r aを生成する構成とすることも可能である。

[0305] (動きベクトル検出部21b)

動きベクトル検出部21bは、各パーティションに関する動きベクトルmvを検出する。具体的には、(1)参照画像として利用するフィルタ済復号画像P__ALF'を選択し、(2)選択したフィルタ済復号画像P__ALF'において対象パーティションを最良近似する領域を探索することによって、対象パーティションに関する動きベクトルmvを検出する。ここで、フィルタ済復号画像P__ALF'は、既にフレーム全体の復号が完了した復号済みの復号画像に対して、デブロッキングフィルタ26によるデブロック処理および適応フィルタ27によるフィルタ処理を施すことによって得られる画像であり、動きベクトル検出部21bは、フィルタ済復号画像P__ALF'を構成する各画素の画素値をフレームメモリ25から読み出すことができる。動きベクトル検出部21bは、検出した動きベクトルmvを、参照画像と

して利用したフィルタ済復号画像 P_ALF' を指定する参照画像インデックス R_I と共に、インター予測画像生成部 21c 及び動きベクトル冗長性削除部 21e に供給する。

[0306] (インター予測画像生成部 21c)

インター予測画像生成部 21c は、画面間予測によって、各インター予測パーティションに関する動き補償画像 m_c を生成する。具体的には、動きベクトル検出部 21b から供給された動きベクトル m_v を用いて、動きベクトル検出部 21b から供給された参照画像インデックス R_I によって指定されるフィルタ済復号画像 P_ALF' から動き補償画像 m_c を生成する。動きベクトル検出部 21b と同様に、インター予測画像生成部 21c は、フィルタ済復号画像 P_ALF' を構成する各画素の画素値をフレームメモリ 25 から読み出すことができる。インター予測画像生成部 21c は、生成した動き補償画像 m_c (インター予測画像 $Pred_Inter$) を、動きベクトル検出部 21b から供給された参照画像インデックス R_I と共に、予測方式制御部 21d に供給する。

[0307] (予測方式制御部 21d)

予測方式制御部 21d は、イントラ予測画像 $Pred_Intra$ 及びインター予測画像 $Pred_Inter$ を符号化対象画像と比較し、イントラ予測を行うかインター予測を行うかを選択する。イントラ予測を選択した場合、予測方式制御部 21d は、イントラ予測画像 $Pred_Intra$ を予測画像 $Pred$ として加算器 24 及び減算器 29 に供給すると共に、イントラ予測画像生成部 21a から供給されるイントラ予測パラメータ PP_Intra を可変長符号符号化部 28 に供給する。一方、インター予測を選択した場合、予測方式制御部 21d は、インター予測画像 $Pred_Inter$ を予測画像 $Pred$ として加算器 24 及び減算器 29 に供給すると共に、参照画像インデックス R_I 、並びに、後述する動きベクトル冗長性削除部 21e から供給された推定動きベクトルインデックス PMV_I 及び動きベクトル残差 MVD をインター予測パラメータ PP_Inter として可変長符号符

号化部 27 に供給する。

[0308] (動きベクトル冗長性削除部 21e)

動きベクトル冗長性削除部 21e は、動きベクトル検出部 21b によって検出された動きベクトル $m v$ における冗長性を削除する。具体的には、(1) 動きベクトル $m v$ の推定に用いる推定方法を選択し、(2) 選択した推定方法に従って推定動きベクトル $p m v$ を導出し、(3) 動きベクトル $m v$ から推定動きベクトル $p m v$ を減算することにより動きベクトル残差 $M V D$ を生成する。動きベクトル冗長性削除部 21e は、生成した動きベクトル残差 $M V D$ を、選択した推定方法を示す推定動きベクトルインデックス $P M V I$ と共に、予測方式制御部 21d に供給する。

[0309] (変換・量子化部 22)

変換・量子化部 22 は、(1) 符号化対象画像から予測画像 $P r e d$ を減算した予測残差 D をブロック (変換単位) 毎に $D C T$ 変換 (Discrete Cosine Transform) し、(2) $D C T$ 変換により得られた $D C T$ 係数を量子化し、(3) 量子化により得られた量子化予測残差 $Q D$ を可変長符号符号化部 27 及び逆量子化・逆変換部 23 に供給する。なお、変換・量子化部 22 は、(1) 量子化の際に用いる量子化ステップ $Q P$ を $T U$ 毎に選択し、(2) 選択した量子化ステップ $Q P$ の大きさを示す量子化パラメータ差分 $\Delta q p$ を可変長符号符号化部 29 に供給し、(3) 選択した量子化ステップ $Q P$ を逆量子化・逆変換部 23 に供給する。ここで、量子化パラメータ差分 $\Delta q p$ とは、 $D C T$ 変換／量子化するマクロブロックに関する量子化パラメータ $q p$ (例えば $Q P = 2^{p q / 6}$) の値から、直前に $D C T$ 変換／量子化した $T U$ に関する量子化パラメータ $q p'$ の値を減算して得られる差分値のことを指す。

[0310] (逆量子化・逆変換部 23)

逆量子化・逆変換部 23 は、(1) 量子化予測残差 $Q D$ を逆量子化し、(2) 逆量子化によって得られた $D C T$ 係数を逆 $D C T$ (Discrete Cosine Transform) 変換し、(3) 逆 $D C T$ 変換によって得られた予測残差 D を加算器 24 に供給する。量子化予測残差 $Q D$ を逆量子化する際には、変換・量子化

部 2 2 から供給された量子化ステップ $Q P$ を利用する。なお、逆量子化・逆変換部 2 3 から出力される予測残差 D は、変換・量子化部 2 2 に入力される予測残差 D に量子化誤差が加わったものであるが、ここでは簡単のために共通の呼称を用いる。

[0311] (加算器 2 4)

加算器 2 4 は、予測方式制御部 2 1 d にて選択された予測画像 P_{red} を、逆量子化・逆変換部 2 3 にて生成された予測残差 D に加算することによって、(局所)復号画像 P を生成する。加算器 2 4 にて生成された(局所)復号画像 P は、デブロッキングフィルタ 2 7 に供給されると共にフレームメモリ 2 5 に格納され、イントラ予測における参照画像として利用される。

[0312] (可変長符号符号化部 2 8)

可変長符号符号化部 2 8 は、(1) 変換・量子化部 2 2 から供給された量子化予測残差 $Q D$ 並びに $\Delta q p$ 、(2) 予測方式制御部 2 1 d から供給された量子化パラメータ $P P$ (インター予測パラメータ $P P_I n t e r$ 、および、イントラ予測パラメータ $P P_I n t r a$)、および、(3) 適応フィルタ 2 7 から供給されたフィルタパラメータ $F P$ を可変長符号化することによって、符号化データ # 1 を生成する。

[0313] なお、可変長符号符号化部 2 8 による具体的な符号化方式としては、算術符号化／復号の一方式である $C A B A C$ (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding)、または、非算術符号化／復号の一方式である $C A V L C$ (Context-based Adaptive VLC) が用いられる。

[0314] (減算器 2 9)

減算器 2 9 は、予測方式制御部 2 1 d にて選択された予測画像 P_{red} を、符号化対象画像から減算することによって、予測残差 D を生成する。減算器 2 9 にて生成された予測残差 D は、変換・量子化部 2 2 によって $D C T$ 変換／量子化される。

[0315] (デブロッキングフィルタ 2 6)

デブロッキングフィルタ 2 6 は、復号画像 P におけるブロック境界、また

はパーティション境界を介して互いに隣接する画素の画素値の差が予め定められた閾値よりも小さい場合に、復号画像Pにおける当該ブロック境界、または当該パーティション境界に対してデブロッキング処理を施すことによって、当該ブロック境界、または当該パーティション境界付近の画像の平滑化を行う。デブロッキングフィルタ26によりデブロッキング処理が施された画像は、デブロック済復号画像P__DBとして、フレームメモリ25に格納される。

[0316] (適応フィルタ27)

適応フィルタ27は、(1) デブロック済復号画像P__DBを構成する1若しくは複数の単位領域の各々を、該単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBの画像特性に応じて複数のタイプの何れかに分類し、(2) 該単位領域についての適応フィルタ処理のオンオフを、該単位領域が属するタイプに応じて切り替える。また、(3) 適応フィルタ処理がオンに設定された単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBと、符号化対象画像(動画画像#10)との誤差が最小となるように、タイプ毎にフィルタ係数群を決定し、(4) 決定されたフィルタ係数群を用いて、デブロック済復号画像P__DBに対して適応フィルタ処理を行う。

[0317] 図22は、適応フィルタ27の構成を示すブロック図である。図22に示すように、適応フィルタ27は、領域特性値算出部271、領域分類部272、及び、フィルタ処理部273を備えている。

[0318] (領域特性値算出部271)

領域特性値算出部271は、処理対象となる対象単位領域を含む特性値算出参照領域におけるデブロック済復号画像P__DBの各画素値をフレームメモリ15から読み出し、それらの画素値に基づいて、対象単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBの画像特性を表す特性値(領域特性値とも呼ぶ)を算出する。ここで、特性値算出参照領域とは、対象単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBの特性値を算出するために参照される画素から構成される領域のことを指す。特性値算出参照領域は、対象単位領域のみ

から構成されるか、または、対象単位領域と対象単位領域の周辺の領域とから構成される。

[0319] 図22に示すように、領域特性値算出部271は、活性度算出部271aを備えている。活性度算出部271aは、対象単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBの特性値として、活性度 (a c t i v i t y) A C Tを算出する。また、算出された分割領域毎の活性度 A C Tは、領域分類部272に供給される。

[0320] 活性度算出部271aによる活性度の具体的な算出方法は、動画像復号装置1の備える活性度算出部171aによる活性度の算出方法と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0321] (領域分類部272)

領域分類部272は、対象単位領域についての特性値として領域特性値算出部271が算出した活性度 A C Tに基づいて、対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する。ここで、上記複数のタイプには、フィルタ処理がオフであるタイプ (フィルタオフタイプ)、および、フィルタ処理がオンであるタイプ (フィルタオンタイプ) の双方が含まれる。また、領域分類部272は、対象単位領域が何れのタイプに分類されたのかを示すタイプ情報をフィルタ処理部273に供給する。

[0322] 領域分類部272は、具体的には、以下の (分類処理例1-1') ~ (分類処理例1-6') のうち、何れかの分類処理を行う構成とすることができる。また、領域分類部272は、以下の (分類処理例1-1') ~ (分類処理例1-6') のうち、何れかの分類処理を選択的に行う構成とし、何れの分類処理を行ったのかを示す分類処理指定情報を符号化データ#1に含める構成としてもよい。なお、タイプ0がフィルタオフタイプであり、タイプ1 ~ Non (Nonはフィルタオンタイプの総数) がフィルタオンタイプであるものとする。

[0323] (分類処理例1-1') ~ (分類処理例1-6')

領域分類部172による (分類処理例1-1) ~ (分類処理例1-6) と

同様の処理を行う。具体的な分類方法については、すでに説明したため、ここでは説明を省略する。

[0324] (分類処理例 1 - 7')

領域分類部 172 による (分類処理例 1 - 7) とほぼ同様の処理を行う。ただし、領域分類部 172 が本分類処理を行う場合、フィルタ処理部 273 は、各タイプ (例えば、図 6 (g) におけるタイプ A ~ D) についてのフィルタ処理のオンオフを符号化効率がより高くなるように決定し、決定されたオンオフを示すオンオフ指定情報 V を領域分類部 172 に供給するものとする。

[0325] (フィルタ処理部 273)

フィルタ処理部 273 は、対象スライスまたは対象 LCU に含まれる各単位領域を、領域分類部 272 から供給されるタイプ情報に基づいて分類し、デブロック済復号画像 P_DB と、符号化対象画像 (動画像 # 10) との誤差が最小となるように、タイプ毎にフィルタ係数群を決定する。

[0326] より具体的には、対象スライスまたは対象 LCU におけるデブロック済復号画像 P_DB のうちタイプ I に分類された単位領域よりなる画像を画像 I と表し、画像 I に含まれる画素のうち座標が (x, y) である画素の画素値を S_I (x, y) と表し、対象スライスまたは対象 LCU における符号化対象画像に含まれる画素のうち座標が (x, y) である画素の画素値を S_T (x, y) と表すことにすると、フィルタ処理部 273 は、例えば、以下の数式 (5) によって与えられる二乗誤差 E を最小にするようなフィルタ係数 a_I (i, j) およびオフセット o_I を導出する。

[0327] [数11]

$$E = \sum_{x,y} \left(S_T(x,y) - \sum_{(i,j) \in R} a_I(i,j) S_I(x+i,y+j) - o_I \right)^2 \quad \dots (5)$$

[0328] フィルタ処理部 273 は、領域分類部 272 によりタイプ 0 以外のタイプに分類された全ての単位領域について、フィルタ係数 a_I (i, j) およびオフセット o_I よりなるフィルタ係数群 I を導出する。例えば、対象スライスま

たは対象LCUが、タイプ0、タイプ1、及び、タイプ2に分類された単位領域から構成されている場合には、フィルタ処理部273は、タイプ1に分類された単位領域についてのフィルタ係数群1と、タイプ2に分類された単位領域についてのフィルタ係数群2とを導出する。

[0329] また、フィルタ処理部273は、対象スライスまたは対象LCUに含まれる各単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBに対して、タイプ毎に導出されたフィルタ係数群を用いてフィルタ処理を行うことによってフィルタ済復号画像P__ALFを生成する。例えば、対象スライスまたは対象LCUが、タイプ0、タイプ1、及び、タイプ2に分類された単位領域から構成されている場合には、フィルタ処理部273は、対象スライスまたは対象LCUにおけるデブロック済復号画像P__DBのうちタイプ1に分類された単位領域に対してフィルタ係数群1を用いたフィルタ処理を行い、タイプ2に分類された単位領域に対してフィルタ係数群2を用いたフィルタ処理を行う。

[0330] フィルタ処理部273による具体的なフィルタ処理は、動画像復号装置1の備えるフィルタ処理部173によるフィルタ処理を同様であるのでここでは説明を省略する。

[0331] なお、フィルタ処理部273によって導出された各タイプについてのフィルタ係数群は、フィルタパラメータFPの一部として、可変長符号符号化部28に供給される。

[0332] <変形例1'>

領域特性値算出部271の備える活性度算出部271aは、対象単位領域におけるデブロック済復号画像P__DBの特性値として、上述した活性度ACTに代えて、垂直方向活性度ACT__V、および、水平方向活性度ACT__Hを算出し、領域分類部272が、水平方向活性度ACT__H、および、垂直方向活性度ACT__Vに基づいて対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する構成としてもよい。

[0333] ここで、水平方向活性度ACT__H、および、垂直方向活性度ACT__V

は、例えば、上述した数式（１ a）の第１項、および、第２項によってそれぞれ算出することができる。また、水平方向活性度 ACT_H 、および、垂直方向活性度 ACT_V は、上述した数式（１ b）～（１ d）のうち、何れかの数式の第１項、および、第２項によってそれぞれ算出することもできる。

[0334] 領域分類部 272 は、活性度算出部 271 a によって算出された水平方向活性度 ACT_H 、および、垂直方向活性度 ACT_V に基づいて、対象単位領域を複数のタイプのうち、何れかのタイプに分類する。また、領域分類部 272 は、対象単位領域が何れのタイプに分類されたのかを示すタイプ情報をフィルタ処理部 273 に供給する。

[0335] 本変形例に係る領域分類部 272 による分類処理は、＜変形例 1＞において説明した領域分類部 172 による分類処理と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0336] ＜変形例 2'＞

適応フィルタ 27 は、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P_DB の特性値として画素値の平均（平均画素値とも呼ぶ）を算出し、算出された平均画素値に基づいて対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する構成としてもよい。

[0337] 図 23 は、本変形例に係る適応フィルタ 27 の構成を示すブロック図である。図 23 に示すように、本変形例に係る適応フィルタ 27 における領域特性値算出部 271 は、画素値参照部 271 b を備えている。

[0338] 画素値参照部 271 b は、処理対象となる対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P_DB の各画素値をフレームメモリ 25 から読み出し、それらの画素値の平均をとることによって平均画素値 MP を算出する。

[0339] 画素値参照部 271 b による平均画素値 MP の算出方法は、動画像復号装置 1 の備える画素値参照部 171 b による平均画素値 MP の算出方法と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0340] また、本変形例に係る領域分類部 272 は、対象単位領域についての特性

値として領域特性値算出部 271 が算出した平均画素値 MP に基づいて、対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する。ここで、上記複数のタイプには、フィルタ処理がオフであるタイプ（フィルタオフタイプ）、および、フィルタ処理がオンであるタイプ（フィルタオンタイプ）の双方が含まれる。また、領域分類部 272 は、対象単位領域が何れのタイプに分類されたのかを示すタイプ情報をフィルタ処理部 273 に供給する。

[0341] 領域分類部 272 は、具体的には、以下の（分類処理例 3-1'）～（分類処理例 3-7'）のうち、何れかの分類処理を行う構成とすることができる。また、領域分類部 272 は、以下の（分類処理例 3-1'）～（分類処理例 3-7'）のうち、何れかの分類処理を選択的に行う構成とし、何れの分類処理を行ったのかを示す分類処理指定情報を符号化データ #1 に含める構成としてもよい。なお、タイプ 0 がフィルタオフタイプであり、タイプ 1 ～ Non（Non はフィルタオンタイプの総数）がフィルタオンタイプであるものとする。

[0342] （分類処理例 3-1'）～（分類処理例 3-6'）

領域分類部 272 による（分類処理例 3-1）～（分類処理例 3-6）と同様の処理を行う。具体的な分類方法については、すでに説明したため、ここでは説明を省略する。

[0343] （分類処理例 3-7'）

領域分類部 272 による（分類処理例 3-7）とほぼ同様の処理を行う。ただし、領域分類部 272 が本分類処理を行う場合、フィルタ処理部 273 は、各タイプ（例えば、図 12（g）におけるタイプ A～D）についてのフィルタ処理のオンオフを符号化効率がより高くなるように決定し、決定されたオンオフを示すオンオフ指定情報 V を領域分類部 272 に供給するものとする。

[0344] <変形例 3'>

領域特性値算出部 271 の備える画素値参照部 271b が、対象単位領域におけるデブロック済復号画像 P__DB の特性値として、各画素値の平均画

素値MPおよび分散VPを算出し、領域分類部272が、平均画素値MPおよび分散VPに基づいて対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する構成としてもよい。

[0345] 本変形例に係る画素値参照部271bによる分散VPの算出処理は、＜変形例3＞において説明した画素値参照部171bによる分散VPの算出処理と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0346] 本変形例に係る領域分類部272は、対象単位領域についての特性値として領域特性値算出部271が算出した平均画素値MPおよび分散VPに基づいて、対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する。ここで、上記複数のタイプには、フィルタ処理がオフであるタイプ（フィルタオフタイプ）、および、フィルタ処理がオンであるタイプ（フィルタオンタイプ）の双方が含まれる。また、領域分類部272は、対象単位領域が何れのタイプに分類されたのかを示すタイプ情報をフィルタ処理部273に供給する。

[0347] 本変形例に係る領域分類部272による分類処理は、＜変形例3＞において説明した領域分類部172による分類処理と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0348] ＜変形例4'＞

本変形例に係る適応フィルタ27は、（１）対象スライスについて適応フィルタ処理を施すか否かを決定し、決定した結果を示すシンタックスadaptive_loop_filter_flagを可変長符号符号化部28に供給する機能と、（２）適応フィルタ処理のオンオフを符号化単位毎に制御するか否かを決定し、決定した結果を示すシンタックスalf_cu_control_flagを可変長符号符号化部28に供給する機能と、（３）オンオフ制御の対象となる符号化単位についての、最大符号化単位からの最大分割深度（maximum split depth）を決定し、決定した結果を示すシンタックス（階層指定情報）alf_cu_control_max_depthを可変長符号符号化部28に供給する機能と、（４）オンオフ制御の対象となる符号化単位の数を決し、決定した結果を示すシンタックスalf_length_cu_control_infoを可変長符号符号化部28に供給する機能と、（５）オンオ

フ制御の対象となる符号化単位の各々について、適応フィルタ処理のオンオフを決定し、決定した結果を示すシンタックス（オンオフフラグ）`alf_cu_flag[i]`を可変長符号符号化部28に供給する機能とを有している。

[0349] また、本変形例に係る適応フィルタ27は、上記（１）～（５）の決定を、符号化効率がより向上するように行う構成とすることができる。

[0350] また、特性算出を行う対象単位領域を、階層指定情報で定まる制御単位に応じて定める場合には、制御単位の構造にあわせて特性算出処理を行う必要がある。この場合、多くの分岐を有する複雑な処理となり演算量が大きくなり、また、ソフトウェアや回路の規模が増大する。上記のように、特性算出を行う対象単位領域を階層指定情報によらずに定まる場合には特性値算出の複雑性が低下する。

[0351] 動画像符号化装置においては、複数の階層指定情報における符号化をテストし、最適な階層を選択し符号化するような最適化を行うことが望ましいが、階層指定情報に依存して特性算出を行う単位領域の位置やサイズが変化すると、異なる階層指定情報における符号化をテストする度に、特性算出をやり直す必要が生じる。このような再算出は演算量を増大させることから適当ではない。

[0352] 本変形例に係る領域分類部272は、対象単位領域についての特性値と、当該対象単位領域を含む符号化単位についてのオンオフフラグ`alf_cu_flag[i]`とを参照して、対象単位領域を複数のタイプの何れかに分類する。

[0353] 本変形例に係る領域分類部272による分類処理は、＜変形例4＞において説明した領域分類部172による分類処理と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0354] ＜変形例5'＞

本変形例に係る領域特性値算出部271は、図24に示すように、活性度算出部271aに加えて方向性算出部271cを備えている。方向性算出部271cは、＜変形例5＞において説明した方向性算出部171cと同様にエッジ方向 θ を算出する。

[0355] 本変形例に係る領域分類部 272 による分類処理は、＜変形例 5＞において説明した領域分類部 172 による分類処理と同様である。

[0356] ＜変形例 6'＞

本変形例に係る領域特性値算出部 271 は、図 25 に示すように、活性度算出部 271 a に加えて画素値参照部 271 b を備えている。本変形例に係る領域分類部 272 による分類処理は、＜変形例 6＞において説明した領域分類部 172 による分類処理と同様である。

[0357] （付記事項 1）

以上のように、本発明に係る画像フィルタ装置は、複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、上記複数の単位領域の各々について、上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、各単位領域を、上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域、または、上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えている、ことを特徴としている。

[0358] 上記の構成によれば、上記分類手段は、入力画像を構成する各単位領域を、該単位領域における上記入力画像の画像特性を表す特性値の値に応じて、上記フィルタオン領域、および、上記フィルタオフ領域の何れかに分類する。また、上記フィルタ手段は、上記フィルタオン領域に属する単位領域における入力画像に作用する一方で、上記フィルタオフ領域に属する単位領域における入力画像には作用しない。

[0359] このように、上記のように構成された本発明に係る画像フィルタ装置によれば、入力画像の局所的な画像特性に応じて、フィルタ処理のオンオフを切り替えることができる。したがって、上記画像フィルタ装置がフィルタ処理のオンオフを切り替えつつ復号画像に作用して得られる出力画像を、予測画像を生成するための参照画像として用いることによって、従来に比べて予測精度及び符号化効率を向上させることができる。

[0360] なお、上記画像フィルタ装置が、画像を符号化する符号化装置、および、

符号化データから画像を復号する復号装置において用いられる場合には、上記単位領域を、例えば、予測画像を生成する単位である予測単位（パーティション）としてもよいし、周波数変換の単位である変換単位としてもよいし、それら以外のものとしてもよい。例えば、上記単位領域は、1画素のみから構成される単位であってもよい。

[0361] また、上記分類手段は、上記フィルタオン領域に属する各単位領域を、上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、複数のタイプの何れかに更に分類し、上記フィルタ手段は、上記フィルタオン領域に属する各単位領域内の各画素の画素値を、該画素を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出する、ことが好ましい。

[0362] 上記の構成によれば、上記分類手段が、上記フィルタオン領域に属する各単位領域を、上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、複数のタイプの何れかに更に分類し、上記フィルタ手段は、上記フィルタオン領域に属する各単位領域内の各画素の画素値を、該画素を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出する。したがって、上記の構成によれば、入力画像の画像特性が単位領域毎に異なる場合であっても、上記タイプ毎に設定されたフィルタ係数群を用いてフィルタ処理を行うことができる。すなわち、上記入力画像の画像特性が、単位領域毎に異なるような場合であっても、予測画像の生成により適した出力画像を生成することができる。したがって、上記のように構成された本発明に係る画像フィルタ装置が生成する出力画像を、予測画像を生成するための参照画像として用いることによって、予測精度及び符号化効率を向上させることができる。

[0363] また、上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の活性度を算出する、ことが好ましい。

[0364] 上記の構成によれば、上記特性値算出手段は、各単位領域における入力画像の画像特性を表す特性値として活性度を算出する。したがって、上記の構成によれば、上記入力画像が、単位領域毎に異なる活性度を有している場合

であっても、予測画像の生成により適した出力画像を生成することができる。なお、活性度とは、画像の乱雑さを示す指標であると表現することもできる。

[0365] また、上記特性値算出手段は、各単位領域において、その近傍全体が該単位領域に含まれる画素からなる内部領域に属する各画素の活性度を、該画素の上記近傍に含まれる画素の画素値を参照して導出したうえで、内部領域に属する各画素の活性度から該単位領域についての活性度を算出する、ことが好ましい。

[0366] 上記の構成によれば、各単位領域において、その近傍全体が該単位領域に含まれる画素からなる内部領域に属する各画素の活性度を、該画素の上記近傍に含まれる画素の画素値を参照して導出したうえで、内部領域に属する各画素の活性度から該単位領域についての活性度を算出する。したがって、上記の構成によれば、各単位領域についての活性度を、該単位領域内の画素のみを参照することによって算出することができる。換言すれば、ある単位領域についての活性度を、その単位領域に含まれない画素を参照することなく算出することができる。

[0367] したがって、上記の構成によれば、高い符号化効率を維持しつつ、活性度を算出するためのデータ転送量および処理量を削減することができる。

[0368] また、上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の画素値の平均を算出する、ことが好ましい。

[0369] 上記の構成によれば、上記特性値算出手段は、各単位領域における入力画像の画像特性を表す特性値として該単位領域における画素値の平均を算出する。したがって、上記の構成によれば、上記入力画像が、単位領域毎に異なる画素値の平均を有している場合であっても、予測画像の生成により適した出力画像を生成することができる。

[0370] また、上記特性値算出手段は、各単位領域について、互いに算出方法の異なる複数の特性値を算出する、ことが好ましい。

[0371] 上記の構成によれば、上記特性値算出手段は、各単位領域について、互い

に算出方法の異なる複数の特性値を算出する。したがって、上記の構成によれば、各単位領域の分類をより適切に行うことができるので、符号化効率をさらに向上させることができる。

[0372] また、上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の画素値の平均と、該単位領域における上記入力画像の画素値の分散とを算出する、ことが好ましい。

[0373] 上記の構成によれば、上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の画素値の平均と、該単位領域における上記入力画像の画素値の分散とを算出する。したがって、上記の構成によれば、各単位領域の分類をより適切に行うことができるので、符号化効率をさらに向上させることができる。

[0374] なお、画素値の分散は、画像の乱雑さを示す指標とも捉えられる。また、画素値の分散は、画素値の2乗平均と画素値の平均の2乗との差をとることによって求められる。ここで、画素値の分散を算出するために用いられる画素値の平均は、一方の特性値として算出された画素値の平均の値をそのまま用いることができるので、処理量の増大を抑制しつつ、各単位領域の分類をより適切に行うことができる。

[0375] また、上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の垂直方向の活性度と、該単位領域における上記入力画像の水平方向の活性度とを算出する、ことが好ましい。

[0376] 上記の構成によれば、上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の垂直方向の活性度と、該単位領域における上記入力画像の水平方向の活性度とを算出する。したがって、上記の構成によれば、入力画像の活性度の方向性に応じて、各単位領域の分類を適切に行うことができる。また、各方向の活性度を用いて単位領域の分類を行うので、2次元的な活性度を用いて単位領域を分類する構成に比べて、処理量を削減することができる。

[0377] また、上記分類手段は、単位領域を1つ以上含む所定の単位毎にフィルタ

処理のオンオフを指定するオンオフフラグを外部から取得し、当該オンオフフラグがオンを指定している単位に含まれる単位領域を、上記フィルタオン領域および上記フィルタオフ領域の何れかに分類する、ことが好ましい。

[0378] 上記の構成によれば、上記オンオフフラグがオンを指定している単位に含まれる単位領域を上記フィルタオン領域および上記フィルタオフ領域の何れかに分類する。したがって、上記の構成によれば、上記オンオフフラグのみによってフィルタ処理のオンオフを切り替える構成に比べて、参照すべきデータの符号量が削減される。

[0379] なお、上記画像フィルタ装置が、画像を符号化する符号化装置、および、符号化データから画像を復号する復号装置において用いられる場合には、上記所定の単位として、例えば、符号化／復号の単位である符号化単位 (CU: Coding Unit) を用いることができる。

[0380] また、上記オンオフフラグに関わる上記所定の単位は、外部より取得される階層指定情報によって階層的に指定されるものであり、上記単位領域は、最小符号化単位以下かつ4画素以上の画素から構成される領域であって、上記階層指定情報によらずに定められるものである、ことが好ましい。

[0381] 上記の構成によれば、上記所定の単位は、外部より取得される階層指定情報によって階層的に指定されるものであり、上記単位領域は、上記階層指定情報によらずに定められる。したがって、上記の構成によれば、上記階層指定情報の符号量を削減しつつ、より細かい単位毎にフィルタ処理のオンオフを切り替えることができる。また、階層指定情報で変化させる場合に比べ特性値算出の複雑性が低下する。また、符号化装置において、最適な階層指定情報を定める際に特性値の再算出が不要になるため演算量が低下する。また、上記の構成によれば、上記単位領域は、4画素以上の画素から構成される。したがって、上記の構成によれば、過度に細かい単位についてフィルタ処理のオンオフを切り替えることがないので、処理量を削減することができる。

[0382] また、本発明に係る復号装置は、符号化データを復号し、フィルタ後の復

号画像を生成する復号装置であって、上記画像フィルタ装置と、各单位領域における予測画像を、上記画像フィルタ装置が生成した出力画像を参照して生成する予測画像生成手段と、を備え、上記画像フィルタ装置は、上記予測画像生成手段によって生成された予測画像と、上記符号化データから復号された残差画像とを加算することによって得られた復号画像を入力画像とし、出力画像として上記フィルタ後の復号画像を生成するものである、ことを特徴としている。

[0383] 上記のように構成された本発明に係る復号装置によれば、当該復号装置の備える上記画像フィルタ装置は、上記予測画像生成手段によって生成された予測画像と、上記符号化データから復号された残差画像とを加算することによって得られた復号画像を入力画像とし、入力画像（復号画像）の画像特性を表す特性値に応じて、単位領域毎にフィルタ処理のオンオフを切り替えるので、入力画像の画像特性が、単位領域毎に異なるような場合であっても、予測画像を生成するために参照される画像として好適な出力画像を生成することができる。したがって、上記の構成によれば、上記予測画像の予測精度が向上する。

[0384] 上記の構成に対応する構成を有する符号化装置によれば、各单位領域における符号化対象画像の画像特性が単位領域毎に異なるような場合であっても、予測画像の予測精度を向上させることができるので、符号化効率の高い符号化データを生成することができる。また、上記の構成を有する復号装置によれば、そのような符号化効率の高い符号化データを適切に復号することができる。

[0385] また、本発明に係る符号化装置は、符号化対象画像と予測画像との残差画像を符号化することによって符号化データを生成する符号化装置であって、上記画像フィルタ装置と、各单位領域における上記予測画像を、上記画像フィルタ装置が生成した出力画像を参照して生成する予測画像生成手段と、を備え、上記画像フィルタ装置は、上記予測画像生成手段によって生成された予測画像と上記残差画像とを加算することによって得られる復号画像を入力

画像とし、出力画像を生成するものである、ことを特徴としている。

[0386] 上記の構成を有する本発明に係る符号化装置によれば、当該符号化装置の備える上記画像フィルタ装置は、上記予測画像生成手段によって生成された予測画像と、符号化対象画像と予測画像との残差画像を加算することによって得られる復号画像を入力画像とし、入力画像（復号画像）の画像特性を表す特性値に応じて、単位領域毎にフィルタ処理のオンオフを切り替えるので、入力画像の画像特性が、単位領域毎に異なるような場合であっても、予測画像を生成するために参照される画像として好適な出力画像を生成することができる。したがって、上記の構成によれば、上記予測画像の予測精度が向上する。予測精度が向上するため、上記符号化装置は、符号化効率の高い符号化データを生成することができる。

[0387] また、本発明に係る上記符号化装置において、上記フィルタ手段によって用いられるフィルタ係数群は、上記フィルタオン領域に含まれる各単位領域における、上記符号化対象画像と上記出力画像との相違を最小化するように定められたものである、ことが好ましい。

[0388] 上記の構成によれば、上記フィルタ手段によって用いられるフィルタ係数群は、上記フィルタオン領域に含まれる各単位領域における、符号化対象画像と上記出力画像との相違を当該フィルタオン領域について最小化するように定められたものであるため、上記フィルタ手段を備える符号化装置は、予測精度の高い予測画像を生成することができる。また、それにより、符号化効率の高い符号化データを生成することができる。なお、上記フィルタオン領域に属する各単位領域が、上記複数のタイプの何れかに更に分類される場合には、上記フィルタ手段によって用いられるフィルタ係数群は、符号化対象画像と上記出力画像との相違をタイプ毎に最小化するように定められる。

[0389] また、本発明に係る符号化データのデータ構造は、複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、上記複数の単位領域の各々について上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、各単位領域を上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての

特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域または上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えている画像フィルタ装置によって参照される符号化データのデータ構造であって、上記フィルタ手段によって用いられるフィルタ係数群を含んでいる、ことを特徴としている。

[0390] 上記のように構成された符号化データを参照する復号装置は、複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、上記複数の単位領域の各々について上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、各単位領域を上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域または上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えており、上記フィルタ手段は、上記符号化データに含まれるフィルタ係数群を用いてフィルタ処理を行う。したがって、そのような復号装置は、予測精度の高い予測画像を生成することができる。

[0391] また、そのような復号装置に参照される符号化データは、フィルタ処理のオンオフを切り替えるためのフラグを含まなくともよいので、符号化データの符号量が削減される。したがって、上記符号化データは、符号化効率の高い符号化データである。

[0392] また、本発明に係る画像フィルタ装置は、入力画像を構成する複数の単位領域の各々について、当該入力画像の画素値の平均を算出する算出手段と、各単位領域を、上記算出手段によって算出された該単位領域についての画素値の平均に応じて、複数のタイプの何れかに分類する分類手段と、各単位領域内の各画素の画素値を、該画素を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出するフィルタ手段と、と備えていることを特徴としている。

[0393] 上記のように構成された画像フィルタ装置によれば、各単位領域を、上記算出手段によって算出された該単位領域についての画素値の平均に応じて、複数のタイプの何れかに分類し、各単位領域内の各画素の画素値を、該画素

を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出する。したがって、上記の構成によれば、タイプ毎に設定されたフィルタ係数群を用いてフィルタ処理を行うことができるので、符号化効率が向上する。また、上記の構成によれば、各単位領域を、画素値の平均という算出処理量の小さい特性値に応じて分類するので、処理量を削減することができる。

[0394] (付記事項 2)

上述した動画像復号装置 1 および動画像符号化装置 2 の各ブロックは、集積回路 (IC チップ) 上に形成された論理回路によってハードウェア的に実現してもよいし、CPU (Central Processing Unit) を用いてソフトウェア的に実現してもよい。

[0395] 後者の場合、上記各装置は、各機能を実現するプログラムの命令を実行する CPU、上記プログラムを格納した ROM (Read Only Memory)、上記プログラムを展開する RAM (Random Access Memory)、上記プログラムおよび各種データを格納するメモリ等の記憶装置 (記録媒体) などを備えている。そして、本発明の目的は、上述した機能を実現するソフトウェアである上記各装置の制御プログラムのプログラムコード (実行形式プログラム、中間コードプログラム、ソースプログラム) をコンピュータで読み取り可能に記録した記録媒体を、上記各装置に供給し、そのコンピュータ (または CPU や MPU) が記録媒体に記録されているプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成可能である。

[0396] 上記記録媒体としては、例えば、磁気テープやカセットテープ等のテープ類、フロッピー (登録商標) ディスク / ハードディスク等の磁気ディスクや CD-ROM / MO / MD / DVD / CD-R 等の光ディスクを含むディスク類、IC カード (メモリカードを含む) / 光カード等のカード類、マスク ROM / EPROM / EEPROM / フラッシュ ROM 等の半導体メモリ類、あるいは PLD (Programmable logic device) や FPGA (Field Programmable Gate Array) 等の論理回路類などを用いることができる。

[0397] また、上記各装置を通信ネットワークと接続可能に構成し、上記プログラ

ムコードを通信ネットワークを介して供給してもよい。この通信ネットワークは、プログラムコードを伝送可能であればよく、特に限定されない。例えば、インターネット、イントラネット、エキストラネット、LAN、ISDN、VAN、CATV通信網、仮想専用網（Virtual Private Network）、電話回線網、移動体通信網、衛星通信網等が利用可能である。また、この通信ネットワークを構成する伝送媒体も、プログラムコードを伝送可能な媒体であればよく、特定の構成または種類のものに限定されない。例えば、IEEE 1394、USB、電力線搬送、ケーブルTV回線、電話線、ADSL（Asymmetric Digital Subscriber Line）回線等の有線でも、IrDAやリモコンのような赤外線、Bluetooth（登録商標）、IEEE 802.11無線、HDR（High Data Rate）、NFC（Near Field Communication）、DLNA（Digital Living Network Alliance）、携帯電話網、衛星回線、地上波デジタル網等の無線でも利用可能である。

（実施形態2～4に関する技術背景）

動画像を効率的に伝送または記録するために、動画像を符号化することによって符号化データを生成する動画像符号化装置（符号化装置）、および、当該符号化データを復号することによって復号画像を生成する動画像復号装置（復号装置）が用いられている。具体的な動画像符号化方式としては、例えば、H.264/MPEG-4 AVC、および、VCEG（Video Coding Expert Group）における共同開発用コーデックであるKTAソフトウェアに採用されている方式などが挙げられる。

[0398] このような符号化方式において、動画像を構成する画像（ピクチャ）は、画像を分割することにより得られるスライス、スライスを分割することにより得られるマクロブロック、及び、マクロブロックを分割することにより得られるブロックからなる階層構造により管理され、普通、ブロックごとに符号化される。

[0399] また、このような符号化方式においては、通常、入力画像を符号化／復号化することによって得られる局所復号画像に基づいて予測画像が生成され、

当該予測画像と入力画像との差分データが符号化される。また、予測画像の生成方法としては、画面間予測（インター予測）、および、画面内予測（イントラ予測）と呼ばれる方法が知られている。

[0400] イントラ予測においては、同一フレーム内の局所復号画像に基づいて、当該フレームにおける予測画像が順次生成される。具体的には、イントラ予測においては、通常、予測単位（例えば、ブロック）毎に、予め定められた予測方向（予測モード）群に含まれる予測方向から何れかの予測方向が選択されると共に、局所復号画像における参照画素の画素値を、選択された予測方向に外挿することによって、予測対象領域上の予測画素値が生成される。また、インター予測においては、フレーム全体が復号された参照フレーム（復号画像）内の参照画像に対し、動きベクトルを用いた動き補償を適用することによって、予測対象フレーム内の予測画像が予測単位（例えば、ブロック）毎に生成される。

[0401] 非特許文献3には、（局所）復号画像を複数の領域に分割し、各領域における（局所）復号画像の局所的な乱雑さを示す活性度（Activity）の大きさに応じて、領域毎にフィルタ係数群を切り替えつつフィルタ処理を行う適応的ループフィルタ（Adaptive Loop Filter）（以下、単に「適応フィルタ」とも呼ぶ）が開示されている。ここで、領域毎のフィルタ係数群は、符号化装置にて、該領域におけるフィルタ済みの画像と符号化対象画像との誤差を最小にするように決定される。

[0402] このような適応フィルタを備えた符号化装置および復号装置は、（局所）復号画像に対して当該適応フィルタによりフィルタ処理を施して得られるフィルタ済みの復号画像を参照して予測画像を生成することにより、予測精度の向上および符号化効率の向上を図ることができる。

（課題）

しかしながら、従来の適応フィルタには未だ符号化効率を向上させる余地が残されていた。

[0403] 符号化効率を向上させる方法としては、活性度に加えて活性度以外の領域

特性に基づいて領域毎にフィルタ係数群を切り替える方法などが考えられる。しかしながら、2つの領域特性に基づいて領域毎にフィルタ係数群を切り替える場合、符号化装置側及び復号装置側での計算コストが高くなるという問題があった。

[0404] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、計算コストの大幅な上昇を招来することなく、従来よりも符号化効率の高い適応フィルタを実現することにある。

(上記課題を解決するための構成)

上記の課題を解決するために、本発明に係るフィルタ装置は、フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、各単位領域の領域特性の値を算出する領域特性算出手段を備え、上記線形フィルタは、各単位領域に属する各画素を対象とするフィルタ演算を、上記領域特性に依存するオフセットであって、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の領域特性の値に応じたオフセットと、上記領域特性に依存しないフィルタ係数群とを利用して実行する、ことを特徴としている。

[0405] 上記の構成によれば、一定のオフセットを利用してフィルタ演算を実行する従来の適応フィルタよりも高い符号化効率を達成することができる。

[0406] 本発明に係るフィルタ装置において、上記領域特性は、色差成分の種別に応じた値をもち、上記線形フィルタは、色差成分の種別に応じたオフセットを利用して上記フィルタ演算を実行する、ことが好ましい。

[0407] 色差成分の種別が異なる場合、最適な（符号化効率を最大化する）オフセットの値が異なる。したがって、上記の構成によれば、色差信号の種別に依存しないオフセットを利用してフィルタ演算を実行する場合よりも高い符号化効率を達成することができる。

[0408] 上記の課題に解決するために、本発明に係るフィルタ装置は、フィルタ係数群が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置であって、上記線形フィルタの出力画像における対象画素の画素値と上記線形フィルタの入力画像における対象画素の画素値との差である変更量とトランケートする

トランケート手段を備えている、ことを特徴としている。

[0409] 上記の構成によれば、適応フィルタを復号画像に適用することで復号画像の原画像に対する誤差が却って大きくなるという事態を有効に回避することができる。これにより、従来よりも高い符号化効率を実現することができる。

[0410] 本発明に係るフィルタ装置は、上記変更量をトランケートするか否かを示すフラグを復号するフラグ復号手段と、上記線形フィルタの出力画像を、上記変更量をトランケートして出力するか、上記変更量をトランケートせずに出力するかを、上記フラグ復号手段によって復号された上記フラグの値に応じて切り替えるスイッチと、を更に備えている、ことが望ましい。

[0411] 上記の構成によれば、更量のトランケートにより却って復号精度／符号化効率が低下するという事態を回避することができる。また、変更量のトランケートが有効か否かの判定は符号化装置側で行われるので、復号装置に対して過大な負荷をかけることなく、復号精度／符号化効率の低下を回避することができる。

[0412] 本発明に係るフィルタ装置は、各単位領域の領域特性を算出する領域特性算出手段と、各単位領域に属する画素を出力画素とするフィルタ処理を実行する際に上記変更量をトランケートするために用いる閾値を、上記領域特性算出手段によって算出された、該単位領域に領域特性に応じて決定する閾値決定手段と、を更に備えている、ことが望ましい。

[0413] この際、閾値決定手段は、予め定められた上記領域特性と上記閾値との対応関係に基づいて上記閾値を決定するものであってもよいし、符号化装置側で定められた上記領域特性と上記閾値との対応関係に基づいて上記閾値を決定するものであってもよい。後者の場合には、例えば、上記領域特性と上記閾値とを関連付けて記録した閾値テーブルを復号する閾値テーブル復号手段を更に備えた構成が採用されることになる。

[0414] 上記の構成によれば、変更量をトランケートするか否かを領域特性に応じて変化させることができるので、復号精度／符号化効率を更に向上させるこ

とができる。

[0415] 上記の課題に解決するために、フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、第1の領域特性に依存する第1フィルタ係数群を、少なくとも1つ、対応する第1領域特性の値に関連付けて記録した第1フィルタ係数テーブル、及び、第2の領域特性に依存する第2フィルタ係数群を、少なくとも1つ、対応する第2領域特性の値に関連付けて記録した第2フィルタ係数テーブルを復号する復号手段と、各単位領域の第1領域特性及び第2領域特性の値を算出する領域特性算出手段とを備え、上記線形フィルタは、各単位領域に属する各画素を対象画素とするフィルタ演算であって、上記第1フィルタ係数テーブルに記録された第1フィルタ係数群のうち、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の第1領域特性の値に対応した第1フィルタ係数群、及び、上記第2フィルタ係数テーブルに記録された第2フィルタ係数群のうち、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の第2領域特性の値に対応した第2フィルタ係数群を利用したフィルタ演算を実行する、ことを特徴としている。

[0416] 上記の構成によれば、第1領域特性及び第2領域特性の双方に依存する複数のフィルタ係数群を、対応する領域特性対に関連付けて記録したフィルタ係数テーブルを復号することなく、各単位領域の第1領域特性及び第2領域特性の双方に応じたフィルタ演算を行うことができる。すなわち、上記の構成によれば、符号量の大幅な増大を招来することなく、原画像に近い復号画像を精度良く生成することができる。これにより従来より高い符号化効率を実現することができる。

[0417] 本発明に係るフィルタ装置は、上記線形フィルタにおけるフィルタ演算に上記第2フィルタ係数群を利用するか否かを示すフラグを復号するフラグ復号手段と、上記線形フィルタにおける上記第1フィルタ係数群及び上記第2フィルタ係数群を利用したフィルタ演算により得られる出力画像を外部に出力するか、上記線形フィルタにおける上記第1フィルタ係数群のみを利用したフィルタ演算により得られる出力画像を外部に出力するかを、上記フラグ

復号手段によって復号された上記フラグの値に応じて切り替えるスイッチと、を更に備えていることが望ましい。

[0418] 上記の構成によれば、上記線形フィルタにおけるフィルタ演算に上記第2フィルタ係数群を利用することによって却って復号精度／符号化効率が低下するという事態を回避することができる。また、上記第2フィルタ係数群の利用が有効であるか否かの判定は符号化装置側で行われるので、復号装置に対して過大な負荷をかけることなく、復号精度／符号化効率の低下を回避することができる。

[0419] 上記フィルタ装置を備えた復号装置、及び、符号化装置も本発明の範疇に含まれる。

(上記構成の効果)

本発明によれば、計算コストの大幅な上昇を招来することなく、従来よりも符号化効率の高い適応フィルタを実現することができる。

<<実施形態2>>

本発明の第2の実施形態について、図26～図33を参照して説明する。

[0420] (構成例1)

本実施形態に係る適応フィルタの第1の構成例について、図26を参照して説明する。

[0421] 図26に示す適応フィルタ100は、復号装置への搭載に好適な適応フィルタであり、フィルタ設定部110及びフィルタ演算部120を備えている。

[0422] フィルタ設定部110は、フィルタ特性を設定するための手段であり、フィルタ係数復号部111を備えている。

[0423] フィルタ係数復号部111は、符号化データからフィルタ係数群 $w = (w[1], w[2], \dots, w[N], c)$ を復号する。フィルタ係数復号部111によって復号されたフィルタ係数群 w は、フィルタ演算部120に供給される。

[0424] フィルタ演算部120は、フィルタ演算を実行するための手段であり、線

形フィルタ 1 2 1、変更量算出部 1 2 2、変更量制限部 1 2 3、画素値変更部 1 2 4（トランケート手段）、及び閾値決定部 1 2 5を備えている。

[0425] 線形フィルタ 1 2 1は、（A 1）式に従って、入力画像（復号画像、又は、デブロッキング後の復号画像）における参照画素の画素値 $s[1]$, $s[2]$, $\dots$, $s[N]$ から、出力画像における対象画素の画素値 s' を算出する。

[0426]
$$s' = w[1] s[1] + w[2] s[2] + \dots + w[N] s[N] + c$$

・ ・ （A 1）

ここで、 $w[1]$, $w[2]$, $\dots$, $w[N]$, c は、フィルタ係数復号部 1 2 1によって復号されたフィルタ係数群 w の要素である。算出された画素値 s' は、後段の変更量制限部 1 2 3に供給される。

[0427] 変更量算出部 1 2 2は、線形フィルタ 1 2 1の出力画像における対象画素の画素値 s' を、線形フィルタ 1 2 1の入力画像における同画素（対象画素と同じ位置を占める画素）の画素値 s から減算する。算出された差 $\Delta s = s - s'$ は、後段の変更量制限部 1 2 3に供給される。本明細書においては、この差 Δs のことを「変更量」と記載する。

[0428] 変更量制限部 1 2 3は、（A 2）式に従って、変更量 Δs をトランケートする。トランケートされた変更量 $\Delta s'$ は、後段の画素値変更部 1 2 4に供給される。

[0429]
$$\Delta s' = t h \quad (\Delta s > t h)$$

$$= \Delta s \quad (-t h \leq \Delta s \leq t h)$$

・ ・ （A 2）

$$= -t h \quad (\Delta s < -t h)$$

なお、変更量 Δs をトランケートする方法は、これに限定されない。すなわち、例えば、変更量制限部 1 2 3は、（A 2'）式に従って、変更量 Δs をトランケートしてもよい。

$$\begin{aligned}
 [0430] \quad \Delta s' &= 0 & (\Delta s > t_h) \\
 &= \Delta s & (-t_h \leq \Delta s \leq t_h) \quad \cdot \cdot \\
 &\cdot (A_2') \\
 &= 0 & (\Delta s < -t_h)
 \end{aligned}$$

画素値変更部 124 は、線形フィルタ 121 の入力画像における画素値 s から、トランケートされた変更量 $\Delta s'$ を減算する。算出された差 $s'' = s - \Delta s'$ は、フィルタ演算部 120 の外部に出力される。

[0431] 閾値決定部 125 は、変更量 Δs をトランケートするために用いる閾値 t_h を決定する。本構成例においては、変更量 Δs をトランケートするために用いる閾値 t_h として、予め定められた閾値 t_{h0} を用いる。この場合、閾値決定部 125 は、閾値 t_{h0} をメモリ（不図示）から読み出して上述した変更量制限部 123 に通知する。

[0432] なお、フィルタ演算部 120 は、上述した演算結果と同じ演算結果を得るものであればよく、上述した演算手順と同じ演算手順を踏むものであることを要さない。例えば、変更量算出部 122 にて $\Delta s = s - s'$ を算出し、画素値変更部 124 にて差 $s'' = s - \Delta s'$ を算出する構成に代えて、変更量算出部 122 にて差 $\Delta s = s' - s$ を算出し、画素値変更部 124 にて和 $s'' = s + \Delta s'$ を算出する構成を採用してもよい。後者の構成によっても、前者の構成と同様の演算結果を得られることは明らかであろう。

[0433] また、フィルタ係数復号部 121 によって復号されたフィルタ係数群 w の要素は、量子化されたフィルタ係数であり得る。この場合、線形フィルタ 121 は、（a）量子化されたフィルタ係数を逆量子化したうえで、逆量子化後のフィルタ係数を用いたフィルタ演算を行う構成であってもよいし、（b）逆量子化前のフィルタ係数を用いたフィルタ演算を行ったうえで、フィルタ演算の結果を右シフトする構成であってもよい。例えば、フィルタ係数群 w の量子化精度が 8 ビットである場合、量子化後のフィルタ係数は量子化前のフィルタ係数の 256 倍になるため、フィルタ演算の結果を 8 ビットだけ右シフトすることによって、逆量子化前のフィルタ係数を用いてフィルタ演

算を行う場合と丸め誤差などの計算誤差を除き同一の演算結果が得られる。

[0434] 復号装置に図26に示す適応フィルタ100を搭載する場合、符号化装置には図27に示す適応フィルタ100'を搭載するとよい。図27に示すように、符号化装置側の適応フィルタ100'においては、復号装置側の適応フィルタ100におけるフィルタ係数復号部111を、フィルタ係数決定部111aとフィルタ係数符号化部111bとに置き換えた構成がとられる。

[0435] 符号化装置側の適応フィルタ100'においては、(1)フィルタ係数決定部111aが、最小二乗法を用いて、線形フィルタ121の出力画像の原画像(符号化対象画像)に対する二乗誤差を最小化するフィルタ係数群wを決定し、(2)フィルタ係数符号化部111bが、フィルタ係数決定部111aによって決定されたフィルタ係数群wを符号化する。符号化装置側の適応フィルタ100'における他の構成は、復号装置側の適応フィルタ100と同様であるので、ここではその説明を割愛する。

[0436] (構成例2)

次に、適応フィルタの第2の構成例について、図28を参照して説明する。

[0437] 図28に示す適応フィルタ100は、第1の構成例に係る適応フィルタ100を改良したものであり、第1の構成例に係る適応フィルタ100と同様、復号装置への搭載に好適なものである。本構成例に係る適応フィルタ100と第1の構成例に係る適応フィルタ100との相違点は、以下の2点である。

[0438] ・本構成例においては、制限フラグ復号部112がフィルタ設定部110に追加されている。制限フラグ復号部112は、符号化データから制限フラグを復号するための手段である。ここで、制限フラグとは、出力画像における対象画素の画素値として、トランケート前の画素値 s'' を出力するか、トランケート後の画素値 s' を出力するかを指定するフラグのことを指す。

[0439] ・本構成例においては、スイッチ126がフィルタ演算部120に追加されている。スイッチ126は、出力画像における対象画素の画素値として、

トランケート後の画素値 s'' を出力するか、トランケート前の画素値 s' を出力するかを、制限フラグ復号部 112 にて復号された制限フラグの値に従って切り替えるための手段である。

[0440] 復号装置に図 28 に示す適応フィルタ 100 を搭載する場合、符号化装置には図 29 に示す適応フィルタ 100' を搭載するとよい。図 29 に示すように、符号化装置側の適応フィルタ 100' においては、復号装置側の適応フィルタ 100 の制限フラグ復号部 112 の代わりに、制限フラグ決定部 112a と制限フラグ符号化部 112b とがフィルタ設定部 110 に追加されている。

[0441] 符号化装置側の適応フィルタ 100' においては、(1) 制限フラグ決定部 112a が、変更量のトランケートが有効か否かを単位領域毎に判定したうえで、判定結果に応じて制限フラグの値を決定し、(2) 制限フラグ符号化部 112b が、制限フラグ決定部 112a が決定した制限フラグの値を符号化する。制限フラグ決定部 112a は、例えば、変更量のトランケートが有効であると判定された単位領域において、制限フラグとして第 1 の値（例えば「1」）とし、変更量のトランケートが有効でないと判定された単位領域において、制限フラグとして第 1 の値とは異なる第 2 の値（例えば「0」）とする。符号化装置側の適応フィルタ 100' における他の構成は、第 1 の構成例に示したものと同様である。

[0442] なお、フレームを分割して得られる任意の領域を、変更量のトランケートが有効であるか否かの判定単位とすることができる。例えば、スライス、マクロブロック、ブロック、LCU (Largest Coding Unit)、CT (Coding Tree)、CU (Coding Unit)、PT (Prediction Tree)、PU (Prediction Unit)、TT (Transformation Tree)、TU (Transformation Unit)、又は、 $M \times N$ ブロック (M は当該ブロックの幅を表し、例えば 1、2、4、又は 8 などの値をとる。 N は、当該ブロックの高さを表し、例えば 1、2、4、又は 8 などの値をとる。以下でも同様。) を、変更量のトランケートが有効であるか否かの判定単位とすることができる。例えば、変更量のトランケート

トが有効であるか否かの判定単位がスライスである場合、制限フラグ符号化部 112b は、スライス毎に制限フラグを符号化し、各スライスヘッダにその符号を埋め込む。この場合、復号装置側の適応フィルタ 100 においては、スライス毎にスイッチ 126 の切り替えが行われることになる。

[0443] また、変更量のトランケートが有効か否かを判定する方法としては、例えば、(1) 変更量をトランケートしたときの誤差（画素値変更部 124 の出力画像の原画像に対する誤差）と、変更量をトランケートしなかったときの誤差（線形フィルタ 121 の出力画像の原画像に対する誤差）とを算出し、(2-1) 変更量をトランケートしたときの誤差が変更量をトランケートしなかったときの誤差よりも小さくなる場合には、変更量のトランケートが有効であると判定し、(2-2) そうでない場合には、変更量のトランケートが有効でないと判定する方法が挙げられる。また、別の方法としては、(1) 変更量をトランケートしたときの符号化効率と変更量をトランケートしなかったときの符号化効率とを算出し、(2-1) 変更量をトランケートしたときの符号化効率の方が変更量をトランケートしなかったときの符号化効率よりも高くなる場合には、変更量のトランケートが有効であると判定し、(2-2) そうでない場合には、変更量のトランケートが有効でないと判定する方法が挙げられる。

[0444] このように、符号化装置側で変更量のトランケートが有効であると判定された単位に限って変更量のトランケートを行うことで、変更量のトランケートにより却って復号精度／符号化効率が低下するという事態を回避することができる。また、変更量のトランケートが有効か否かの判定は符号化装置側で行われるので、復号装置に対して過大な負荷をかけることなく、復号精度／符号化効率の低下を回避することができる。

[0445] (構成例 3)

次に、適応フィルタ 100 の第 3 の構成例について、図 30 を参照して説明する。

[0446] 図 30 に示す適応フィルタ 100 は、第 2 の構成例に係る適応フィルタ 1

00を改良したものであり、第2の構成例に係る適応フィルタ100と同様、復号装置への搭載に好適なものである。本構成例に係る適応フィルタ100と第2の構成例に係る適応フィルタ100との相違点は、以下の2点である。

[0447] ・本構成例においては、フィルタ演算部120に領域特性算出部127が追加されている。領域特性算出部127は、入力画像（復号画像、又は、デブロッキング後の復号画像__DB）に基づいて、各单位領域の領域特性kを算出する。

[0448] ・本構成例において、閾値決定部125は、各单位領域に属する画素を対象としたフィルタ演算に利用する閾値t_hの値を決定する。より具体的には、後述する閾値テーブルTHにおいて、領域特性算出部127によって算出された領域特性kに関連付けられた閾値t_h(k)を特定する。

[0449] ここで、領域特性kの算出単位は、スライス、マクロブロック、ブロック、LCU、CT、CU、PT、PU、TT、TU、又はM×Nブロックの何れであってもよい。例えば、領域特性kの算出単位がマクロブロックである場合、閾値決定部125は、各マクロブロックについて、そのマクロブロックに属する画素を対象としたフィルタ演算に利用する閾値t_hとして、そのマクロブロックの領域特性kに応じた値t_h(k)を特定することになる。

[0450] なお、閾値t_hを決定するために利用可能な領域特性kとしては、例えば、活性度(Activity)が挙げられる。活性度は、復号画像の局所的な乱雑さを示す公知の指標である。閾値t_hを決定するために活性度を利用する場合、領域特性算出部127は、例えば、各单位領域の活性度kを(A3)式に従って算出する。

$$\begin{aligned}
 k = & \sum |s(i, j) - s(i+1, j)| \\
 & + \sum |s(i, j) - s(i, j+1)| \quad \dots \\
 & \cdot (A3)
 \end{aligned}$$

ここで、(i, j)は、対象単位領域の左上隅を原点とした座標を表し、S(i, j)は、入力画像（復号画像又はデブロッキング後の復号画像__D

B)における画素 (i, j) の画素値を表し、 Σ は、対象単位領域を構成する全ての画素に亘る和を表す。式 (A 3) は、隣接画素の画素値との差の絶対値の総和 (Sum of Absolute Difference, SAD) を指標として、活性度を評価することに対応している。

[0452] なお、活性度は、復号画像の局所的な乱雑さの指標となるものであればよく、(A 3) 式によって定義されるものに限定されない。例えば、単位領域のサイズ (画素数) が一定でない場合、(A 3) 式によって定義される活性度 k を単位領域のサイズ (画素数) M で除算して得られる正規化された活性度 $k' = k / M$ を、活性度 k の代わりに利用するとよい。

[0453] また、活性度 k に応じた閾値 t_h を決定するための方法としては、例えば、閾値テーブル T_H を参照する方法が挙げられる。閾値テーブル T_H としては、例えば、活性度 k と活性度 k に応じた閾値 $t_h(k)$ とを互いに関連付けて記録したテーブルを利用することができる。この場合、閾値決定部 125 は、閾値テーブル T_H において、活性度算出部 127 が算出した活性度 k に関連付けられた閾値 $t_h(k)$ を特定する。閾値テーブル T_H の一例を表 1 に示す。

[0454] [表1]

活性度 k	閾値 t_h
$0 \leq k < 3$	2
$4 \leq k < 7$	4
$8 \leq k < 15$	8
$16 \leq k$	16

[0455] 表 1 において、活性度が低くなるほど閾値 t_h の値を小さくしている点に留意されたい。これは、活性度の低い平坦部に対して変更量 Δs の大きなフィルタ処理を適用した場合に生じる得るリンクを防止するためである。

[0456] なお、閾値 t_h を決定するために参照する閾値テーブル T_H は、(1) 予め作成されたものであってもよいし、(2) 原画像に基づいて符号化装置側で作成したものであってもよいし、(3) 復号画像に基づいて復号装置側で作成したものであってもよいが、本構成例においては、予め作成された閾値

テーブルTHを参照する。すなわち、閾値決定部125は、予め定められた閾値テーブルTHをメモリから読み出して利用する。

[0457] このように、各単位領域に属する画素を対象画素とするフィルタ演算に用いる閾値 t_h を、その単位領域の領域特性を示す特性量に応じた値とすることで、フィルタ処理の適用によるノイズ（エッジ周辺で生じるボケや平坦部で生じるリンキングなど）の発生を回避することができる。

[0458] 復号装置に図30に示す適応フィルタ100を搭載する場合、符号化装置には図31に示す適応フィルタ100'を搭載するとよい。符号化装置側の適応フィルタ100'においては、復号装置側の適応フィルタ100と同様、領域特性算出部127がフィルタ演算部120に追加されている。符号化装置側の適応フィルタ100'における領域特性算出部127は、復号装置側の適応フィルタ100における領域特性算出部127と同様、入力画像（局所復号画像又はデブロッキング後の局所復号画像__DB）に基づいて各単位領域の領域特性 k を算出する。符号化装置側の適応フィルタ100'における他の構成は、第2の構成例に示したものと同様である。

[0459] なお、本構成においては、閾値 t_h を各単位領域の領域特性 k （例えば活性度）に基づいて決定する構成について説明したが、これに限定されるものではない。すなわち、閾値 t_h を各単位領域に関する符号化パラメータ（例えば量子化パラメータ）に基づいて決定する構成を採用してもよい。例えば、閾値 t_h を量子化パラメータに基づいて決定する構成を採用する場合、量子化パラメータの値が大きく設定された領域において閾値 t_h を相対的に大きくし、量子化パラメータの値が小さく設定された領域において閾値 t_h を相対的に小さく設定するとよい。これは、量子化パラメータが小さい領域では、符号化ノイズも小さくなっているため、変更量が大きくなるフィルタ演算は復号精度を却って低下させる可能性のあるためである。

[0460] （構成例4）

次に、適応フィルタの第4の構成例について、図32を参照して説明する。

[0461] 図29(a)に示す適応フィルタ100は、第3の構成例に係る適応フィルタ100を改良したものであり、第3の構成例に係る適応フィルタ100と同様、復号装置への搭載に好適なものである。本構成例に係る適応フィルタ100と第3の構成例に係る適応フィルタ100との相違点は、以下の4点である。

[0462] ・本構成例においては、フィルタ設定部110に閾値テーブル復号部113が追加されている。閾値テーブル復号部113は、符号化データから閾値テーブルTHを復号する。ここで、閾値テーブルTHとは、上述したように、領域特性 k と、領域特性 k に応じた閾値 $t_h(k)$ とが互いに関連付けて記録されたテーブルのことを指す。

[0463] ・本構成例において、閾値決定部125は、各单位領域に属する画素を対象としたフィルタ演算において利用する閾値 $t_h(k)$ を決定する。より具体的には、閾値テーブル復号部113によって復号された閾値テーブルTHにおいて、領域特性算出部127によって算出された領域特性 k に関連付けられた閾値 $t_h(k)$ を特定する。

[0464] ・本構成例においては、第3の構成例に係る適応フィルタ100におけるフィルタ係数復号部111が、フィルタ係数テーブル復号部114に置き換えられている。フィルタ係数テーブル復号部114は、符号化データからフィルタ係数テーブルWを復号する。ここで、フィルタ係数テーブルWとは、領域特性 k と、領域特性 k に応じたフィルタ係数群 $w(k)$ とが互いに関連付けて記録されたテーブルのことを指す。

[0465] ・本構成例においては、フィルタ演算部120にフィルタ係数決定部128が追加されている。フィルタ係数決定部128は、各单位領域に属する画素を対象としたフィルタ演算において利用するフィルタ係数群 $w(k)$ を決定する。より具体的には、フィルタ係数テーブル復号部114によって復号されたフィルタ係数テーブルWにおいて、領域特性算出部127によって算出された領域特性 k に関連付けられたフィルタ係数群 $w(k)$ を特定する。

[0466] ここで、領域特性 k を算出する単位は、スライス、マクロブロック、ブロ

ック、LCU、CT、CU、PT、PU、TT、TU、又はM×Nブロックの何れであってもよい。例えば、領域特性 k を算出する単位がマクロブロックである場合、閾値決定部125は、マクロブロック毎にそのマクロブロックの領域特性 k に応じた閾値 $t_h(k)$ を決定し、フィルタ係数決定部128は、マクロブロック毎にそのマクロブロックの領域特性 k に応じたフィルタ係数群 $w(k)$ を決定することになる。

[0467] 復号装置に図32に示す適応フィルタ100を搭載する場合、符号化装置には図33に示す適応フィルタ100'を搭載するとよい。符号化装置側の適応フィルタ100'においては、(1)復号装置側の適応フィルタ100における閾値テーブル復号部113の代わりに、閾値テーブル作成部113aと閾値テーブル符号化部113bとがフィルタ設定部110に追加され、(2)復号装置側の適応フィルタ100におけるフィルタ係数テーブル復号部114の代わりに、フィルタ係数テーブル作成部114aとフィルタ係数テーブル符号化部114bとがフィルタ設定部110に追加されている。

[0468] 符号化装置側の適応フィルタ100'においては、(1)閾値テーブル作成部113aが、閾値テーブルTHを作成し、(2)閾値テーブル符号化部113bが、閾値テーブル作成部113aによって作成された閾値テーブルTHを符号化する。ここで、閾値テーブル作成部113aは、閾値テーブルTHの各要素を、以下の処理によって決定する。

[0469] すなわち、閾値テーブル作成部113aは、フィルタ係数テーブル作成部114aで作成されたフィルタ係数テーブルWと、予め用意された閾値 $TH_1 \sim TH_{N_t}$ (N_t は閾値の総数)を用いて、領域特性 k 毎に N_t 種類の閾値を用いた場合のフィルタ処理を行う。フィルタ処理後の画像と符号化対象画像との二乗誤差を算出する。続いて、領域特性 k 毎に、 N_t 個の2乗誤差の内、2乗誤差が最小となる値を閾値 $t_h(k)$ に設定する。

[0470] また、符号化装置側の適応フィルタ100'においては、(1)フィルタ係数テーブル作成部114aが、フィルタ係数テーブルWを作成し、(2)フィルタ係数テーブル符号化部114bが、フィルタ係数テーブル作成部1

1 4 a によって作成されたフィルタ係数テーブルWを符号化する。ここで、フィルタ係数テーブル作成部 1 1 4 a は、最小二乗法を用いて、線形フィルタ 1 2 1 の出力画像の原画像（符号化対象画像）に対する二乗誤差を最小化するフィルタ係数テーブルWを決定する。

[0471] なお、本構成においては、閾値テーブルTHそのもの、及び、フィルタ係数テーブルWそのものを符号化する構成を示したが、符号化装置側の適応フィルタ 1 0 0 の構成はこれに限定されない。特に、閾値テーブルTH／フィルタ係数テーブルWが予め定められた複数の閾値テーブルTH／フィルタ係数テーブルWの中から選択される場合には、選択された閾値テーブルTH／フィルタ係数テーブルWのインデックスを符号化する構成を採用してもよい。通常、閾値テーブルTH／フィルタ係数テーブルWのインデックスを符号化して得られる符号は、閾値テーブルTH／フィルタ係数テーブルWそのものを符号化して得られる符号よりも短くなる。したがって、このような構成を採用すれば、符号化効率を向上させることができる。

<<実施形態3>>

本発明の第3の実施形態について、図34～図44を参照して説明する。

[0472] [構成例1]

本実施形態に係る適応フィルタの第1の構成例について、図34を参照して説明する。

[0473] 図34に示す適応フィルタ200は、復号装置への搭載に好適な適応フィルタであり、フィルタ設定部210及びフィルタ演算部220を備えている。

[0474] フィルタ設定部210は、フィルタ特性を設定するための手段であり、フィルタ係数復号部211を備えている。

[0475] フィルタ係数復号部211は、符号化データから第1フィルタ係数テーブルW1、オフセットc、及び第2フィルタ係数テーブルW2を復号する。ここで、第1フィルタ係数テーブルW1は、後述する第1領域特性k1と第1フィルタ係数群w1（k1）とを互いに関連付けて記録したテーブルであり

、第2フィルタ係数テーブルW2は、後述する第2領域特性k2と第2フィルタ係数群w2(k2)とを互に関連付けて記録したテーブルである。

[0476] フィルタ演算部220は、フィルタ演算を実行するための手段であり、第1空間フィルタ221、オフセット加算部222、第2の線形フィルタ223、加算部224、領域特性算出部225を備えている。

[0477] 第1空間フィルタ221は、(B1)式に従って、入力画像(復号画像、又は、デブロッキング後の復号画像)における参照画素の画素値s1[1], s1[2], ..., s1[N1]から、出力画像における対象画素の画素値s1'を算出する。

[0478]
$$s1' = w1(k1)[1]s1[1] + w1(k1)[2]s1[2] + \dots + w1(k1)[N1]s1[N1]$$
 (B1)

ここで、w1(k1)[1], w1(k1)[2], ..., w1(k1)[N1]は、後述する領域特性算出部225によって算出された、対象画素を含む単位領域の第1領域特性k1に応じた第1フィルタ係数群w1(k1)の要素である。より具体的には、フィルタ係数復号部221によって復号された第1フィルタ係数テーブルW1において、領域特性算出部225によって算出された第1領域特性k1に関連付けられた第1フィルタ係数群w1(k1)の要素である。第1空間フィルタ221によって算出された画素値s1'は、後段のオフセット加算部222に供給される。

[0479] なお、第1空間フィルタ221における参照領域(参照画素の集合)については、参照する図面を代えて後述する。

[0480] オフセット加算部222は、第1空間フィルタ221によって算出されたs1'にオフセットcを加算するための手段である。ここで、cは、フィルタ係数復号部221によって復号されたオフセットである。オフセット加算部222によって算出された和s1' + cは、後段の加算部224に供給される。

[0481] 第2空間フィルタ223は、(B2)式に従って、入力画像（復号画像、又は、デブロッキング後の復号画像）における参照画素の画素値 $s_2[1]$, $s_2[2]$, $\dots$, $s_2[N_2]$ から、出力画像における対象画素の画素値 s_2' を算出する。

$$[0482] \quad s_2' = w_2(k_2)[1] s_2[1] + w_2(k_2)[2] s_2[2] + \dots + w_2(k_2)[N_2] s_2[N_2] \quad \cdot \cdot \cdot (B2)$$

ここで、 $w_2(k_2)[1]$, $w_2(k_2)[2]$, $\dots$, $w_2(k_2)[N_2]$ は、後述する領域特性算出部225によって算出された、対象画素を含む単位領域の第2領域特性 k_2 に応じた第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ の要素である。より具体的には、フィルタ係数復号部221によって復号された第2フィルタ係数テーブル W_2 において、領域特性算出部225によって算出された第2領域特性 k_2 に関連付けられた第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ の要素である。第2空間フィルタ223によって算出された画素値 s_2' は、後段の加算部224に供給される。

[0483] なお、第2空間フィルタ223における参照領域（参照画素の集合）についても、参照する図面を代えて後述する。

[0484] 加算部224は、オフセット加算部222によって算出された和 $s_1' + c$ に、第2空間フィルタ223によって算出された s_2' を加算する。加算部224によって算出された和 $s_1' + c + s_2'$ は、適応フィルタ200の外部に出力される。

[0485] 領域特性算出部225は、各単位領域について第1領域特性 k_1 と第2領域特性 k_2 とを算出する。第1領域特性 k_1 と第2領域特性 k_2 とは相異なる領域特性であり、例えば、活性度とエッジ方向とである。フレームを分割して得られる任意の領域、例えば、スライス、マクロブロック、ブロック、LCU、CT、CU、PT、PU、TT、TU、又は $M \times N$ ブロックを、第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 の算出単位とすることができる。例え

ば、第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 の算出単位がマクロブロックである場合、第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ と第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ とがマクロブロック毎に更新されることになる。

[0486] 次に、第1空間フィルタ221及び第2空間フィルタ223における参照領域（参照画素の集合）について、図35～図38を参照して説明する。

[0487] 図35は、第1空間フィルタ221の参照領域の設定例を示す図である。同図に示す 5×5 画素からなる矩形領域において、中心の画素が対象画素に対応し、黒塗りの画素が参照画素に対応する。また、黒塗りの画素に記された白抜き文字は、その画素の画素値に乘ぜられるフィルタ係数を示す。なお、これらのフィルタ係数は、第1領域特性 k_1 に依存して決まるが、同図においては「 (k_1) 」の表記を省略している。

[0488] 図36は、参照領域が図35のように設定された第1空間フィルタ221と共に使用する第2空間フィルタ223の参照領域の設定例を示す図である。(a)は、 $k_2 = 0$ のときの参照領域を示し、(b)は、 $k_2 = 1$ のときの参照領域を示し、(c)は、 $k_2 = 2$ のときの参照領域を示し、(d)は、 $k_2 = 3$ のときの参照領域を示す。各図に示す 5×5 画素からなる矩形領域において、中心の画素が対象画素に対応し、黒塗りの画素が参照画素に対応する。また、黒塗りの画素に記された白抜き文字は、その画素の画素値に乘ぜられるフィルタ係数を示す。なお、これらのフィルタ係数は、第2領域特性 k_2 に依存して決まるが、同図においては「 (k_2) 」の表記を省略している。

[0489] 第1空間フィルタ221の参照領域と第2の空間フィルタ223の参照領域とが一致している場合、第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ と第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ とが線形従属になるため、符号化装置において第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ 及び第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を算出することができなくなる。しかし、図35及び図36に示すように、第1空間フィルタ221の参照領域と第2の空間フィルタ223の参照領域とを異ならせておけば、符号化装置において第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ 及び第2フィ

ルタ係数群 $w_2(k_2)$ を算出することができなるという事態を回避することができる。

[0490] 図37は、第1空間フィルタ221の参照領域の他の設定例を示す図である。同図に示す 7×5 画素からなる矩形領域において、中心の画素が対象画素に対応し、黒塗りの画素が参照画素に対応する。また、黒塗りの画素に記された白抜き文字は、その画素の画素値に乘ぜられるフィルタ係数を示す。なお、これらのフィルタ係数は、第1領域特性 k_1 に依存して決まるが、同図においては「 (k_1) 」の表記を省略している。

[0491] 図38は、参照領域が図37のように設定された第1空間フィルタ221と共に使用する第2空間フィルタ223の参照領域の設定例を示す図である。(a)は、 $k_2 = 0$ のときの参照領域を示し、(b)は、 $k_2 = 1$ のときの参照領域を示し、(c)は、 $k_2 = 2$ のときの参照領域を示し、(d)は、 $k_2 = 3$ のときの参照領域を示す。各図に示す 5×5 画素からなる矩形領域において、中心の画素が対象画素に対応し、黒塗りの画素が参照画素に対応する。また、黒塗りの画素に記された白抜き文字は、その画素の画素値に乘ぜられるフィルタ係数を示す。なお、これらのフィルタ係数は、第2領域特性 k_2 に依存して決まるが、同図においては「 (k_2) 」の表記を省略している。

[0492] 図37及び図38に示す例においても、第1空間フィルタ221の参照領域と第2の空間フィルタ223の参照領域とが異なっている。したがって、符号化装置において第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ 及び第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を算出することができなくなるという事態が招来する虞がない。

[0493] 以上のように、本構成例に係る適応フィルタ200は、(1)複数の第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ を、対応する第1領域特性 k_1 に関連付けて記録した第1フィルタ係数テーブル W_1 、及び、複数の第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を、対応する第2領域特性 k_2 に関連付けて記録した第2フィルタ係数テーブル W_2 を復号するフィルタ係数復号部211と、(2)各単位

領域の第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 を算出する領域特性算出部225と、(3)各単位領域に属する各画素を対象画素とするフィルタ演算であって、第1フィルタ係数テーブル W_1 に記録された複数の第1フィルタ係数群 $w(k_1)$ のうち、領域特性算出部225が算出した該単位領域の第1領域特性 k_1 に対応したフィルタ係数群 $w_1(k_1)$ 、及び、第2フィルタ係数テーブル W_2 に記録された複数の第2フィルタ係数群 $w(k_2)$ のうち、領域特性算出部225が算出した該単位領域の第2領域特性 k_2 に対応したフィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を利用したフィルタ演算を実行するフィルタ演算部220と、を備えている。

[0494] したがって、本構成例に係る適応フィルタ200を用いれば、第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 の双方に依存する複数のフィルタ係数群 $w(k_1, k_2)$ を、対応する領域特性対 (k_1, k_2) に関連付けて記録したフィルタ係数テーブル W を復号することなく、各単位領域の第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 の双方に応じたフィルタ演算を行うことができる。すなわち、本構成例に係る適応フィルタを用いれば、符号量の大幅な増大を招来することなく、原画像に近い復号画像を精度良く再現することができる。

[0495] なお、フィルタ係数復号部221によって復号された第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ 及び第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ の要素は、量子化されたフィルタ係数であり得る。また、フィルタ係数復号部221によって復号されたオフセット c も、量子化されたオフセットであり得る。この場合、第1空間フィルタとオフセット加算部222とからなる線形フィルタは、(a)量子化されたフィルタ係数及びオフセットを逆量子化したうえで、逆量子化後のフィルタ係数を用いたフィルタ演算を行う構成であってもよいし、(b)逆量子化前のフィルタ係数及びオフセットを用いたフィルタ演算を行ったうえで、フィルタ演算の結果を右シフトする構成であってもよい。同様に、第2空間フィルタからなる線形フィルタは、量子化されたフィルタ係数を逆量子化したうえで、逆量子化後のフィルタ係数を用いたフィルタ演算を行う構成であってもよいし、(b)量子化前のフィルタ係数を用いたフィルタ演

算を行ったうえで、フィルタ演算の結果を右シフトする構成であってもよい。例えば、フィルタ係数群 w の量子化精度が8ビットである場合、量子化後のフィルタ係数は量子化前のフィルタ係数の256倍になるため、フィルタ演算の結果を8ビットだけ右シフトすることによって、構成(a)と同一の演算結果が得られる。

[0496] 復号装置に本構成例に係る適応フィルタ200(図34)を搭載する場合、符号化装置には図39に示す適応フィルタ200'を搭載するとよい。図39に示すように、符号化装置側の適応フィルタ200'においては、復号装置側の適応フィルタ200におけるフィルタ係数復号部211を、フィルタ係数テーブル作成部211aとフィルタ係数テーブル符号化部211bとに置き換えた構成がとられる。

[0497] 符号化装置側の適応フィルタ200'においては、(1)フィルタ係数テーブル作成部211aが、第1フィルタ係数テーブル $W1$ 及び第2フィルタ係数テーブル $W2$ を作成し、(2)フィルタ係数テーブル符号化部211bが、フィルタ係数テーブル作成部211aによって作成された第1フィルタ係数テーブル $W1$ 及び第2フィルタ係数テーブル $W2$ を符号化する。ここで、フィルタ係数テーブル作成部211aは、最小二乗法を用いて、フィルタ出力画像(加算部224の出力画像)の原画像に対する二乗誤差を最小化する第1フィルタ係数テーブル $W1$ 及び第2フィルタ係数テーブル $W2$ を決定する。

[0498] [構成例2]

本実施形態に係る適応フィルタの第2の構成例について、図40を参照して説明する。

[0499] 図40に示す適応フィルタ200は、復号装置への搭載に好適な適応フィルタであり、フィルタ設定部210及びフィルタ演算部220を備えている。

[0500] フィルタ設定部210は、フィルタ特性を設定するための手段であり、フィルタ係数復号部211と第2領域特性利用フラグ復号部212とを備えて

いる。

[0501] フィルタ係数復号部 2 1 1 は、第 1 の構成例と同様、符号化データから第 1 フィルタ係数テーブル W_1 、オフセット c 、及び第 2 フィルタ係数テーブル W_2 を復号する。

[0502] 第 2 領域特性利用フラグ復号部 2 1 2 は、符号化データから第 2 領域特性利用フラグ $enable_dir$ を復号する。第 2 領域特性利用フラグ $enable_dir$ は、各单位領域領域に対するフィルタ演算において、第 2 領域特性 k_2 に応じて決まるフィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を用いたフィルタ演算を行うか否かを指定する 1 ビットのフラグであり、フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を用いたフィルタ演算を行うべきときに値「1」をとり、フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を用いたフィルタ演算を行うべきでないときに値「0」をとる。なお、第 2 領域特性利用フラグ $enable_dir$ の設定単位は任意であり、第 1 領域特性 k_1 及び第 2 領域特性 k_2 の算出単位と共通であっても良いし、共通でなくてもよい。

[0503] フィルタ演算部 2 2 0 は、フィルタ演算を実行するための手段であり、第 1 空間フィルタ 2 2 1、オフセット加算部 2 2 2、第 2 の線形フィルタ 2 2 3、加算部 2 2 4、領域特性算出部 2 2 5、及びスイッチ 2 2 6 を備えている。

[0504] 第 1 空間フィルタ 2 2 1 は、第 1 の構成例と同様、上述した (B 1) 式に従って、入力画像（復号画像、又は、デブロッキング後の復号画像）における参照画素の画素値 $s_1[1]$ 、 $s_1[2]$ 、 $\dots$ 、 $s_1[N_1]$ から、出力画像における対象画素の画素値 s_1' を算出する。

[0505] オフセット加算部 2 2 2 は、第 1 の構成例と同様、第 1 空間フィルタ 2 2 1 によって算出された s_1' にオフセット c を加算する。ただし、本構成例においては、オフセット加算部 2 2 2 によって算出された和 $s_1' + c$ が、後段の加算部 2 2 4 及びスイッチ 2 2 6 に供給される。なお、オフセット加算部 2 2 2 の出力画像のことを、以下、「1 フィルタ出力画像」とも呼称する。

- [0506] 第2空間フィルタ223は、第1の構成例と同様、上述した(B2)式に従って、入力画像(復号画像、又は、デブロッキング後の復号画像)における参照画素の画素値 $s_2[1]$, $s_2[2]$, ..., $s_2[N_2]$ から、出力画像における対象画素の画素値 s_2' を算出する。第2空間フィルタ223によって算出された画素値 s_2' は、後段の加算部224に供給される。ただし、対象画素を含む単位領域(第2領域特性利用フラグの設定単位)に関する第2領域特性利用フラグの値が「0」である場合には、上述した(B2)式に示すフィルタ演算を実行しない。
- [0507] 加算部224は、第1の構成例と同様、オフセット加算部222によって算出された和 $s_1' + c$ に、第2空間フィルタ223によって算出された s_2' を加算する。ただし、本構成例においては、加算部224によって算出された和 $s_1' + c + s_2'$ が、後段のスイッチ226に供給される。なお、加算部224の出力画像のことを、以下、「2フィルタ出力画像」とも呼称する。
- [0508] 領域特性算出部225は、第1の構成例と同様、各単位領域(領域特性の算出単位)について第1領域特性 k_1 と第2領域特性 k_2 とを算出する。例えば、第1領域特性 k_1 と第2領域特性 k_2 とを算出する単位がマクロブロックである場合、第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ と第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ とがマクロブロック毎に更新されることになる。
- [0509] スイッチ226は、1フィルタ出力画像を外部に出力するか、2フィルタ出力画像を外部に出力するかを、第2領域特性利用フラグ復号部212によって復号された第2領域特性利用フラグ`enable_dir`の値に応じて切り替える。より正確に言えば、出力画像における対象画素の画素値として、オフセット加算部222にて算出された和 $s_1' + c$ を出力するか、加算部225にて算出された和 $s_1' + c + s_2'$ を出力するかを、第2領域特性利用フラグ復号部212によって復号された第2領域特性利用フラグ`enable_dir`の値に応じて切り替える。更に具体的には、第2領域特性利用フラグ`enable_dir`の値が「0」である場合には、オフセット加算部222にて算出された和 s

1' + c を出力し、第2領域特性利用フラグenable_dirの値が「1」である場合には、加算部225にて算出された和 $s1' + c + s2'$ を出力する。

[0510] 以上のように、本構成例に係る適応フィルタ200は、(1)第2領域特性k2に対応した第2フィルタ係数群w2(k2)を利用したフィルタ演算を行う否かを示す第2領域特性利用フラグを復号する第2領域特性利用フラグ復号部212を更に備えており、(2)フィルタ演算部120は、第2領域特性利用フラグの値に応じて、第1領域特性k1に対応した第1フィルタ係数群w1(k1)のみを利用したフィルタ演算を実行するか、第1領域特性k1に対応した第1フィルタ係数群w1(k1)、及び、第2領域特性k2に対応した第2フィルタ係数群w2(k2)の双方を利用したフィルタ演算を実行するかを切り替えるように構成されている。

[0511] したがって、本構成例に係る適応フィルタ200を用いれば、第2フィルタ係数群w2(k2)を利用したフィルタ演算を施す必要がない単位領域に対しては、第1フィルタ係数群w1(k1)のみを利用したフィルタ演算が実行される。したがって、本構成例に係る適応フィルタ200を用いれば、第2フィルタ係数群w2(k2)を利用したフィルタ演算を施す必要がない単位領域に対するフィルタ演算に要する計算コストをより小さくすることができる。

[0512] なお、復号装置に本構成例に係る適応フィルタ200(図40)を搭載する場合、符号化装置には図41に示す適応フィルタ200'を搭載するとよい。図41に示すように、符号化装置側の適応フィルタ200'においては、復号装置側の適応フィルタ200における第2領域特性利用フラグ復号部212の代わりに、第2領域特性利用フラグ決定部212aと第2領域特性利用フラグ符号化部212bとが追加されている。

[0513] 符号化装置側の適応フィルタ200'においては、(1)フィルタ係数テーブル作成部211aが、第1フィルタ係数テーブルW1及び第2フィルタ係数テーブルW2を作成し、(2)フィルタ係数テーブル符号化部211bが、フィルタ係数テーブル作成部211aによって作成された第1フィル

タ係数テーブルW 1 及び第2フィルタ係数テーブルW 2を符号化する。ここで、フィルタ係数テーブル作成部2 1 1 aは、最小二乗法を用いて、(a) 1フィルタ出力画像（オフセット加算部2 2 2の出力画像）の原画像（符号化対象画像）に対する二乗誤差を最小化する第1フィルタ係数テーブルW 1と、(b) 2フィルタ出力画像（加算部2 2 4の出力画像）の原画像に対する二乗誤差を最小化する第2フィルタ係数テーブルW 2とからなるフィルタ係数テーブル対（W 1, W 2）とを作成する。そして、フィルタ係数テーブル符号化部2 1 1 bは、1フィルタ出力画像の方が2フィルタ出力画像よりも原画像に対する最小二乗誤差が小さくなる場合に、フィルタ係数テーブル作成部2 1 1 aにより作成された第1フィルタ係数テーブルW 1のみを符号化し、2フィルタ出力画像の方が1フィルタ出力画像よりも原画像に対する最小二乗誤差が小さくなる場合に、フィルタ係数テーブル作成部2 1 1 aにより作成された第1フィルタ係数テーブルW 1 及び第2フィルタ係数テーブルW 2を符号化する。

[0514] また、符号化装置側の適応フィルタ2 0 0' においては、(1) 第2領域特性利用フラグ決定部2 1 2 aが、1フィルタ出力画像の原画像に対する最小二乗誤差と2フィルタ出力画像の原画像に対する最小二乗誤差とを比較したうえで、比較結果に応じて第2領域特性利用フラグの値を決定し、(2) 第2領域特性利用フラグ符号化部2 1 2 bが、第2領域特性利用フラグ決定部2 1 2 aによって決定された第2領域特性利用フラグの値を符号化する。より具体的には、1フィルタ出力画像の方が2フィルタ出力画像よりも原画像に対する最小二乗誤差が小さくなる場合には、第2領域特性利用フラグenable_dirとして「0」を符号化し、2フィルタ出力画像の方が1フィルタ出力画像よりも原画像に対する最小二乗誤差が小さくなる場合には、第2領域特性利用フラグenable_dirとして「1」を符号化する。

[0515] 例えば、第1フィルタ係数テーブルW 1に6組のフィルタ係数群w 1 (k 1)を含め、第2フィルタ係数テーブルW 2に4組の第2フィルタ係数群w 2 (k 2)を含める場合、本構成例においては、必要な最小二乗法の実行回

数は、6回（第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ に従属させて決定する場合）又は4回（第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ を第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ に従属させて決定する場合）になる。すなわち、本構成例によれば、従来のように第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 の双方に依存して決まるフィルタ係数群 $w(k_1, k_2)$ を用いた場合、24回の最小二乗法の実行が必要なところ、その回数を著しく減らすことができる。

[0516] 〔構成例3〕

本実施形態に係る適応フィルタの第3の構成例について、図42を参照して説明する。

[0517] 図42に示す適応フィルタ200は、復号装置への搭載に好適な適応フィルタであり、フィルタ設定部210及びフィルタ演算部220を備えている。

[0518] フィルタ設定部210は、フィルタ特性を設定するための手段であり、フィルタ係数復号部211、及び拡大フィルタ係数設定部213を備えている。

[0519] フィルタ係数復号部211は、第2の構成例と同様、符号化データから第1フィルタ係数テーブル W_1 、オフセット c 、及び第2フィルタ係数テーブル W_2 を復号する。フィルタ係数復号部211によって復号された第1フィルタ係数テーブル W_1 、オフセット c 、及び第2フィルタ係数テーブル W_2 は、拡大フィルタ係数算出部213に供給される。

[0520] 拡大フィルタ係数設定部213は、第1フィルタ係数テーブル W_1 、オフセット c 、第2フィルタ係数テーブル W_2 に基づいて、拡大フィルタ係数テーブル W を作成する。ここで、拡大フィルタ係数テーブル W は、領域特性対 (k_1, k_2) とフィルタ係数群 $w(k_1, k_2) = (w(k_1, k_2)[1], w(k_1, k_2)[2], \dots, w(k_1, k_2)[N], c)$ とを互いに関連付けて記録したテーブルである。領域特性対 (k_1, k_2) は、第1領域特性 k_1 と第2領域特性 k_2 とを対にしたものであり、フィルタ

係数群 $w(k_1, k_2)$ は、後述する拡大線形フィルタ 227 のフィルタ係数群として利用されるものである。拡大フィルタ係数設定部 213 は、拡大線形フィルタ 227 が第 1 の構成例に係るフィルタ演算部 220 と等価なフィルタになるように、拡大フィルタ係数テーブル W に含まれる各フィルタ係数群 $w(k_1, k_2)$ を設定する。

[0521] フィルタ演算部 220 は、拡大線形フィルタ 227、及び領域特性算出部 225 を備えている。

[0522] 拡大線形フィルタ 227 は、(B3) 式に従って、入力画像（復号画像、又は、デブロッキング後の復号画像）における参照画素の画素値 $s[1]$ 、 $s[2]$ 、 $\dots$ 、 $s[N]$ から、出力画像における対象画素の画素値 s' を算出する。

[0523]
$$s' = w(k_1, k_2)[1]s[1] + w(k_1, k_2)[2]s[2] + \dots + w(k_1, k_2)[N]s[N] + c \quad \dots (B3)$$

ここで、 $w(k_1, k_2)[1]$ 、 $w(k_1, k_2)[2]$ 、 $\dots$ 、 $w(k_1, k_2)[N]$ は、領域特性算出部 225 によって算出された、対象画素を含む単位領域の第 1 領域特性 k_1 及び第 2 領域特性 k_2 に応じた拡大フィルタ係数群 $w(k_1, k_2)$ の要素である。より具体的には、拡大フィルタ係数設定部 213 により作成された拡大フィルタ係数テーブル W において、領域特性算出部 225 によって算出された第 1 領域特性 k_1 と第 2 領域特性 k_2 からなる領域特性対 (k_1, k_2) に関連付けられた拡大フィルタ係数群 $w(k_1, k_2)$ の要素である。

[0524] 領域特性算出部 225 は、第 1 の構成例と同様、各単位領域について第 1 領域特性 k_1 と第 2 領域特性 k_2 とを算出する。例えば、第 1 領域特性 k_1 と第 2 領域特性 k_2 とを算出する単位がマクロブロックである場合、拡大フィルタ係数群 $w(k_1, k_2)$ がマクロブロック毎に設定されることになる。

[0525] 次に、拡大線形フィルタ 227 における参照領域について、図 43～図 4

4を参照して説明する。

[0526] 図43は、参照領域が図35に示すように設定された第1空間フィルタ221と参照領域が図36に示すように設定された第2空間フィルタ223とを含むフィルタ演算部220と等価な拡大線形フィルタ227の参照領域の設定例を示す図である。(a)は、 $k_2 = 0$ のときの参照領域を示し、(b)は、 $k_2 = 1$ のときの参照領域を示し、(c)は、 $k_2 = 2$ のときの参照領域を示し、(d)は、 $k_2 = 3$ のときの参照領域を示す。同図に示す 5×5 画素からなる矩形領域において、中心の画素が対象画素に対応し、黒塗りの画素が参照画素に対応する。また、黒塗りの画素に記された白抜き文字は、その画素の画素値に乘ぜられるフィルタ係数を示す。なお、これらのフィルタ係数は、第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 に依存して決まるが、同図においては「(k_1 , k_2)」の表記を省略している。

[0527] 図44は、参照領域が図37に示すように設定された第1空間フィルタ221と参照領域が図38に示すように設定された第2空間フィルタ223とを含むフィルタ演算部220と等価な拡大線形フィルタ227の参照領域の設定例を示す図である。(a)は、 $k_2 = 0$ のときの参照領域を示し、(b)は、 $k_2 = 1$ のときの参照領域を示し、(c)は、 $k_2 = 2$ のときの参照領域を示し、(d)は、 $k_2 = 3$ のときの参照領域を示す。同図に示す 7×5 画素からなる矩形領域において、中心の画素が対象画素に対応し、黒塗りの画素が参照画素に対応する。また、黒塗りの画素に記された白抜き文字は、その画素の画素値に乘ぜられるフィルタ係数を示す。なお、これらのフィルタ係数は、第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 に依存して決まるが、同図においては「(k_1 , k_2)」の表記を省略している。

[0528] 以上のように、本構成例に係る適応フィルタ200も、第1の構成例に係る適応フィルタ200と同様、(1)第1領域特性 k_1 に依存する第1フィルタ係数群 $w_1(k_1)$ を、少なくとも1つ、対応する第1領域特性 k_1 に関連付けて記録した第1フィルタ係数テーブル W_1 、及び、第2領域特性 k_2 に依存した第2フィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を、少なくとも1つ、対応す

る領域特性 k_2 に関連付けて記録した第2フィルタ係数テーブル W_2 を復号するフィルタ係数復号部 211 と、(2) 各单位領域の第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 を算出する領域特性算出部 225 と、(3) 各单位領域に属する各画素を対象画素とするフィルタ演算であって、第1フィルタ係数テーブル W_1 に記録された複数の第1フィルタ係数群 $w(k_1)$ のうち、領域特性算出部 225 が算出した該単位領域の第1領域特性 k_1 に対応したフィルタ係数群 $w_1(k_1)$ 、及び、第2フィルタ係数テーブル W_2 に記録された複数の第2フィルタ係数群 $w(k_2)$ のうち、領域特性算出部 225 が算出した該単位領域の第2領域特性 k_2 に対応したフィルタ係数群 $w_2(k_2)$ を利用したフィルタ演算を実行する拡張線形フィルタ 227 と、を備えている。

[0529] したがって、本構成例に係る適応フィルタ 200 を用いれば、第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 の双方に依存する複数のフィルタ係数群 $w(k_1, k_2)$ を、対応する領域特性対 (k_1, k_2) に関連付けて記録したフィルタ係数テーブル W を復号することなく、各单位領域の第1領域特性 k_1 及び第2領域特性 k_2 の双方に応じたフィルタ演算を行うことができる。すなわち、本構成例に係る適応フィルタを用いれば、符号量の大幅な増大を招来することなく、原画像に近い復号画像を精度良く再現することができる。

[0530] なお、復号装置に本構成例に係る適応フィルタ 200 を搭載する場合、符号化装置には図39に示す適応フィルタ 200' を搭載するとよい。

<<実施形態4>>

本発明の第4の実施形態について、図45～図46を参照して説明する。

[0531] 本実施形態に係る適応フィルタの構成例について、図45を参照して説明する。

[0532] 図45に示す適応フィルタ 300 は、復号装置への搭載に好適な適応フィルタであり、フィルタ設定部 310 及びフィルタ演算部 320 を備えている。

[0533] フィルタ設定部 310 は、フィルタ特性を設定するための手段であり、空

間フィルタ係数復号部 3 1 1、及びオフセットテーブル復号部 3 1 2 を備えている。

[0534] 空間フィルタ係数復号部 3 1 1 は、符号化データから空間フィルタ係数群 $w = (w[1], w[2], \dots, w[N])$ を復号する。空間フィルタ係数復号部 3 1 1 によって復号された空間フィルタ係数群 w は、後述する空間フィルタ 3 2 1 に供給される。

[0535] オフセットテーブル復号部 3 1 2 は、符号化データからオフセットテーブル C を復号する。ここで、オフセットテーブル C とは、領域特性 k' に依存するオフセット $c(k')$ を少なくとも 1 つ、対応する領域特性 k' と関連付けて記録したテーブルのことを指す。オフセットテーブル復号部 3 1 2 によって復号されたオフセットテーブル C は、後述するオフセット加算部 3 2 4 に供給される。

[0536] フィルタ演算部 3 2 0 は、フィルタ演算を実行するための手段であり、空間フィルタ 3 2 1、領域特性算出部 3 2 2、オフセット決定部 3 2 3、及びオフセット加算部 3 2 4 を備えている。

[0537] 空間フィルタ 3 2 1 は、(C 1) 式に従って、入力画像（復号画像、又は、デブロッキング後の復号画像）における参照画素の画素値 $s[1], s[2], \dots, s[N]$ から、出力画像における対象画素の画素値 s' を算出する。

[0538]
$$s' = w[1] s[1] + w[2] s[2] + \dots + w[N] s[N]$$

・ ・ (C 1)

ここで、 $w[1], w[2], \dots, w[N]$ は、空間フィルタ係数復号部 3 2 1 によって復号された空間フィルタ係数群 w の要素である。算出された画素値 s' は、後段のオフセット加算部 3 2 4 に供給される。

[0539] 領域特性算出部 3 2 2 は、入力画像（復号画像又はデブロッキング後の復号画像）における各単位領域の領域特性 k' を算出する。本構成例における

領域特性 k' としては、例えば、輝度の大きさ (band offset) やエッジの種類 (edge offset) などを用いることができる。領域特性 k' として輝度の大きさを用いる場合には、例えば、 $k' = Y / 16$ (対象画素の輝度値 Y を量子化して得られる値) とすればよい。領域特性算出部 322 によって算出された領域特性 k' は、オフセット決定部 323 に供給される。

[0540] オフセット決定部 323 は、各単位領域に属する画素を対象としたフィルタ演算に利用するオフセット c の値を決定する。より具体的には、オフセットテーブル復号部 312 によって復号されたオフセットテーブル C において、領域特性算出部 322 によって算出された当該単位領域の領域特性 k' に関連付けられたオフセット $c(k')$ を特定する。オフセット決定部 323 によって決定されたオフセット $c(k')$ は、オフセット加算部 324 に供給される。

[0541] オフセット加算部 324 は、空間フィルタ 321 によって算出された画素値 s' に、オフセット決定部 323 によって決定されたオフセット $c(k')$ を加算する。オフセット加算部 324 によって算出された和 $s' + c(k')$ は、適応フィルタ 300 の外部に出力される。

[0542] なお、フレームを分割して得られる任意の領域を、領域特性 k' の算出単位とすることができる。例えば、スライス、マクロブロック、ブロック、LCU、CT、CU、PT、PU、TT、TU、又は $M \times N$ ブロックを、領域特性 k' の算出単位とすることができる。例えば、領域特性 k' の算出単位をマクロブロックとする場合、各マクロブロックに属する画素を対象としたフィルタ演算に、そのマクロブロックの領域特性 k' に応じたオフセット $c(k')$ を利用することができる。

[0543] 以上のように、本構成例に係る適応フィルタ 300 は、各単位領域に属する各画素を対象とするフィルタ演算を、該単位領域の領域特性 k' に依存したオフセット $c(k')$ と該単位領域の領域特性 k' に依存しないフィルタ係数群 w とを利用して実行するフィルタ演算部 320 を備えている。したがって、一定のオフセット c を利用してフィルタ演算を実行する従来の適応フ

フィルタよりも高い符号化効率を達成することができる。

[0544] また、本構成例に係る適応フィルタ300のように、一定の空間フィルタ係数群 w を利用してフィルタ演算を実行する場合には、領域特性 k' に応じた空間フィルタ係数 $w(k')$ を利用してフィルタ演算を実行する場合よりも、符号化装置側と復号装置側との双方における計算コストを小さくすると共に、符号化データの符号量を削減することができる。すなわち、従来の適応フィルタよりも、小さな計算コストで高い符号化効率を実現することができる。

[0545] なお、本構成においては一定の空間フィルタ係数群 w を利用してフィルタ演算を実行するものとしたが、これに限定されるものではない。すなわち、フィルタ係数群 w は、領域特性 k' に依存しないものでさえあればよく、領域特性 k' とは異なる領域特性 k'' に応じた空間フィルタ係数群 $w(k'')$ を利用してフィルタ演算を実行する構成を採用してもよい。つまり、(C2)式に従ったフィルタ演算を実行してもよい。

$$[0546] \quad s' = w(k'')[1]s[1] + w(k'')[2]s[2] + \dots + w(k'')[N]s[N] + c(k') \quad \cdot \quad \cdot \quad (C2)$$

また、これら2つの領域特性 k' 、 k'' に応じたオフセット $c(k', k'')$ を利用してフィルタ演算を実行する構成を採用してもよい。つまり、(C3)式に従ったフィルタ演算を実行してもよい。

$$[0547] \quad s' = w(k'')[1]s[1] + w(k'')[2]s[2] + \dots + w(k'')[N]s[N] + c(k', k'') \quad \cdot \quad \cdot \quad (C3)$$

また、これら2つの領域特性 k' 、 k'' に応じた空間フィルタ係数群 $w(k', k'')$ を利用してフィルタ演算を実行する構成を採用してもよい。つまり、(C4)式に従ったフィルタ演算を実行してもよい。

$$[0548] \quad s' = w(k', k'')[1]s[1] + w(k', k'')[2]s[2] + \dots$$

$$+w(k', k'') [N] s [N] + c(k') \quad \cdot$$

・ ・ (C4)

なお、これらの変形例において、輝度の大きさを第1の領域特性 k' として用いた場合、例えば、活性度を第2の領域特性 k'' として用いることができる。あるいは逆に、活性度を第1の領域特性 k' として用いた場合、輝度の大きさを第2の領域特性 k'' として用いることができる。

[0549] また、本構成例においては各単位領域の領域特性 k' として該単位領域内及び／又は該単位領域周辺に存在する画素の画素値から算出された量を用いたが、これに限定されるものではない。すなわち、単位領域の特性を示す量（換言すれば、単位領域の分類に利用できる量）であれば、どんな量であっても、該単位領域の領域特性 k' として利用することができる。例えば、単位領域に関する符号化パラメータ、あるいは、該単位領域を包含する単位（例えば、ブロックを包含するマクロブロック）に関する符号化パラメータは、該単位領域の領域特性 k' として利用することができる。イントラ予測モードやインター予測モードは、領域特性 k' として利用可能な符号化パラメータの一例である。また、後述するように、単位領域が属する画像の種別を、該単位領域の領域特性 k' として利用してもよい。上述した領域特性 k'' についても同様のことが言える。

[0550] また、領域特性 k' の相異なる複数の値 $k' = k'(0), k'(1), \dots, k'(M)$ の各々に対応した、相異なる複数のオフセット $c(k'(0)), c(k'(1)), \dots, c(k'(M))$ の各々を符号化する場合には、各オフセット $c(k'(t))$ （又はその量子化値）をそのまま符号化するのではなく、符号化済みのオフセット $c(k'(t-1))$ との差分値（又はその量子化値）を符号化しても良い。

[0551] 例えば、符号化装置側で差分値 $\Delta(k'(t)) = c(k'(t-1)) - c(k'(t))$ を符号化する場合、オフセットテーブル復号部312は、差分値 $\Delta(k'(t))$ を復号した後、復号済みのオフセット値 $c(k'(t-1))$ を用いて、(C5)に従ってオフセット値 $c(k'(t))$ を得

る。

$$[0552] \quad c(k'(t)) = c(k'(t-1)) - \Delta(k'(t)) \quad \cdots (C5)$$

また、符号化装置側で差分値 $\Delta'(k'(t)) = c(k'(t)) - c(k'(t-1))$ を符号化する場合、オフセットテーブル復号部 312 は、差分値 $\Delta'(k'(t))$ を復号した後、復号済みのオフセット値 $c(k'(t-1))$ を用いて、(C6) に従ってオフセット値 $c(k'(t))$ を得る。

$$[0553] \quad c(k'(t)) = c(k'(t-1)) + \Delta(k'(t)) \quad \cdots (C6)$$

なお、複数のオフセット $c(k'(0))$, $c(k'(0))$, $\cdots$, $c(k'(M))$ のうち、符号化／復号の起点となる 1 つのオフセット、例えば $c(k'(0))$ は、他のオフセットによらず符号化／復号する。

[0554] また、本構成例においては、領域特性 k' に応じたオフセット $c(k')$ を利用するフィルタ演算を実行する構成について説明したが、フィルタ処理を行う対象に応じたオフセット c を利用する構成も考えられる。具体的には、色差信号 C_b に対するフィルタ演算を実行するときと、色差信号 C_r に対するフィルタ演算を実行するときとで、値の異なるオフセット c を利用する。

[0555] 適応フィルタは、原画に存在する空間的な画素間相関をフィルタ処理によって再生することを原理としている。色差成分 C_b と色差成分 C_r とはほぼ同じ場所に同一方向のエッジがあることから、ある画素とその周辺の画素との画素間相関は互いに似ていることが多い。色差成分 C_b と色差成分 C_r との間で、画素間相関の特徴と関連して定まる空間フィルタ $w(k'')$ を共通して用いることは、特に、適応フィルタのフィルタ係数群に大きな符号量をかけることが難しい、比較的低ビットレートでは特に適当である。しかしながら、色差成分 C_b と色差成分 C_r との間に、復号画像と原画との間に生じるオフセットが近いものになるとは言えないことから、色差成分 C_b と色差

成分 C_r とで値の異なるオフセット c を用いることは適当である。

[0556] なお、更に、各種領域特性 k'' に応じた空間フィルタ係数群 $w(k'')$ を利用してもよいし、オフセット c と同様、色差信号 C_b に対するフィルタ演算を実行するときと、色差信号 C_r に対するフィルタ演算を実行するときとで、値の異なる空間フィルタ係数群 w を利用してもよい。色差成分 C_b と色差成分 C_r とはほぼ同じ場所に同一方向のエッジがあるが、その強度が近いとは限らないため、比較的高ビットレートで符号化する場合には、色差成分 C_b と色差成分 C_r とで異なる空間フィルタ係数群 w を用いることが適当となる。

[0557] なお、復号装置に図 4 5 に示す適応フィルタ 3 0 0 を搭載する場合、符号化装置には図 4 6 に示す適応フィルタ 3 0 0' を搭載するとよい。図 4 6 に示すように、符号化装置側の適応フィルタ 3 0 0' においては、復号装置側の適応フィルタ 3 0 0 における空間フィルタ係数復号部 3 1 1 を、適応フィルタ係数決定部 3 1 1 1 と空間フィルタ係数符号化部 3 1 1 b とに置き換え、復号装置側の適応フィルタ 3 0 0 におけるオフセットテーブル復号部 3 1 2 を、オフセットテーブル符号化部 3 1 2 a とに置き換えた構成がとられる。

[0558] 符号化装置側の適応フィルタ 3 0 0' においては、(1) 適応フィルタ係数決定部 3 1 1 1 が、最小二乗法を用いて、フィルタ演算部 3 2 0 の出力画像の原画像（符号化対象画像）に対する二乗誤差を最小化する空間フィルタ係数群 w とオフセットテーブル C を決定する。最小二乗法で最小化する目的関数は、空間フィルタ係数群の次数 N とオフセットテーブル C の次数（例えば N^2 ）を変数とする関数になり、 $N + N^2$ の変数について目的関数を偏微分して 0 となる連立方程式を解くことによって算出することができる。ここで、各種領域特性に応じて複数の空間フィルタ係数群 w を用いる場合には、空間フィルタ係数群 w の切り替えを行う各種領域特性毎に、出力画像の原画像（符号化対象画像）に対する二乗誤差を最小化する空間フィルタ係数群 w とオフセットテーブル C を決定する。すなわち、2つの領域特性 k' , k''

に応じて空間フィルタ係数群 $w(k', k'')$ が定まる場合は領域特性対 (k', k'') 毎に最小二乗法の計算を行い、1つの特性 k'' に応じて空間フィルタ係数群 $w(k'')$ が定まる場合であれば領域特性 k'' 毎に最小二乗法の計算を行う。フィルタ係数群 w が1つに定まる場合には、1つの最小二乗法の計算を行う。また、(2)空間フィルタ係数符号化部311bが、適応フィルタ係数決定部311aによって決定された空間フィルタ係数群 w を符号化し、(3)オフセットテーブル符号化部312aが、適応フィルタ係数決定部311aによって作成されたオフセットテーブル C を符号化する。

[0559] [符号化データ／復号装置／符号化装置]

上述した実施形態2～4に係る適応フィルタが搭載される動画像符号化装置（符号化装置）及び動画像復号装置（復号装置）について説明する。また、動画像符号化装置により生成され、動画像復号装置により復号される符号化データの構造についても併せて説明する。

[0560] <符号化データ>

動画像符号化装置2によって生成され、動画像復号装置1によって復号される符号化データ#1の構造について、図47及び図50を参照して説明する。

[0561] 動画像符号化装置2によって生成され、動画像復号装置1によって復号される符号化データ#1は、シーケンスレイヤ、GOP (Group Of Pictures) レイヤ、ピクチャレイヤ、スライスレイヤ、及び、マクロブロックレイヤからなる階層構造を有している。

[0562] ピクチャレイヤ以下の階層について符号化データの構造を図47に示す。図47(a)～(f)は、それぞれ、ピクチャレイヤP、スライスレイヤS、マクロブロックレイヤMB、マクロブロックヘッダMBH、インター予測パーティションの予測パラメータPP、イントラ予測パーティションの予測パラメータPPの構造を示す図である。

[0563] ピクチャレイヤPは、対象ピクチャを復号するために動画像復号装置1が参照するデータの集合である。ピクチャレイヤPは、図47(a)に示すよ

うに、ピクチャヘッダPH、及び、スライスレイヤ $S_1 \sim S_{N_s}$ を含んでいる（ N_s はピクチャレイヤPに含まれるスライスレイヤの総数）。

[0564] ピクチャヘッダPHには、対象ピクチャの復号方法を決定するために動画像復号装置1が参照する符号化パラメータ群が含まれている。例えば、動画像符号化装置2が符号化の際に用いた可変長符号化のモードを示す符号化モード情報（entropy_coding_mode_flag）は、ピクチャヘッダPHに含まれる符号化パラメータの一例である。

[0565] ピクチャレイヤPに含まれる各スライスレイヤSは、対象スライスを復号するために動画像復号装置1が参照するデータの集合である。スライスレイヤSは、図47（b）に示すように、スライスヘッダSH、及び、マクロブロックレイヤ $MB_1 \sim MB_{N_m}$ （ N_m はスライスSに含まれるマクロブロックの総数）を含んでいる。

[0566] スライスヘッダSHには、対象スライスの復号方法を決定するために動画像復号装置1が参照する符号化パラメータ群が含まれる。（1）スライスタイプを指定するスライスタイプ指定情報（slice_type）、（2）対象スライスを含むピクチャの表示順序（POC：Picture Order Count）を指定するPOC指定情報（pic_order_cnt_lbsやdelta_pic_order_cntなど）、及び、（3）動画像符号化装置2が符号化の際に用いた重み係数を指定する重み係数指定情報（pred_weight_table）は、スライスヘッダSHに含まれる符号化パラメータの一例である。

[0567] なお、スライスタイプ指定情報により指定可能なスライスタイプとしては、（1）符号化の際にイントラ予測のみを用いるIスライス、（2）符号化の際に単方向予測、又は、イントラ予測を用いるPスライス、（3）符号化の際に単方向予測、双方向予測、又は、イントラ予測を用いるBスライスなどが挙げられる。

[0568] また、スライスヘッダSHには、動画像復号装置1の備える適応フィルタが参照するフィルタパラメータFPが含まれる。

[0569] スライスレイヤSに含まれる各マクロブロックレイヤMBは、対象マクロ

ブロックを復号するために動画像復号装置 1 が参照するデータの集合である。マクロブロックレイヤMBは、図 4 7 (c) に示すように、スキップフラグSKIP、マクロブロックヘッダMBH、予測パラメータ $PP_1 \sim PP_{Np}$ 、及び、量子化予測誤差 $QD_1 \sim QD_{Nb}$ を含んでいる。ここで、 Np は、対象マクロブロックに含まれるパーティション（予測単位）の数を表し、 Nb は、対象マクロブロックに含まれるブロック（変換単位）の数を表す。スキップフラグSKIPの値が1の場合、すなわち、対象マクロブロックがスキップブロックである場合、そのマクロブロックレイヤにおけるマクロブロックヘッダMBH、予測パラメータ $PP_1 \sim PP_{Np}$ 、及び、量子化予測誤差 $QD_1 \sim QD_{Nb}$ は省略される。

[0570] マクロブロックヘッダMBHには、対象マクロブロックの復号方法を決定するために動画像復号装置 1 が参照する符号化パラメータが含まれる。具体的には、図 4 7 (d) に示すように、対象マクロブロックのマクロブロックタイプを指定するマクロブロックタイプ指定情報MBT (mb_type)、符号化ブロックパターンを指定するCBP (coded_block_pattern)、量子化ステップの大きさを指定する量子化パラメータ差分 Δqp (mb_qp_delta) が含まれる。マクロブロックタイプ指定情報MBTは、予測単位指定情報PTと変換単位指定情報TTとを含む。

[0571] 予測単位指定情報PTは、対象マクロブロックのパーティション（予測単位）への分割パターン（すなわち、対象マクロブロックに含まれる各パーティションのサイズ、及び、対象マクロブロック内での位置）と、動画像符号化装置 2 が各パーティションにおける予測画像を生成する際に用いた予測方法（L0 単方向予測、L1 単方向予測、双方向予測、イントラ予測など）を指定する。パーティションのサイズは、例えば、 16×16 画素、 8×8 画素、 4×4 画素、 16×8 画素、 8×16 画素、 8×4 画素、 4×8 画素、 8×1 画素、および、 1×8 画素の中から選択可能である。より一般には、各パーティションは、 $M \times N$ 画素（ M は、対象マクロブロックの横方向の画素数以下の整数であり、 N は、対象マクロブロックの縦方向の画素数以下の

整数である)の領域とすることができる。

[0572] 一方、変換単位指定情報TTは、対象マクロブロックのブロック(変換単位)への分割パターン(すなわち、対象マクロブロックに含まれる各ブロックのサイズ、及び、対象マクロブロック内での位置)を指定する。各ブロックは、 16×16 画素、 8×8 画素、 4×4 画素、 16×8 画素、 8×16 画素、 8×4 画素、 4×8 画素、 8×1 画素、および、 1×8 画素の中から選択可能である。より一般には、各ブロックは、 $M' \times N'$ 画素(M' は、対象マクロブロックの1辺の画素数以下の整数であり、 N' は、対象マクロブロックの他の1辺の画素数以下の整数である)の領域とすることができる。

[0573] なお、上記の説明では、マクロブロックを 16×16 画素の正方形領域としたときのパーティションを例示したが、これに限定されるものではない。例えば、 64×64 画素のマクロブロックに対しては、 64×64 画素、若しくは 32×32 画素の正方形領域、又は、 64×32 画素、 32×64 画素、 32×16 画素、若しくは 16×32 画素の長方形領域もパーティション、またはブロックとして許容される。

[0574] 量子化パラメータ差分 Δq_p は、対象マクロブロックにおける量子化パラメータ q_p と、そのマクロブロックの直前に符号化されたマクロブロックにおける量子化パラメータ $q_{p'}$ との差分 $q_p - q_{p'}$ である。

[0575] マクロブロックレイヤMBに含まれる各量子化予測残差 QD_n は、動画像符号化装置2が以下の処理1~3を対象ブロックに施すことによって生成した符号化データである。処理1:符号化対象画像から予測画像を減算した予測残差をDCT変換(Discrete Cosine Transform)する。処理2:処理1にて得られたDCT係数を量子化する。処理3:処理2にて量子化されたDCT係数を可変長符号化する。上述した量子化パラメータ q_p は、動画像符号化装置2がDCT係数を量子化する際に用いた量子化ステップQPの大きさを表す($QP = 2^{p_{q/6}}$)。

[0576] マクロブロックレイヤMBに含まれる予測パラメータPPのうち、インタ

一予測によって予測画像が生成されるインター予測パーティションに関する予測パラメータPPは、図47(e)に示すように、参照画像インデックスRIと、推定動きベクトルインデックスPMVIと、動きベクトル残差MVDとを含んでいる。

[0577] 動きベクトル残差MVDは、動画像符号化装置2が以下の処理4～6を実行することによって生成した符号化データである。処理4：符号化／復号化済みの局所復号画像（より正確には、符号化／復号化済みの局所復号画像に対してデブロック処理および適応的フィルタ処理を施すことによって得られる画像）を選択し、選択した符号化／復号化済みの局所復号画像（以下「参照画像」とも呼称）を参照して対象パーティションに対する動きベクトルmvを導出する。処理5：推定方法を選択し、選択した推定方法を用いて対象パーティションに割り付ける動きベクトルmvの推定値（以下「推定動きベクトル」とも呼称）pmvを導出する。処理6：処理4にて導出した動きベクトルmvから処理5にて導出した推定動きベクトルpmvを減算した動きベクトル残差MVDを符号化する。

[0578] 上述した参照画像インデックスRIは、処理4にて選択した符号化／復号化済みの局所復号画像（参照画像）を指定するものであり、上述した推定動きベクトルインデックスPMVIは、処理5にて選択した推定方法を指定するものである。処理5にて選択可能な推定方法としては、（1）符号化／復号化中の局所復号画像（より正確には、符号化／復号化中の局所復号画像における復号済みの領域に対してデブロック処理および適応的フィルタ処理を施すことによって得られる画像）において、対象パーティションに隣接するパーティション（以下「隣接パーティション」とも呼称する）に割り付けられた動きベクトルのメジアンを推定動きベクトルpmvとする方法や、（2）符号化／復号化済みの局所復号画像において、対象パーティションと同じ位置を占めるパーティション（しばしば「コロケートパーティション」と呼称される）に割り付けられた動きベクトルを推定動きベクトルpmvとする方法などが挙げられる。

- [0579] なお、単方向予測を行うパーティションに関する予測パラメータPPには、図47(e)に示すように、参照画像インデックスRI、推定動きベクトルインデックスPMVI、及び、動きベクトル残差MVDがそれぞれ1つずつ含まれているが、双方向予測（重み付き予測）を行うパーティションに関する予測パラメータPPには、2つの参照画像インデックスRI1及びRI2、2つの推定動きベクトルインデックスPMVI1及びPMVI2、並びに、2つの動きベクトル残差MVD1及びMVD2が含まれる。
- [0580] マクロブロックレイヤMBに含まれる予測パラメータPPのうち、イントラ予測によって予測画像が生成されるイントラ予測パーティションに関する予測パラメータPPは、図47(f)に示すように、予測インデックスPIを含んでいる。ここで、予測インデックスPIは、対象パーティションについてのイントラ予測方法（予測モード）を指定するためのインデックスである。なお、対象パーティションについて選択可能な予測モードの種類は、当該対象パーティションのサイズによって異なるため、予測インデックスのとり得る値の範囲も、対象パーティションのサイズによって異なる。
- [0581] なお、符号化データ#1のデータ構造は、図47に示したものに限定されない。例えば、動画像におけるピクチャ以下のレイヤ構造の一部を変更することにより得られる、図50に示すようなデータ構造を採用してもよい。
- [0582] 図50は、符号化データ#1のデータ構造の変形例を示す図である。図50において、(a)は、ピクチャに相当するピクチャレイヤPCT、(b)は、ピクチャを分割して得られるスライスに相当するスライスレイヤS、(c)は、スライスを分割して得られるツリーブロック（Tree block）に相当するツリーブロックレイヤTBLK、(d)は、ツリーブロックを分割して得られるCU（Coding Unit；符号化単位）に相当するCUレイヤCUを示す。
- [0583] ピクチャレイヤPCTには、ピクチャ（対象ピクチャとも呼称する）を復号するために動画像復号装置1が参照する各種情報が含まれる。具体的には、図50(a)に示すように、ピクチャヘッダPH、及び、スライスレイ

ヤ $S_1 \sim S_{NS}$ (NS は対象ピクチャに含まれるスライスの総数) が含まれる。

[0584] なお、以下、スライスレイヤ $S_1 \sim S_{NS}$ のそれぞれを区別する必要が無い場合、符号の添え字を省略してスライスレイヤ S と記述する。また、符号化データ # 1 に含まれる他のレイヤの符号についても同様である。

[0585] ピクチャヘッダ PH には、対象ピクチャの復号方法を決定するために動画復号装置 1 が参照する符号化パラメータ群が含まれている。例えば、動画復号装置 2 が符号化の際に用いた可変長符号化のモードを示す符号化モード情報 (entropy_coding_mode_flag) は、ピクチャヘッダ PH に含まれる符号化パラメータの一例である。

[0586] entropy_coding_mode_flag が 0 の場合、対象ピクチャは、CAVLC (Context-based Adaptive Variable Length Coding) によって符号化されている。また、entropy_coding_mode_flag が 1 である場合、対象ピクチャは、CABAC (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding) によって符号化されている。

[0587] なお、ピクチャヘッダ PH は、ピクチャー・パラメーター・セット (PPS : Picture Parameter Set) とも称される。

[0588] スライスレイヤ S には、スライス (対象スライスとも称する) を復号するために動画復号装置 1 が参照する各種情報が含まれる。具体的には、図 50 (b) に示すように、スライスヘッダ SH 、及び、ツリーブロックレイヤ $TBLK_1 \sim TBLK_{NC}$ (NC は対象スライスに含まれるツリーブロックの総数) が含まれる。

[0589] スライスヘッダ SH には、対象スライスの復号方法を決定するために動画復号装置 1 が参照する符号化パラメータ群が含まれる。対象スライスのスライスタイプを指定するスライスタイプ指定情報 (slice_type) は、スライスヘッダ SH に含まれる符号化パラメータの一例である。

[0590] スライスタイプ指定情報により指定可能なスライスタイプとしては、(1) 符号化の際にイントラ予測のみを用いる I スライス、(2) 符号化の際に単方向予測、又は、イントラ予測を用いる P スライス、(3) 符号化の際に

単方向予測、双方向予測、又は、イントラ予測を用いるBスライスなどが挙げられる。

[0591] また、スライス毎に適応フィルタのフィルタ係数群を切り替える場合、対象スライスに作用させる適応フィルタのフィルタ係数群を規定するフィルタパラメータF PもこのスライスヘッダS Hに含まれる。

[0592] ツリーブロックレイヤT B L Kには、ツリーブロック（対象ツリーブロックとも称する）を復号するために動画復号装置1が参照する各種情報が含まれる。具体的には、図50（c）に示すように、ツリーブロックヘッダT B L K H、及び、CU情報C U I₁～C U I_{NL}（NLは対象ツリーブロックに含まれるCUの総数）が含まれる。

[0593] ここで、CUは、ツリーブロックを再帰的に4分木分割することにより得られたものである。再帰的な4分木分割とは、ツリーブロックを4等分した後、先の分割により得られたパーティションを4等分するステップを繰り返す処理のことを指す。この際、先の分割により得られたパーティションの一部のみを4等分することが許される。すなわち、ツリーブロックの中にサイズの異なるCUを共存させることができる。

[0594] この再帰的な4分木分割により得られる木構造のことを、以下、符号化ツリー（coding tree）と称する。ツリーブロックは、符号化ツリーのルート（root）に対応し、CUは、符号化ツリーのリーフ（leaf）に対応する。なお、符号化ツリーのリーフは、CUに対応するノードであることから、符号化ノード（coding node）と称されることもある。

[0595] また、各CUのとり得るサイズは、ツリーブロックのサイズと、符号化データ#1のシーケンスパラメータセットS P Sに含まれる最大階層深度（maximum hierarchical depth）とに応じて決まる。例えば、ツリーブロックのサイズが64×64画素であり、最大階層深度が3である場合には、3種類のサイズ、すなわち、64×64画素、32×32画素、および16×16画素のCUが存在し得る。

[0596] ツリーブロックヘッダT B L K Hには、対象ツリーブロックの復号方法を

決定するために動画復号装置 1 が参照する符号化パラメータが含まれる。対象ツリーブロックの各 CU への分割パターンを指定するツリーブロック分割情報 SP__TBLK や、量子化ステップの大きさを指定する量子化パラメータ差分 Δqp (qp_delta) などは、ツリーブロックヘッダ TBLKH に含まれる符号化パラメータの一例である。

[0597] ツリーブロック分割情報 SP__TBLK は、対象ツリーブロックを CU に分割する際の分割パターンを示す情報、換言すれば、符号化ツリーを表現する情報である。ツリーブロック分割情報 SP__TBLK は、例えば、符号化ツリーにおいて各ノードを 4 分割するか否かを示すフラグ(split_coding_unit_flag)の集合により実現することができる。

[0598] また、量子化パラメータ差分 Δqp は、対象ツリーブロックにおける量子化パラメータ qp と、対象ツリーブロックの直前に符号化されたツリーブロックにおける量子化パラメータ qp' との差分 $qp - qp'$ である。

[0599] CU 情報 CU_I について説明する前に、CU の構造について説明する。

[0600] CU を分割することにより、少なくとも 1 つの予測ブロックが得られる。換言すれば、CU は、互いに重複しない少なくとも 1 つの予測ブロックにより被覆される。CU に対応するノードをルートとし、予測ブロックに対応するノードをリーフとするツリーを、予測ツリー (prediction tree; PT) と呼ぶ。予測ブロックは、予測処理の実行単位であり、PU (prediction unit; 予測単位) とも呼ばれる。

[0601] 予測ツリーにおける分割の種類は、大まかにいえば、イントラ予測の場合と、インター予測の場合との 2 つがある。イントラ予測の場合、分割方法は、 $2N \times 2N$ (符号化ノードと同一サイズ) と、 $N \times N$ とがある。また、インター予測の場合、分割方法は、 $2N \times 2N$ (符号化ノードと同一サイズ)、 $2N \times N$ 、 $N \times 2N$ 、および、 $N \times N$ などがある。

[0602] また、CU を分割することにより、少なくとも 1 つの変換ブロックが得られる。換言すれば、CU は、互いに重複しない少なくとも 1 つの変換ブロックにより被覆される。CU に対応するノードをルートとし、予測ブロックに

対応するノードをリーフとするツリーを、変換ツリー (transform tree ; T T) と呼ぶ。変換ブロックは、DCT変換の実行他員意であり、T U (transform unit ; 変換単位) と呼ばれる。

[0603] 変換ツリーにおける分割には、符号化ノードと同一のサイズの領域を変換ブロックとして割り付けるものと、上述したツリーブロックの分割と同様、再帰的な4分木分割によるものがある。

[0604] C U情報C U Iには、C U (以下、対象C Uとも称する) を復号するために動画像復号装置1が参照する各種情報が含まれる。具体的には、図50 (d) に示すように、スキップフラグS K I P、P T情報P T I、および、T T情報T T Iが含まれる。

[0605] スキップフラグS K I Pは、対象C Uについて、スキップモードが適用されているか否かを示すフラグであり、スキップフラグS K I Pの値が1の場合、すなわち、対象C Uにスキップモードが適用されている場合、そのC U情報C U IにおけるP T情報P T I、および、T T情報T T Iは省略される。なお、スキップフラグS K I Pは、Iスライスでは省略される。

[0606] P T情報P T Iは、対象C Uをルートとする予測ツリーP Tに関する情報である。具体的には、図50 (d) に示すように、予測タイプ情報P T y p e、及び、予測情報P I n f oを含んでいる。

[0607] 予測タイプ情報P T y p eは、対象C Uにおける予測画像の生成にイントラ予測を用いるのか、インター予測を用いるのかを指定する情報である。予測情報P I n f oには、対象C UをP Uに分割する際の分割パターンを指定するP T分割情報 (不図示)、及び、各P Uの予測画像を生成するために動画像復号装置1が参照する予測パラメータ (不図示) が含まれる。

[0608] インター予測によって予測画像が生成されるP Uの予測パラメータには、参照画像インデックス、推定動きベクトルインデックス、動きベクトル残差などが含まれる。一方、イントラ予測によって予測画像が生成されるイントラP Uに関する予測パラメータには、予測モードを指定する予測インデックスなどが含まれる。

[0609] TT情報TTIは、対象CUをルートとする変換ツリーに関する情報である。具体的には、図50(d)に示すように、TT分割情報SP_TT、及び、量子化予測残差 $QD_1 \sim QD_{NT}$ (NTは、対象CUに含まれるブロックの総数)を含んでいる。

[0610] TT分割情報SP_TTは、対象CUをTUに分割する際の分割パターンを表現する情報、換言すれば、対象CUをルートとする変換ツリーのツリー構造を表現する情報である。TT分割情報SP_TTは、例えば、対象CUの分割を行うか否かを示すフラグ(split_transform_unit_flag)、分割深度を示す情報(trafoDepth)とにより構成することができる。例えば、CUのサイズが、 64×64 の場合、分割により得られる各TUは、 32×32 画素から 2×2 画素までのサイズをとり得る。

[0611] 量子化予測残差 $QD_1 \sim QD_{NT}$ は、各TUに対して以下の処理を施して得られる符号である。(処理1)符号化対象画像から予測画像を減算した予測残差をDCT変換(Discrete Cosine Transform)する。(処理2)処理1にて得られた変換係数を量子化する。(処理3)処理2にて量子化された変換係数を可変長符号化する。なお、上述した量子化パラメータqpは、変換係数を量子化する際に用いた量子化ステップQPの大きさを表す($QP = 2qp/6$)。

[0612] <動画復号装置>

上述した実施形態2～4に係る適応フォルタ100, 200, 300が搭載される動画復号装置について図48を参照して説明する。動画復号装置1001は、その一部に、H.264/MPEG-4, AVC、及び、その後継技術を含む復号装置である。

[0613] 図48は、動画復号装置1001の構成を示すブロック図である。動画復号装置1001は、符号化データ#1001を復号することによって動画#1002を生成するための装置であり、図48に示すように、可変長符号復号部1013、動きベクトル復元部1014、バッファメモリ1015、インター予測画像生成部1016、イントラ予測画像生成部1017、

予測方式決定部1018、逆量子化・逆変換部1019、加算器1020、デブロッキングフィルタ1041、および、適応フィルタ1042を備えている。上述した実施形態2～4に係る適応フィルタ100, 200, 300は、この適応フィルタ1042として利用される。

[0614] 可変長符号復号部1013は、各パーティションに関する予測パラメータPPを、符号化データ#1001から復号する。すなわち、インター予測パーティションに関しては、参照画像インデックスRI、推定動きベクトルインデックスPMVI、及び、動きベクトル残差MVDを符号化データ#1001から復号し、これらを動きベクトル復元部1014に供給する。一方、イントラ予測パーティションに関しては、(1)パーティションのサイズを指定するサイズ指定情報、および、(2)予測インデックスを指定する予測インデックス指定情報を符号化データ#1001から復号し、これをイントラ予測画像生成部1017に供給する。また、可変長符号復号部1013は、マクロブロックタイプMBTを符号化データから復号し、これを予測方式決定部1018に供給する(図示省略)。更に、可変長符号復号部1013は、各ブロックに関する量子化予測残差QD、及び、そのブロックを含むマクロブロックに関する量子化パラメータ差分 Δqp を符号化データ#1001から復号し、これらを逆量子化・逆変換部1019に供給する。また、可変長符号復号部1013は、符号化データ#1001に含まれるフィルタパラメータFPを適応フィルタ1042に供給する。

[0615] 動きベクトル復元部1014は、各インター予測パーティションに関する動きベクトルmvを、そのパーティションに関する動きベクトル残差MVDと、他のパーティションに関する復元済みの動きベクトルmv'とから復元する。具体的には、(1)推定動きベクトルインデックスPMVIにより指定される推定方法に従って、復元済みの動きベクトルmv'から推定動きベクトルpmvを導出し、(2)導出した推定動きベクトルpmvと動きベクトル残差MVDとを加算することによって動きベクトルmvを得る。なお、他のパーティションに関する復元済みの動きベクトルmv'は、バッファメ

メモリ 1015 から読み出すことができる。動きベクトル復元部 1014 は、復元した動きベクトル mv を、対応する参照画像インデックス $R I$ と共に、インター予測画像生成部 1017 に供給する。なお、双方向予測（重み付き予測）を行うインター予測パーティションについては、復元した 2 つの動きベクトル mv_1 及び mv_2 を、対応する参照画像インデックス $R I_1$ 及び $R I_2$ と共に、インター予測画像生成部 1017 に供給する。

[0616] インター予測画像生成部 1016 は、各インター予測パーティションに関する動き補償画像 mc を生成する。具体的には、動きベクトル復元部 1014 から供給された動きベクトル mv を用いて、同じく動きベクトル復元部 1014 から供給された参照画像インデックス $R I$ によって指定されるフィルタ済復号画像 P_FL' から動き補償画像 mc を生成する。ここで、フィルタ済復号画像 P_FL' は、既に復号が完了した復号済みの復号画像に対して、デブロッキングフィルタ 1041 によるデブロック処理、および、適応フィルタ 1042 による適応的フィルタ処理を施すことによって得られる画像であり、インター予測画像生成部 1016 は、フィルタ済復号画像 P_FL' を構成する各画素の画素値をバッファメモリ 1015 から読み出すことができる。インター予測画像生成部 1016 によって生成された動き補償画像 mc は、インター予測画像 $Pred_Inter$ として予測方式決定部 1018 に供給される。なお、双方向予測（重み付き予測）を行うインター予測パーティションについては、（１）動きベクトル mv_1 を用いて、参照画像インデックス $R I_1$ によって指定されたフィルタ済復号画像 P_FL_1' から動き補償画像 mc_1 を生成し、（２）動きベクトル mv_2 を用いて、参照画像インデックス $R I_2$ によって指定されたフィルタ済復号画像 P_FL_2' とから動き補償画像 mc_2 を生成し、（３）動き補償画像 mc_1 と動き補償画像 mc_2 との加重平均にオフセット値を加えることによってインター予測画像 $Pred_Inter$ を生成する。

[0617] イントラ予測画像生成部 1017 は、各イントラ予測パーティションに関する予測画像 $Pred_Intra$ を生成する。具体的には、まず、自身の

メモリに記録されている対応表を参照して、可変長符号復号部1013から供給されたサイズ指定情報と予測インデックス指定情報とに基づいて予測モードを特定し、特定された予測モードを対象パーティションに対して、例えば、ラスタスキャン順に割り付ける。続いて、当該予測モードの示す予測方法に従って、復号画像Pから予測画像Pred__Intraを生成する。イントラ予測画像生成部1017によって生成されたイントラ予測画像Pred__Intraは、予測方式決定部1018に供給される。なお、イントラ予測画像生成部1017によるイントラ予測画像Pred__Intraの具体的な生成処理については、後述するためここでは説明を省略する。

[0618] 予測方式決定部1018は、マクロブロックタイプMBTに基づいて、各パーティションがインター予測を行うべきインター予測パーティションであるのか、イントラ予測を行うべきイントラ予測パーティションであるのかを決定する。そして、前者の場合には、インター予測画像生成部1016にて生成されたインター予測画像Pred__Interを予測画像Predとして加算器1020に供給し、後者の場合には、イントラ予測画像生成部1017にて生成されたイントラ予測画像Pred__Intraを予測画像Predとして加算器1020に供給する。

[0619] 逆量子化・逆変換部1019は、(1)量子化予測残差QDを逆量子化し、(2)逆量子化によって得られたDCT係数を逆DCT (Discrete Cosine Transform) 変換し、(3)逆DCT変換によって得られた予測残差Dを加算器1020に供給する。なお、量子化予測残差QDを逆量子化する際に、逆量子化・逆変換部1019は、可変長符号復号部1013から供給された量子化パラメータ差分 Δq_p から量子化ステップQPを導出する。量子化パラメータ q_p は、直前に逆量子化／逆DCT変換したマクロブロックに関する量子化パラメータ $q_{p'}$ に量子化パラメータ差分 Δq_p を加算することによって導出でき、量子化ステップQPは、量子化ステップ q_p から $QP = 2 p q / 6$ によって導出できる。また、逆量子化・逆変換部1019による予測残差Dの生成は、ブロック(変換単位)を単位として行われる。

[0620] 加算器 1020 は、予測方式決定部 1018 から供給された予測画像 P_{red} と、逆量子化・逆変換部 1019 から供給された予測残差 D とを加算することによって復号画像 P を生成する。

[0621] デブロッキングフィルタ 1041 は、復号画像 P におけるブロック境界、またはマクロブロック境界を介して互いに隣接する画素の画素値の差が予め定められた閾値よりも小さい場合に、復号画像 P における当該ブロック境界、または当該マクロブロック境界に対してデブロッキング処理を施すことによって、当該ブロック境界、または当該マクロブロック境界付近の画像の平滑化を行う。デブロッキングフィルタ 1041 によりデブロッキング処理が施された画像は、デブロック済復号画像 P_DB として、適応フィルタ 42 に出力される。

[0622] 適応フィルタ 1042 は、デブロッキングフィルタ 1041 から供給されるデブロック済復号画像 P_DB に対して、フィルタパラメータ FP を復号することにより得られるフィルタ係数を用いたフィルタ処理を施すことによって、フィルタ済復号画像 P_FL を生成する。適応フィルタ 1042 によりフィルタ処理が施された画像は、フィルタ済復号画像 P_FL として外部に出力されると共に、可変長符号復号部 1013 によって符号化データから復号された POC 指定情報と関連付けてバッファメモリ 1015 に格納される。

[0623] なお、ここでは、符号化データ #1001 が図 47 に示すデータ構造を有する場合に対応した動画像復号装置 1001 の構成について説明したが、動画像復号装置 1001 の構成はこれに限定されない。すなわち、各種処理の処理単位を適宜変更することによって、動画像復号装置 1 を図 50 に示すデータ構造を有する符号化データ #1001 に対応させることができる。

[0624] <動画像符号化装置>

上述した実施形態 2～4 に係る適応フィルタ 100' , 200' , 300' が搭載される動画像符号化装置について図 49 を参照して説明する。動画像符号化装置 1002 は、その一部に、H. 264/MPEG-4, AVC

、及び、その後継技術を含む復号装置である。

[0625] 図49は、動画像符号化装置1002の構成を示すブロック図である。動画像符号化装置1002は、動画像#1010（符号化対象画像）を符号化することによって符号化データ#1001を生成する装置であり、図49に示すように、変換・量子化部1021、可変長符号符号化部1022、逆量子化・逆変換部1023、バッファメモリ1024、イントラ予測画像生成部1025、インター予測画像生成部1026、動きベクトル検出部1027、予測方式制御部1028、動きベクトル冗長性削除部1029、加算器1031、減算器1032、デブロッキングフィルタ1033、および、適応フィルタ1034を備えている。上述した実施形態2～4に係る適応フィルタ100'、200'、300'は、この適応フィルタ1034として利用される。

[0626] 変換・量子化部1021は、（1）符号化対象画像から予測画像Predを減算した予測残差Dをブロック毎にDCT変換（Discrete Cosine Transform）し、（2）DCT変換により得られたDCT係数を量子化し、（3）量子化により得られた量子化予測残差QDを可変長符号符号化部22及び逆量子化・逆変換部1023に供給する。なお、変換・量子化部1021は、（1）量子化の際に用いる量子化ステップQPをマクロブロック毎に選択し、（2）選択した量子化ステップQPの大きさを示す量子化パラメータ差分 Δq_p を可変長符号符号化部1022に供給し、（3）選択した量子化ステップQPを逆量子化・逆変換部1023に供給する。ここで、量子化パラメータ差分 Δq_p とは、DCT変換／量子化するマクロブロックに関する量子化パラメータ q_p （ $QP = 2 p q / 6$ ）の値から、直前にDCT変換／量子化したマクロブロックに関する量子化パラメータ q_p' の値を減算して得られる差分値のことを指す。

[0627] 可変長符号符号化部1022は、（1）変換・量子化部1021から供給された量子化予測残差QD並びに Δq_p 、（2）後述する予測方式制御部1028から供給された量子化パラメータPP、および、（3）後述する適応

フィルタ 1034 から供給されたフィルタパラメータ FP を可変長符号化することによって、符号化データ #1001 を生成する。

[0628] 逆量子化・逆変換部 1023 は、(1) 量子化予測残差 QD を逆量子化し、(2) 逆量子化によって得られた DCT 係数を逆 DCT (Discrete Cosine Transform) 変換し、(3) 逆 DCT 変換によって得られた予測残差 D を加算器 1031 に供給する。量子化予測残差 QD を逆量子化する際には、変換・量子化部 1021 から供給された量子化ステップ QP を利用する。なお、逆量子化・逆変換部 1023 から出力される予測残差 D は、変換・量子化部 1021 に入力される予測残差 D に量子化誤差が加わったものであるが、ここでは簡単のために共通の呼称を用いる。

[0629] イントラ予測画像生成部 1025 は、各パーティションに関する予測画像 $Pred_Intra$ を生成する。具体的には、(1) 各パーティションについてイントラ予測に用いる予測モードを選択し、(2) 選択した予測モードを用いて、復号画像 P から予測画像 $Pred_Intra$ を生成する。イントラ予測画像生成部 1025 は、生成したイントラ予測画像 $Pred_Intra$ を、予測方式制御部 1028 に供給する。

[0630] また、イントラ予測画像生成部 1025 は、自身のメモリに格納されている対応表を参照し、各パーティションについて選択された予測モードと、各パーティションのサイズとから各パーティションについての予測インデックス PI を特定し、各パーティションについての当該予測インデックス PI を示す予測インデックス指定情報を予測方式制御部 28 に供給する。

[0631] なお、イントラ予測画像生成部 1025 によるイントラ予測画像の生成は、(イントラ予測画像生成部 1017 によるイントラ予測画像の生成処理) において説明した処理と同様の処理によって行うことができる。

[0632] 動きベクトル検出部 1027 は、各パーティションに関する動きベクトル mv を検出する。具体的には、(1) 参照画像として利用するフィルタ済復号画像 P_FL' を選択し、(2) 選択したフィルタ済復号画像 P_FL' において対象パーティションを最良近似する領域を探索することによって、

対象パーティションに関する動きベクトル $m v$ を検出する。ここで、フィルタ済復号画像 P_FL' は、既に復号が完了した復号済みの復号画像に対して、デブロッキングフィルタ 1033 によるデブロック処理、および、適応フィルタ 1034 による適応的フィルタ処理を施すことによって得られる画像であり、動きベクトル検出部 1027 は、フィルタ済復号画像 P_FL' を構成する各画素の画素値をバッファメモリ 1024 から読み出すことができる。動きベクトル検出部 1027 は、検出した動きベクトル $m v$ を、参照画像として利用したフィルタ済復号画像 P_FL' を指定する参照画像インデックス $R I$ と共に、インター予測画像生成部 1026 及び動きベクトル冗長性削除部 1029 に供給する。なお、双方向予測（重み付き予測）を行うパーティションについては、参照画像として 2 枚のフィルタ済復号画像 P_FL1' 及び P_FL2' を選択し、2 枚のフィルタ済復号画像 P_FL1' 及び P_FL2' の各々に対応する動きベクトル $m v 1$ 及び $m v 2$ 、並びに、参照画像インデックス $R I 1$ 及び $R I 2$ をインター予測画像生成部 1026 及び動きベクトル冗長性削除部 1029 に供給する。

- [0633] インター予測画像生成部 1026 は、各インター予測パーティションに関する動き補償画像 $m c$ を生成する。具体的には、動きベクトル検出部 1027 から供給された動きベクトル $m v$ を用いて、動きベクトル検出部 1027 から供給された参照画像インデックス $R I$ によって指定されるフィルタ済復号画像 P_FL' から動き補償画像 $m c$ を生成する。動きベクトル検出部 1027 と同様、インター予測画像生成部 1026 は、フィルタ済復号画像 P_FL' を構成する各画素の画素値をバッファメモリ 1024 から読み出すことができる。インター予測画像生成部 1026 は、生成した動き補償画像 $m c$ （インター予測画像 $Pred_Inter$ ）を、動きベクトル検出部 1027 から供給された参照画像インデックス $R I$ と共に、予測方式制御部 1028 に供給する。なお、双方向予測（重み付き予測）をパーティションについては、（１）動きベクトル $m v 1$ を用いて、参照画像インデックス $R I 1$ によって指定されたフィルタ済復号画像 P_FL1' から動き補償画像 m

c 1 を生成し、(2) 動きベクトル mv_2 を用いて、参照画像インデックス R_1 によって指定されたフィルタ済参照画像 P_FL_2' から動き補償画像 mc_2 を生成し、(3) 動き補償画像 mc_1 と動き補償画像 mc_2 との加重平均にオフセット値を加えることによってインター予測画像 $Pred_Inter$ を生成する。

[0634] 予測方式制御部 1028 は、イントラ予測画像 $Pred_Intra$ 及びインター予測画像 $Pred_Inter$ を符号化対象画像と比較し、イントラ予測を行うかインター予測を行うかを選択する。イントラ予測を選択した場合、予測方式制御部 1028 は、イントラ予測画像 $Pred_Intra$ を予測画像 $Pred$ として加算器 1031 及び減算器 1032 に供給すると共に、イントラ予測画像生成部 1025 から供給された予測インデックス P_I を予測パラメータ PP として可変長符号符号化部 1022 に供給する。一方、インター予測を選択した場合、予測方式制御部 1028 は、インター予測画像 $Pred_Inter$ を予測画像 $Pred$ として加算器 1031 及び減算器 1032 に供給すると共に、インター予測画像生成部 1026 から供給された参照画像インデックス R_I 、並びに、動きベクトル冗長性削除部 1029 (後述) から供給された推定動きベクトルインデックス PMV_I 及び動きベクトル残差 MVD を予測パラメータ PP として可変長符号符号化部に供給する。

[0635] 予測方式制御部 1028 にて選択された予測画像 $Pred$ を、符号化対象画像から減算することによって、減算器 1032 にて予測残差 D が生成される。減算器 1032 にて生成された予測残差 D は、上述したとおり、変換・量子化部 1021 によって DC 変換／量子化される。一方、予測方式制御部 1028 にて選択された予測画像 $Pred$ を、逆量子化・逆変換部 1023 にて生成された予測残差 D に加算することによって、加算器 1031 にて局所復号画像 P が生成される。加算器 1031 にて生成された局所復号画像 P は、デブロッキングフィルタ 1033 および適応フィルタ 1034 を経由したのち、フィルタ済復号画像 P_FL としてバッファメモリ 1024 に格

納され、インター予測における参照画像として利用される。

[0636] なお、動きベクトル冗長性削除部 1029 は、動きベクトル検出部 1027 によって検出された動きベクトル $m v$ における冗長性を削除する。具体的には、(1) 動きベクトル $m v$ の推定に用いる推定方法を選択し、(2) 選択した推定方法に従って推定動きベクトル $p m v$ を導出し、(3) 動きベクトル $m v$ から推定動きベクトル $p m v$ を減算することにより動きベクトル残差 $M V D$ を生成する。動きベクトル冗長性削除部 1029 は、生成した動きベクトル残差 $M V D$ を、選択した推定方法を示す推定動きベクトルインデックス $P M V I$ と共に、予測方式制御部 1028 に供給する。

[0637] デブロッキングフィルタ 1033 は、復号画像 P におけるブロック境界、またはマクロブロック境界を介して互いに隣接する画素の画素値の差が予め定められた閾値よりも小さい場合に、復号画像 P における当該ブロック境界、または当該マクロブロック境界に対してデブロッキング処理を施すことによって、当該ブロック境界、または当該マクロブロック境界付近の画像の平滑化を行う。デブロッキングフィルタ 1033 によりデブロッキング処理が施された画像は、デブロック済復号画像 $P_D B$ として、適応フィルタ 1034 に出力される。

[0638] 適応フィルタ 1034 は、デブロッキングフィルタ 1033 から供給されるデブロック済復号画像 $P_D B$ に対して、適応的なフィルタ処理を施すことによって、フィルタ済復号画像 $P_F L$ を生成する。適応フィルタ 1034 によりフィルタ処理が施されたフィルタ済復号画像 $P_F L$ は、バッファメモリ 1024 に格納される。

[0639] なお、ここでは、符号化データ # 1001 が図 47 に示すデータ構造を有する場合に対応した動画像符号化装置 1002 の構成について説明したが、動画像符号化装置 1002 の構成はこれに限定されない。すなわち、各種処理の処理単位を適宜変更することによって、動画像符号化装置 1002 を図 50 に示すデータ構造を有する符号化データ # 1001 に対応させることができる。

<<応用例>>

上述した動画像符号化装置 2, 1002 及び動画像復号装置 1, 1001 は、動画像の送信、受信、記録、再生を行う各種装置に搭載して利用することができる。なお、動画像は、カメラ等により撮像された自然動画像であってもよいし、コンピュータ等により生成された人工動画像（CGおよびGUIを含む）であってもよい。なお、以下では、例示的に、動画像符号化装置 2 及び動画像復号装置 1 について説明するが、動画像符号化装置 1002 及び動画像復号装置 1001 についても同様である。

[0640] まず、上述した動画像符号化装置 2 及び動画像復号装置 1 を、動画像の送信及び受信に利用できることを、図 51 を参照して説明する。

[0641] 図 51 の (a) は、動画像符号化装置 2 を搭載した送信装置 PROD__A の構成を示したブロック図である。図 51 の (a) に示すように、送信装置 PROD__A は、動画像を符号化することによって符号化データを得る符号化部 PROD__A1 と、符号化部 PROD__A1 が得た符号化データで搬送波を変調することによって変調信号を得る変調部 PROD__A2 と、変調部 PROD__A2 が得た変調信号を送信する送信部 PROD__A3 と、を備えている。上述した動画像符号化装置 2 は、この符号化部 PROD__A1 として利用される。

[0642] 送信装置 PROD__A は、符号化部 PROD__A1 に入力する動画像の供給源として、動画像を撮像するカメラ PROD__A4、動画像を記録した記録媒体 PROD__A5、動画像を外部から入力するための入力端子 PROD__A6、及び、画像を生成または加工する画像処理部 A7 を更に備えていてもよい。図 51 の (a) においては、これら全てを送信装置 PROD__A が備えた構成を例示しているが、一部を省略しても構わない。

[0643] なお、記録媒体 PROD__A5 は、符号化されていない動画像を記録したものであってもよいし、伝送用の符号化方式とは異なる記録用の符号化方式で符号化された動画像を記録したものであってもよい。後者の場合、記録媒体 PROD__A5 と符号化部 PROD__A1 との間に、記録媒体 PROD__

A 5 から読み出した符号化データを記録用の符号化方式に従って復号する復号部（不図示）を介在させるとよい。

[0644] 図 5 1 の（b）は、動画像復号装置 1 を搭載した受信装置 PROD__B の構成を示したブロック図である。図 5 1 の（b）に示すように、受信装置 PROD__B は、変調信号を受信する受信部 PROD__B 1 と、受信部 PROD__B 1 が受信した変調信号を復調することによって符号化データを得る復調部 PROD__B 2 と、復調部 PROD__B 2 が得た符号化データを復号することによって動画像を得る復号部 PROD__B 3 と、を備えている。上述した動画像復号装置 1 は、この復号部 PROD__B 3 として利用される。

[0645] 受信装置 PROD__B は、復号部 PROD__B 3 が出力する動画像の供給先として、動画像を表示するディスプレイ PROD__B 4、動画像を記録するための記録媒体 PROD__B 5、及び、動画像を外部に出力するための出力端子 PROD__B 6 を更に備えていてもよい。図 5 1 の（b）においては、これら全てを受信装置 PROD__B が備えた構成を例示しているが、一部を省略しても構わない。

[0646] なお、記録媒体 PROD__B 5 は、符号化されていない動画像を記録するためのものであってもよいし、伝送用の符号化方式とは異なる記録用の符号化方式で符号化されたものであってもよい。後者の場合、復号部 PROD__B 3 と記録媒体 PROD__B 5 との間に、復号部 PROD__B 3 から取得した動画像を記録用の符号化方式に従って符号化する符号化部（不図示）を介在させるとよい。

[0647] なお、変調信号を伝送する伝送媒体は、無線であってもよいし、有線であってもよい。また、変調信号を伝送する伝送態様は、放送（ここでは、送信先が予め特定されていない送信態様を指す）であってもよいし、通信（ここでは、送信先が予め特定されている送信態様を指す）であってもよい。すなわち、変調信号の伝送は、無線放送、有線放送、無線通信、及び有線通信の何れによって実現してもよい。

[0648] 例えば、地上デジタル放送の放送局（放送設備など）／受信局（テレビジ

ョン受像機など）は、変調信号を無線放送で送受信する送信装置PROD__A／受信装置PROD__Bの一例である。また、ケーブルテレビ放送の放送局（放送設備など）／受信局（テレビジョン受像機など）は、変調信号を有線放送で送受信する送信装置PROD__A／受信装置PROD__Bの一例である。

[0649] また、インターネットを用いたVOD（Video On Demand）サービスや動画共有サービスなどのサーバ（ワークステーションなど）／クライアント（テレビジョン受像機、パーソナルコンピュータ、スマートフォンなど）は、変調信号を通信で送受信する送信装置PROD__A／受信装置PROD__Bの一例である（通常、LANにおいては伝送媒体として無線又は有線の何れかが用いられ、WANにおいては伝送媒体として有線が用いられる）。ここで、パーソナルコンピュータには、デスクトップ型PC、ラップトップ型PC、及びタブレット型PCが含まれる。また、スマートフォンには、多機能携帯電話端末も含まれる。

[0650] なお、動画共有サービスのクライアントは、サーバからダウンロードした符号化データを復号してディスプレイに表示する機能に加え、カメラで撮像した動画像を符号化してサーバにアップロードする機能を有している。すなわち、動画共有サービスのクライアントは、送信装置PROD__A及び受信装置PROD__Bの双方として機能する。

[0651] 次に、上述した動画像符号化装置2及び動画像復号装置1を、動画像の記録及び再生に利用できることを、図52を参照して説明する。

[0652] 図52の（a）は、上述した動画像符号化装置2を搭載した記録装置PROD__Cの構成を示したブロック図である。図52の（a）に示すように、記録装置PROD__Cは、動画像を符号化することによって符号化データを得る符号化部PROD__C1と、符号化部PROD__C1が得た符号化データを記録媒体PROD__Mに書き込む書込部PROD__C2と、を備えている。上述した動画像符号化装置2は、この符号化部PROD__C1として利用される。

[0653] なお、記録媒体PROD__Mは、(1) HDD (Hard Disk Drive) やSSD (Solid State Drive)などのように、記録装置PROD__Cに内蔵されるタイプのものであってもよいし、(2) SDメモリカードやUSB (Universal Serial Bus) フラッシュメモリなどのように、記録装置PROD__Cに接続されるタイプのものであってもよいし、(3) DVD (Digital Versatile Disc) やBD (Blu-ray Disc:登録商標) などのように、記録装置PROD__Cに内蔵されたドライブ装置(不図示)に装填されるものであってもよい。

[0654] また、記録装置PROD__Cは、符号化部PROD__C1に入力する動画の供給源として、動画を撮像するカメラPROD__C3、動画を外部から入力するための入力端子PROD__C4、動画を受信するための受信部PROD__C5、及び、画像を生成または加工する画像処理部C6を更に備えていてもよい。図52の(a)においては、これら全てを記録装置PROD__Cが備えた構成を例示しているが、一部を省略しても構わない。

[0655] なお、受信部PROD__C5は、符号化されていない動画を受信するものであってもよいし、記録用の符号化方式とは異なる伝送用の符号化方式で符号化された符号化データを受信するものであってもよい。後者の場合、受信部PROD__C5と符号化部PROD__C1との間に、伝送用の符号化方式で符号化された符号化データを復号する伝送用復号部(不図示)を介在させるとよい。

[0656] このような記録装置PROD__Cとしては、例えば、DVDレコーダ、BDレコーダ、HDD (Hard Disk Drive) レコーダなどが挙げられる(この場合、入力端子PROD__C4又は受信部PROD__C5が動画の主な供給源となる)。また、カムコーダ(この場合、カメラPROD__C3が動画の主な供給源となる)、パーソナルコンピュータ(この場合、受信部PROD__C5又は画像処理部C6が動画の主な供給源となる)、スマートフォン(この場合、カメラPROD__C3又は受信部PROD__C5が動画の主な供給源となる)なども、このような記録装置PROD__Cの一例である。

[0657] 図52の(b)は、上述した動画像復号装置1を搭載した再生装置PROD_Dの構成を示したブロックである。図52の(b)に示すように、再生装置PROD_Dは、記録媒体PROD_Mに書き込まれた符号化データを読み出す読出部PROD_D1と、読出部PROD_D1が読み出した符号化データを復号することによって動画像を得る復号部PROD_D2と、を備えている。上述した動画像復号装置1は、この復号部PROD_D2として利用される。

[0658] なお、記録媒体PROD_Mは、(1) HDDやSSDなどのように、再生装置PROD_Dに内蔵されるタイプのものであってもよいし、(2) SDメモリカードやUSBフラッシュメモリなどのように、再生装置PROD_Dに接続されるタイプのものであってもよいし、(3) DVDやBDなどのように、再生装置PROD_Dに内蔵されたドライブ装置(不図示)に装填されるものであってもよい。

[0659] また、再生装置PROD_Dは、復号部PROD_D2が出力する動画像の供給先として、動画像を表示するディスプレイPROD_D3、動画像を外部に出力するための出力端子PROD_D4、及び、動画像を送信する送信部PROD_D5を更に備えていてもよい。図52の(b)においては、これら全てを再生装置PROD_Dが備えた構成を例示しているが、一部を省略しても構わない。

[0660] なお、送信部PROD_D5は、符号化されていない動画像を送信するものであってもよいし、記録用の符号化方式とは異なる伝送用の符号化方式で符号化された符号化データを送信するものであってもよい。後者の場合、復号部PROD_D2と送信部PROD_D5との間に、動画像を伝送用の符号化方式で符号化する符号化部(不図示)を介在させるとよい。

[0661] このような再生装置PROD_Dとしては、例えば、DVDプレイヤー、BDプレイヤー、HDDプレイヤーなどが挙げられる(この場合、テレビジョン受像機等が接続される出力端子PROD_D4が動画像の主な供給先となる)。また、テレビジョン受像機(この場合、ディスプレイPROD_D3が動

画像の主な供給先となる)、デジタルサイネージ(電子看板や電子掲示板等とも称され、ディスプレイPROD__D3又は送信部PROD__D5が動画画像の主な供給先となる)、デスクトップ型PC(この場合、出力端子PROD__D4又は送信部PROD__D5が動画画像の主な供給先となる)、ラップトップ型又はタブレット型PC(この場合、ディスプレイPROD__D3又は送信部PROD__D5が動画画像の主な供給先となる)、スマートフォン(この場合、ディスプレイPROD__D3又は送信部PROD__D5が動画画像の主な供給先となる)なども、このような再生装置PROD__Dの一例である。

[0662] (実施形態2~4のまとめ)

このように、フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタ121を備えた適応フィルタ100において、線形フィルタ121の出力画像における対象画素の画素値と線形フィルタ121の入力画像における対象画素の画素値との差である変更量 Δs をトランケートするトランケート手段を備えている。

[0663] (HEVCとの対応について)

なお、上記実施形態における、LCU(最大コーディングユニット: Largest Coding Unit)は、H.264/MPEG-4 AVCの後継規格として提案されているHEVC(High Efficiency Video Coding)の符号化ツリー(Coding Tree)のrootに相当し、リーフCUは、HEVCのCU(コーディングユニット: Coding Unit、コーディングツリーのleafと呼ばれることもある)に相当する。また、上記実施形態における、PUおよびTUは、それぞれ、HEVCにおける、予測ツリー(Prediction Tree)および変換ツリー(transform tree)に相当する。また、上記実施形態における、PUのパーティションは、HEVCにおけるPU(Prediction Unit)に相当する。また、上記実施形態において、TUを分割して得られるブロックは、HEVCにおけるTU(Transformation Unit)に相当する。

[0664] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した

範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0665] 本発明は、画像にフィルタリングを行う画像フィルタ装置に好適に用いることができる。また、符号化データを復号する復号装置、および、符号化データを生成する符号化装置に好適に用いることができる。また、動画像符号化装置等の画像符号化装置、及び、動画像復号装置等の画像復号装置に好適に利用することができる。

符号の説明

[0666]	1	動画像復号装置（復号装置）
	1 2	予測画像生成部（予測画像生成手段）
	1 7	適応フィルタ（画像フィルタ装置）
	1 7 1	領域特性値算出部（特性値算出手段）
	1 7 1 a	活性度算出部
	1 7 1 b	画素値参照部
	1 7 2	領域分類部（分類手段）
	1 7 3	フィルタ処理部（フィルタ手段）
	2	動画像符号化装置（符号化装置）
	2 1	予測画像生成部（予測画像生成手段）
	2 7	適応フィルタ（画像フィルタ装置）
	2 7 1	領域特性値算出部（特性値算出手段）
	2 7 1 a	活性度算出部
	2 7 1 b	画素値参照部
	2 7 2	領域分類部（分類手段）
	2 7 3	フィルタ処理部（フィルタ手段）
	1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 2	適応フィルタ（復号装置側のフィルタ装置）

1 1 0、2 1 0、3 1 0	フィルタ設定部
1 2 0、2 2 0、3 2 0	フィルタ演算部
1 0 0'、2 0 0'、3 0 0'、3 4	適応フィルタ（符号化装置側のフ
ィルタ装置）	
1 1 0'、2 1 0'、3 1 0'	フィルタ設定部
1 2 0'、2 2 0'、3 2 0'	フィルタ演算部
3 1 1	空間フィルタ係数復号部
3 1 2	オフセットテーブル復号部
3 1 1 a	適応フィルタ係数決定部
3 1 1 b	空間フィルタ係数符号化部
3 1 2 b	オフセットテーブル符号化部
1 0 0 1	動画像復号装置（復号装置
）	
1 0 0 2	動画像符号化装置

請求の範囲

- [請求項1] 複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、
、
上記複数の単位領域の各々について、上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、
各単位領域を、上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域、または、上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えている、
ことを特徴とする画像フィルタ装置。
- [請求項2] 上記分類手段は、上記フィルタオン領域に属する各単位領域を、上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、複数のタイプの何れかに更に分類し、
上記フィルタ手段は、上記フィルタオン領域に属する各単位領域内の各画素の画素値を、該画素を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出する、
ことを特徴とする請求項1に記載の画像フィルタ装置。
- [請求項3] 上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の活性度を算出する、
ことを特徴とする請求項1または2に記載の画像フィルタ装置。
- [請求項4] 上記特性値算出手段は、各単位領域において、その近傍全体が該単位領域に含まれる画素からなる内部領域に属する各画素の活性度を、該画素の上記近傍に含まれる画素の画素値を参照して導出したうえで、内部領域に属する各画素の活性度から該単位領域についての活性度を算出する、
ことを特徴とする請求項3に記載の画像フィルタ装置。
- [請求項5] 上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の画素値の平均を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像フィルタ装置。

[請求項6] 上記特性値算出手段は、各単位領域について、互いに算出方法の異なる複数の特性値を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像フィルタ装置。

[請求項7] 上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の画素値の平均と、該単位領域における上記入力画像の画素値の分散とを算出する、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の画像フィルタ装置。

[請求項8] 上記特性値算出手段は、各単位領域についての特性値として、該単位領域における上記入力画像の垂直方向の活性度と、該単位領域における上記入力画像の水平方向の活性度とを算出する、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の画像フィルタ装置。

[請求項9] 上記分類手段は、単位領域を 1 つ以上含む所定の単位毎にフィルタ処理のオンオフを指定するオンオフフラグを外部から取得し、当該オンオフフラグがオンを指定している単位に含まれる単位領域を、上記フィルタオン領域および上記フィルタオフ領域の何れかに分類する、
ことを特徴とする請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の画像フィルタ装置。

[請求項10] 上記オンオフフラグに関わる上記所定の単位は、外部より取得される階層指定情報によって階層的に指定されるものであり、上記単位領域は、最小符号化単位以下かつ 4 画素以上の画素から構成される領域であって、上記階層指定情報によらずに定められるものである、
ことを特徴とする請求項 9 に記載の画像フィルタ装置。

[請求項11] 符号化データを復号し、フィルタ後の復号画像を生成する復号装置であって、

請求項 1 から 10 の何れか 1 項に記載の画像フィルタ装置と、

各単位領域における予測画像を、上記画像フィルタ装置が生成した出力画像を参照して生成する予測画像生成手段と、

を備え、

上記画像フィルタ装置は、上記予測画像生成手段によって生成された予測画像と、上記符号化データから復号された残差画像とを加算することによって得られた復号画像を入力画像とし、出力画像として上記フィルタ後の復号画像を生成するものである、
ことを特徴とする復号装置。

[請求項12] 符号化対象画像と予測画像との残差画像を符号化することによって符号化データを生成する符号化装置であって、

請求項1から10の何れか1項に記載の画像フィルタ装置と、

各单位領域における上記予測画像を、上記画像フィルタ装置が生成した出力画像を参照して生成する予測画像生成手段と、
を備え、

上記画像フィルタ装置は、上記予測画像生成手段によって生成された予測画像と上記残差画像とを加算することによって得られる復号画像を入力画像とし、出力画像を生成するものである、
ことを特徴とする符号化装置。

[請求項13] 上記フィルタ手段によって用いられるフィルタ係数群は、上記フィルタオン領域に含まれる各单位領域における、上記符号化対象画像と上記出力画像との相違を最小化するように定められたものである、
ことを特徴とする請求項12に記載の符号化装置。

[請求項14] 複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、
上記複数の単位領域の各々について上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、各单位領域を上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域または上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、
を備えている画像フィルタ装置によって参照される符号化データのデータ構造であって、

上記フィルタ手段によって用いられるフィルタ係数群を含んでいる、
ことを特徴とする符号化データのデータ構造。

[請求項15] 入力画像を構成する複数の単位領域の各々について、当該入力画像の画素値の平均を算出する算出手段と、

各単位領域を、上記算出手段によって算出された該単位領域についての画素値の平均に応じて、複数のタイプの何れかに分類する分類手段と、

各単位領域内の各画素の画素値を、該画素を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出するフィルタ手段と、
を備えていることを特徴とする画像フィルタ装置。

[請求項16] フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、

各単位領域の領域特性の値を算出する領域特性算出手段を備え、

上記線形フィルタは、各単位領域に属する各画素を対象とするフィルタ演算を、上記領域特性に依存するオフセットであって、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の領域特性の値に応じたオフセットと、上記領域特性に依存しないフィルタ係数群とを利用して実行する、
ことを特徴とするフィルタ装置。

[請求項17] 上記領域特性は、色差成分の種別に応じた値をもち、

上記線形フィルタは、色差成分の種別に応じたオフセットを利用して上記フィルタ演算を実行する、
ことを特徴とする請求項16に記載のフィルタ装置。

[請求項18] フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、

上記線形フィルタの出力画像における対象画素の画素値と上記線形フィルタの入力画像における対象画素の画素値との差である変更量を

トランケートするトランケート手段を備えている、
ことを特徴とするフィルタ装置。

[請求項19] 上記変更量をトランケートするか否かを示すフラグを復号するフラグ復号手段と、

上記線形フィルタの出力画像を、上記変更量をトランケートして出力するか、上記変更量をトランケートせずに出力するかを、上記フラグ復号手段によって復号された上記フラグの値に応じて切り替えるスイッチと、を更に備えている、
ことを特徴とする請求項18に記載のフィルタ装置。

[請求項20] 各单位領域の領域特性を算出する領域特性算出手段と、

各单位領域に属する画素を出力画素とするフィルタ処理を実行する際に上記変更量をトランケートするために用いる閾値を、上記領域特性算出手段によって算出された、該単位領域に領域特性に応じて決定する閾値決定手段と、を更に備えている、
ことを特徴とする請求項18又は19に記載のフィルタ装置。

[請求項21] 上記領域特性と上記閾値とを関連付けて記録した閾値テーブルを復号する閾値テーブル復号手段を更に備えており、

上記閾値決定手段は、上記閾値テーブルを参照して閾値を決定する、
ことを特徴とする請求項20に記載のフィルタ装置。

[請求項22] フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、

第1領域特性に依存する第1フィルタ係数群を、少なくとも1つ、対応する第1領域特性の値に関連付けて記録した第1フィルタ係数テーブル、及び、第2領域特性に依存する第2フィルタ係数群を、少なくとも1つ、対応する第2領域特性の値に関連付けて記録した第2フィルタ係数テーブルを復号する復号手段と、

各单位領域の第1領域特性及び第2領域特性の値を算出する領域特

性算出手段とを備え、

上記線形フィルタは、各单位領域に属する各画素を対象画素とするフィルタ演算であって、上記第1フィルタ係数テーブルに記録された第1フィルタ係数群のうち、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の第1領域特性の値に対応した第1フィルタ係数群、及び、上記第2フィルタ係数テーブルに記録された第2フィルタ係数群のうち、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の第2領域特性の値に対応した第2フィルタ係数群を利用したフィルタ演算を実行する、ことを特徴とするフィルタ装置。

[請求項23]

上記線形フィルタにおけるフィルタ演算に上記第2フィルタ係数群を利用するか否かを示すフラグを復号するフラグ復号手段と、

上記線形フィルタにおける上記第1フィルタ係数群及び上記第2フィルタ係数群を利用したフィルタ演算により得られる出力画像を外部に出力するか、上記線形フィルタにおける上記第1フィルタ係数群のみを利用したフィルタ演算により得られる出力画像を外部に出力するかを、上記フラグ復号手段によって復号された上記フラグの値に応じて切り替えるスイッチと、を更に備えている、ことを特徴とする請求項22に記載のフィルタ装置。

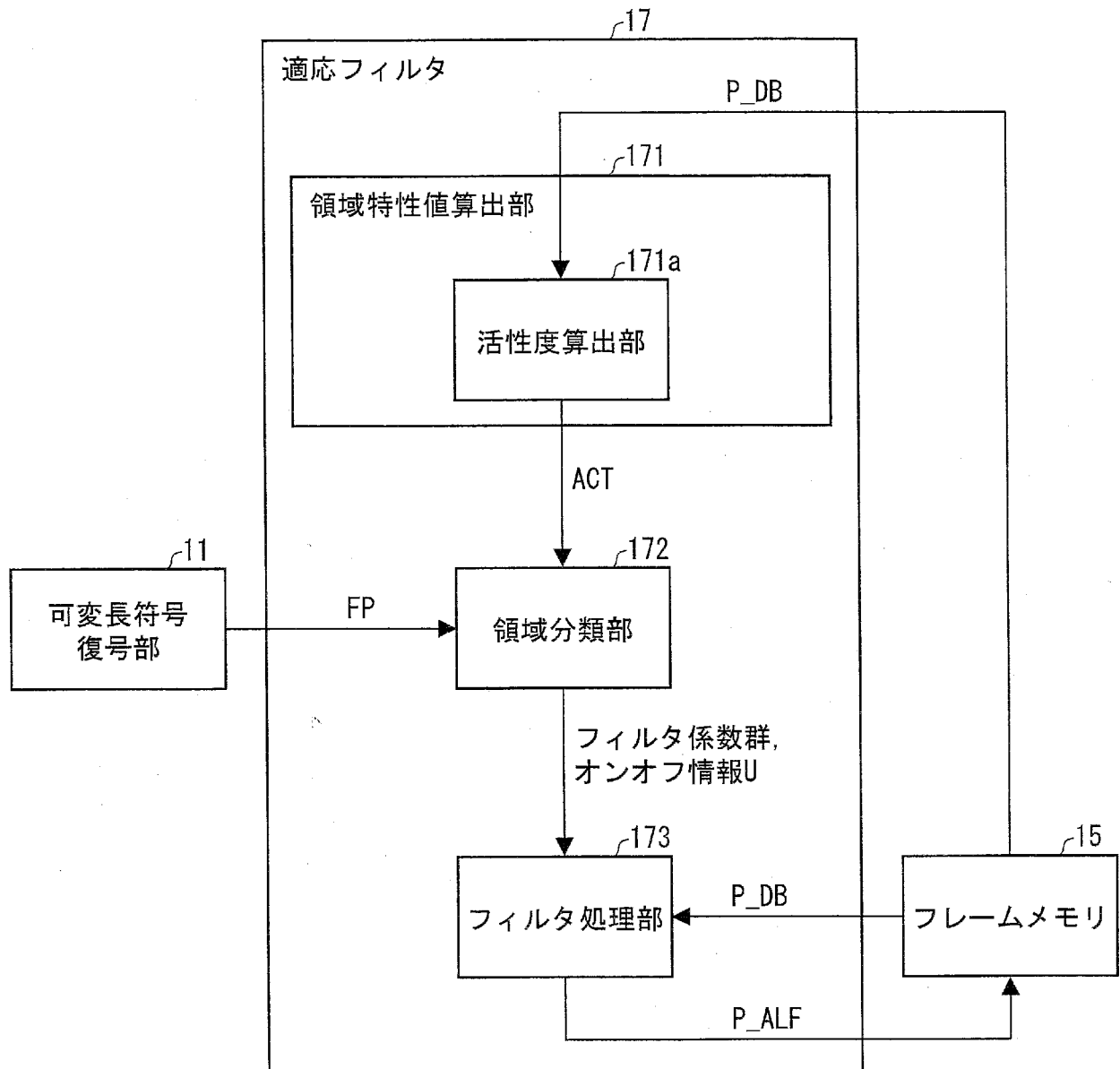
[請求項24]

画像を復号する復号装置であって、復号画像に作用させる適応フィルタとして請求項16から23までの何れか1項に記載のフィルタ装置を備えた復号装置。

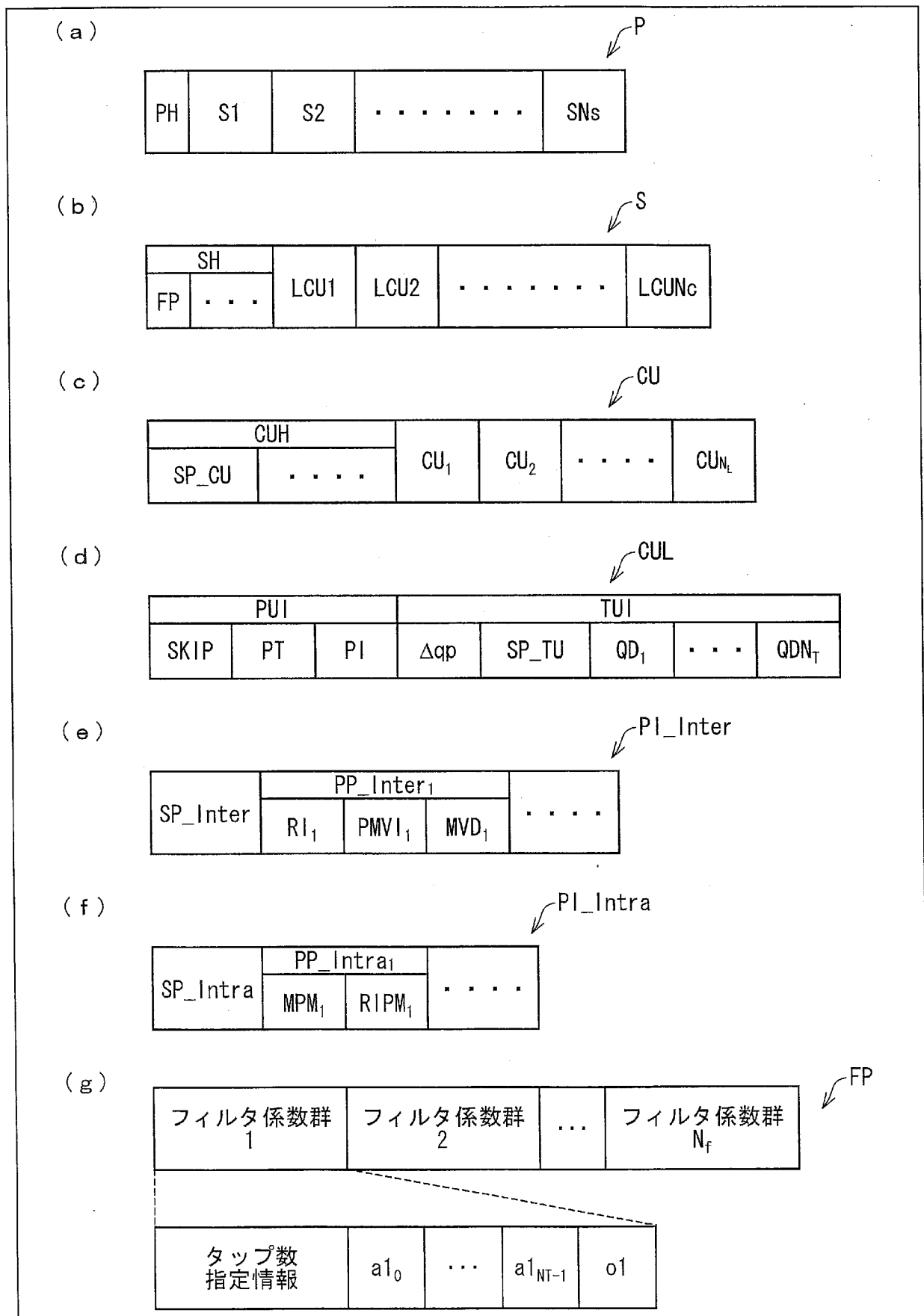
[請求項25]

画像を符号化する符号化装置であって、局所復号画像に作用させるフィルタとして請求項16から23までの何れか1項に記載のフィルタ装置を備えた符号化装置。

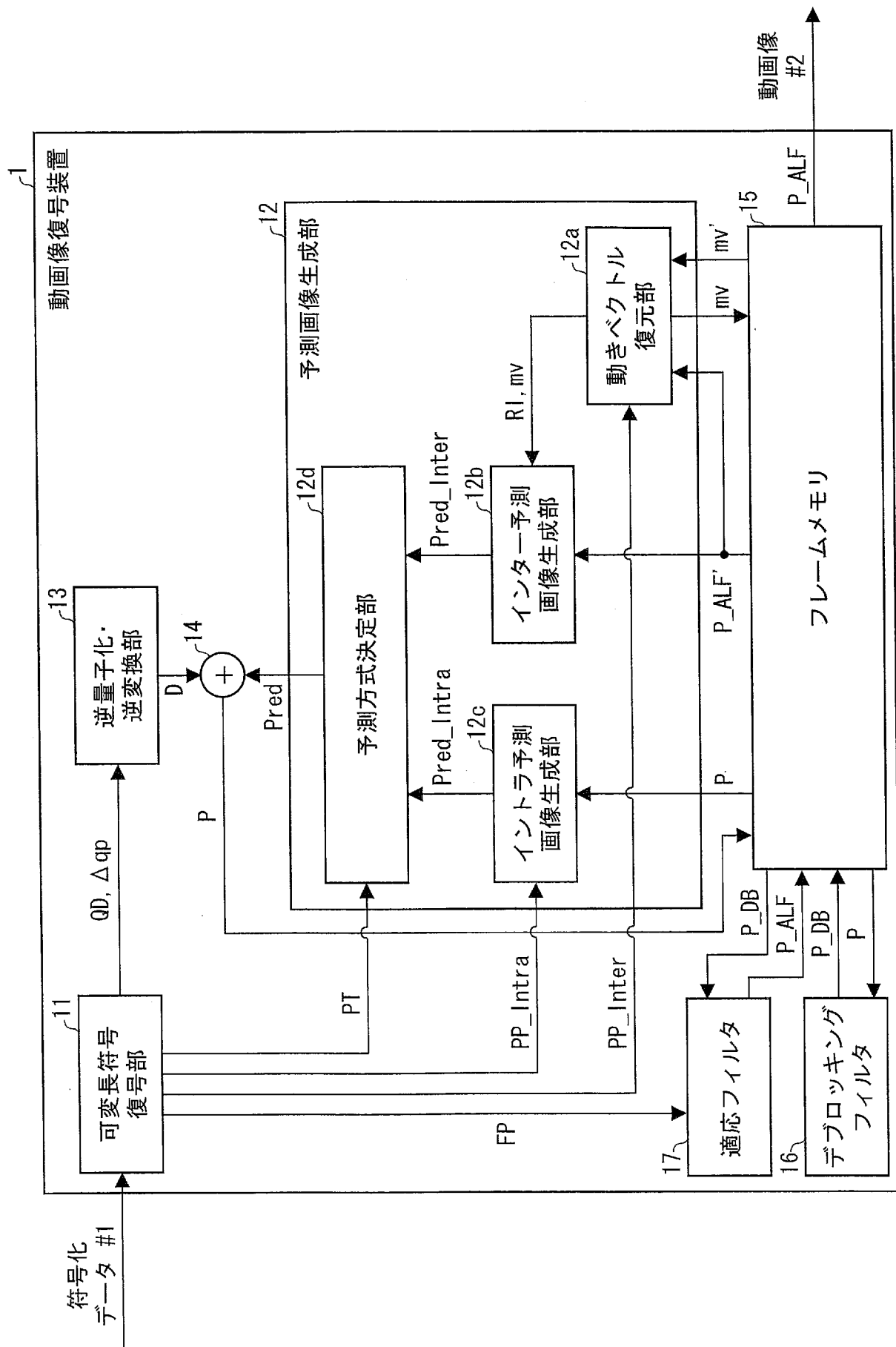
[図1]



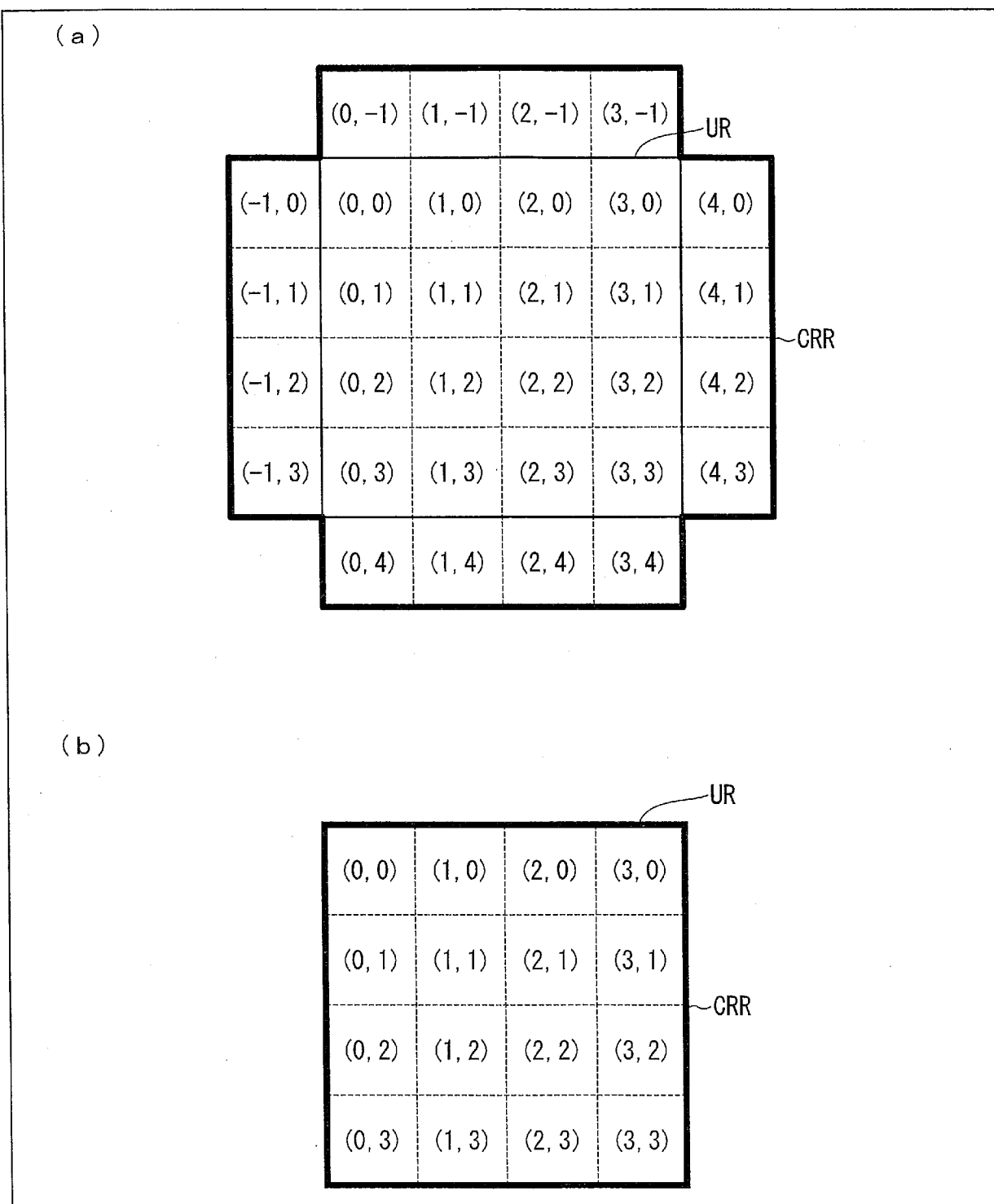
[図2]



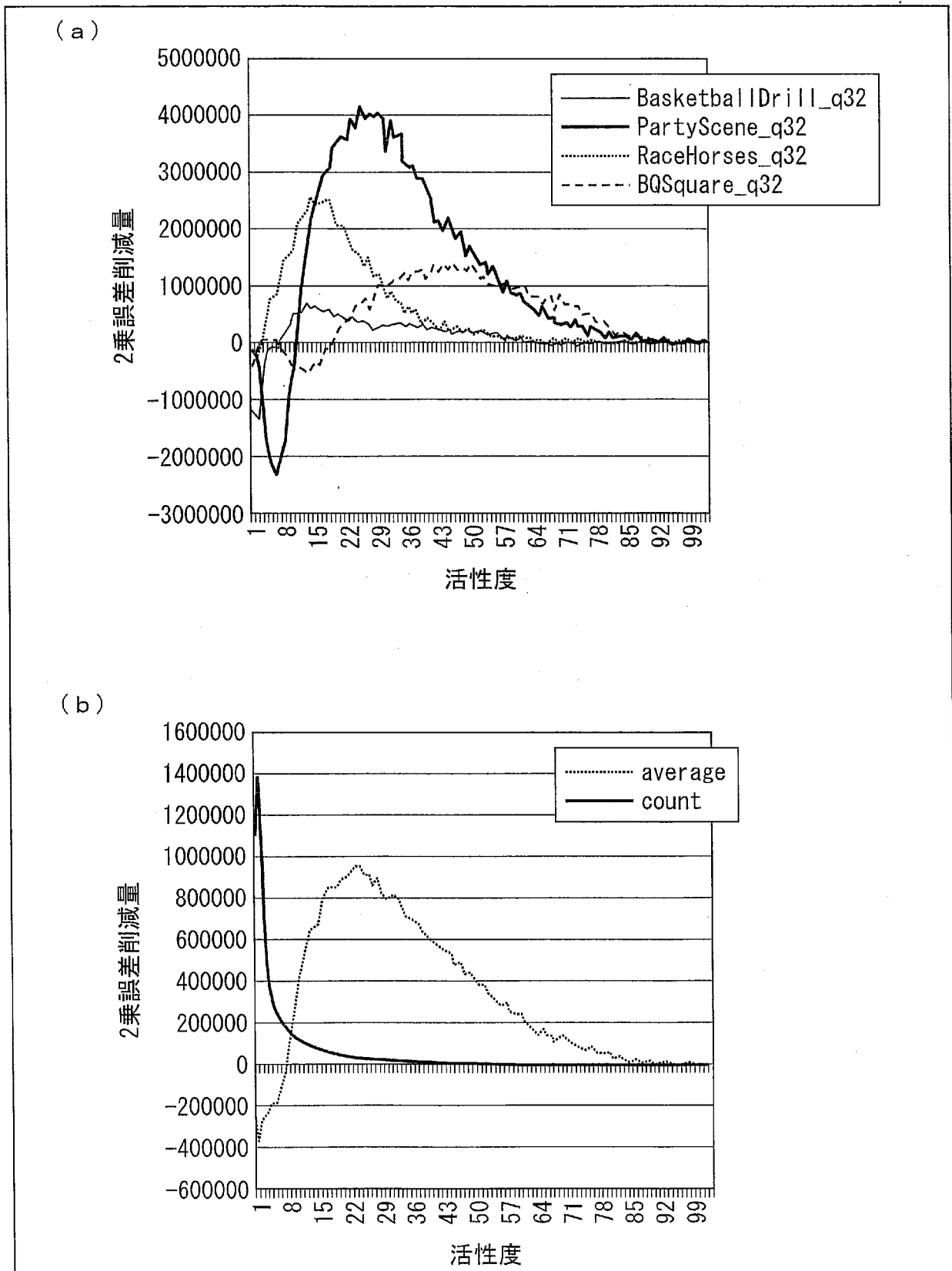
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

(a)

$ACT \leq Th1$	$Th1 < ACT$
タイプ 0	タイプ 1

(b)

$ACT \leq Th1$	$Th1 < ACT \leq Th2$	$Th2 < ACT$
タイプ 0	タイプ 1	タイプ 2

(c)

$ACT \leq Th2$	$Th2 < ACT$
タイプ 1	タイプ 0

(d)

$ACT \leq Th1$	$ThM1 < ACT \leq Th2$	$Th2 < ACT$
タイプ 1	タイプ 2	タイプ 0

(e)

$ACT \leq Th1$	$Th1 < ACT \leq Th2$	$Th2 < ACT$
タイプ 0	タイプ 1	タイプ 0

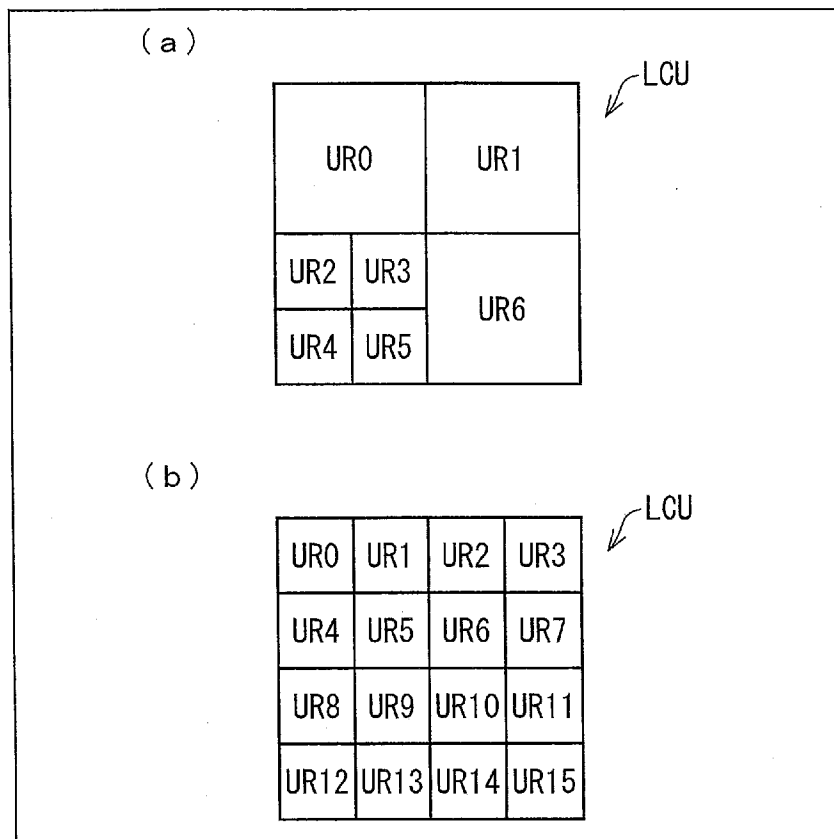
(f)

$ACT \leq Th1$	$Th1 < ACT \leq Th2$	$Th2 < ACT$
タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3

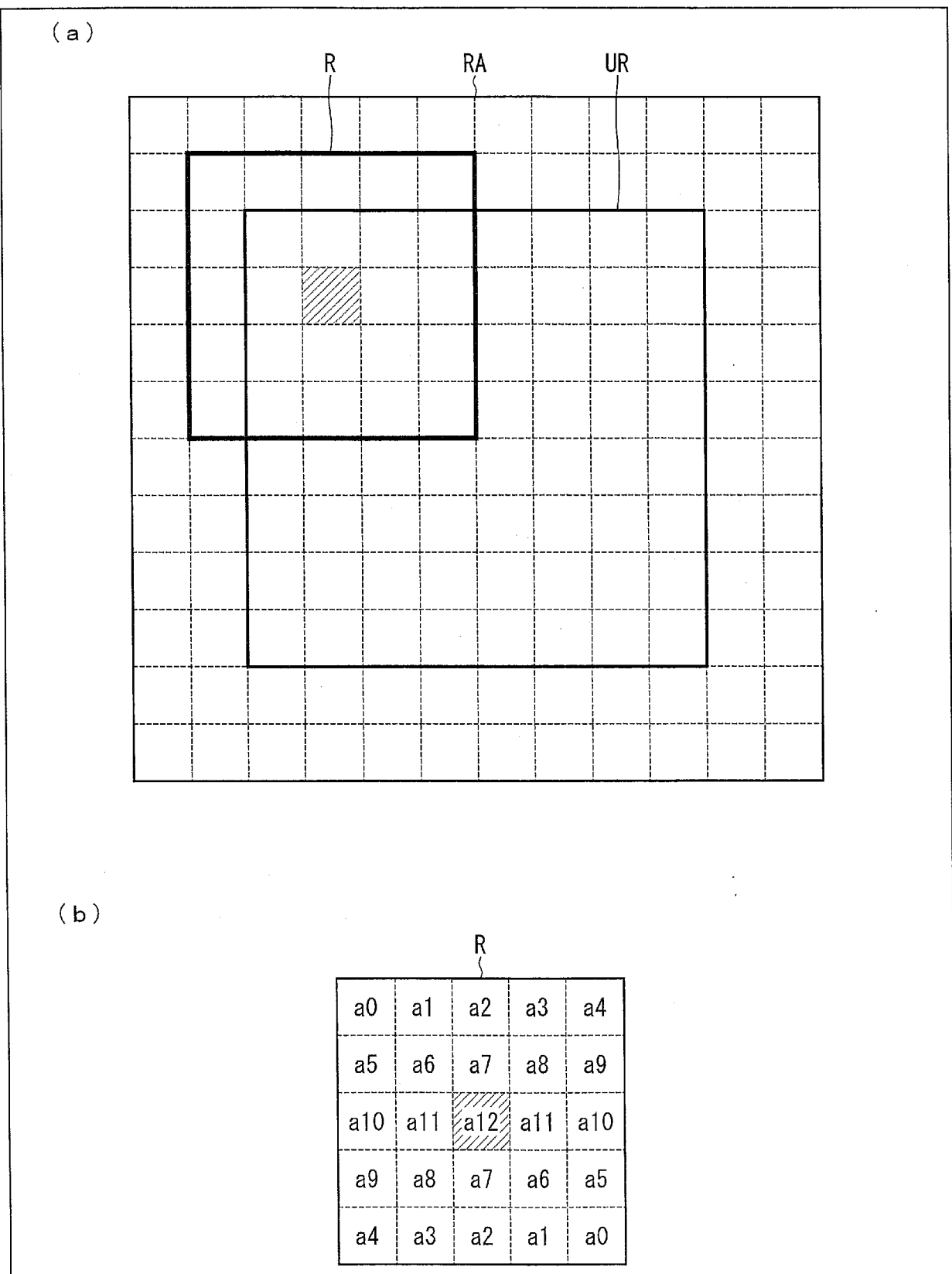
(g)

$ACT \leq Th$	$Th < ACT \leq 2 \times Th$	$2 \times Th < ACT \leq 3 \times Th$	$3 \times Th < AT$
タイプ A	タイプ B	タイプ C	タイプ D

[図7]



[図8]



[図9]

(a)			
	$ACT_V \leq ThVer1$	$ThVer1 < ACT_V$	
$ACT_H \leq ThHor1$	タイプ 0	タイプ 2	
$ThHor1 < ACT_H$	タイプ 1	タイプ 3	

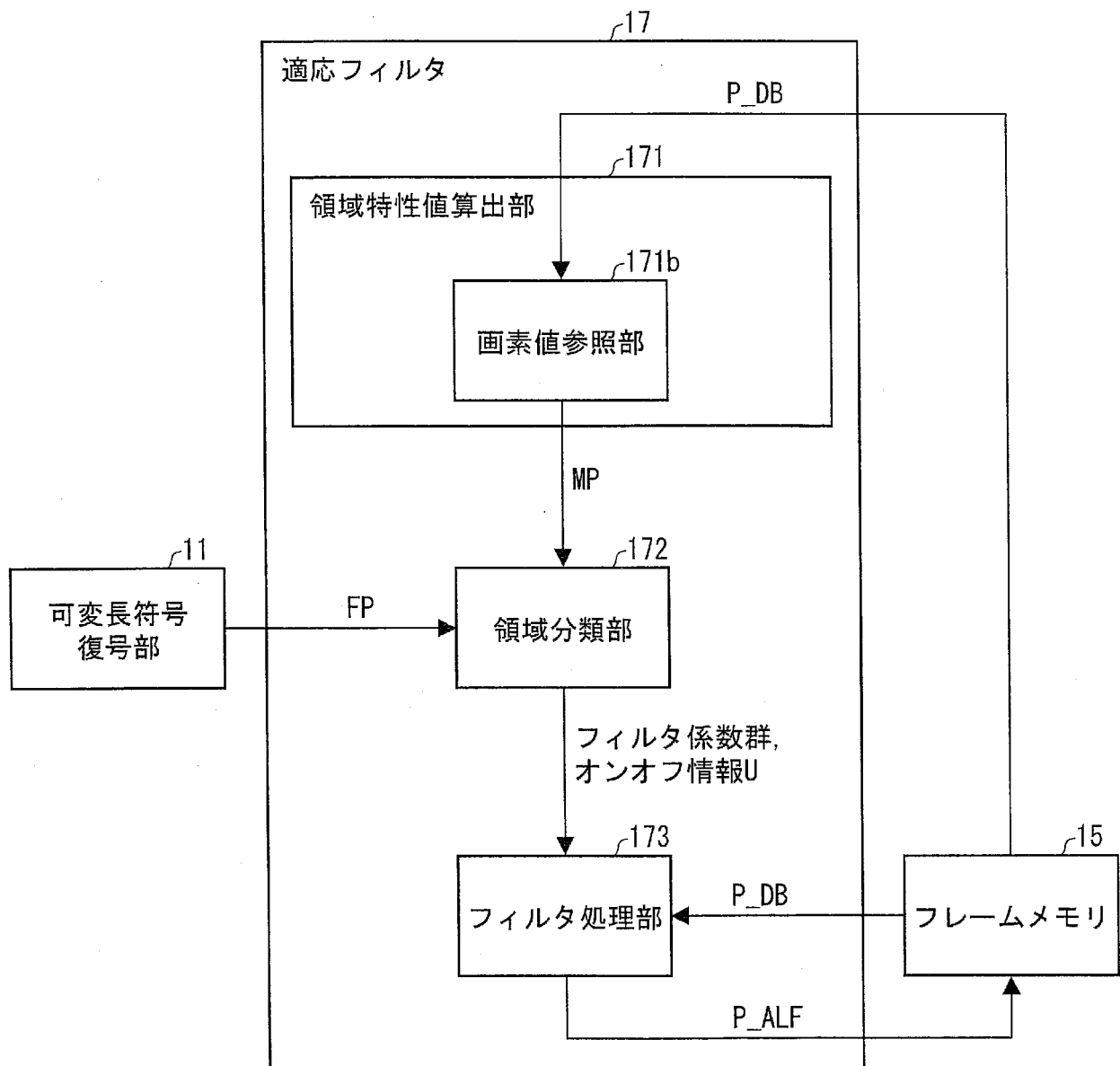
(b)		
	$ACT_V \leq ThVer1$	$ThVer1 < ACT_V$
$ACT_H \leq ThHor1$	タイプ 1	タイプ 2
$ThHor1 < ACT_H$	タイプ 3	タイプ 4

(c)			
	$ACT_V \leq ThVer1$	$ThVer1 < ACT_V \leq ThVer2$	$ThVer2 < ACT_V$
$ACT_H \leq ThHor1$	タイプ 0	タイプ 2	タイプ 0
$ThHor1 < ACT_H \leq ThHor2$	タイプ 1	タイプ 3	タイプ 0
$ThHor2 < ACT_H$	タイプ 0	タイプ 0	タイプ 0

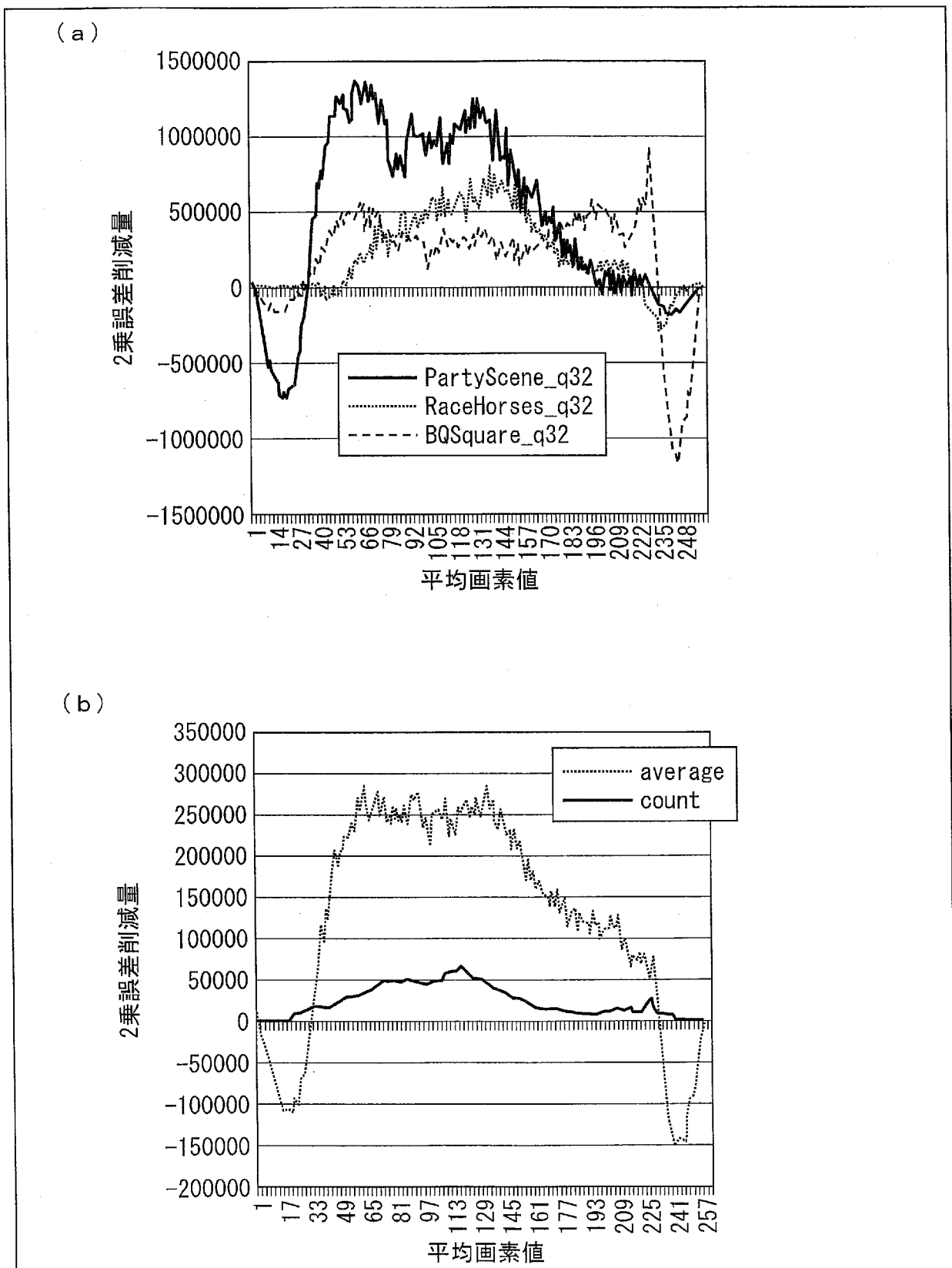
(d)		
	$ACT_H \leq ACT_V$	$ACT_V < ACT_H$
$ACT \leq Th1$	タイプ 0	タイプ 0
$Th1 < ACT \leq Th2$	タイプ 1	タイプ 2
$Th2 < ACT$	タイプ 0	タイプ 0

(e)			
	方向性インデックス=0 (垂直方向) $2 \times ACT_H < ACT_V$	方向性インデックス=1 (水平方向) $2 \times ACT_V < ACT_H$	方向性インデックス=2 (斜め方向) $2 \times ACT_H \geq ACT_V$ かつ $2 \times ACT_V \geq ACT_H$
$ACT \leq Th1$	タイプ 0	タイプ 0	タイプ 0
$Th1 < ACT \leq Th2$	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 0
$Th2 < ACT$	タイプ 3	タイプ 0	タイプ 3

[図10]



[図11]



[図12]

(a)

$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP$
タイプ 0	タイプ 1

(b)

$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP \leq ThM2$	$ThM2 < MP$
タイプ 0	タイプ 1	タイプ 2

(c)

$MP \leq ThM2$	$ThM2 < MP$
タイプ 1	タイプ 0

(d)

$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP \leq ThM2$	$ThM2 < MP$
タイプ 1	タイプ 2	タイプ 0

(e)

$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP \leq ThM2$	$ThM2 < MP$
タイプ 0	タイプ 1	タイプ 0

(f)

$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP \leq ThM2$	$ThM2 < MP$
タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3

(g)

$MP \leq ThM$	$ThM < MP \leq 2 \times ThM$	$2 \times ThM < MP \leq 3 \times ThM$	$3 \times ThM < MP$
タイプ A	タイプ B	タイプ C	タイプ D

[図13]

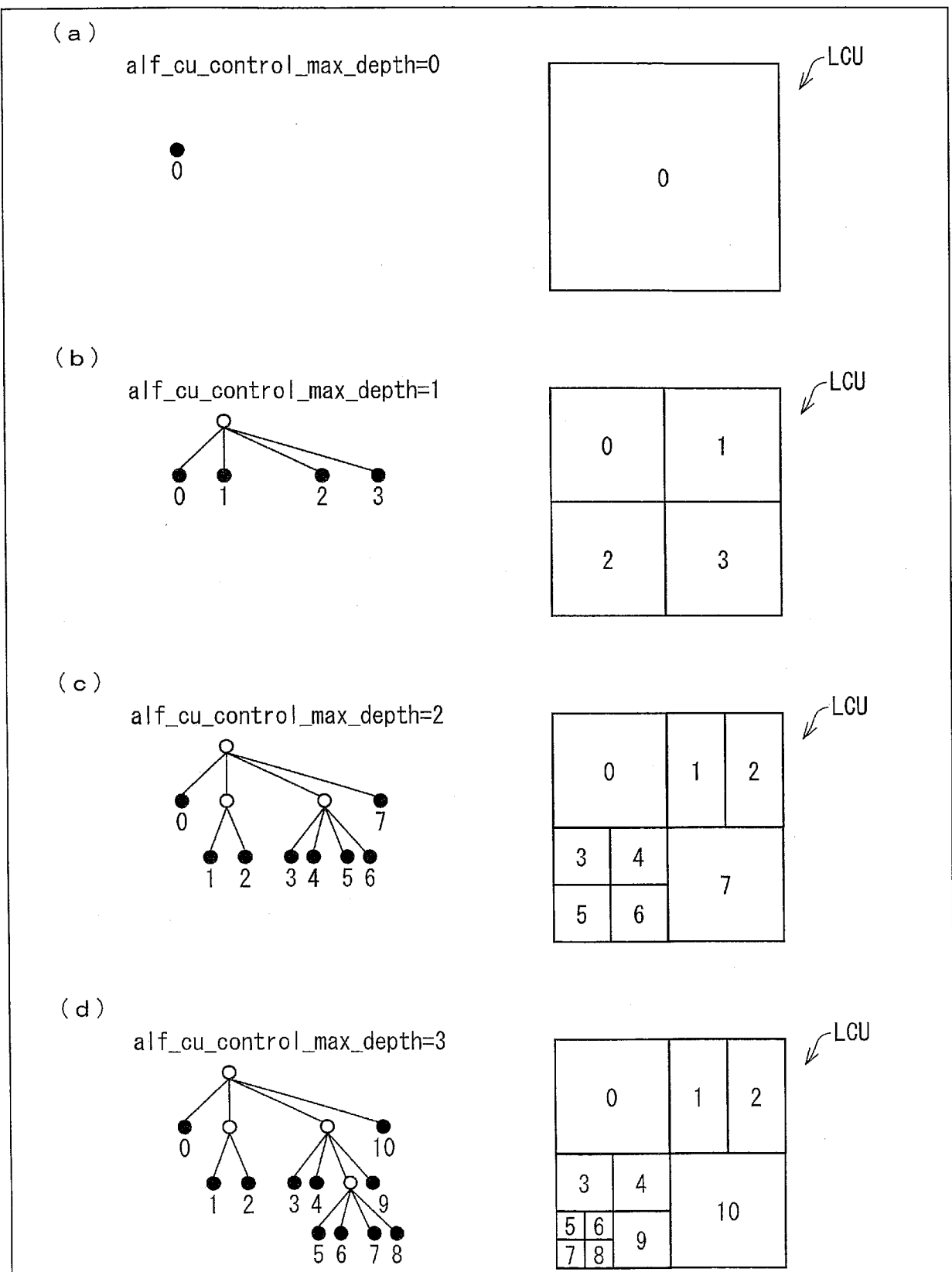
(a)			
	$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP$	
$VP \leq ThV1$	タイプ 0	タイプ 0	
$ThV1 < VP$	タイプ 1	タイプ 2	

(b)			
	$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP \leq ThM2$	$ThM2 < MP$
$VP \leq ThV1$	タイプ 0	タイプ 0	タイプ 0
$ThV1 < VP \leq ThV2$	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 0
$ThV2 < VP$	タイプ 0	タイプ 0	タイプ 0

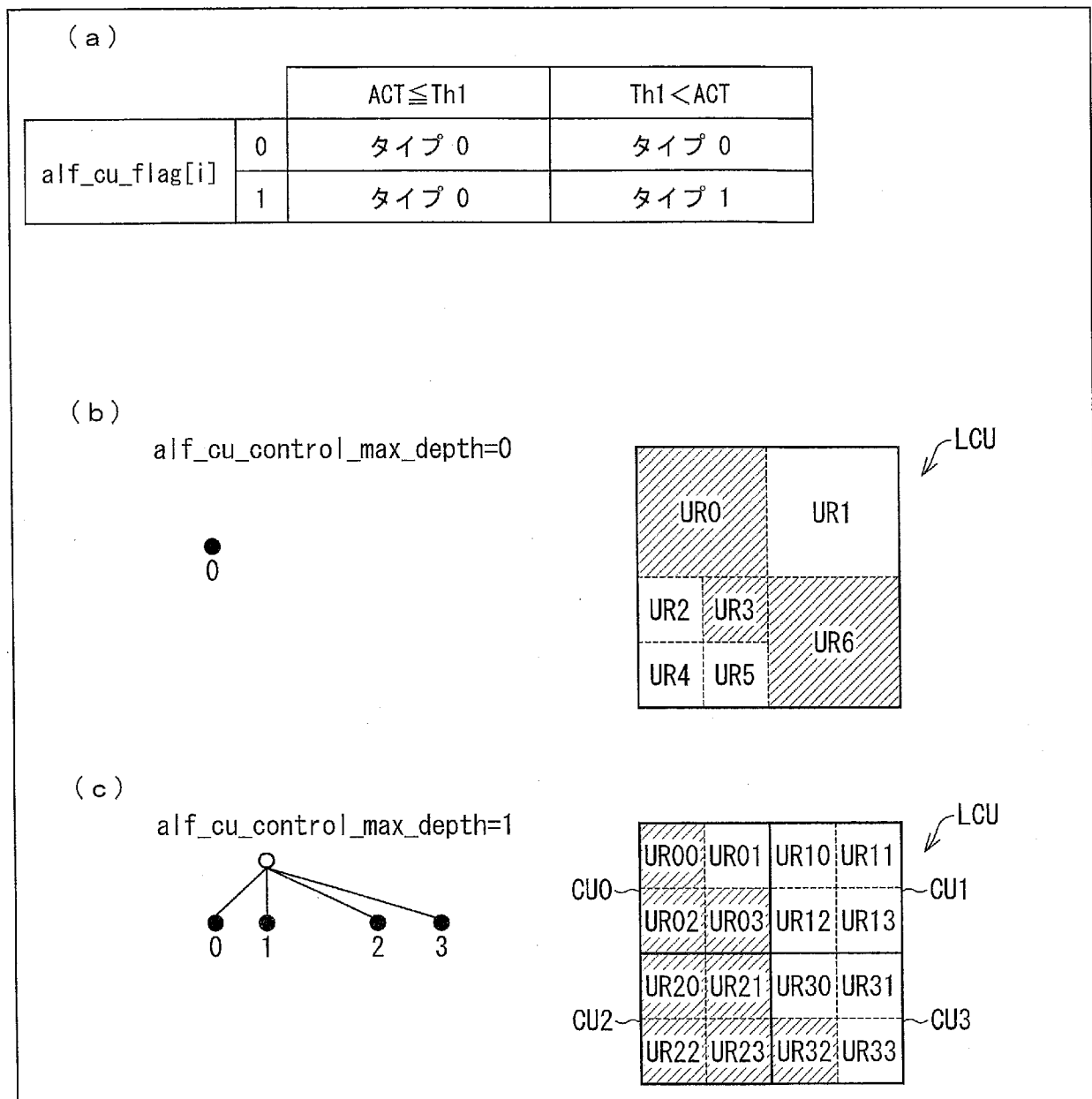
[図14]

alf_param() {	C	Descriptor
adaptive_loop_filter_flag	2	u(1)
if (adaptive_loop_filter_flag) {		
(中略)		
alf_cu_control_flag	2	u(1)
if (alf_cu_control_flag) {		
alf_cu_control_max_depth	2	ue(v)
if (alf_cu_control_max_depth) {		
alf_length_cu_control_info	2	u(v)
}		
for(i = 0; i < NumAlfCuFlag; i++)		
alf_cu_flag [i]	2	u(1) ae(v)
}		
}		
}		

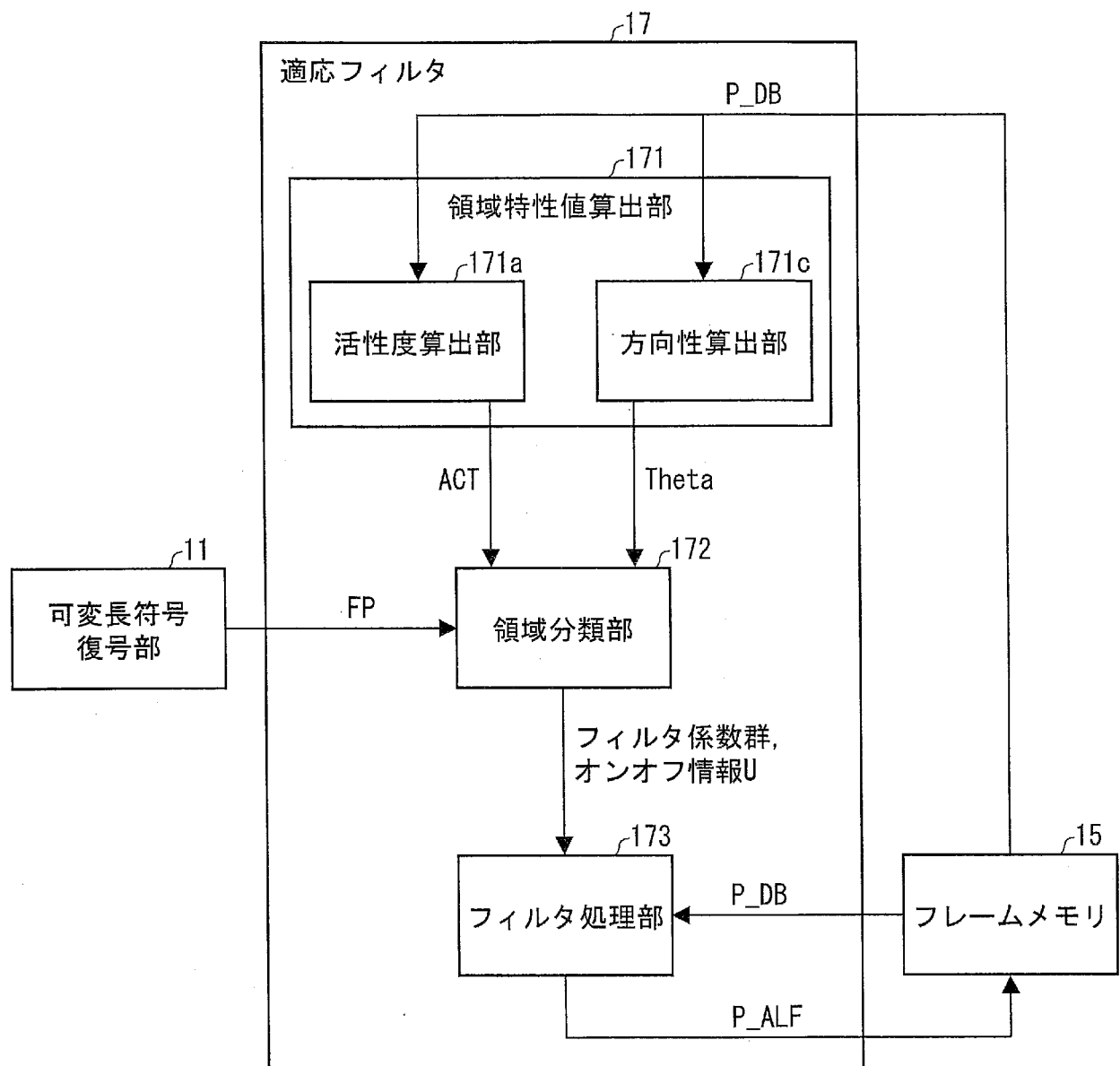
[図15]



[図16]



[図17]



[図18]

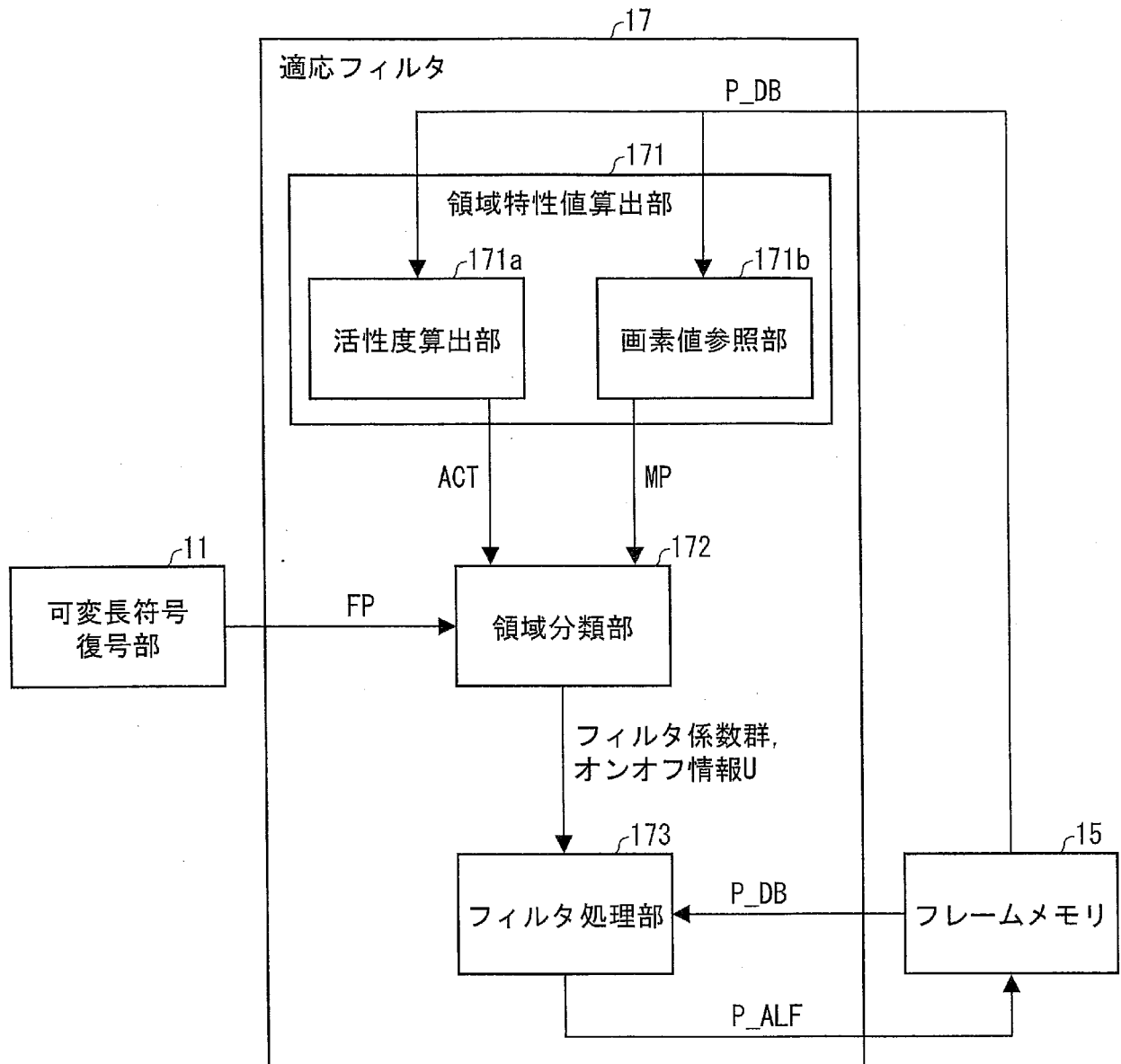
(a)

	$ACT \leq Th$	$ACT > Th$
$0^\circ \leq \theta < 45^\circ$, $135^\circ \leq \theta < 180^\circ$	タイプ 0	タイプ 1
$45^\circ \leq \theta < 135^\circ$		タイプ 2

(b)

	$ACT \leq Th1$	$Th1 < ACT \leq Th2$	$ACT > Th2$
$0^\circ \leq \theta < 22.5^\circ$, $157.5^\circ \leq \theta < 180^\circ$	タイプ 0	タイプ 1	タイプ 5
$22.5^\circ \leq \theta < 67.5^\circ$		タイプ 2	
$67.5^\circ \leq \theta < 112.5^\circ$		タイプ 3	
$112.5^\circ \leq \theta < 157.5^\circ$		タイプ 4	

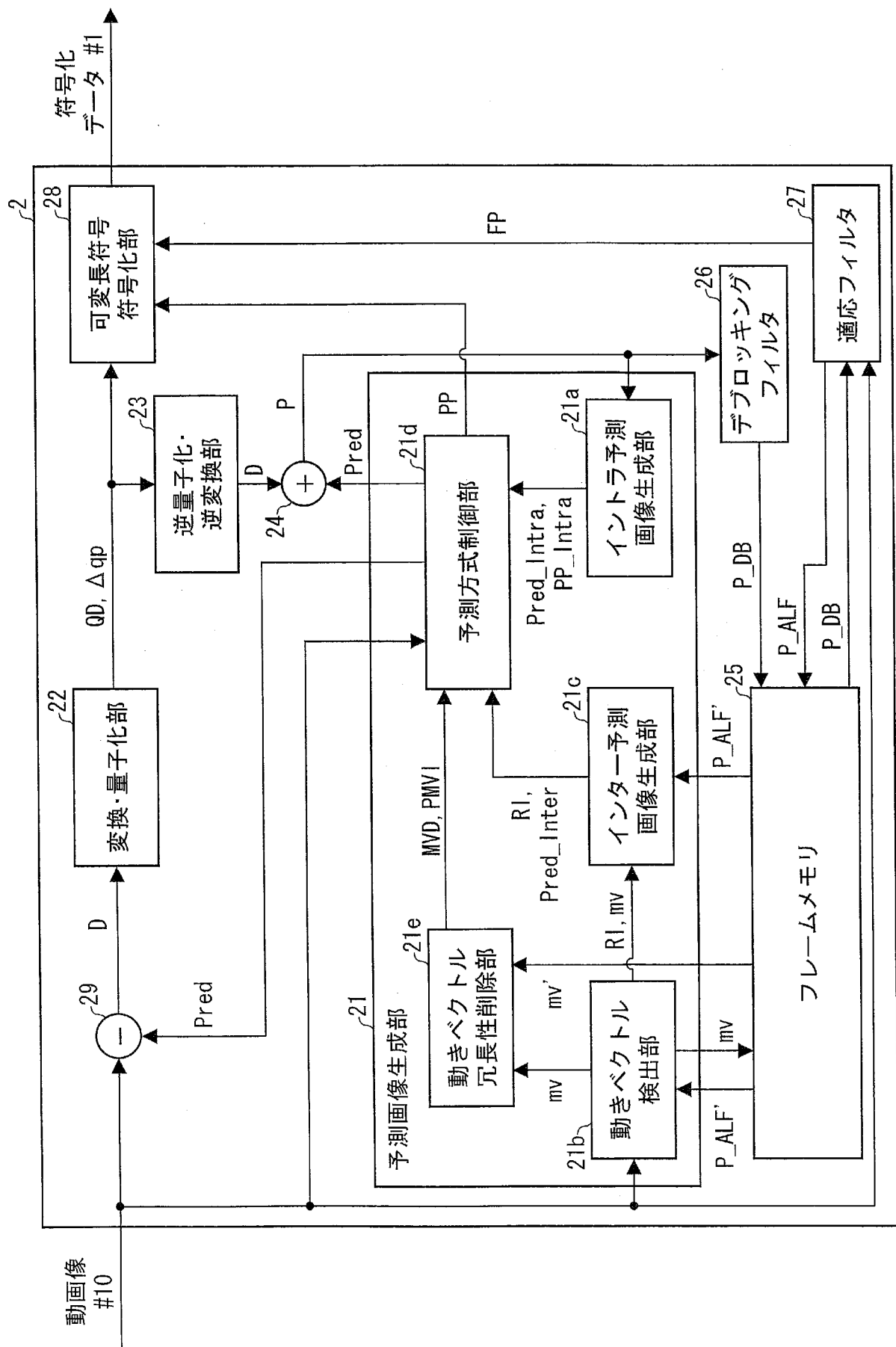
[図19]



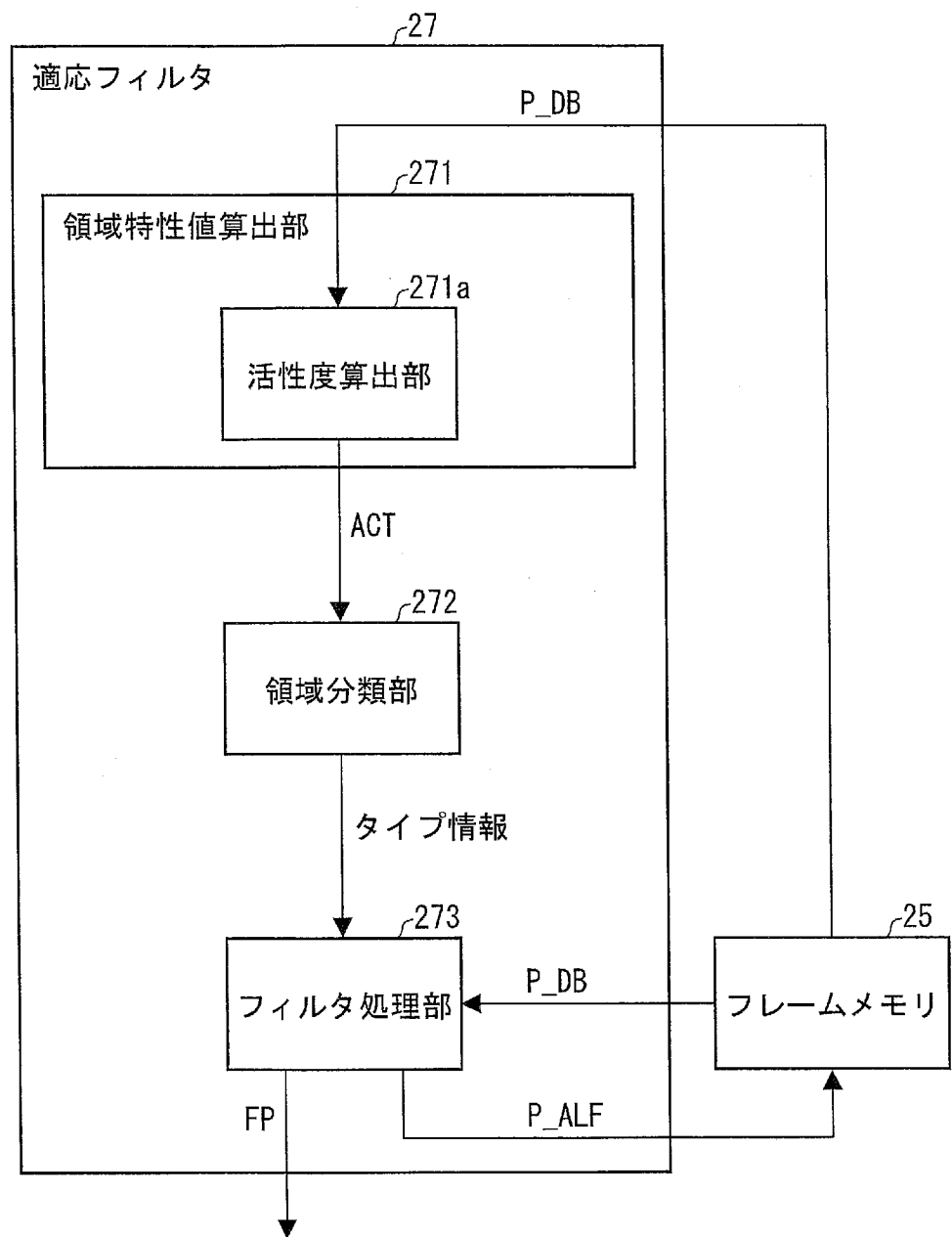
[図20]

(a)			
	$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP \leq ThM2$	$ThM2 < MP$
$ACT \leq Th1$	タイプ 0	タイプ 0	タイプ 0
$Th1 < ACT \leq Th2$	タイプ 0	タイプ 1	タイプ 2
$Th2 < ACT$	タイプ 0	タイプ 0	タイプ 0
(b)			
	$MP \leq ThM1$	$ThM1 < MP \leq ThM2$	$ThM2 < MP$
$ACT \leq Th1$	タイプ 0	タイプ 0	タイプ 0
$Th1 < ACT \leq Th2$	タイプ 0	タイプ 1	タイプ 2
$Th2 < ACT$	タイプ 0	タイプ 3	タイプ 3

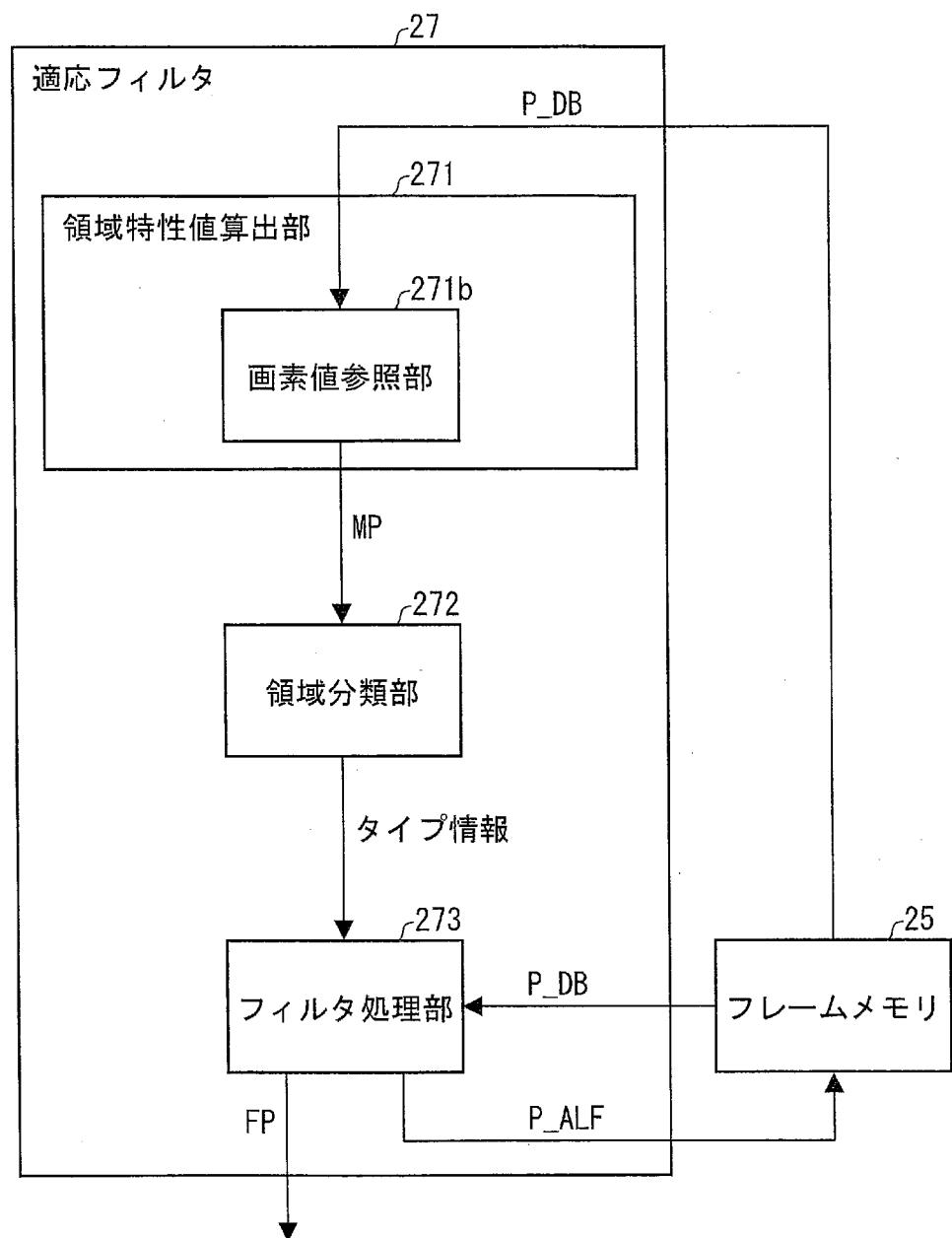
[図21]



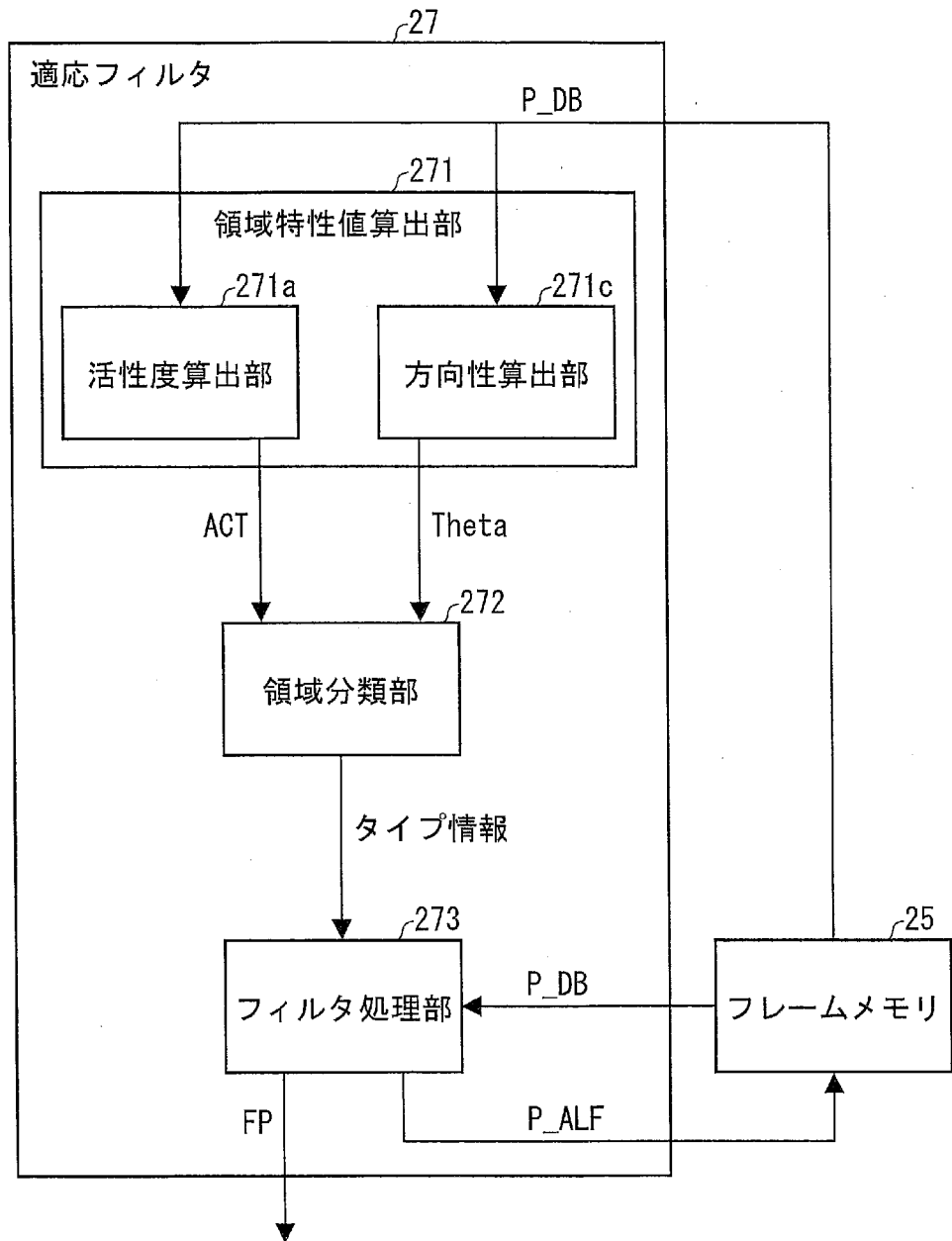
[図22]



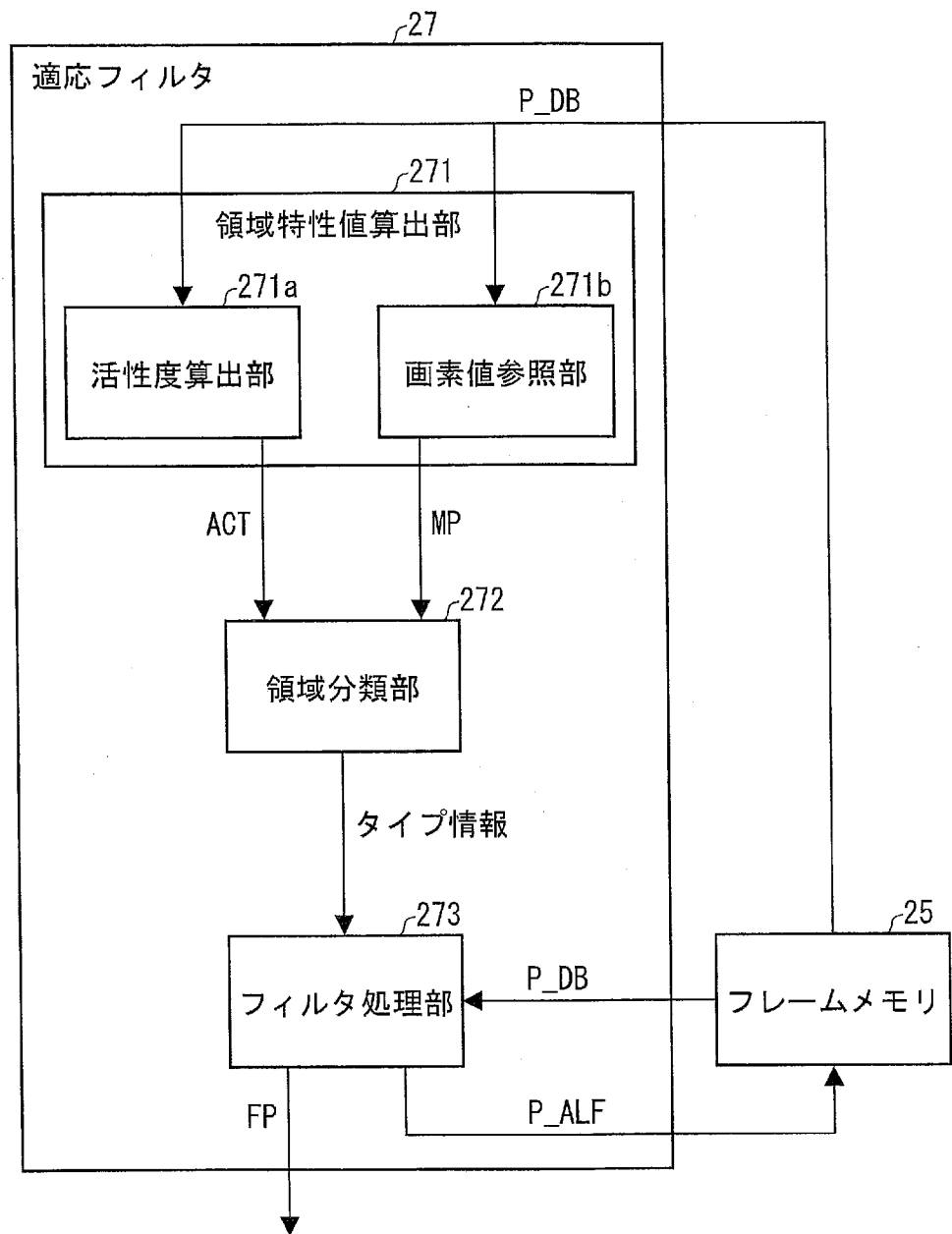
[図23]



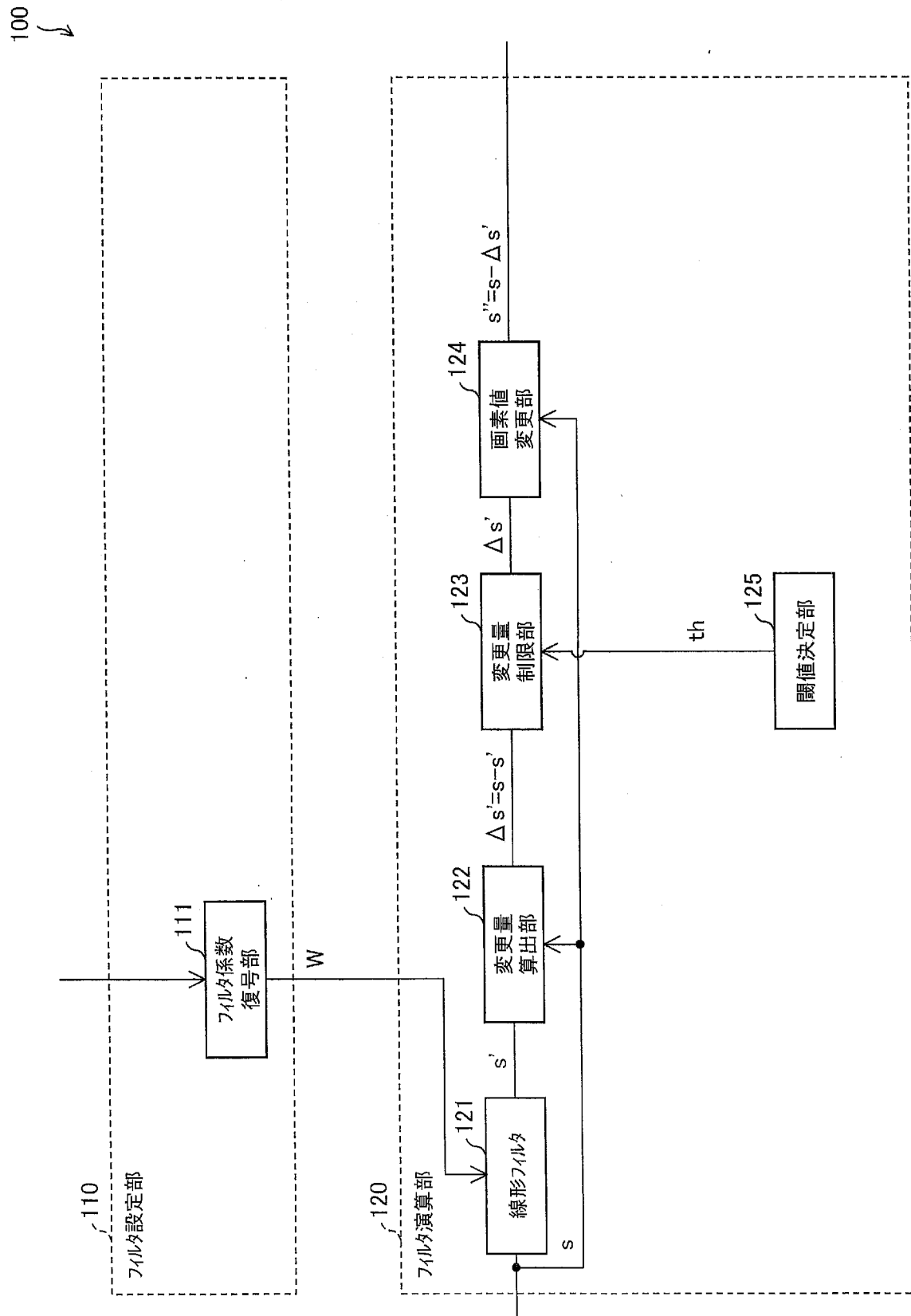
[図24]



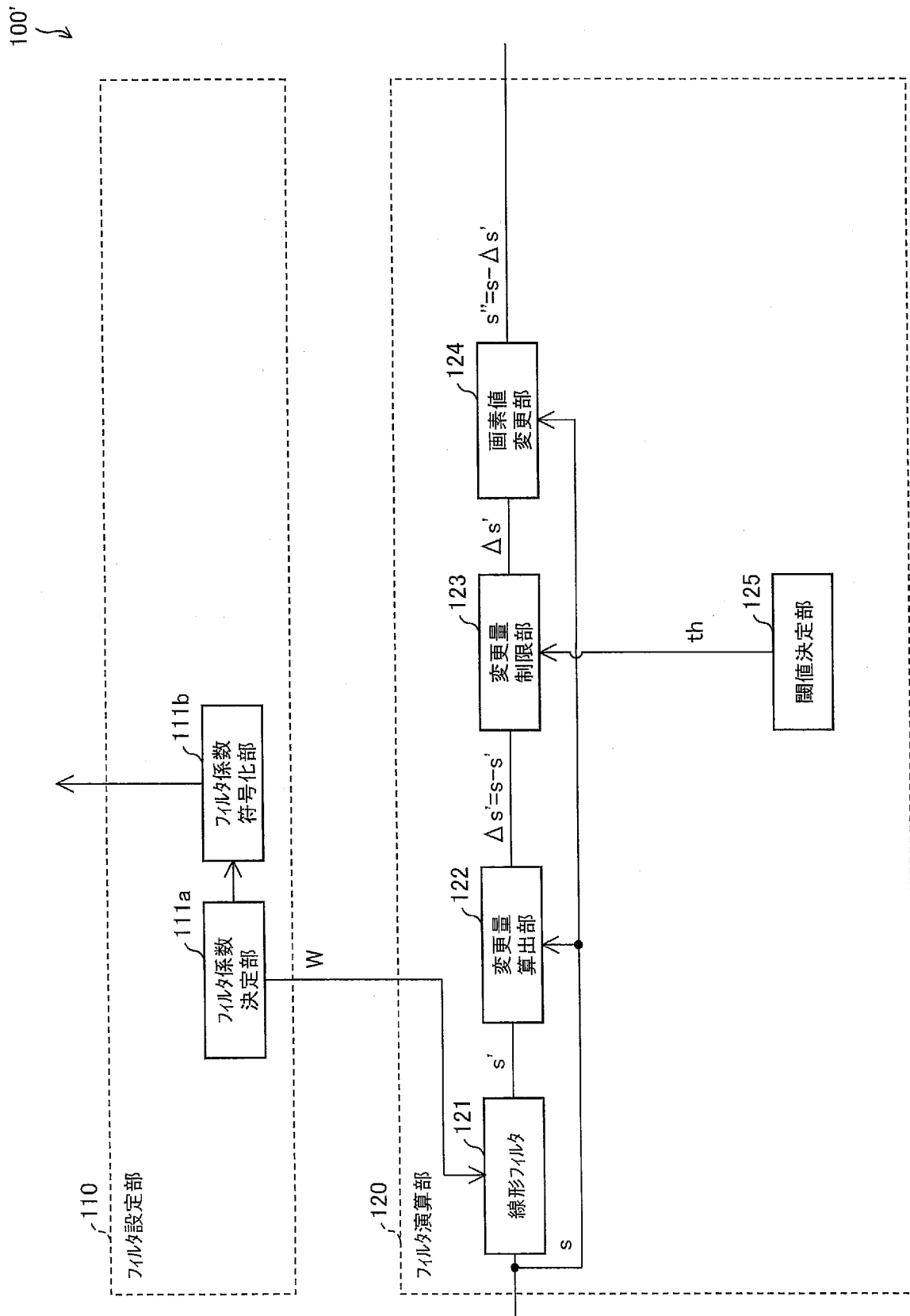
[図25]



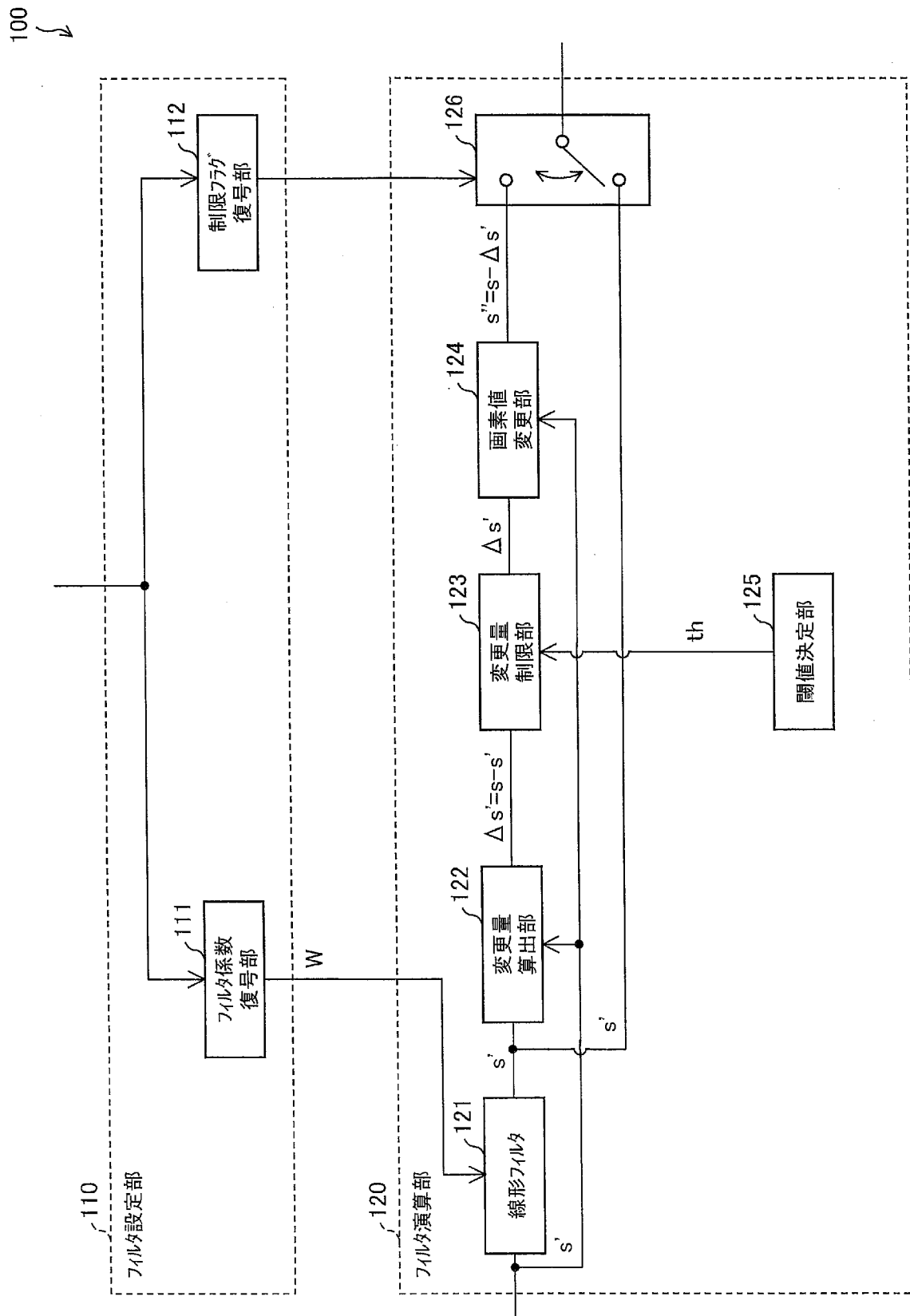
[図26]



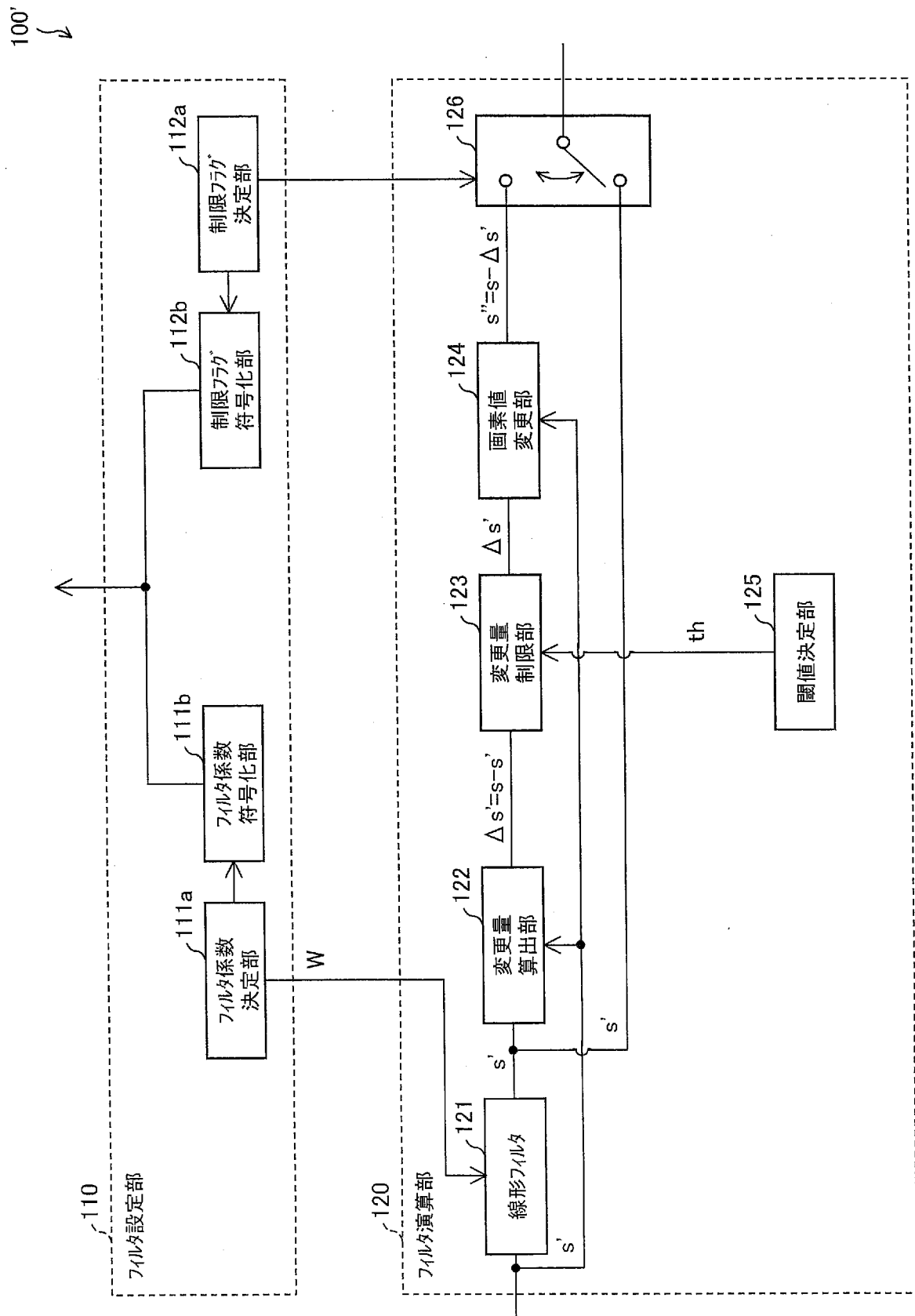
[図27]



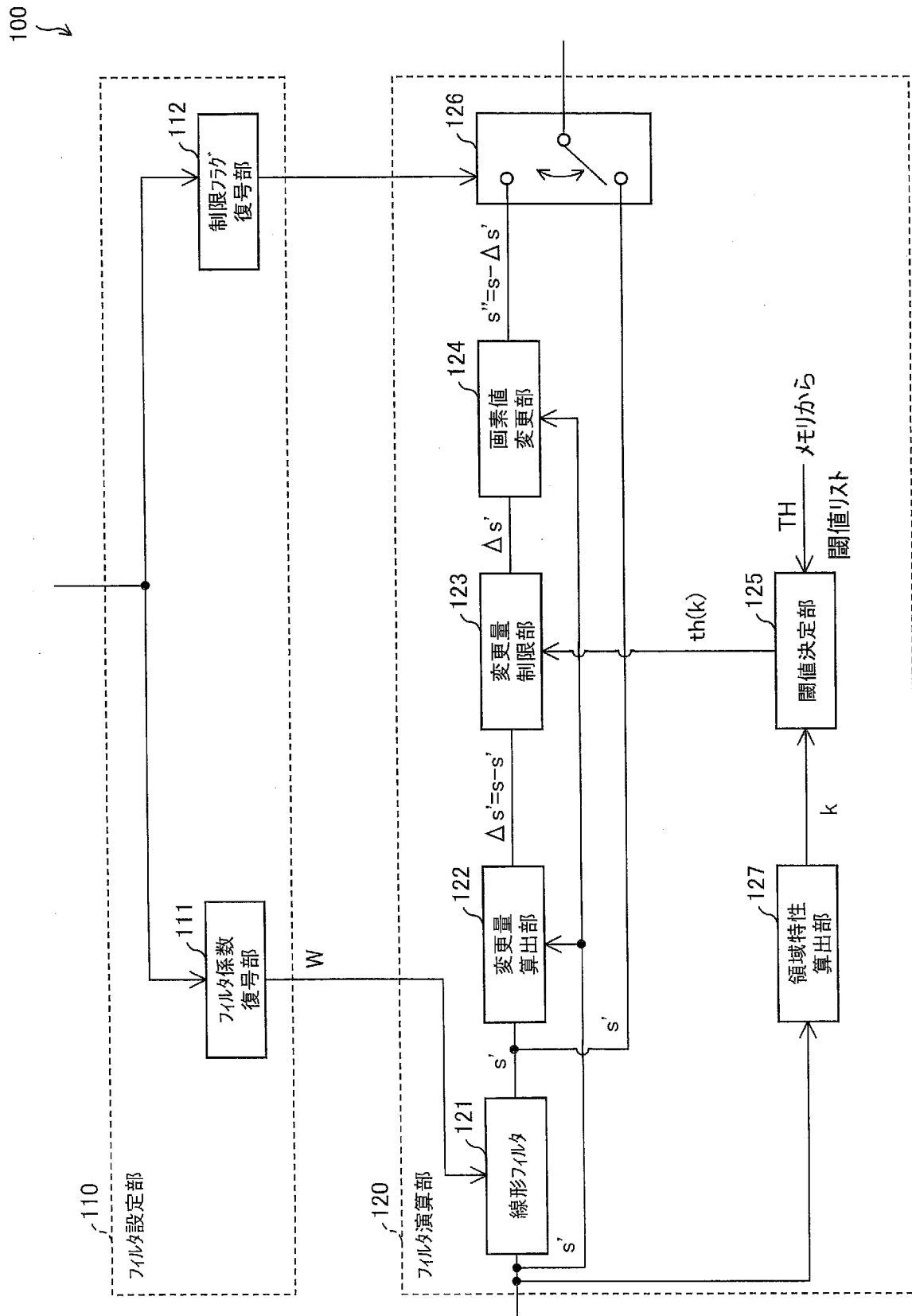
[図28]



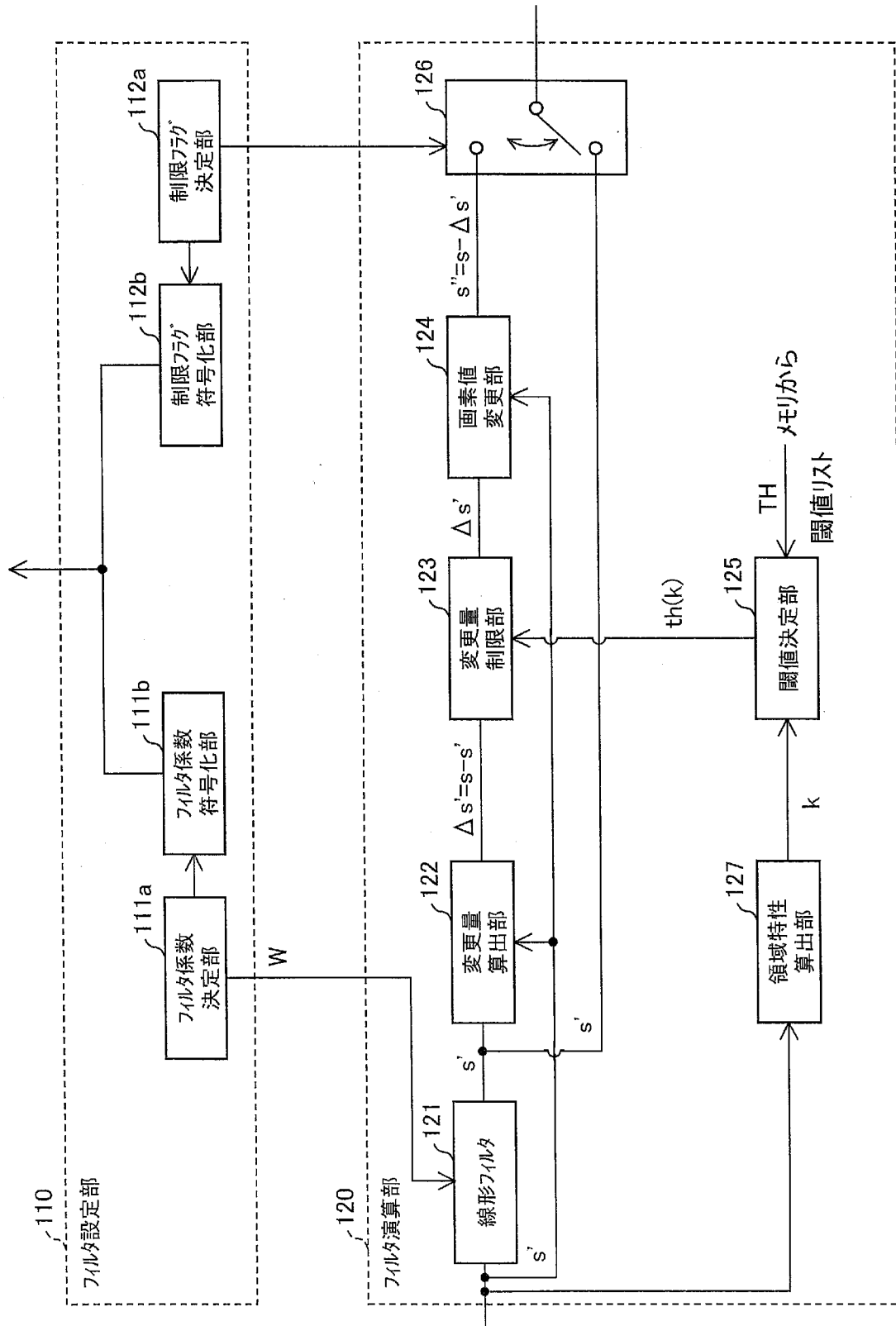
[図29]



[図30]

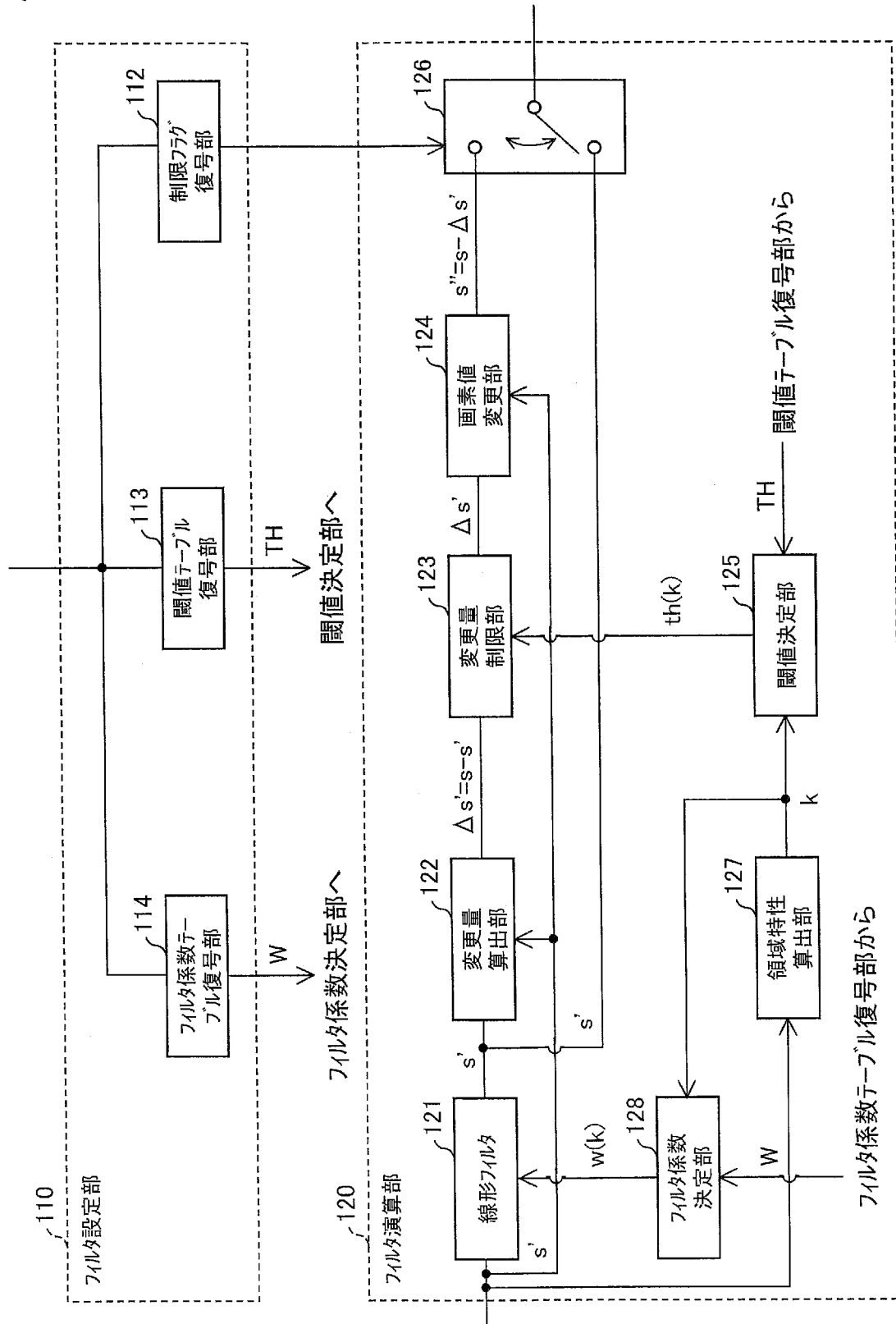


100' ↗

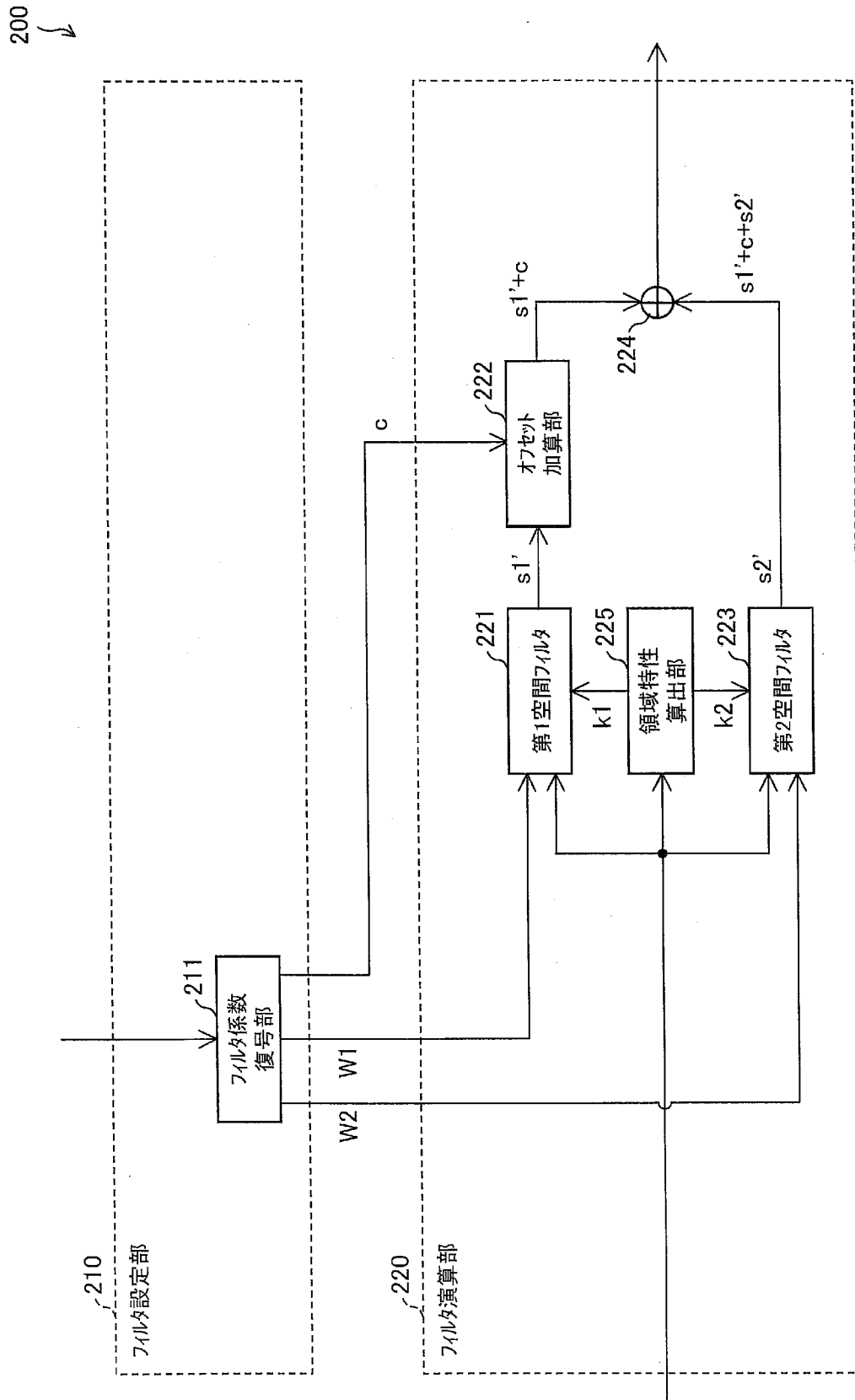


[図32]

100



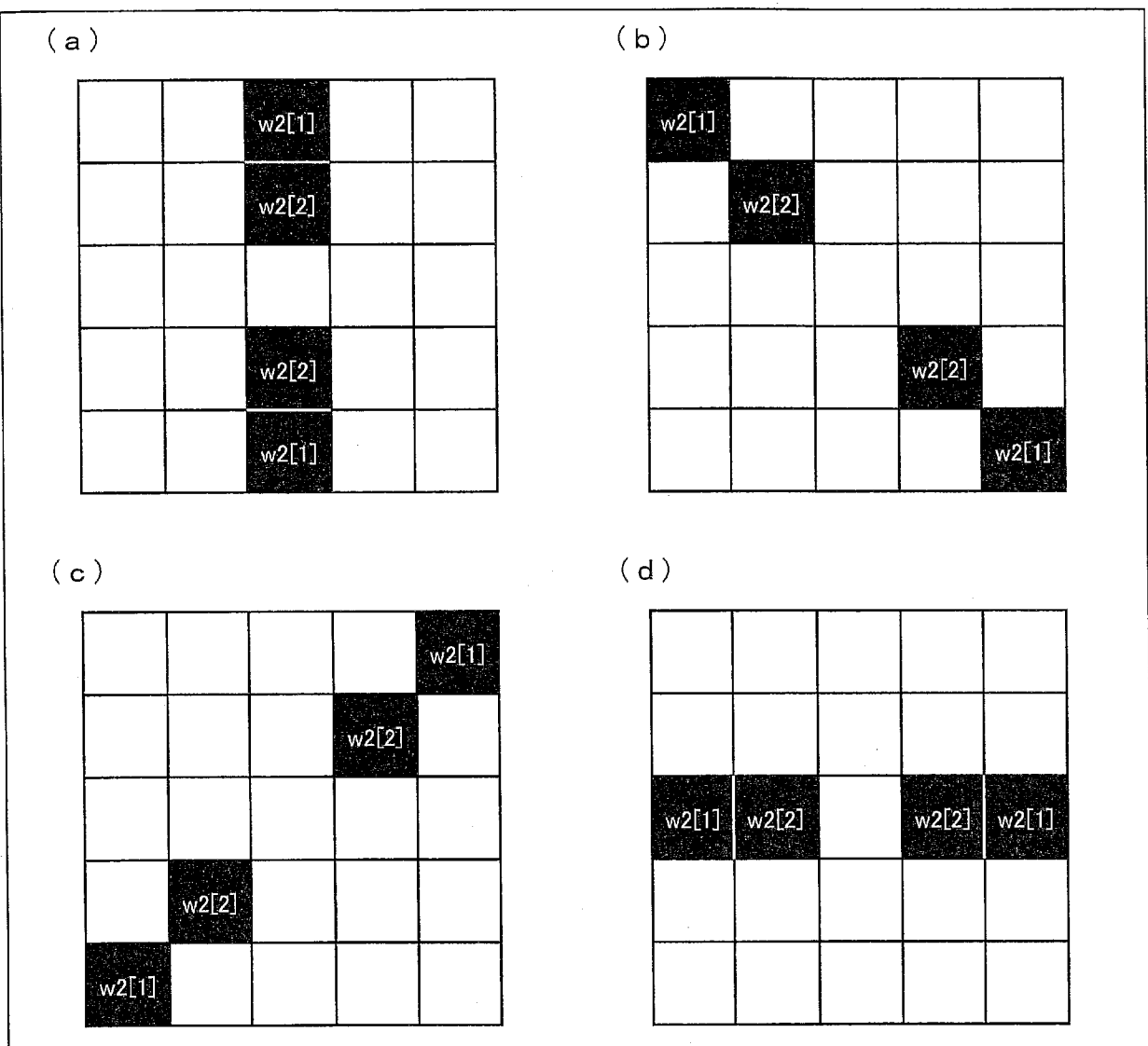
[図34]



[図35]

		w1[1]		
	w1[2]	w1[3]	w1[4]	
w1[5]	w1[6]	w1[7]	w1[6]	w1[5]
	w1[4]	w1[3]	w1[2]	
		w1[1]		

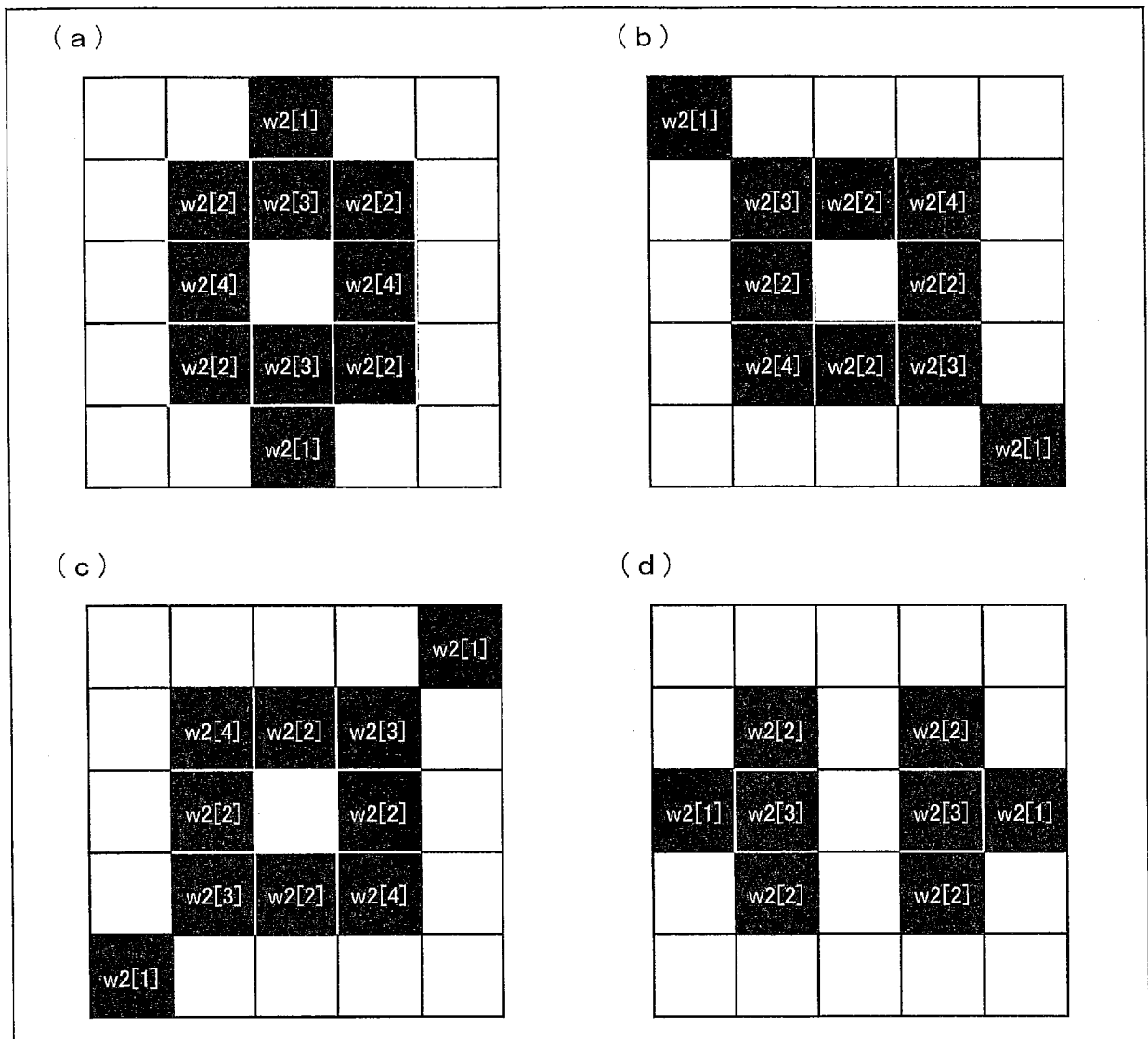
[図36]



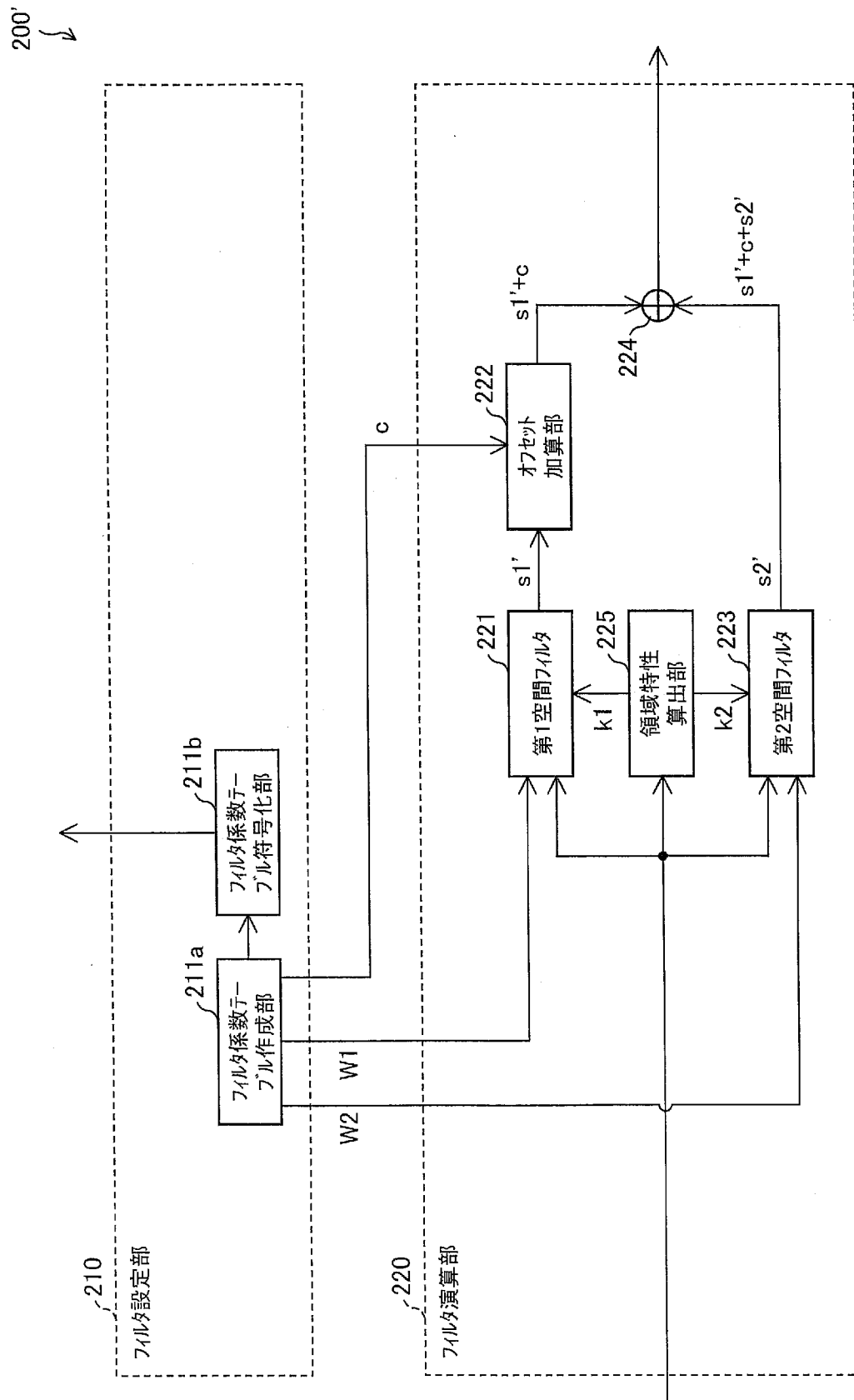
[図37]

			w1[1]			
	w1[2]	w1[3]	w1[4]	w1[5]	w1[6]	
w1[7]	w1[8]	w1[9]	w1[10]	w1[9]	w1[8]	w1[7]
	w1[6]	w1[5]	w1[4]	w1[3]	w1[2]	
			w1[1]			

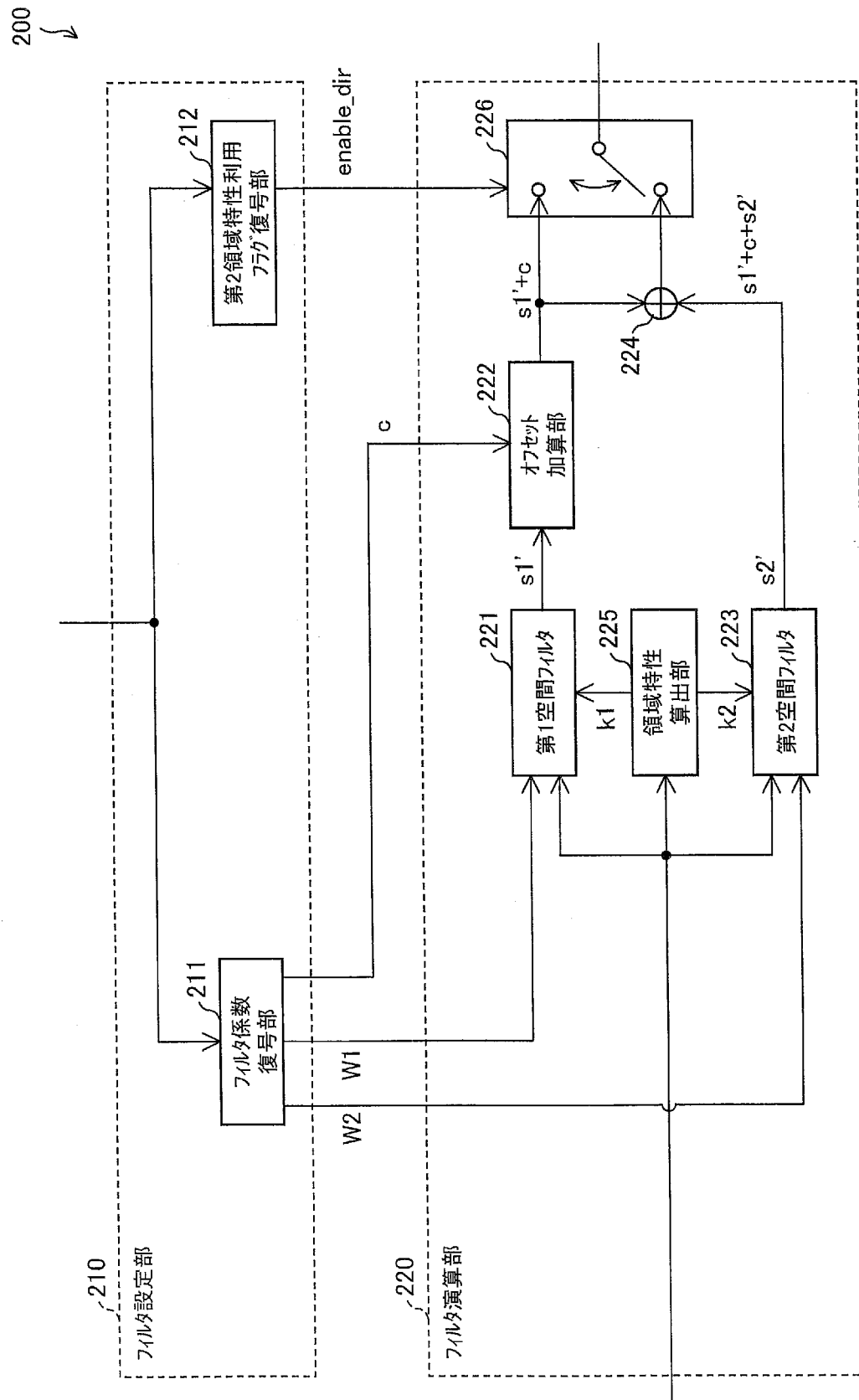
[図38]



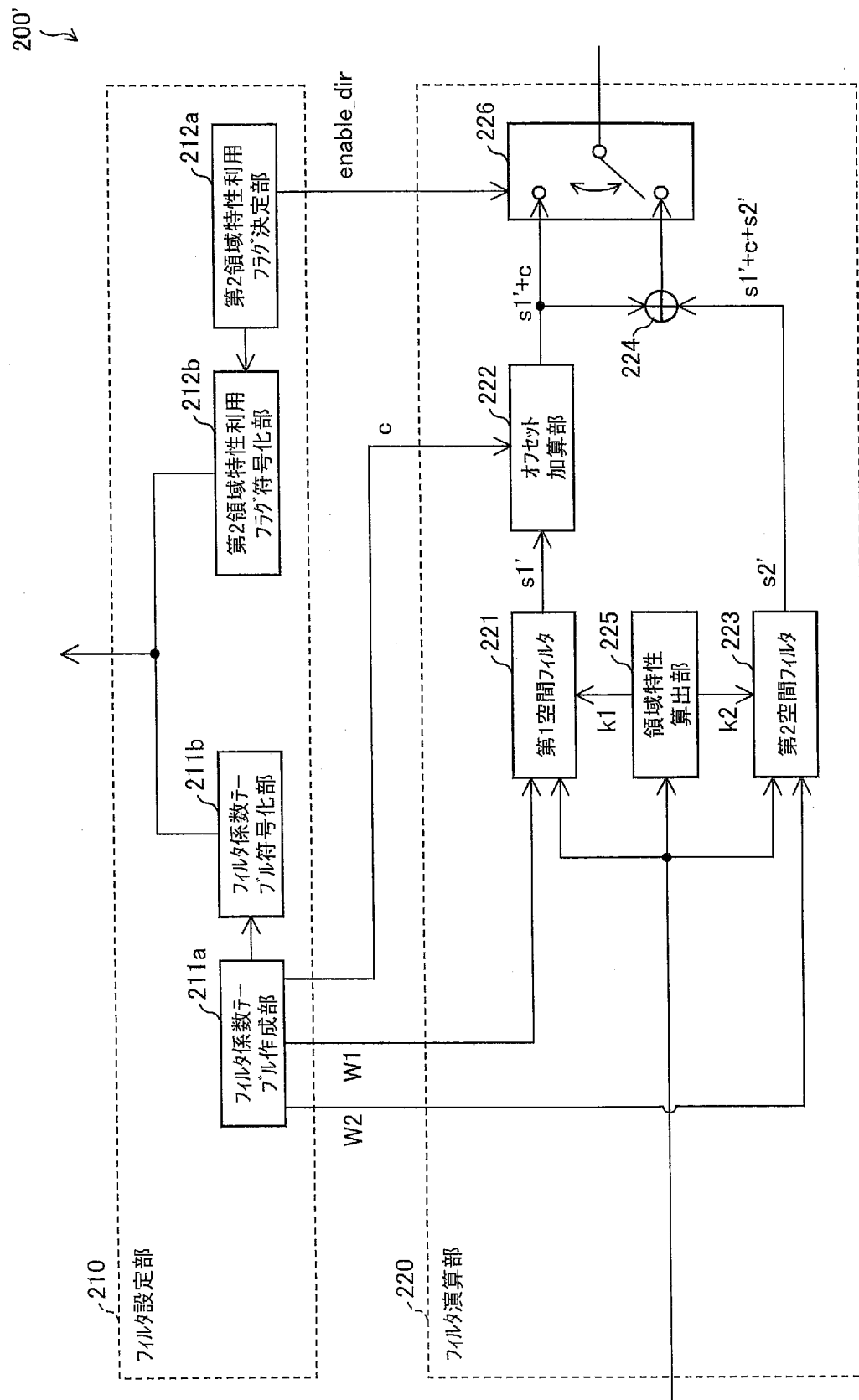
[図39]



[図40]

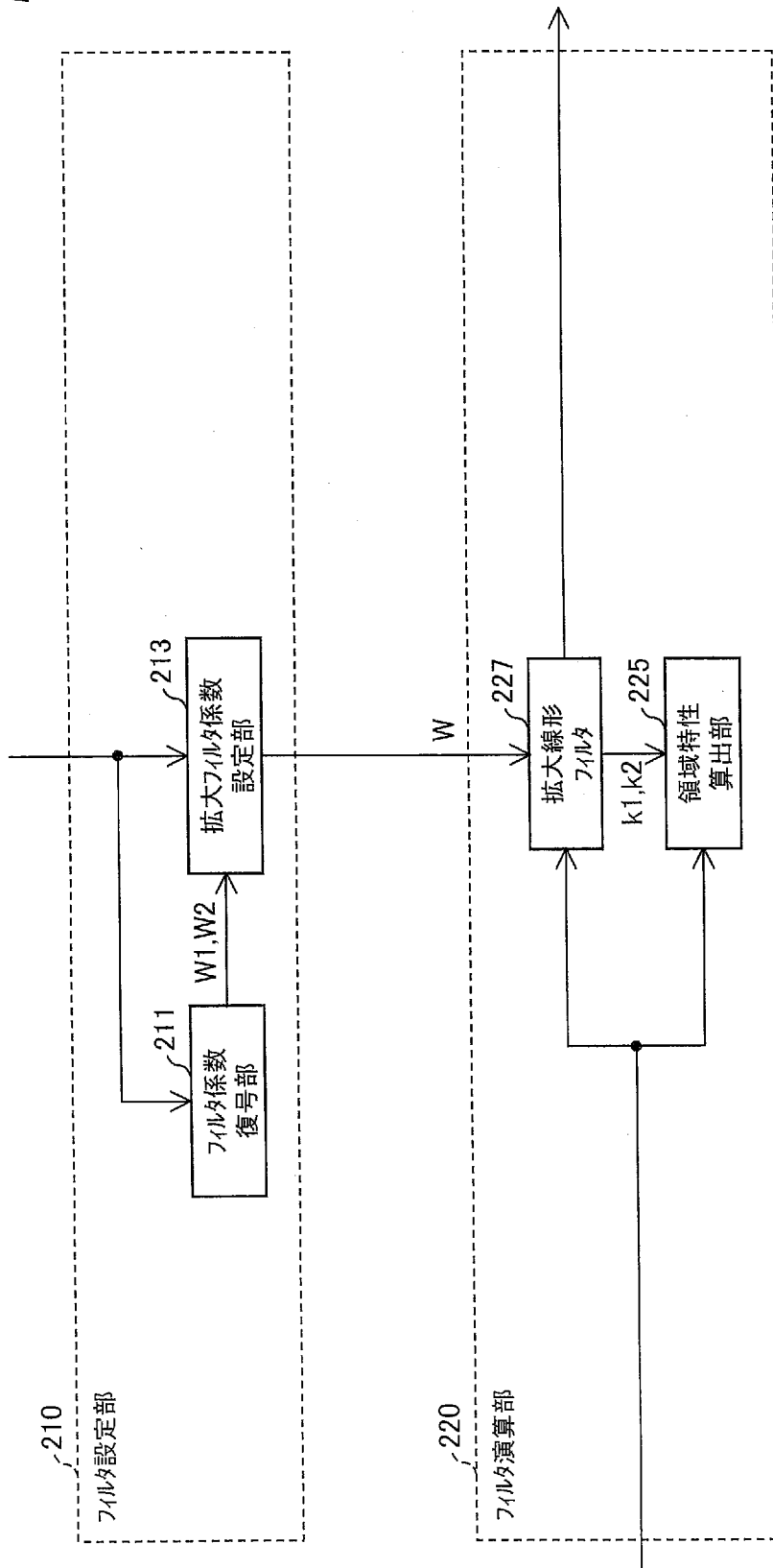


[図41]

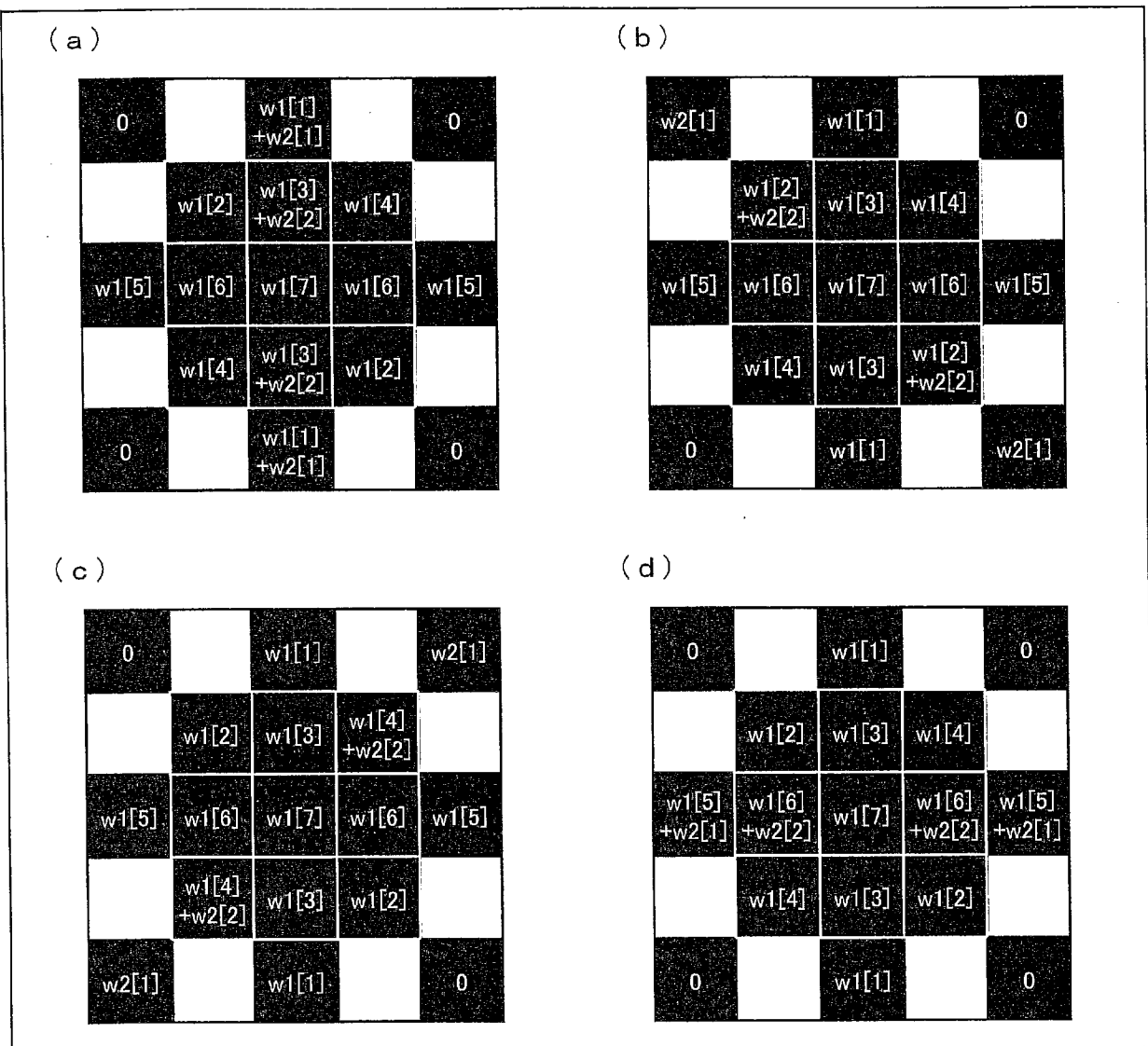


[図42]

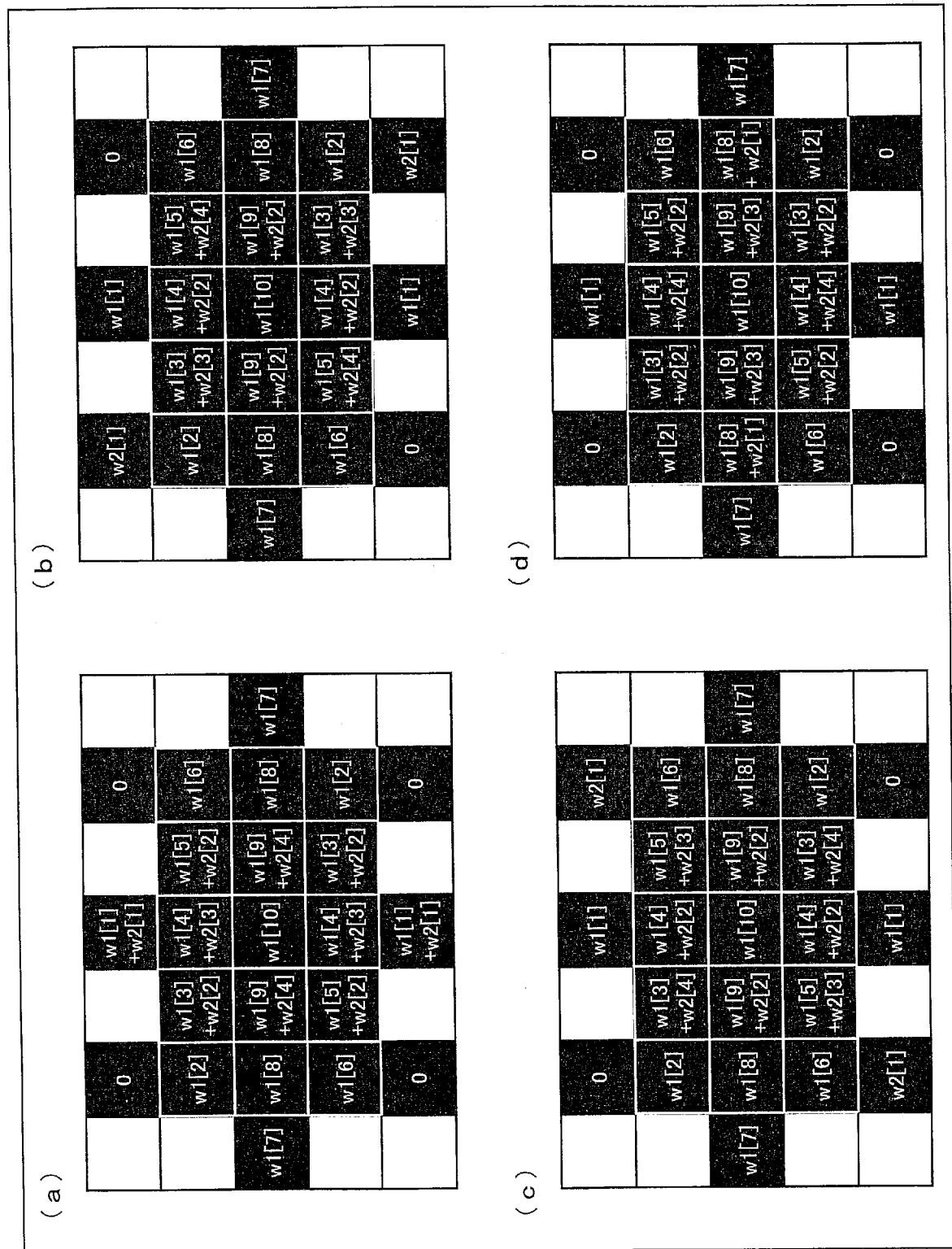
200



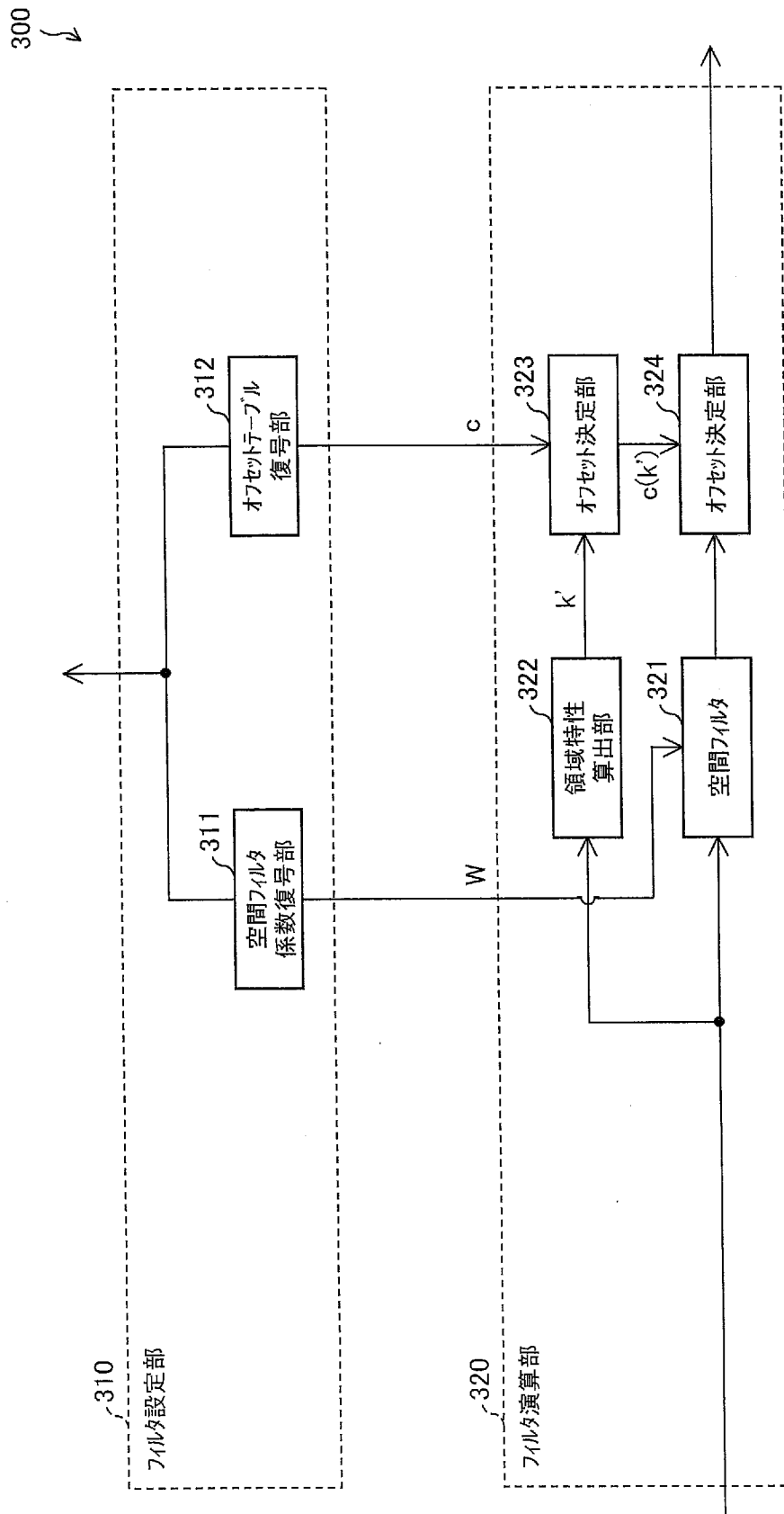
[図43]



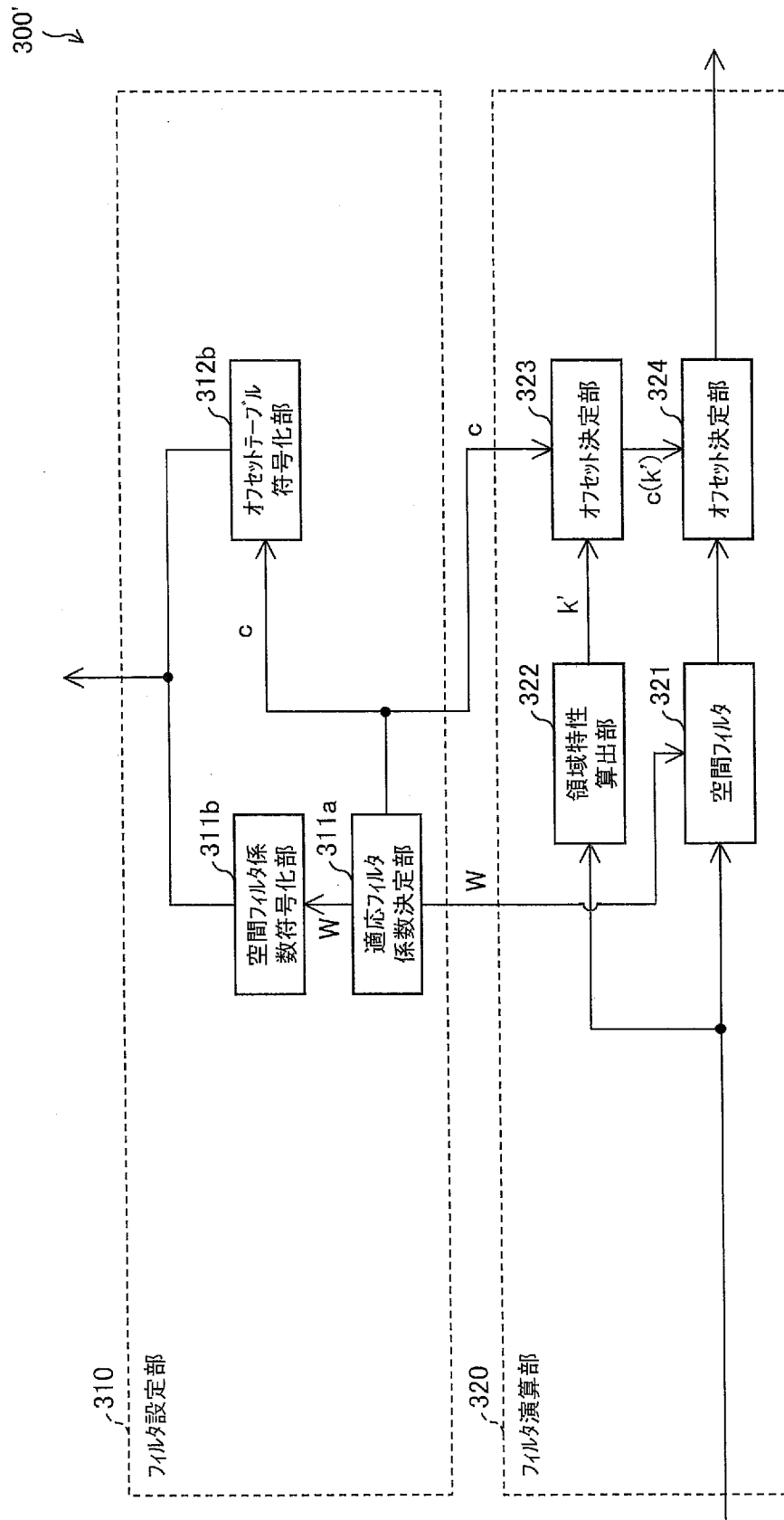
[図44]



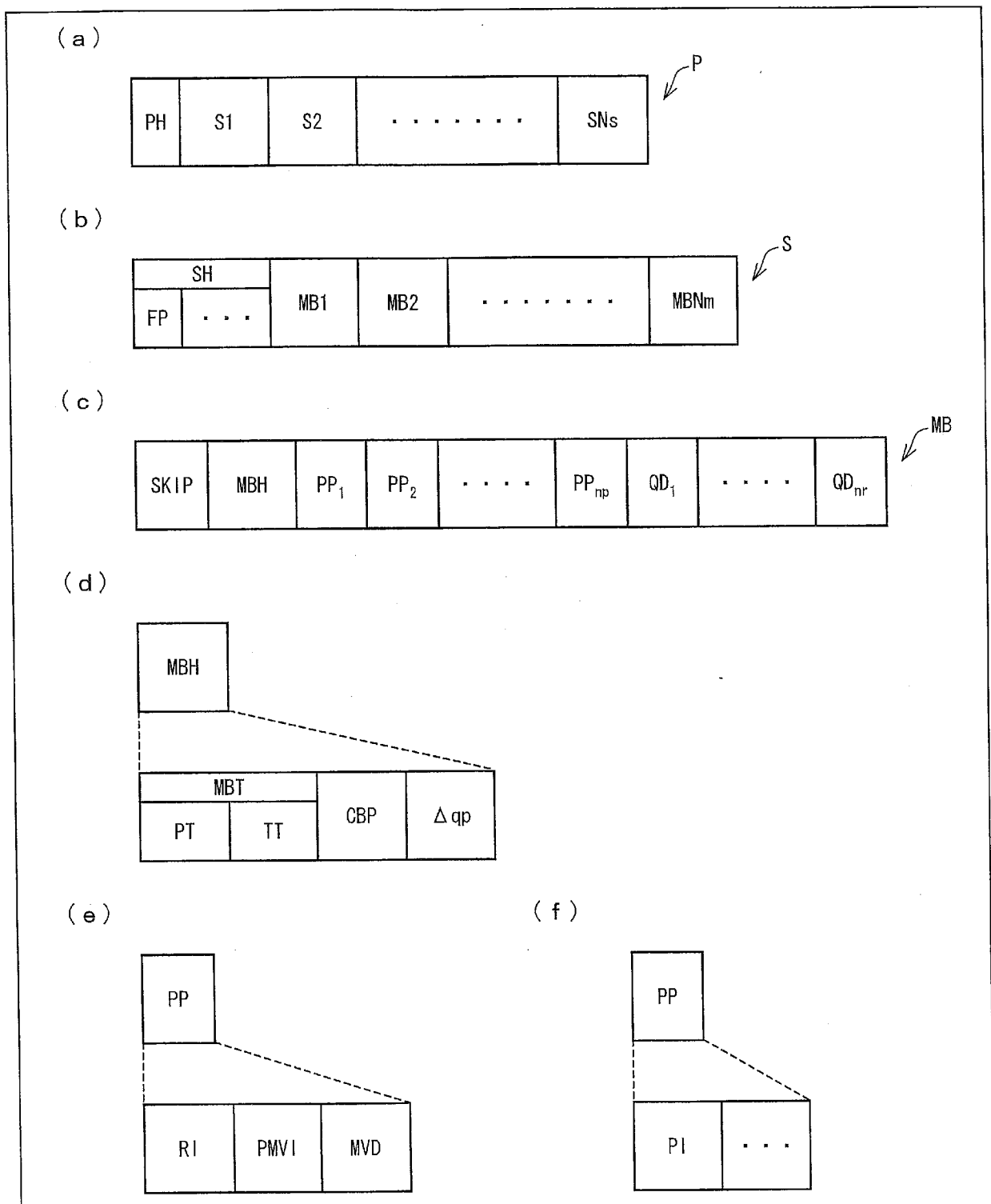
[図45]



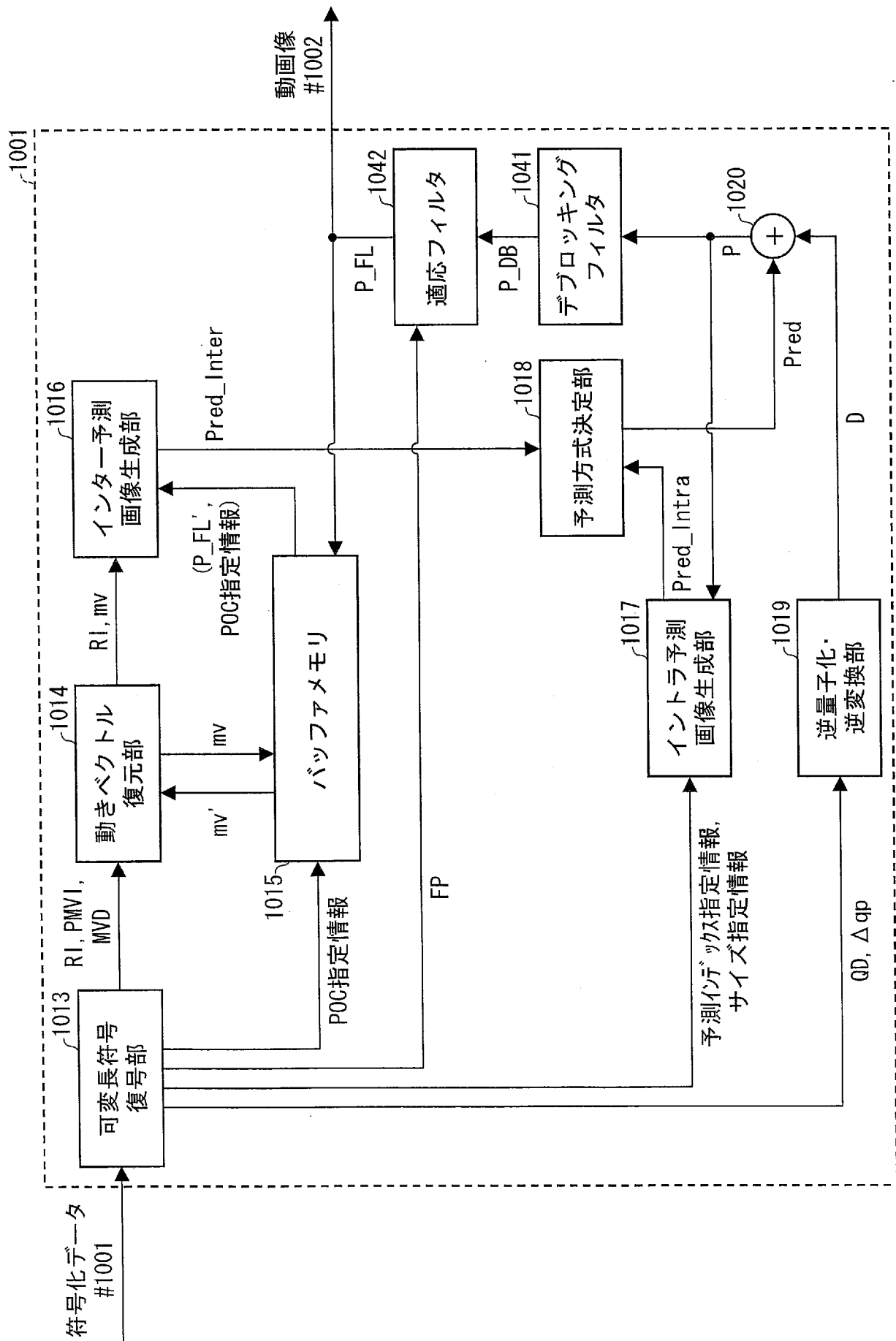
[図46]



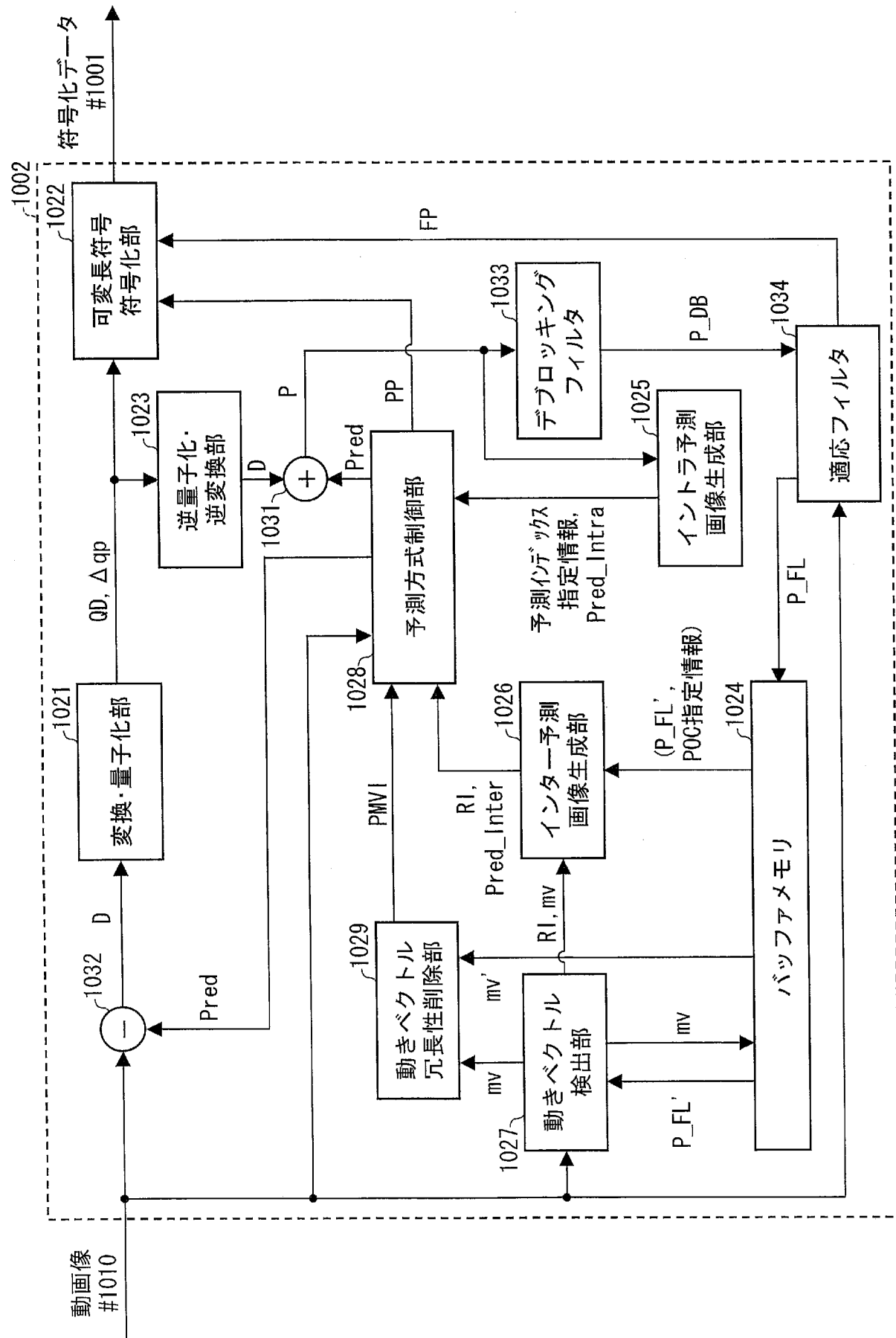
[図47]



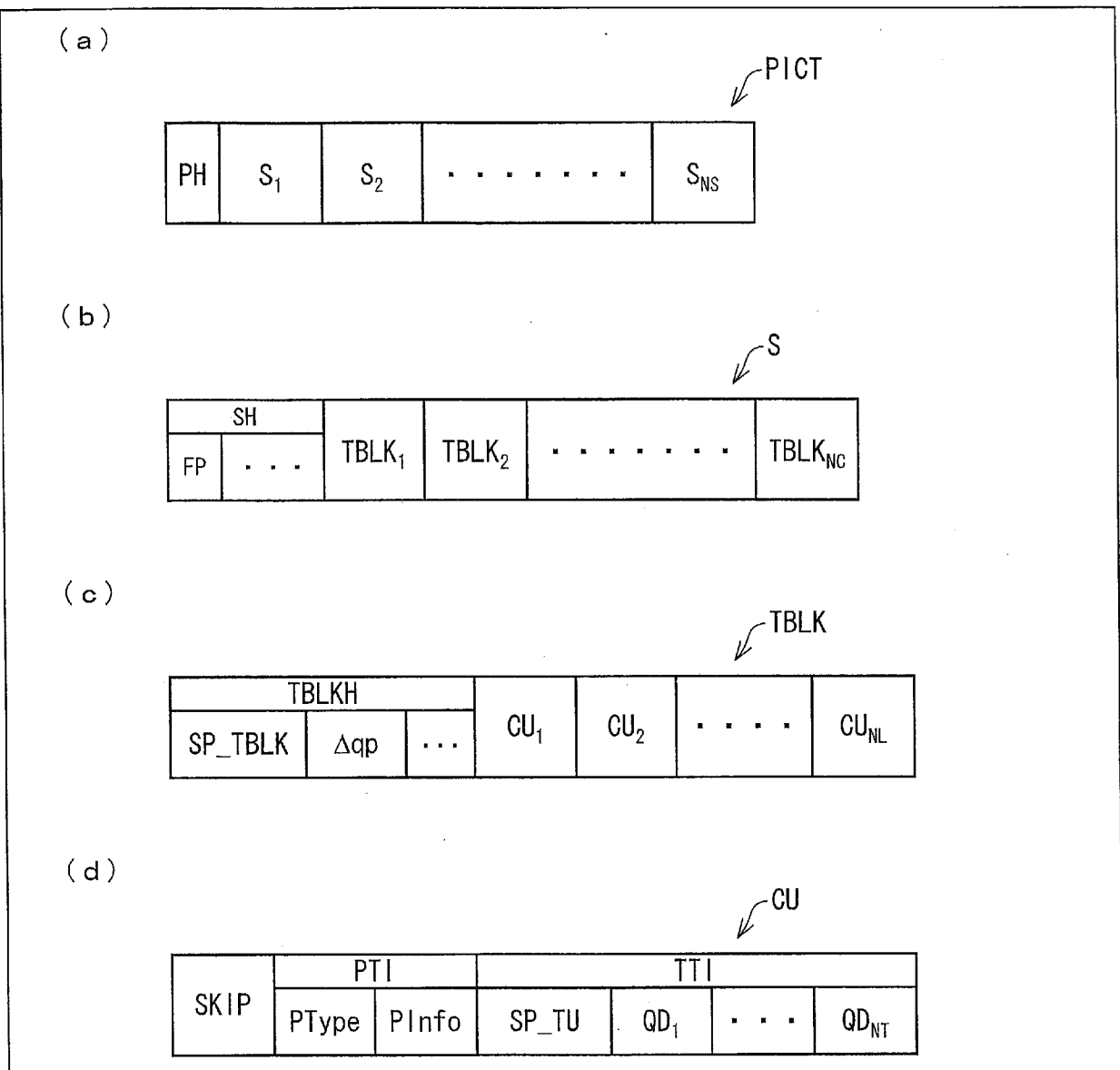
[図48]



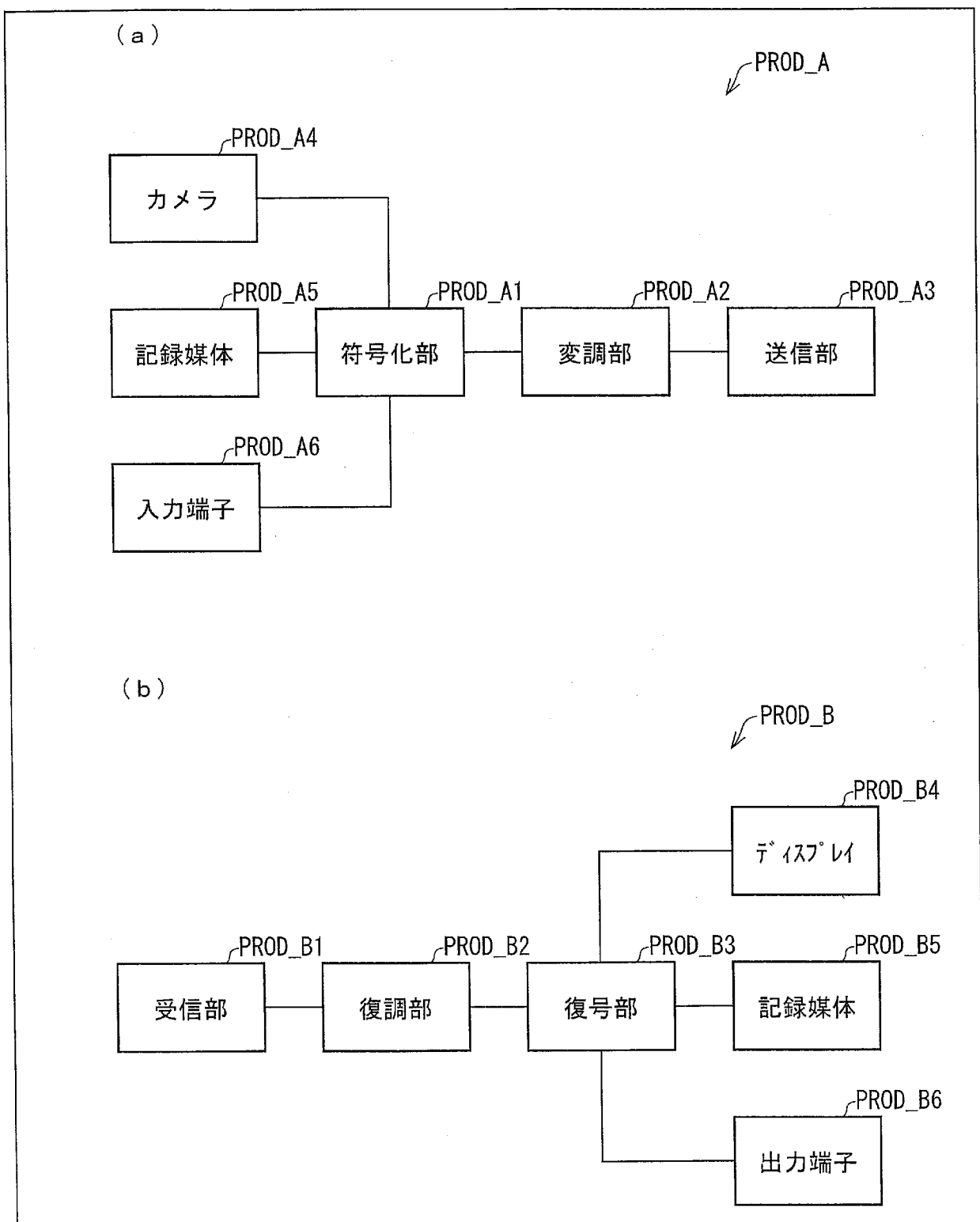
[図49]



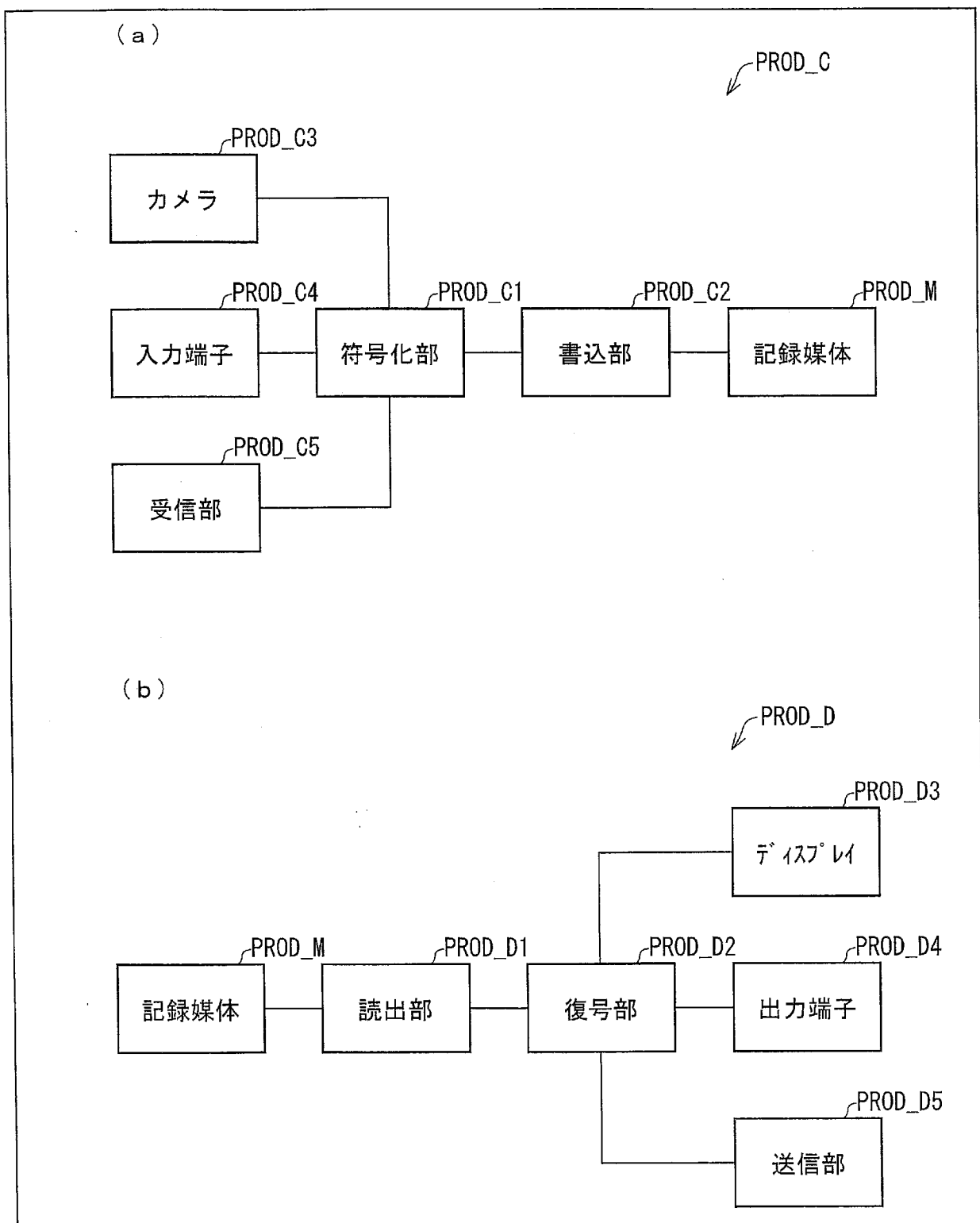
[図50]



[図51]



[図52]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N7/26(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)

H04N7/26-7/68

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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	WO 2009/110559 A1 (Toshiba Corp.), 11 September 2009 (11.09.2009), paragraphs [0010] to [0043], [0048] to [0056], [0151] to [0161]; fig. 1 to 16, 19 to 21, 42 to 43 & AU 2009220567 A & CA 2714691 A & KR 10-2010-0090307 A & MX 2010008978 A & EP 2252063 A1 & US 2010/0303149 A1 & CN 101926177 A	1-5, 9-14
X	JP 2006-101397 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 13 April 2006 (13.04.2006), paragraphs [0013] to [0024]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1, 3, 5-10, 12, 14

☒ 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
09 March, 2012 (09.03.12)Date of mailing of the international search report
19 March, 2012 (19.03.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079232

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 3-270378 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 02 December 1991 (02.12.1991), claim 2; page 6, upper right column, line 7 to page 7, upper left column, line 19; fig. 8 & US 5542008 A & US 5644658 A & US 5719962 A & EP 444918 A2 & DE 69119936 C & DE 69119936 D	8
A	Marta Karczewicz et al., Video coding technology proposal by Qualcomm Inc., Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, JCTVC-A121, 1st Meeting: Dresden, DE, 2010.04, pp.1-25	9-10
A	Test Model under Consideration Output Document (draft007), Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, JCTVC-B205, 2nd Meeting: Geneva, CH, 2010.10, pp.1-12, 168	9-10
A	WO 2008/084745 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 July 2008 (17.07.2008), entire text; all drawings & EP 1944974 A1 & EP 2104355 A1 & US 2010/0021071 A1	1-14
A	WO 2009/110160 A1 (Toshiba Corp.), 11 September 2009 (11.09.2009), entire text; all drawings & AU 2008352118 A & CA 2715211 A & MX 2010009194 A & KR 10-2010-0105680 A & EP 2249572 A1 & CN 101926175 A & US 2010/0322303 A1	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079232

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-14

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079232

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The invention in claim 1, the invention in claim 15, the invention in claim 16, the invention in claim 18 and the invention in claim 22 each do not have the same or corresponding special technical feature. The following five inventions (groups) are contained in the claims.

(Invention 1) The inventions in claims 1-14

An image filter device characterized by being provided with:

a filter means which acts on an input image configured from a plurality of unit regions;

a characteristic value calculation means which, with respect to each of the plurality of unit regions, calculates a characteristic value indicating the image characteristic of the input image; and

a classification means which classifies each of the unit regions as a filter-on region on which the filter means is caused to act or a filter-off region on which the filter means is not caused to act, according to the value of the characteristic value of the unit region calculated by the characteristic value calculation means.

(Invention 2) The invention in claim 15

An image filter device characterized by being provided with:

a calculation means which, with respect to each of a plurality of unit regions that configure an input image, calculates the average of pixel values of the input image;

a classification means which classifies each of the unit regions as any of a plurality of types according to the average of the pixel values of the unit region calculated by the calculation means; and

a filter means which calculates the pixel value of each pixel in each of the unit regions using a filter coefficient group set for a type including the pixel.

(Invention 3) The inventions in claims 16-17 and the inventions in claims 24-25 referring thereto

A filter device provided with a linear filter having an adaptively set filter coefficient, said filter device characterized by being provided with:

a region characteristic calculation means which calculates the value of the region characteristic of each of unit regions; wherein

the linear filter executes a filter operation with each pixel included in each of the unit regions as the object thereof, using an offset dependent on the region characteristic and corresponding to the value of the region characteristic of the unit region calculated by the region characteristic calculation means, and a filter coefficient group independent of the region characteristic.

(Invention 4) The inventions in claims 18-21 and the inventions in claims 24-25 referring thereto

A filter device provided with a linear filter having an adaptively set filter coefficient, said filter device characterized by being provided with:

a truncation means which truncates a change amount that is the difference between the pixel value of an object pixel in an output image of the linear filter and the pixel value of the object pixel in an input image of the linear filter.

(Continued to the next extra sheet.)

(Invention 5) The inventions in claims 22-23 and the inventions in claims 24-25 referring thereto

A filter device provided with a linear filter having an adaptively set filter coefficient, said filter device characterized by being provided with:

a decoding means which decodes a first filter coefficient table in which at least one of first filter coefficient groups each dependent on a first region characteristic is associated with the value of a first region characteristic corresponding thereto and recorded, and a second filter coefficient table in which at least one of second filter coefficient groups each dependent on a second region characteristic is associated with the value of a second region characteristic corresponding thereto and recorded; and

a region characteristic calculation means which calculates the values of the first region characteristic and the second region characteristic of each of unit regions, wherein

the linear filter executes a filter operation with each pixel included in each of the unit regions as an object pixel, the filter operation using a first filter coefficient group corresponding to the value of the first region characteristic of the unit region calculated by the region characteristic calculation means among first filter coefficient groups recorded in the first filter coefficient table, and a second filter coefficient group corresponding to the value of the second region characteristic of the unit region calculated by the region characteristic calculation means among second filter coefficient groups recorded in the second filter coefficient table.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04N7/26(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. H04N7/26-7/68

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	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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	WO 2009/110559 A1 (株式会社東芝) 2009.09.11, [0010] - [0043], [0048] - [0056], [0151] - [0161], 図 1-16, 図 19-21, 図 42-43 & AU 2009220567 A & CA 2714691 A & KR 10-2010-0090307 A & MX 2010008978 A & EP 2252063 A1 & US 2010/0303149 A1 & CN 101926177 A	1-5, 9-14
X	JP 2006-101397 A (日本ビクター株式会社) 2006.04.13, [0013] - [0024], 図 1-6 (ファミリーなし)	1, 3, 5-10, 12, 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

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 3 . 2 0 1 2

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)

岩井 健二

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 1

5 C

9 4 6 5

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 3-270378 A (日本ビクター株式会社) 1991. 12. 02, 請求項 2, 第 6 頁右上欄第 7 行 - 第 7 頁左上欄第 19 行, 図 8 & US 5542008 A & US 5644658 A & US 5719962 A & EP 444918 A2 & DE 69119936 C & DE 69119936 D	8
A	Marta Karczewicz et al., Video coding technology proposal by Qualcomm Inc., Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, JCTVC-A121, 1st Meeting: Dresden, DE, 2010. 04, pp. 1-25	9-10
A	Test Model under Consideration Output Document (draft007), Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, JCTVC-B205, 2nd Meeting: Geneva, CH, 2010. 10, pp. 1-12, 168	9-10
A	WO 2008/084745 A1 (松下電器産業株式会社) 2008. 07. 17, 全文, 全図 & EP 1944974 A1 & EP 2104355 A1 & US 2010/0021071 A1	1-14
A	WO 2009/110160 A1 (株式会社東芝) 2009. 09. 11, 全文, 全図 & AU 2008352118 A & CA 2715211 A & MX 2010009194 A & KR 10-2010-0105680 A & EP 2249572 A1 & CN 101926175 A & US 2010/0322303 A1	1-14

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項 1 - 1 4

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1 に係る発明、請求項 15 に係る発明、請求項 16 に係る発明、請求項 18 に係る発明、請求項 22 に係る発明は、それぞれ同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しない。そして、請求の範囲には以下に示す 5 の発明（群）が含まれる。

（発明 1）請求項 1-14 に係る発明

複数の単位領域から構成される入力画像に作用するフィルタ手段と、
上記複数の単位領域の各々について、上記入力画像の画像特性を表す特性値を算出する特性値算出手段と、
各単位領域を、上記特性値算出手段によって算出された該単位領域についての特性値の値に応じて、上記フィルタ手段を作用させるフィルタオン領域、または、上記フィルタ手段を作用させないフィルタオフ領域の何れかに分類する分類手段と、を備えている、
ことを特徴とする画像フィルタ装置。

（発明 2）請求項 15 に係る発明

入力画像を構成する複数の単位領域の各々について、当該入力画像の画素値の平均を算出する算出手段と、
各単位領域を、上記算出手段によって算出された該単位領域についての画素値の平均に応じて、複数のタイプの何れかに分類する分類手段と、
各単位領域内の各画素の画素値を、該画素を含むタイプに対して設定されたフィルタ係数群を用いて算出するフィルタ手段と、
を備えていることを特徴とする画像フィルタ装置。

（発明 3）請求項 16-17 に係る発明及びそれらを引用する請求項 24-25 に係る発明

フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、
各単位領域の領域特性の値を算出する領域特性算出手段を備え、
上記線形フィルタは、各単位領域に属する各画素を対象とするフィルタ演算を、上記領域特性に依存するオフセットであって、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の領域特性の値に応じたオフセットと、上記領域特性に依存しないフィルタ係数群とを利用して実行する、
ことを特徴とするフィルタ装置。

（発明 4）請求項 18-21 に係る発明及びそれらを引用する請求項 24-25 に係る発明

フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、
上記線形フィルタの出力画像における対象画素の画素値と上記線形フィルタの入力画像における対象画素の画素値との差である変更量をトランケートするトランケート手段を備えている、
ことを特徴とするフィルタ装置。

（発明 5）請求項 22-23 に係る発明及びそれらを引用する請求項 24-25 に係る発明

フィルタ係数が適応的に設定される線形フィルタを備えたフィルタ装置において、
第 1 領域特性に依存する第 1 フィルタ係数群を、少なくとも 1 つ、対応する第 1 領域特性の値に関連付けて記録した第 1 フィルタ係数テーブル、及び、第 2 領域特性に依存する第 2 フィルタ係数群を、少なくとも 1 つ、対応する第 2 領域特性の値に関連付けて記録した第 2 フィルタ係数テーブルを復号する復号手段と、
各単位領域の第 1 領域特性及び第 2 領域特性の値を算出する領域特性算出手段とを備え、
上記線形フィルタは、各単位領域に属する各画素を対象画素とするフィルタ演算であって、上記第 1 フィルタ係数テーブルに記録された第 1 フィルタ係数群のうち、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の第 1 領域特性の値に対応した第 1 フィルタ係数群、及び、上記第 2 フィルタ係数テーブルに記録された第 2 フィルタ係数群のうち、上記領域特性算出手段が算出した該単位領域の第 2 領域特性の値に対応した第 2 フィルタ係数群を利用したフィルタ演算を実行する、
ことを特徴とするフィルタ装置。