

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3937599号

(P3937599)

(45) 発行日 平成19年6月27日(2007. 6. 27)

(24) 登録日 平成19年4月6日(2007. 4. 6)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 4 N	7/32	(2006. 01)	HO 4 N 7/137 Z
HO 4 N	7/30	(2006. 01)	HO 4 N 7/133 Z
HO 4 N	1/387	(2006. 01)	HO 4 N 1/387 I O I

請求項の数 6 (全 66 頁)

(21) 出願番号	特願平10-208386	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成10年7月23日(1998. 7. 23)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2000-41261(P2000-41261A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成12年2月8日(2000. 2. 8)	(74) 代理人	100067736
審査請求日	平成17年3月15日(2005. 3. 15)		弁理士 小池 晃
		(74) 代理人	100086335
			弁理士 田村 榮一
		(74) 代理人	100096677
			弁理士 伊賀 誠司
		(72) 発明者	佐藤 数史
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	小森 健司
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像復号装置及び画像復号方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを復号する画像復号装置において、

飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第1の逆直交変換手段と、

順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第2の逆直交変換手段とを備え、

上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、

上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、

10

20

逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1／4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3／4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成することを特徴とする画像復号装置。

【請求項2】

上記第2の逆直交変換手段は、少なくとも4倍のオーバーサンプリングをしてポリフェイズ分解をするフィルタを用いて、逆直交変換をして得られたトップフィールド及びボトムフィールドの各画素に対して1／4画素分或いは3／4画素分の位相補正をすることを特徴とする請求項1に記載の画像復号装置。

【請求項3】

上記第2の逆直交変換手段は、2つの直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1／4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3／4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成することを特徴とする請求項1に記載の画像復号装置。

【請求項4】

所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画データデータを復号する画像復号方法において、

飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、

順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、

フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1／4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3／4画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1／4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3／4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成することを特徴とする画像復号方法。

【請求項5】

少なくとも4倍のオーバーサンプリングをしてポリフェイズ分解をするフィルタを用いて、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた逆直交変換をして得られたトップフィールド及びボトムフィールドの各画素に対して1／4画素分或いは3／4画素分の位相補正をすることを特徴とする請求項4に記載の画像復号方法。

【請求項6】

フレーム直交変換モードにより直交変換がされた2つの直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方

10

20

30

40

50

向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成することを特徴とする請求項4に記載の画像復号方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換することによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データを、復号する画像復号装置及び画像復号方法に関し、特に、第1の解像度の圧縮画像データを復号して、この第1の解像度よりも低い第2の解像度の動画像データに縮小する画像復号装置及び画像復号方法に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

MPEG2（Moving Picture Experts Group phase2）等の画像圧縮方式を用いたデジタルテレビジョン放送の規格化が進められている。デジタルテレビジョン放送の規格には、標準解像度画像（例えば垂直方向の有効ライン数が576本）に対応した規格、高解像度画像（例えば垂直方向の有効ライン数が1152本）に対応した規格等がある。そのため、近年、高解像度画像の圧縮画像データを復号するとともにこの圧縮画像データを1/2の解像度に縮小することにより、標準解像度画像の画像データを生成して、この画像データを標準解像度に対応したテレビジョンモニタに表示するダウンデコーダが求められている。

20

【0003】

高解像度画像に対して動き予測による予測符号化及び離散コサイン変換による圧縮符号化をしたMPEG2等のビットストリームを、復号するとともに標準解像度画像にダウンサンプリングするダウンデコーダが、文献「低域ドリフトのないスケーラブル・デコーダ」（岩橋・神林・貴家：信学技報 CS94-186,DSP94-108,1995-01）に提案されている（以下、この文献を文献1と呼ぶ。）。この文献1には、以下の第1から第3のダウンデコーダが示されている。

【0004】

30

第1のダウンデコーダは、図34に示すように、高解像度画像のビットストリームに対して8（水平方向のDC成分から数えた係数の数）×8（垂直方向のDC成分から数えた係数の数）の逆離散コサイン変換をする逆離散コサイン変換装置1001と、離散コサイン変換がされた高解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1002と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1003と、フレームメモリ1003が記憶した参照画像に1/2画素精度で動き補償をする動き補償装置1004と、フレームメモリ1003が記憶した参照画像を標準解像度の画像に変換するダウンサンプリング装置1005とを備えている。

【0005】

この第1のダウンデコーダでは、逆離散コサイン変換を行い高解像度画像として復号した出力画像を、ダウンサンプリング装置1005で縮小して標準解像度の画像データを出力する。

40

【0006】

第2のダウンデコーダは、図35に示すように、高解像度画像のビットストリームのDCT（Discrete Cosine Transform）ブロックの高周波成分の係数を0に置き換えて8×8の逆離散コサイン変換をする逆離散コサイン変換装置1011と、離散コサイン変換がされた高解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1012と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1013と、フレームメモリ1013が記憶した参照画像に1/2画素精度で動き補償をする動き補償装置1014と、フレームメモリ1013が記憶した参照画像を標準解像度の画像に変換するダウンサンプリング装置1015とを

50

備えている。

【0007】

この第2のダウデコーダでは、DCTブロックの全ての係数のうち高周波成分の係数を0に置き換えて逆離散コサイン変換を行い高解像度画像として復号した出力画像を、ダウンサンプリング装置1005で縮小して標準解像度の画像データを出力する。

【0008】

第3のダウデコーダは、図36に示すように、高解像度画像のビットストリームのDCTブロックの低周波成分の係数のみを用いて例えば4×4の逆離散コサイン変換をして標準解像度画像に復号する縮小逆離散コサイン変換装置1021と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1022と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1023と、フレームメモリ1023が記憶した参照画像に1/4画素精度で動き補償をする動き補償装置1024とを備えている。

10

【0009】

この第3のダウデコーダでは、DCTブロックの全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換を行い、高解像度画像から標準解像度画像として復号する。

【0010】

ここで、上記第1のダウデコーダでは、DCTブロック内の全ての係数に対して逆離散コサイン変換を行い高解像度画像を復号しているため、高い演算処理能力の逆離散コサイン変換装置1001と大容量のフレームメモリ1003とが必要となる。また、上記第2のダウデコーダでは、DCTブロック内の係数のうち高周波成分を0として離散コサイン変換を行い高解像度画像を復号しているため、逆離散コサイン変換装置1011の演算処理能力は低くて良いが、やはり大容量のフレームメモリ1013が必要となる。これら第1及び第2のダウデコーダに対し、第3のダウデコーダでは、DCTブロック内の全ての係数うち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換をしているため逆離散コサイン変換装置1021の演算処理能力が低くてよく、さらに、標準解像度画像の参照画像を復号しているのでフレームメモリ1023の容量も少なくすることができる。

20

【0011】

ところで、テレビジョン放送等の動画像の表示方式には、順次走査方式と飛び越し走査方式とがある。順次走査方式は、フレーム内の全ての画素を同じタイミングでサンプリングした画像を、順次表示する表示方式である。飛び越し走査方式は、フレーム内の画素を水平方向の1ライン毎に異なるタイミングでサンプリングした画像を、交互に表示する表示方式である。

30

【0012】

この飛び越し走査方式では、フレーム内の画素を1ライン毎に異なるタイミングでサンプリングした画像のうちの一方を、トップフィールド（第1フィールドともいう。）といい、他方をボトムフィールド（第2のフィールドともいう。）という。フレームの水平方向の先頭ラインが含まれる画像がトップフィールドとなり、フレームの水平方向の2番目のラインが含まれる画像がボトムフィールドとなる。従って、飛び越し走査方式では、1つのフレームが2つのフィールドから構成されることとなる。

40

【0013】

MPEG2では、飛び越し走査方式に対応した動画像信号を効率良く圧縮するため、画面の圧縮単位であるピクチャにフレームを割り当てて符号化するだけでなく、ピクチャにフィールドを割り当てて符号化することもできる。

【0014】

MPEG2では、ピクチャにフィールドが割り当てられた場合には、そのビットストリームの構造をフィールド構造と呼び、ピクチャにフレームが割り当てられた場合には、そのビットストリームの構造をフレーム構造と呼ぶ。また、フィールド構造では、フィールド内の画素からDCTブロックが形成され、フィールド単位で離散コサイン変換がされる。このフィールド単位で離散コサイン変換を行う処理モードのことをフィールドDCTモー

50

ドと呼ぶ。また、フレーム構造では、フレーム内の画素からDCTブロックが形成され、フレーム単位で離散コサイン変換がされる。このフレーム単位で離散コサイン変換を行う処理モードのことをフレームDCTモードと呼ぶ。さらに、フィールド構造では、フィールド内の画素からマクロブロックが形成され、フィールド単位で動き予測がされる。このフィールド単位で動き予測を行う処理モードのことをフィールド動き予測モードと呼ぶ。また、フレーム構造では、フレーム内の画素からマクロブロックが形成され、フレーム単位で動き予測がされる。フレーム単位で動き予測を行う処理モードのことをフレーム動き予測モードと呼ぶ。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記文献1に示された第3のダウンデコーダを利用して、飛び越し走査方式に対応した圧縮画像データを復号する画像復号装置が、例えば文献「A Compensation Method of Drift Errors in Scalability」(N.OBIKANE, K.TAHARA and J.YONEMITSU, HDTV Workshop'93)に提案されている(以下、この文献を文献2と呼ぶ)。

【0016】

この文献2に示された従来の画像復号装置は、図37に示すように、高解像度画像をMP EG2で圧縮したビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置1031と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされたビットストリームを復号する可変長符号復号装置1032と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置1033と、DCTブロックの全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて例えば4×4の逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を復号する縮小逆離散コサイン変換装置1034と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1035と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1036と、フレームメモリ1036が記憶した参照画像に1/4画素精度で動き補償をする動き補償装置1037とを備えている。

【0017】

この文献2に示された従来の画像復号装置の縮小逆離散コサイン変換装置1034は、DCTブロック内の全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換をするが、フレームDCTモードとフィールドDCTモードとで、逆離散コサイン変換を行う係数の位置が異なっている。

【0018】

具体的には、縮小逆離散コサイン変換装置1034は、フィールドDCTモードの場合には、図38に示すように、DCTブロック内の8×8個のうち、低域の4×4個の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。それに対し、縮小逆離散コサイン変換装置1034は、フレームDCTモードの場合には、図39に示すように、DCTブロック内の8×8個の係数のうち、4×2個+4×2個の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。

【0019】

また、この文献2に示された従来の画像復号装置の動き補償装置1037は、高解像度画像に対して行われた動き予測の情報(動きベクトル)に基づき、フィールド動き予測モード及びフレーム動き予測モードのそれぞれに対応した1/4画素精度の動き補償を行う。すなわち、通常MP EG2では1/2画素精度で動き補償が行われることが定められているが、高解像度画像から標準解像度画像を復号する場合には、ピクチャ内の画素数が1/2に間引かれるため、動き補償装置1037では動き補償の画素精度を1/4画素精度として動き補償を行っている。

【0020】

従って、動き補償装置1037では、高解像度画像に対応した動き補償を行うため、標準解像度の画像としてフレームメモリ1036に格納された参照画像の画素に対して線形補間して、1/4画素精度の画素を生成している。

【0021】

具体的に、フィールド動き予測モード及びフレーム動き予測モードの場合の垂直方向の画

10

20

30

40

50

素の線形補間処理を、図40及び図41を用いて説明する。なお、図面中には、縦方向に垂直方向の画素の位相を示し、表示画像の各画素が位置する位相を整数で示している。

【0022】

まず、フィールド動き予測モードで動き予測がされた画像の補間処理について、図40を用いて説明する。高解像度画像（上位レイヤー）に対しては、図40（a）に示すように、各フィールドそれぞれ独立に、 $1/2$ 画素精度で動き補償がされる。これに対し、標準解像度画像（下位レイヤー）に対しては、図40（b）に示すように、整数精度の画素に基づきフィールド内で線形補間をして、垂直方向に $1/4$ 画素、 $1/2$ 画素、 $3/4$ 画素分の位相がずれた画素を生成し、動き補償がされる。すなわち、標準解像度画像（下位レイヤー）では、トップフィールドの整数精度の各画素に基づきトップフィールドの $1/4$ 画素精度の各画素が線形補間により生成され、ボトムフィールドの整数精度の各画素に基づきボトムフィールドの $1/4$ 画素精度の各画素が線形補間により生成される。例えば、垂直方向の位相が0の位置にあるトップフィールドの画素の値をa、垂直方向の位相が1の位置にあるトップフィールドの画素の値をbとする。この場合、垂直方向の位相が $1/4$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(3a + b) / 4$ となり、垂直方向の位相が $1/2$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(a + b) / 2$ となり、垂直方向の位相が $3/4$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(a + 3b) / 4$ となる。

10

【0023】

続いて、フレーム動き予測モードで動き予測がされた画像の補間処理について、図41を用いて説明する。高解像度画像（上位レイヤー）に対しては、図41（a）に示すように、各フィールド間で補間処理がされ、すなわち、ボトムフィールドとトップフィールドとの間で補間処理がされ、 $1/2$ 画素精度で動き補償がされる。標準解像度画像（下位レイヤー）に対しては、図41（b）に示すように、トップフィールド及びボトムフィールドの2つのフィールドの整数精度の各画素に基づき、垂直方向に $1/4$ 画素、 $1/2$ 画素、 $3/4$ 画素分の位相がずれた画素が線形補間により生成され、動き補償がされる。例えば、垂直方向の位相が-1の位置にあるボトムフィールドの画素の値をa、垂直方向の位相が0の位置にあるトップフィールドの画素の値をb、垂直方向の位相が1の位置にあるボトムフィールドの画素の値をc、垂直方向の位相が2の位置にあるトップフィールドの画素の値をd、垂直方向の位相が3の位置にあるボトムフィールドの画素の値をeとする。この場合、垂直方向の位相が0～2の間にある $1/4$ 画素精度の各画素は、以下のように求められる。

20

30

【0024】

垂直方向の位相が $1/4$ の位置にある画素は $(a + 4b + 3c) / 8$ となる。垂直方向の位相が $1/2$ の位置にある画素は $(a + 3c) / 4$ となる。垂直方向の位相が $3/4$ の位置にある画素は $(a + 2b + 3c + 2d) / 8$ となる。垂直方向の位相が $5/4$ の位置にある画素は $(2b + 3c + 2d + e) / 8$ となる。垂直方向の位相が $3/2$ の位置にある画素は $(3c + e) / 4$ となる。垂直方向の位相が $7/4$ の位置にある画素は $(3c + 4d + e) / 8$ となる。

【0025】

以上のように上記文献2に示された従来の画像復号装置は、飛び越し走査方式に対応した高解像度画像の圧縮画像データを、標準解像度画像データに復号することができる。

40

【0026】

しかしながら、上記文献2に示された従来の画像復号装置では、フィールドDCTモードで得られる標準解像度画像の各画素と、フレームDCTモードで得られる標準解像度の各画素との位相がずれる。具体的には、フィールドDCTモードでは、図42に示すように、下位レイヤーのトップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2$ ・・・となり、下位レイヤーのボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。それに対して、フレームDCTモードでは、図43に示すように、下位レイヤーのトップフィールドの各画素の垂直方向の位相が0、2・・・となり、下位レイヤーのボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。そのため、位相が異なる画像

50

がフレームメモリ1036に混在し、出力する画像の画質が劣化する。

【0027】

また、上記文献2に示された従来の画像復号装置では、フィールド動き予測モードとフレーム動き予測モードとで位相ずれの補正がされていない。そのため、出力する画像の画質が劣化する。

【0028】

本発明は、このような実情を鑑みてなされたものであり、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく出力する動画像データの画素の位相ずれをなくすることが可能な、高解像度画像の圧縮画像データから標準解像度の画像データを復号する画像復号装置及び画像復号方法を提供することを目的とする。

10

【0029】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る画像復号装置は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを復号する画像復号装置において、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第1の逆直交変換手段と、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第2の逆直交変換手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成することを特徴とする。

20

30

【0030】

この画像復号装置では、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する。そして、この画像復号装置では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを出力する。

40

【0039】

本発明に係る画像復号方法は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1

50

の解像度より低い第2の解像度の動画像データを復号する画像復号方法において、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成することを特徴とする。

10

【0040】

この画像復号方法では、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する。そして、この画像復号方法では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを出力する。

20

30

【0049】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施の形態として、本発明を適用した画像復号装置について、図面を参照しながら説明する。

【0050】**（第1の実施の形態）**

まず、本発明の第1の実施の形態の画像復号装置について説明する。

【0051】

図1に示すように、本発明の第1の実施の形態の画像復号装置10は、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに1/2の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

40

【0052】

なお、以下、本発明の実施の形態の説明をするにあたり、高解像度画像のことを上位レイヤーとも呼び、標準解像度画像のことを下位レイヤーとも呼ぶものとする。また、通常、8×8の離散コサイン係数を有するDCTブロックを逆離散コサイン変換した場合8×8の画素から構成される復号データを得ることができるが、例えば、8×8の離散コサイン係数を復号して4×4の画素から構成される復号データを得るような、逆離散コサイン変換をするとともに解像度を縮小する処理を、縮小逆離散コサイン変換という。

50

【0053】

この画像復号装置10は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置11と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14と、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置16と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ17と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置18と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置19と、フレームメモリ17が記憶した画像に対してポストフィルタリングをすることにより、画枠変換をするとともに画素の位相ずれを補正してテレビジョンモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換・位相ずれ補正装置20とを備えている。

10

【0054】

フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールドDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14は、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示されたDCTブロックに対して、図38で示したような、低域の 4×4 の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向及び垂直方向の低域の4点の離散コサイン係数に基づき縮小逆離散コサイン変換を行う。このフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14では、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、1つのDCTブロックが 4×4 の画素から構成される標準解像度画像を復号することができる。この復号された画像データの各画素の位相は、図2に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が 1 、 $3 \cdots$ となる。すなわち、復号された下位レイヤーのトップフィールドでは、先頭画素（位相が $1/2$ の画素）の位相が上位レイヤーのトップフィールドの先頭から1番目と2番目の画素（位相が 0 と 2 の画素）の中間位相となり、先頭から2番目の画素（位相が $5/2$ の画素）の位相が上位レイヤーのトップフィールドの先頭から3番目と4番目の画素（位相が 4 と 6 の画素）の中間位相となる。また、復号された下位レイヤーのボトムフィールドでは、先頭画素（位相が 1 の画素）の位相が上位レイヤーのボトムフィールドの先頭から1番目と2番目の画素（位相が 1 と 3 の画素）の中間位相となり、先頭から2番目の画素（位相が 3 の画素）の位相が上位レイヤーのボトムフィールドの先頭から3番目と4番目の画素（位相が 5 と 7 の画素）の中間位相となる。

20

30

【0055】

フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15は、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示されたDCTブロックに対して、縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、1つのDCTブロックが 4×4 の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15で復号された画像データの各画素の位相は、図2に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、ボトムフィール

40

50

ドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。

【0056】

なお、このフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15の処理については、その詳細を後述する。

【0057】

加算装置16は、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14又はフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15により縮小逆離散コサイン変換されたマクロブロックがイントラ画像の場合には、そのイントラ画像をそのままフレームメモリ17に格納する。また、加算装置16は、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14又はフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15により縮小逆離散コサイン変換されたマ
10
クロブロックがインター画像である場合には、そのインター画像に、フィールドモード用動き補償装置18或いはフレームモード用動き補償装置19により動き補償がされた参照画像を合成して、フレームメモリ17に格納する。

【0058】

フィールドモード用動き補償装置18は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置18は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形で1/4画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置18により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に
20
合成される。

【0059】

フレームモード用動き補償装置19は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置19は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形で1/4画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置19により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。
30

【0060】

画枠変換・位相ずれ補正装置20は、フレームメモリ17が記憶した標準解像度の参照画像或いは加算装置16が合成した画像が供給され、この画像をポストフィルタリングにより、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を補正するとともに画枠を標準解像度のテレビジョンの規格に合致するように変換する。すなわち、画枠変換・位相ずれ補正装置20は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる標準解像度画像を、例えば、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が0、2、4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3、5・・・となるように補正する。また、画枠変換・位相ずれ補正装置20は、高解像度のテレビジョン規格の画枠を、1/4に縮小して標準解像度のテレビジョン規格の画枠に変換する。
40

【0061】

本発明の第1の実施の形態の画像復号装置10では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに解像度を1/2に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0062】

つぎに、上記フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0063】

なお、このフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以下に説明する1ブロック処理及び2ブロック処理のいずれか或いは両者の処理を行うことができる。フレー
50

ムモード用縮小逆離散コサイン変換装置15は、必要に応じて、1ブロック処理又は2ブロック処理を切り換えて用いても良いし、或いは、いずれか一方の処理のみを行っても良い。

【0064】

まず、1ブロック処理について説明する。図3に、1ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0065】

フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15には、図3に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1つのDCTブロック単位で入力される。

【0066】

まず、ステップS1において、この1つのDCTブロックの離散コサイン係数 y （DCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_1 \sim y_8$ として図中に示す。）に対して、 8×8 の逆離散コサイン変換（IDCT 8×8 ）を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、 8×8 の復号された画素データ x （DCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_1 \sim x_8$ として図中に示す。）を得ることができる。

【0067】

続いて、ステップS2において、この 8×8 の画素データ x を、垂直方向に1ライン毎交互に取り出して、飛び越し走査に対応した 4×4 のトップフィールドの画素ブロックと、飛び越し走査に対応した 4×4 のボトムフィールドの画素ブロックの2つの画素ブロックに分離する。すなわち、垂直方向に1ライン目の画素データ x_1 と、3ライン目の画素データ x_3 と、5ライン目の画素データ x_5 と、7ライン目の画素データ x_7 とを取り出して、トップフィールドに対応した画素ブロックを生成する。また、垂直方向に2ライン目の画素データ x_2 と、4ライン目の画素データ x_4 と、6ライン目の画素データ x_6 と、8ライン目の画素データ x_8 とを取り出して、ボトムフィールドに対応した画素ブロックを生成する。なお、DCTブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離する処理を、以下フィールド分離という。

【0068】

続いて、ステップS3において、フィールド分離した2つの画素ブロックそれぞれに対して 4×4 の離散コサイン変換（DCT 4×4 ）をする。

【0069】

続いて、ステップS4において、 4×4 の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z （トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を z_1, z_3, z_5, z_7 として図中に示す。）の高域成分を間引き、 2×2 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、 4×4 の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z （ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を z_2, z_4, z_6, z_8 として図中に示す。）の高域成分を間引き、 2×2 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

【0070】

続いて、ステップS5において、高域成分の離散コサイン係数を間引いた画素ブロックに対して、 2×2 の逆離散コサイン変換（IDCT 2×2 ）を行う。 2×2 の逆離散コサイン変換をすることにより、 2×2 の復号された画素データ x' （トップフィールドの画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_1, x'_3 として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_2, x'_4 として図中に示す。）を得ることができる。

【0071】

続いて、ステップS6において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データとを、垂直方向に1ラインずつ交互に合成して、 4×4 の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。なお、トップフィールドとボトムフィールドに対応した2つの

10

20

30

40

50

画素ブロックの各画素を垂直方向に交互に合成する処理を、以下フレーム合成という。

【0072】

以上のステップS1～ステップS6で示した1ブロック処理を行うことにより、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、図2で示したような、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画素から構成される4×4のDCTブロックを生成することができる。

【0073】

また、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上のステップS1からステップS6までの1ブロック処理を1つの行列を用いて演算する。具体的には、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上の処理を加法定理を用いて展開計算することにより得られる以下の式1に示す行列[FS']と、1つのDCTブロックの離散コサイン係数y(y₁～y₈)とを行列演算することにより、縮小逆離散コサイン変換したDCTブロックの画素データx'(x'₁～x'₄)を得ることができる。

10

【0074】

【数1】

$$[FS'] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} A & B & D-E & F & G & H & I \\ A-C-D & E-F-G-H-J \\ A & C-D-E-F & G-H & J \\ A-B & D & E & F-G & H-I \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

20

【0075】

但し、この式(1)において、A～Jは以下の通りである。

【0076】

【数2】

$$A = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad D = \frac{1}{4} \quad H = \frac{1}{4} + \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$B = \frac{\cos \frac{\pi}{16} + \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$E = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$I = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$F = \frac{\cos \frac{\pi}{8} - \cos \frac{3\pi}{8}}{4}$$

$$C = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$G = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$J = \frac{\cos \frac{\pi}{16} + 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

【0077】

つぎに、2ブロック処理について説明する。図4に、2ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0078】

フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15には、図4に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、2つのDCTブロック単位で入力される。例えば、マクロブロックが4つの輝度成分のDCTブロックと2つの色差成分のDCTブロックとから構成されるいわゆる420フォーマットからなる場合には、垂直方向に隣接した2つの輝度成分（Y）のDCTブロックが入力される。マクロブロックが図5に示すように構成されている場合には、輝度成分（Y）のDCTブロック0とDCTブロック2とが

10

20

30

40

50

対となって入力され、また、DCTブロック1とDCTブロック3とが対となって入力される。

【0079】

まず、ステップS11において、2つのDCTブロックの離散コサイン係数 y （時間的に前のDCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_1 \sim y_8$ として図中に示し、時間的に後のDCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_9 \sim y_{16}$ として図中に示す。）に対して、それぞれ独立に 8×8 の逆離散コサイン変換（IDCT 8×8 ）を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、 8×8 の復号された画素データ x （時間的に前のDCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_1 \sim x_8$ として図中に示し、時間的に後のDCTブロックの全ての画素データの

10

【0080】

続いて、ステップS12において、2つのDCTブロックの 8×8 の画素データ x を、垂直方向に1ライン毎交互に取り出して、飛び越し走査に対応したトップフィールドの 8×8 の画素ブロックと、飛び越し走査に対応したボトムフィールドの 8×8 の画素ブロックの2つの画素ブロックにフィールド分離する。すなわち、時間的に前のDCTブロックから、垂直方向に1ライン目の画素データ x_1 と、3ライン目の画素データ x_3 と、5ライン目の画素データ x_5 と、7ライン目の画素データ x_7 とを取り出し、時間的に後のDCTブロックから、垂直方向に1ライン目の画素データ x_9 と、3ライン目の画素データ x_{11} と、5ライン目の画素データ x_{13} と、7ライン目の画素データ x_{15} とを取り出して、トップ

20

【0081】

続いて、ステップS13において、フィールド分離した2つの 8×8 の画素ブロックそれぞれに対して 8×8 の離散コサイン変換（DCT 8×8 ）をする。

【0082】

30

続いて、ステップS14において、 8×8 の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z （トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を $z_1, z_3, z_5, z_7, z_9, z_{11}, z_{13}, z_{15}$ として図中に示す。）の高域成分を間引いて、 4×4 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、 8×8 の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z （ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を $z_2, z_4, z_6, z_8, z_{10}, z_{12}, z_{14}, z_{16}$ として図中に示す。）の高域成分を間引き、 4×4 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

【0083】

40

続いて、ステップS15において、高域成分の離散コサイン係数を間引いた 4×4 の画素ブロックそれぞれに対して、 4×4 の逆離散コサイン変換（IDCT 4×4 ）を行う。 4×4 の逆離散コサイン変換をすることにより、 4×4 の復号された画素データ x' （トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_1, x'_3, x'_5, x'_7 として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_2, x'_4, x'_6, x'_8 として図中に示す。）を得ることができる。

【0084】

続いて、ステップS16において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データとを、垂直方向に1ライン

50

ずつ交互にフレーム合成して、 8×8 の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。

【0085】

以上のステップS11～ステップS16で示した2ブロック処理を行うことにより、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、図2で示したような、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画素から構成されるDCTブロックを生成することができる。

【0086】

また、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上のステップS11～ステップS16までの2ブロック処理を1つの行列を用いて演算する。具体的には、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上の処理を加法定理を用いて展開計算することにより得られる以下の式(2)に示す行列 $[FS']$ と、2つのDCTブロックの離散コサイン係数 y ($y_1 \sim y_{16}$)とを行列演算して、縮小逆離散コサイン変換したDCTブロックの画素データ x' ($x'_1 \sim x'_8$)を得ることができる。

10

【0087】

【数3】

$$[FS'] = \frac{1}{8\sqrt{2}} \begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix} \dots (2)$$

20

【0088】

但し、この式(2)において、 $A \sim D$ は、以下の通りである。

【0089】

30

【数4】

A

$$\begin{array}{l}
 4a+3d-e+f+g \\
 4a+3d-e+f+g \\
 4a+d+e+f+g \\
 4a+d+e+f+g \\
 4a-d-e-f-g \\
 4a-d-e-f-g \\
 4a-3d+e-f-g \\
 4a-3d+e-f-g \\
 1+a+2b-c+d+e+3f-g \\
 2-a+b-d+3e+f+g \\
 -a-b+d-3e-f-g \\
 -1-a-3c-d-e-3f+g \\
 a+b+d-3e-f-g \\
 1+a+3c-d-e-3f+g \\
 -1-a-2b+c+d+e+3f-g \\
 -2+a-b-d+3e+f+g \\
 1+d+e-f+g \\
 -1-d+e-f+g \\
 -1-d-3e+f+g \\
 1+d-e-f-3g \\
 -1+d+3e-f-g \\
 1-d+e+f+3g \\
 1-d-e+f-g \\
 -1+d-e+f-g \\
 -2a+2b+c-d+e+f+g \\
 -b+d-e-f-g \\
 -b+2c-d+e+f+g \\
 -2a+2b+c+d-e-f-g \\
 b-2c-d+e+f+g \\
 2a-2b-c+d-e-f-g \\
 2a-2b-c-d+e+f+g \\
 b+d-e-f-g
 \end{array}$$

10

20

30

40

B

【0 0 9 1】
 【数 6】

$2b-2c-d+e+f+3g$ $-1+2a+b+d-e+f+g$ $1+2a+d+e+f-g$ $1+a+b-2c+d-e+3f+g$
 $-2b+2c+d-e-f-3g$ $-1-2a+3c-d+e-f-g$ $-1-2a-d-e-f-g$ $-a-2b-c-d-3e+f-g$
 $-2b+2c-d+e-f+g$ $-1-2a+2b-c+d-e+f+g$ $-1-2a+d-e-3f+g$ $2-a+2b+c+d+3e-f+g$
 $2b-2c+d-e+f-g$ $1-2a+b-d+e-f-g$ $1+2a+3d-e+f+g$ $-1-a-b-d+e-3f-g$
 $-2b+2c+d-e+f-g$ $1+2a-2b+c+d-e+f+g$ $-1-2a-d+e+3f-g$ $-2+a-2b-c+d+3e-f+g$
 $2b-2c-d+e-f+g$ $-1+2a-b-d+e-f-g$ $1+2a-3d+e-f-g$ $1+a+b-d+e-3f-g$
 $2b-2c+d-e-f-3g$ $1-2a-b+d-e+f+g$ $1+2a-d-e-f+g$ $-1-a-b+2c+d-e+3f+g$
 $-2b+2c-d+e+f+3g$ $1+2a-3c-d+e-f-g$ $-1-2a+d+e+f+g$ $a+2b+c-d-3e+f-g$

10

20

30

40

C

【0092】
【数7】

$$\begin{array}{rcl}
 4a-3d+e-f-g & & \\
 4a-3d+e-f-g & & \\
 4a-d+e-f-g & & \\
 4a-d+e-f-g & & \\
 4a+d+e+f+g & & \\
 4a+d+e+f+g & & \\
 4a+3d-e+f+g & & \\
 4a+3d-e+f+g & & \\
 2-a+b+d-3e-f-g & -1+d-e+f-g & -b-d+e+f+g \\
 1+a+2b-c-d-e-3f+g & -1-2a+d+e+f+g & -2a+2b+c+d-e-f-g \\
 -1-a-3c+d+e+3f-g & 1-d+e+f+3g & -2a+2b+c-d+e+f+g \\
 -a-b-d+3e+f+g & -1+d-3e-f-g & -b+2c+d-e-f-g \\
 1+a+3e+d+e+3f-g & +d-e-f-3g & 2a-2b-c-d+e+f+g \\
 a+b-d+3e+f+g & -1-d-3e+f+g & b-2c+d-e-f-g \\
 -2+a-b+d-3e-f-g & -1-d+e+f+g & b-d+e+f+g \\
 -1-a-2b+c-d-e-3f+g & 1+d+e-f+g & 2a-2b-c+d-e-f-g
 \end{array}$$

10

20

30

40

D

$$\begin{array}{ll}
-2b+2c-d+e+f+3g & -1-2a+3c+d-e+f+g \\
2b-2c+d-e-f-3g & -1+2a+b-d+e-f-g \\
2b-2c-d+e-f+g & 1-2a+b+d-e+f+g \\
-2b+2c+d-e+f-g & -1-2a+2b-c-d+e-f-g \\
2b-2c+d-e+f-g & -1+2a-b+d-e+f+g \\
-2b+2c-d+e-f+g & 1+2a-2b+c-d+e-f-g \\
-2b+2c+d-e-f-3g & 1+2a-3c+d-e+f+g \\
2b-2c-d+e+f+3g & 1-2a-b-d+e-f-g
\end{array}
\begin{array}{ll}
-1-2a+d+e+f+g & -a-2b-c+d+3e-f+g \\
1+2a-d-e-f+g & 1+a+b-2c-d+e-3f-g \\
1+2a-3d+e-f-g & -1-a-b+d-e+3f+g \\
-1-2a-d+e+3f-g & 2-a+2b+c-d-3e+f-g \\
1+2a+3d-e+f+g & 1+a+b+d-e+3f+g \\
-1-2a+d-e-3f+g & -2+a-2b-c-d-3e+f-g \\
-1-2a-d-e-f-g & a+2b+c+d+3e-f+g \\
1+2a+d+e+f-g & -1-a-b+2c-d+e-3f-g
\end{array}$$

10

20

30

40

【0093】

また、この式（2）において、 $a \sim g$ は、以下の通りである。

【0094】

【数8】

$$a = \cos \frac{\pi}{4}$$

$$b = \cos \frac{\pi}{8}$$

10

$$c = \cos \frac{3\pi}{8}$$

$$d = \cos \frac{\pi}{16}$$

20

$$e = \cos \frac{3\pi}{16}$$

$$f = \cos \frac{5\pi}{16}$$

30

$$g = \cos \frac{7\pi}{16}$$

40

【0095】

なお、上記フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、図5で示したいわゆる420フォーマットのマクロブロックが入力された場合には、輝度成分に対しては上記ステップS11～ステップS16に示した2ブロック処理を行って縮小逆離散コサイン変換を行い、色差成分に対しては、上記ステップS1～ステップS6に示した1ブロック処理を行って縮小逆離散コサイン変換を行っても良い。

【0096】

以上のように本発明の第1の実施の形態の画像復号装置10では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに4×4の縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして

50

縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号する。この画像復号装置 10 では、このようにフィールド DCT モードとフレーム DCT モードとで異なる処理を行うため、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、かつ、フィールド DCT モードとフレーム DCT モードとで復号した画像の位相を同一とすることができ、出力する画像の画質を劣化させない。

【0097】

なお、上記画像復号装置 10 では、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置 14 の 4×4 の縮小逆離散コサイン変換処理、及び、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置 15 の上記ステップ S1 ～ステップ S6 による 1 ブロック処理による縮小逆離散コサイン変換処理を、高速アルゴリズムを用いて処理してもよい。

10

【0098】

例えば、Wang のアルゴリズム（参考文献：Zhong DE Wang., "Fast Algorithms for the Discrete W Transform and for the Discrete Fourier Transform", IEEE Tr. ASSP-32, N 0.4, pp.803-816, Aug.1984）を用いることにより、処理を高速化することができる。

【0099】

フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置 14 が演算をする行列を、Wang のアルゴリズムを用いて分解すると、以下の式（3）に示すように分解される。

【0100】

【数 9】

$$\begin{aligned}
 [C_d^I]^{-1} &= [C_d^M] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [C_2^M] \\ [C_2^N] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\
 [C_2^M] &= [C_d^I]^T = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad C_r = \cos(r\pi) \\
 [C_2^N] &= \begin{bmatrix} -C_1 & C_9 \\ C_9 & C_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -C_1 + C_9 & 0 \\ 0 & C_1 + C_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots (3)
 \end{aligned}$$

【0101】

また、図6にフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14の処理にWangのアルゴリズムを適用した場合の処理フローを示す。この処理フローに示すように、第1から第5の乗算器14a～14e及び第1から第9の加算器14f～14nを用いて、高速化を実現することができる。

【0102】

フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15が演算をする行列「FS'」を、Wangのアルゴリズムを用いて分解すると、以下の式(4)に示すように分解される。

【0103】

【数10】

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned}
[\mathbf{F}\mathbf{S}'] &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [\mathbf{M}_1] \\ [\mathbf{M}_2] \end{bmatrix} \\
[\mathbf{M}_1] &= \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{A} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{D} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{F} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{H} \end{bmatrix} \\
[\mathbf{M}_2] &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{E} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{G} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{B} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{C} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{I} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{J} \end{bmatrix} \dots (4)
\end{aligned}$$

【 0 1 0 4 】

但し、この式（４）において、 $A \sim J$ は、以下の通りである。

【 0 1 0 5 】

【数 1 1】

$$A = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad F = \frac{\cos \frac{\pi}{8} - \cos \frac{3\pi}{8}}{4}$$

$$D = \frac{1}{4} \quad H = \frac{1}{4} + \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$B = \frac{\cos \frac{\pi}{16} + \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$C = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$E = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$G = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$I = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$J = \frac{\cos \frac{\pi}{16} + 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

【0106】

また、図7にフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15の処理にWangのアルゴリズムを適用した場合の処理フローを示す。この処理フローに示すように、第1から第10の乗算器15a～15j及び第1から第13の加算器15k～15wを用いて、高速化を実現することができる。

【0107】

(第2の実施の形態)

つぎに、本発明の第2の実施の形態の画像復号装置について説明する。なお、この第2の実施の形態の画像復号装置の説明にあたり、上記第1の画像復号装置10と同一の構成要素については図面中に同一の符号を付け、その詳細な説明を省略する。また、第3の実施

10

20

30

40

50

の形態以後もそれ以前の実施の形態と同一の構成要素については図面中に同一の符号を付け、その詳細な説明を省略する。

【0108】

図8に示すように、本発明の第2の実施の形態の画像復号装置30は、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMP EG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに1/2の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

【0109】

この画像復号装置30は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置11と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DC Tブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、フィールドDC Tモードで離散コサイン変換がされたDC Tブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31と、フレームDC Tモードで離散コサイン変換がされたDC Tブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置16と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ17と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置18と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置19と、フレームメモリ17に記憶した画像に対して、画枠変換をしてモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換装置33とを備えている。

【0110】

フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールドDC Tモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31は、フィールドDC Tモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDC Tブロックの全ての係数のうち4×8の係数のみに対して、トップフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向に対して低域の4点の離散コサイン係数に基づき逆離散コサイン変換を行い、垂直方向に対して8点の離散コサイン係数に基づき位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。具体的には、トップフィールドの垂直方向の各画素に対しては、1/4画素分の位相補正を行い、ボトムフィールドの垂直方向の各画素に対しては、3/4画素分の位相補正を行う。そして、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、図9に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/4、9/4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が5/4、13/4・・・となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。

【0111】

フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDC Tモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32は、フレームDC Tモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDC Tブロックに対して、詳細を後述する1ブロック処理或いは2ブロック処理により、トップフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、1ブロック処理或いは2ブロック処理で縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、図9に示すよ

うな、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4$ ・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4$ ・・・となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。

【0112】

フィールドモード用動き補償装置18は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置18は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、 $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置18により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。

10

【0113】

フレームモード用動き補償装置19は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置19は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、 $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置19により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。

【0114】

画枠変換装置33は、フレームメモリ17が記憶した標準解像度の参照画像が供給され、この参照画像をポストフィルタリングにより、画枠を標準解像度のテレビジョンの規格に合致するように変換する。すなわち、画枠変換装置33は、高解像度のテレビジョン規格の画枠を、 $1/4$ に縮小した標準解像度のテレビジョン規格の画枠に変換する。なお、この画枠変換装置33は、フレームメモリ17に格納されている画像がトップフィールドとボトムフィールドとの間に位相ずれが生じていないので、上述した第1の実施の形態の画枠変換・位相ずれ補正装置20と異なり、画素の位相ずれの補正は行わなくて良い。

20

【0115】

本発明の第2の実施の形態の画像復号装置30では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに $1/2$ の解像度に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0116】

つぎに、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31の処理内容について、さらに詳細に説明する。

30

【0117】

フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31には、図10に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1つのDCTブロック単位で入力される。

【0118】

まず、ステップS21において、この1つのDCTブロックの離散コサイン係数 y （DCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_1 \sim y_8$ として図中に示す。）に対して、 8×8 の逆離散コサイン変換（IDCT 8×8 ）を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、 8×8 の復号された画素データ x （DCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_1 \sim x_8$ として図中に示す。）を得ることができる。

40

【0119】

続いて、ステップS22において、この 8×8 の画素データを、 4×8 の位相補正フィルタ行列によりDCTブロック内で閉じた変換を行い、位相補正した画素データ x' （全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 として図中に示す。）を得る。

【0120】

以上のステップS21～ステップS22の処理を行うことにより、フィールドモード用位

50

相補正縮小逆離散コサイン変換装置 31 では、トップフィールドとボトムフィールドとの間で、画素の位相ずれがない画像を生成することができる。

【0121】

また、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 31 では、図 11 に示すように、以上の処理を 1 つの行列 (4×8 位相補正 I D C T 行列) を用いて演算してもよい。

【0122】

つぎに、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 31 により演算が行われる 4×8 位相補正 I D C T 行列の設計手順を図 12 に示し、この 4×8 位相補正 I D C T 行列について説明する。この 4×8 位相補正 I D C T 行列は、プロトタイプフィルタをポリフェーズ分解して作成される。

10

【0123】

ここで、画像復号装置 30 では、図 13 (a) に示すような周波数特性の高解像度画像を、図 13 (b) に示すような信号帯域がローパスフィルタにより半分とされた周波数特性の $1/2$ の解像度の標準解像度画像に、ダウンデコードする。そのため、プロトタイプフィルタに求められる周波数特性は、標準解像度画像の $1/4$ 位相の画素値を得ることができるように、図 13 (c) に示すような 4 倍のオーバーサンプリングを行った周波数特性となる。

【0124】

まず、ステップ S 31 において、ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルからゲインリストを作成する。例えば、図 14 に示すように、ナイキスト周波数以下の周波数を等間隔に $(57-1)/2 = 28$ 分割して、29 個のゲインリストを作成する。

20

【0125】

続いて、ステップ S 32 において、周波数サンプリング法により、57 個のインパルス応答を作成する。すなわち、29 個のゲインリストを逆離散フーリエ変換して、57 個の F I R フィルタのインパルス応答を作成する。この 57 個のインパルス応答を図 15 に示す。

【0126】

続いて、ステップ S 33 において、このインパルス応答に窓関数をかけて、57 タップのフィルタ係数 $c_1 \sim c_{57}$ を作成する。

30

【0127】

このステップ S 33 で作成されたフィルタがプロトタイプフィルタとなる。

【0128】

続いて、ステップ S 34 において、57 個のフィルタ係数 $c_1 \sim c_{57}$ を有するプロトタイプフィルタをポリフェーズ分解して、 $1/4$ 位相補正特性を有する 14 個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_{14}$ のみを取り出し、ポリフェーズフィルタを作成する。

【0129】

ここで、ポリフェーズフィルタとは、図 16 に示すように、入力信号を N 倍にオーバーサンプリングし、オーバーサンプリングして得られた信号から N 画素間隔で画素を抜き出すポリフェーズ分解を行い、入力信号と $1/N$ 位相のずれをもった信号を出力するフィルタである。例えば、入力信号に対して $1/4$ 位相ずれた信号を得るためには、図 17 に示すように、入力信号を 4 倍にオーバーサンプリングして、この信号から $1/4$ 位相ずれた信号を取り出せばよい。

40

【0130】

具体的に、57 個の係数を有するプロトタイプフィルタ $c_1 \sim c_{57}$ から作成された 14 個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_{14}$ は、例えば、以下の式 (5) で示すような係数となる。

【0131】

【数 12】

50

-0.000413627 0.0039878 0.00229913 -0.015080 -0.00939227 0.0561242 0.119497

0.095091 0.017216 -0.0190084 -0.00554409 0.00518009 0.0014488 -0.00122162

... (5)

10

20

30

40

【0132】

このようにポリフェーズフィルタを作成した後、トップフィールド用の 4×8 位相補正IDCT行列と、ボトムフィールド用の 4×8 位相補正IDCT行列とで、設計処理が分割する。

【0133】

まず、トップフィールド用の 4×8 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS35において、フィルタ係数が $1/4$ 位相補正特性となるように、ポリフェーズ分解された14個のフィルタ係数 $c'1 \sim c'14$ から、群遅延が $1/4$ 、 $9/4$ 、 $17/4$ 、 $25/4$ 位相となる8個の係数を取り出し、 4×8 位相補正フィルタ行列を作成する。このように作成された 4×8 位相補正フィルタを、図18に示す。

50

【0134】

例えば、上記式（5）の14個のフィルタ係数 $c'_{11} \sim c'_{14}$ から、以下の式（6）で示すような係数を取り出される。

【0135】

【数13】

$$\left\{ \begin{array}{l} 25/4 \text{ 位相} \\ 17/4 \text{ 位相} \\ 9/4 \text{ 位相} \\ 1/4 \text{ 位相} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} -0.000413627 \quad -0.0039878 \quad 0.00229913 \quad -0.015080 \quad -0.00939227 \quad 0.0561242 \quad 0.119497 \\ 0.00229913 \quad -0.015080 \quad -0.00939227 \quad 0.0561242 \quad 0.119497 \\ -0.00939227 \quad 0.0561242 \quad 0.119497 \\ 0.119497 \end{array} \right\} \dots (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.095091 \\ 0.095091 \quad 0.017216 \quad -0.0190084 \\ 0.095091 \quad 0.017216 \quad -0.0190084 \quad -0.00554409 \quad 0.00518009 \\ 0.095091 \quad 0.017216 \quad -0.0190084 \quad -0.00554409 \quad 0.00518009 \quad 0.0014488 \quad -0.00122162 \end{array} \right\}$$

10

20

30

40

【0136】

式（6）の係数から 4×8 位相補正フィルタ行列を求めると、以下の式（7）で示すような行列となる。

【0137】

【数14】

50

$$\begin{array}{cccccc}
 0.119497 & 0.095091 & 0.017216 & -0.0190084 & -0.00554409 & 0.00518009 \\
 -0.00939227 & 0.0561242 & 0.119497 & 0.095091 & 0.017216 & -0.0014488 \\
 0.00229913 & -0.015080 & -0.00939227 & 0.0561242 & 0.119497 & -0.00554409 \\
 -0.000413627 & 0.0039878 & 0.00229913 & -0.015080 & 0.0561242 & 0.00518009 \\
 & & & & & -0.0190084 \\
 & & & & & -0.0190084 \\
 & & & & & 0.095091 \\
 & & & & & 0.095091
 \end{array}$$

... (7)

10

20

30

40

【0 1 3 8】

この式 (7) で示した 4×8 位相補正フィルタ行列を正規化すると、以下の式 (8) に示すような行列となる。

【0 1 3 9】

【数 1 5】

$$\begin{pmatrix}
 0.561919 & 0.447153 & 0.809559 & -0.0893847 & -0.0280704 & 0.0243587 & 0.0068128 & -0.00574453 \\
 -0.0362407 & 0.216559 & 0.461087 & 0.366915 & 0.066429 & -0.0733453 & -0.0213923 & 0.0199877 \\
 0.00931777 & -0.0611172 & -0.0380645 & 0.227457 & 0.484291 & 0.38538 & 0.069772 & -0.0770364 \\
 -0.00164064 & 0.0158176 & 0.00911943 & -0.0598162 & -0.0372542 & 0.222615 & 0.473982 & 0.377176
 \end{pmatrix} \quad \dots (8)$$

10

20

30

40

【0 1 4 0】

そして、ステップ S 3 6 において、 8×8 の I D C T 行列と、この 4×8 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、トップフィールド用の 4×8 位相補正 I D C T 行列を作成する。

【0 1 4 1】

8×8 の I D C T 行列と上記式 (8) で示す 4×8 の位相補正フィルタとを掛け合わせた 4×8 位相補正 I D C T 行列は、以下の式 (9) に示すような行列となる。

【0 1 4 2】

【数 1 6】

... (9)

0.353553	0.470989	0.378964	0.182877	-0.0419176	-0.0790523	-0.0325452	-0.0123689
0.353553	0.249119	-0.244534	-0.39214	-0.0586254	0.0447449	0.00293145	0.0032419
0.353553	-0.154747	-0.424867	0.327667	0.101844	-0.0599048	0.00729624	-0.0053086
0.353553	-0.437751	0.267694	-0.00183147	-0.156649	0.0892455	-0.0287812	0.0126261

10

20

30

40

【0143】

一方、ボトムフィールド用の 4×8 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS37において、フィルタ係数が $3/4$ 位相補正特性となるように、ポリフェイズ分解された14個のフィルタ係数 $c'1 \sim c'14$ を、左右反転させる。

【0144】

続いて、ステップS38において、左右反転させた14個のフィルタ係数 $c'1 \sim c'14$ から、群遅延が $3/4$ 、 $11/4$ 、 $19/4$ 、 $27/4$ 位相となる8個の係数を取り出し、 4×8 位相補正フィルタ行列を作成する。

【0145】

そして、ステップS39において、 8×8 のIDCT行列と、この 4×8 位相補正フィル

50

タ行列とを掛け合わせ、ボトムフィールド用の 4×8 位相補正IDCT行列を作成する。

【0146】

このようにステップS31～ステップS39の各処理を行うことによって、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31が演算を行う 4×8 位相補正IDCT行列を作成することができる。

【0147】

以上のように、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、この 4×8 位相補正IDCT行列と、入力されたフィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックの係数とを行列演算することにより、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれがない、標準解像度の画像を復号することができる。すなわち、このフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、図9に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4 \cdots$ となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成することができる。

10

【0148】

つぎに、上記フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0149】

なお、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、以下に説明する1ブロック処理及び2ブロック処理のいずれか或いは両者の処理を行うことができる。必要に応じて、1ブロック処理又は2ブロック処理を切り換えて用いても良いし、或いは、いずれか一方の処理のみを行っても良い。

20

【0150】

まず、1ブロック処理について説明する。図19に、1ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0151】

フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32には、図19に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1つのDCTブロック単位で入力される。

【0152】

まず、ステップS41において、この1つのDCTブロックの離散コサイン係数 y に対して、 8×8 の逆離散コサイン変換を行う。続いて、ステップS42において、この 8×8 の画素データをフィールド分離する。続いて、ステップS43において、フィールド分離した2つの画素ブロックそれぞれに対して 4×4 の離散コサイン変換をする。続いて、ステップS44において、各画素ブロックの離散コサイン係数 z の高域成分を間引き、 2×2 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。以上のステップS41からステップS44までの処理は、図3に示す1ブロック処理におけるステップS1からステップS4までの処理と同一である。

30

【0153】

続いて、ステップS45において、トップフィールドに対応する画素ブロックに対しては、 $1/4$ 画素分の位相補正をする 2×4 位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックに対しては、 $3/4$ 画素分の位相補正をする 2×4 位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、 2×2 の画素データ x' （トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_1 、 x'_3 として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_2 、 x'_4 として図中に示す。）を得ることができる。この画素データ x' は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4$ となる標準解像度画

40

50

像（下位レイヤー）を生成する。なお、この 2×4 位相補正 I D C T 行列の設計方法については詳細を後述する。

【0154】

続いて、ステップ S 4 6 において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データとボトムフィールドの画像ブロックの画素データとをフレーム合成する。このステップ S 4 6 の処理は、図 3 に示す 1 ブロック処理におけるステップ S 6 の処理と同一である。

【0155】

以上のステップ S 4 1 ～ステップ S 4 6 の処理を行うことにより、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 3 2 では、画素間の位相ずれがない画像を生成することができる。また、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 3 1 で復号した画像と位相ずれが生じない画像を生成することができる。

10

【0156】

また、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 3 2 では、以上のステップ S 4 1 からステップ S 4 6 までの処理を 1 つの行列を用いて演算してもよい。

【0157】

つぎに、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 3 2 のステップ S 4 5 で演算が行われる 2×4 位相補正 I D C T 行列の設計手順を図 2 0 に示し、この 2×8 位相補正 I D C T 行列について説明する。

【0158】

まず、ステップ S 5 1 において、ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルからゲインリストを作成する。例えば、図 2 1 に示すように、ナイキスト周波数以下の周波数を等間隔に $(25-1)/2 = 12$ 分割して、13 個のゲインリストを作成する。

20

【0159】

続いて、ステップ S 5 2 において、周波数サンプリング法により、25 個のインパルス応答を作成する。すなわち、13 個のゲインリストを逆離散フーリエ変換して、25 個の F I R フィルタのインパルス応答を作成する。この 25 個のインパルス応答を図 2 2 に示す。

【0160】

続いて、ステップ S 5 3 において、このインパルス応答に窓関数をかけて、25 タップのフィルタ係数 $c_1 \sim c_{25}$ を作成する。

30

【0161】

このステップ S 5 3 で作成されたフィルタがプロトタイプフィルタとなる。

【0162】

続いて、ステップ S 5 4 において、25 個のフィルタ係数 $c_1 \sim c_{25}$ を有するプロトタイプフィルタをポリフェーズ分解して、 $1/4$ 位相補正特性を有する 6 個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ のみを取り出し、ポリフェーズフィルタを作成する。

【0163】

具体的に、57 個の係数を有するプロトタイプフィルタ $c_1 \sim c_{25}$ から作成された 14 個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ は、例えば、以下の式 (10) で示すような係数となる。

40

【0164】

【数 17】

... (10)

0.00328948

10

0.0105276

0.0850711

20

0.115645

0.042655

-0.00236073

30

40

【0165】

このようにポリフェーズフィルタを作成した後、トップフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列と、ボトムフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列とで、設計処理が分割する。

【0166】

まず、トップフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS55において、ポリフェーズ分解された6個のフィルタ係数 $c'1 \sim c'6$ から、群遅延が $1/4$ 、 $9/4$ 位相となるように、それぞれ2個の係数を取り出し、 2×4 位相補正フィルタ行列を作成する。このように作成された 2×4 位相補正フィルタを、図23に示す。

50

【0167】

例えば、上記式(10)の6個のフィルタ係数 $c'1 \sim c'6$ から、以下の式(11)で示すような係数を取り出される。

【0168】

【数18】

$$\dots (11)$$

10

0.00328948

0.0105276

20

0.0850711

0.0850711

0.115645

0.115645

0.042655

30

-0.00236073

9/4 位相

1/4 位相

40

【0169】

式(11)の係数から 2×4 位相補正フィルタ行列を求めると、以下の式(12)で示すような行列となる。

【0170】

【数19】

50

$$\begin{array}{cccc} 0.115645 & 0.0850711 & 0.0105276 & 0.00328948 \\ -0.00236073 & 0.042655 & 0.115645 & 0.0850711 \end{array} \dots (12)$$

10

【0171】

この式(12)で示した 2×4 位相補正フィルタ行列を正規化すると、以下の式(13)に示すような行列となる。

【0172】

【数20】

$$\begin{array}{cccc} 0.556108 & 0.409085 & 0.0506245 & -0.0158183 \\ -0.00979515 & 0.176984 & 0.479834 & 0.352977 \end{array} \dots (13)$$

20

【0173】

そして、ステップS56において、 4×4 のIDCT行列と、この 2×4 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、トップフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列を作成する。

【0174】

2×4 のIDCT行列と上記式(13)で示す 2×4 の位相補正フィルタとを掛け合わせた 2×4 位相補正IDCT行列は、以下の式(14)に示すような行列となる。

30

【0175】

【数21】

$$\begin{array}{cccc} 0.5 & 0.470628 & 0.0402901 & -0.0794137 \\ 0.5 & -0.318943 & -0.156819 & 0.0996811 \end{array} \dots (14)$$

40

【0176】

一方、ボトムフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS57において、フィルタ係数が $3/4$ 位相補正特性となるように、ポリフェイズ分解された6個のフィルタ係数 $c'1 \sim c'6$ を、左右反転させる。

【0177】

続いて、ステップS58において、左右反転させた6個のフィルタ係数 $c'1 \sim c'6$ から、群遅延が $3/4$ 、 $11/4$ 位相となるように、それぞれ2個の係数を取り出し、 $2 \times$

50

4 位相補正フィルタ行列を作成する。

【0178】

そして、ステップ S 5 9 において、 4×4 の I D C T 行列と、この 2×4 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、ボトムフィールド用の 2×4 位相補正 I D C T 行列を作成する。

【0179】

以上のようにステップ S 5 1 ～ステップ S 5 9 の各処理を行うことによって、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 3 2 が上記ステップ S 4 5 で演算を行う 2×4 位相補正 I D C T 行列を作成することができる。

【0180】

つぎに、2 ブロック処理について説明する。図 2 4 に、2 ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

10

【0181】

フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 3 2 には、図 2 4 に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、2 つの D C T ブロック単位で入力される。例えば、マクロブロックが 4 つの輝度成分の D C T ブロックと 2 つの色差成分の D C T ブロックとから構成される場合には、垂直方向に隣接した 2 つの D C T ブロックが入力される。例えば、マクロブロックが上述した図 5 に示すように構成されている場合には、輝度成分 (Y) の D C T ブロック 0 と D C T ブロック 2 とが対となって入力され、また、D C T ブロック 1 と D C T ブロック 3 とが対となって入力される。

【0182】

20

まず、ステップ S 6 1 において、2 つの D C T ブロックの離散コサイン係数 y に対して、それぞれ独立に 8×8 の逆離散コサイン変換を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、 8×8 の復号された画素データ x を得ることができる。続いて、ステップ S 6 2 において、2 つの 8×8 の画素データをフィールド分離する。続いて、ステップ S 6 3 において、フィールド分離した 2 つの 8×8 の画素ブロックそれぞれに対して 8×8 の離散コサイン変換をする。続いて、ステップ S 6 4 において、 8×8 の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z の高域成分を間引いて、 4×4 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、 8×8 の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z の高域成分を間引き、 4×4 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

30

【0183】

以上のステップ S 6 1 からステップ S 6 4 までの処理は、図 4 に示す 2 ブロック処理におけるステップ S 1 1 からステップ S 1 4 までの処理と同一である。

【0184】

続いて、ステップ S 6 5 において、トップフィールドの画素ブロックに対しては、 $1/4$ 画素分の位相補正をする 4×8 位相補正 I D C T 行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。また、ボトムフィールドの画素ブロックに対しては、 $3/4$ 画素分の位相補正をする 4×8 位相補正 I D C T 行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、 4×4 の画素データ x' (トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_1, x'_3, x'_5, x'_7 として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_2, x'_4, x'_6, x'_8 として図中に示す。)を得ることができる。この画素データ x' は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4 \cdots$ となる標準解像度画像 (下位レイヤー) を生成する。なお、この 4×8 位相補正 I D C T 行列の設計方法は、上述したフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 3 1 で演算される行列と同一である。

40

【0185】

50

続いて、ステップS 6 6において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データとを、垂直方向に1ラインずつ交互にフレーム合成して、 8×8 の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。

【0186】

以上のステップS 6 1～ステップS 6 6の2ブロック処理を行うことにより、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、画素間の位相ずれがない画像を生成することができる。また、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で復号した画像と位相ずれが生じない画像を生成することができる。

【0187】

また、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、以上のステップS 6 1からステップS 6 6までの処理を1つの行列を用いて演算してもよい。

【0188】

以上のように本発明の第2の実施の形態の画像復号装置30では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに 4×4 の縮小逆離散コサイン変換を行うとともに位相補正をして標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行うとともに位相補正をして標準解像度画像を復号する。この画像復号装置30では、このようにフィールドDCTモードとフレームDCTモードとでそれぞれで処理を行うため飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、かつ、縮小逆離散コサイン変換を行うときに生じるトップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれをなくし、出力する画像の画質を劣化させない。即ち、この画像復号装置30では、フレームメモリ17に格納された復号画像を出力する際に、位相補正をする必要が無く、処理が簡易化するとともに画質の劣化を生じさせない。

【0189】

(第3の実施の形態)

つぎに、本発明の第3の実施の形態の画像復号装置について説明する。

【0190】

図25に示すように、本発明の第3の実施の形態の画像復号装置40は、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMP EG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに $1/2$ の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

【0191】

この画像復号装置40は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置11と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14と、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置16と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ17と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置41と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置42と、フレームメモリ17に記憶した画像に対してポストフィルタリングをすることにより、画枠変換をするとともに画素の位相ずれを補正してテレビジョンモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換・位相ずれ補正装置20とを備

10

20

30

40

50

えている。

【0192】

フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールドDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14は、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示されたDCTブロックに対して、図38で示したような、低域の 4×4 の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向及び垂直方向の低域の4点の離散コサイン係数に基づき縮小逆離散コサイン変換を行う。このフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14では、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、1つのDCTブロックが 4×4 の画素から構成される標準解像度画像を復号することができる。この復号された画像データの各画素の位相は、図2に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が 1 、 $3 \cdots$ となる。

10

【0193】

フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15は、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示されたDCTブロックに対して、縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、1つのDCTブロックが 4×4 の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15で復号された画像データの各画素の位相は、図2に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が 1 、 $3 \cdots$ となる。

20

【0194】

フィールドモード用動き補償装置41は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置41は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形で $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置41により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。

30

【0195】

フレームモード用動き補償装置42は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置42は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形で $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置42により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。

40

【0196】

本発明の第3の実施の形態の画像復号装置40では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに解像度を $1/2$ に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0197】

つぎに、フィールドモード用動き補償装置41及びフレームモード用動き補償装置42について、さらに詳細に説明する。

【0198】

50

まず、フィールドモード用動き補償装置 41 が行う補間処理について説明する。このフィールドモード用動き補償装置 41 では、以下に説明するように、高解像度画像の $1/2$ 画素精度の動き補償に対応するように、フレームメモリ 17 に記憶されている標準解像度画像の画素を補間して、 $1/4$ 画素精度の画素を生成する。

【0199】

水平方向の画素に対しては、まず、2 倍補間フィルタを用いて、フレームメモリ 17 に記憶された整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。フィールドモード用動き補償装置 41 は、例えば、ハーフバンドフィルタを用いて、 $1/2$ 画素精度の画素を生成する。続いて、線形補間フィルタを用いて、2 倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。フィールドモード用動き補償装置 41 では、ハーフバンドフィルタのような 2 倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ 17 に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、このフィールドモード用動き補償装置 41 では、高速な処理を行うことができる。また、このフィールドモード用動き補償装置 41 では、以上の処理を 1 つの行列を用いて演算してもよく、また、4 倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

10

【0200】

垂直方向の画素に対しては、まず、図 26 (a) に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2$ 、 $\dots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が 1 、 3 、 $\dots$ となるような、トップフィールドとボトムフィールドとのフィールド間で位相ずれを含む標準解像度画像の整数精度の画素を、フレームメモリ 17 から取り出す。

20

【0201】

続いて、垂直方向の画素に対しては、図 26 (b) に示すように、ハーフバンドフィルタのような 2 倍補間フィルタを用いて、フィールド内で、フレームメモリ 17 から取り出した整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。すなわち、トップフィールドの整数精度の画素に基づきトップフィールドの $1/2$ 画素精度の画素を生成し、ボトムフィールドの整数精度の画素に基づきボトムフィールドの $1/2$ 画素精度の画素を生成する。例えば、この図 26 (b) に示すように、垂直方向の位相が $7/2$ の位置にあるトップフィールドの画素は、 $\dots 1/2$ 、 $5/2$ 、 $9/2$ 、 $13/2$ 、 $\dots$ の位置にあるトップフィールドの画素から 2 倍補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が 4 の位置にあるボトムフィールドの画素は、 $\dots 1$ 、 3 、 5 、 7 、 $\dots$ の位置にあるボトムフィールドの画素から 2 倍補間をされて生成される。

30

【0202】

続いて、垂直方向の画素に対しては、図 26 (c) に示すように、線形補間フィルタを用いて、フィールド内で、2 倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。すなわち、トップフィールドの $1/2$ 画素精度の画素に基づきトップフィールドの $1/4$ 画素精度の画素を生成し、ボトムフィールドの $1/2$ 画素精度の画素に基づきボトムフィールドの $1/4$ 画素精度の画素を生成する。例えば、この図 26 (c) に示すように、垂直方向の位相が $9/4$ の位置にあるトップフィールドの画素は、 2 、 $5/2$ の位置にあるトップフィールドの画素から線形補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が $10/4$ の位置にあるボトムフィールドの画素は、 $9/4$ 、 $11/4$ の位置にあるボトムフィールドの画素から線形補間をされて生成される。

40

【0203】

このように垂直方向の補間を行うことによりフィールドモード用動き補償装置 41 では、ハーフバンドフィルタのような 2 倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ 17 に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、このフィールドモード用動き補償装置 41 では、高速な処理を行うことができる。また、このフィ

50

ールドモード用動き補償装置 41 では、以上の処理を 1 つの行列を用いて演算してもよく、また、4 倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

【0204】

つぎに、フレームモード用動き補償装置 42 が行う補間処理について説明する。このフレームモード用動き補償装置 42 では、以下に説明するように、高解像度画像の $1/2$ 画素精度の動き補償に対応するように、フレームメモリ 17 に記憶されている標準解像度画像の画素を補間して、 $1/4$ 画素精度の画素を生成する。

【0205】

水平方向の画素に対しては、まず、2 倍補間フィルタを用いて、フレームメモリ 17 に記憶された整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。フレームモード用動き補償装置 42 は、例えば、ハーフバンドフィルタを用いて、 $1/2$ 画素精度の画素を生成する。続いて、線形補間フィルタを用いて、2 倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。フレームモード用動き補償装置 42 では、ハーフバンドフィルタのような 2 倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ 17 に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、このフレームモード用動き補償装置 42 では、高速な処理を行うことができる。また、このフレームモード用動き補償装置 42 では、以上の処理を 1 つの行列を用いて演算してもよく、また、4 倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

【0206】

垂直方向の画素に対しては、まず、図 27 (a) に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が 1 、 $3 \cdots$ となるような、トップフィールドとボトムフィールドとのフィールド間で位相ずれを含む標準解像度画像の整数精度の画素を、フレームメモリ 17 から取り出す。

【0207】

続いて、垂直方向の画素に対しては、図 27 (b) に示すように、ハーフバンドフィルタのような 2 倍補間フィルタを用いて、フィールド内で、フレームメモリ 17 から取り出した整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。すなわち、トップフィールドの整数精度の画素に基づきトップフィールドの $1/2$ 画素精度の画素を生成し、ボトムフィールドの整数精度の画素に基づきボトムフィールドの $1/2$ 画素精度の画素を生成する。例えば、この図 27 (b) に示すように、垂直方向の位相が $7/2$ の位置にあるトップフィールドの画素は、 $\cdots 1/2$ 、 $5/2$ 、 $9/2$ 、 $13/2 \cdots$ の位置にあるトップフィールドの画素から 2 倍補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が 4 の位置にあるボトムフィールドの画素は、 $\cdots 1$ 、 3 、 5 、 $7 \cdots$ の位置にあるボトムフィールドの画素から 2 倍補間をされて生成される。

【0208】

続いて、垂直方向の画素に対しては、図 27 (c) に示すように、線形補間フィルタを用いて、トップフィールドとボトムフィールドの 2 つのフィールド間で、2 倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。例えば、この図 27 (c) に示すように、垂直方向の位相が $1/4$ の位置にある画素は、 0 の位置にあるトップフィールドの画素と、 $1/2$ の位置にあるボトムフィールドの画素から線形補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が $3/4$ の位置にある画素は、 $1/2$ の位置にあるボトムフィールドの画素と 1 の位置にあるトップフィールドの画素から線形補間をされて生成される。

【0209】

このように垂直方向の補間を行うことによりフレームモード用動き補償装置 42 では、ハーフバンドフィルタのような 2 倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演

10

20

30

40

50

算を行うことなく、フレームメモリ17に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、このフィールドモード用動き補償装置41では、高速な処理を行うことができる。また、トップフィールドとボトムフィールドとの間で位相ずれが生じず、いわゆるフィールド反転やフィールドミックスを防ぐことができ、画質の劣化を防止することができる。また、このフレームモード用動き補償装置42では、以上の処理を1つの行列を用いて演算してもよく、また、4倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から1/4精度の画素を生成しても良い。

【0210】

以上のように本発明の第3の実施の形態の画像復号装置40では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに4×4の縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号する。この画像復号装置40では、このようにフィールドDCTモードとフレームDCTモードとでそれぞれで処理を行うため飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、かつ、フィールドDCTモードとフレームDCTモードとで復号した画像の位相を同一とすることができ、出力する画像の画質を劣化させない。さらに、この画像復号装置40では、動き補償に起因する画質の劣化を防止する。また、この画像復号装置40では、動き補償の際に、2倍補間フィルタを用いてフレームメモリ17に記憶した画像の補間をすることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、高速に処理ができる。

【0211】

なお、この画像復号装置40では、入力されたビットストリーム中の動きベクトルの値に応じて、必要な画素のみを生成しても良い。また、水平方向と垂直方向の動きベクトルの値に応じたフィルタ係数を予め用意しておき、垂直方向と水平方向の補間を1度に行っても良い。

【0212】

ところで、この第3の実施の形態の画像復号装置40のフレームモード用動き補償装置42は、以下に説明するように垂直方向の画素に対して、トップフィールドとボトムフィールドとを区別せずに補間処理を行っても良い。

【0213】

まず、図28(a)に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となるような、トップフィールドとボトムフィールドとのフィールド間で位相ずれを含む標準解像度画像の整数精度の画素を、フレームメモリ17から取り出す。なお、この図28には、トップフィールドとボトムフィールドとを区別せずに画素値を記載している。

【0214】

続いて、垂直方向の画素に対して、不等間隔のサンプリング点から補間値を生成するフィルタを用いて、トップフィールドとボトムフィールドとの間で補間を行い、図28(c)に示すような1/4画素精度の画素を生成する。この不等間隔のサンプリング点から補間値を生成するフィルタは、例えば、N次元曲線近似方式等を用いて設計することが可能である。N次元曲線近似等を用いて設計されたフィルタを用いることにより、フレームメモリ17から取り出された画素をそのまま出力する場合には、演算を行う必要がなく、処理を高速化することができる。

【0215】

また、垂直方向の画素に対しては、図28(b)に示すようにトップフィールドとボトムフィールドとの間で画素の補間を行って1/2画素精度の画素を生成し、図28(c)に示すように、線形補間フィルタを用いてトップフィールドとボトムフィールドの2つのフィールド間で1/4画素精度の画素を生成してもよい。この場合、2段階のフィルタ処理に相当する係数を予め用意しておき、その係数をフレームメモリ17から取り出した画素値に直接演算することにより、動き補償の処理を高速化することができる。

【0216】

フレームモード用動き補償装置42は、図27で示したフィールド内で2倍補間を行う補間処理と、図28で示したフィールドを区別せずに行う補間処理とを、所定の条件で切り換えて、画像の内容等に応じた最適な補間処理を行っても良い。

【0217】

(第4の実施の形態)

つぎに、本発明の第4の実施の形態の画像復号装置について説明する。

【0218】

図29に示すように、本発明の第4の実施の形態の画像復号装置50は、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに1/2の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

10

【0219】

この画像復号装置50は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置11と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31と、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置16と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ17と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置51と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置52と、フレームメモリ17に記憶した画像に対して、画枠変換をしてモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換装置33とを備えている。

20

【0220】

フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールドDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31は、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックの全ての係数のうち4×8の係数のみに対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向に対して低域の4点の離散コサイン係数に基づき逆離散コサイン変換を行い、垂直方向に対して8点の離散コサイン係数に基づき位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。具体的には、トップフィールドの垂直方向の各画素に対しては、1/4画素分の位相補正を行い、ボトムフィールドの垂直方向の各画素に対しては、3/4画素分の位相補正を行う。そして、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、図9に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/4、9/4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が5/4、13/4・・・となる標準解像度画像(下位レイヤー)を生成する。

30

40

【0221】

フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32は、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、1ブロック処理或いは2ブロック処理により、トップフィールドと

50

ボトムフィールドとの間の垂直方向の画素の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、1ブロック処理或いは2ブロック処理で縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、図9に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4 \cdots$ となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。

【0222】

フィールドモード用動き補償装置51は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置51は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、 $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置51により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。

10

【0223】

フレームモード用動き補償装置52は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置52は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、 $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置52により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。

20

【0224】

本発明の第4の実施の形態の画像復号装置50では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMP EG2で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに $1/2$ の解像度に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0225】

つぎに、フィールドモード用動き補償装置51及びフレームモード用動き補償装置52について、さらに詳細に説明する。

【0226】

まず、フレームモード用動き補償装置52が行う補間処理について説明する。このフレームモード用動き補償装置52では、以下に説明するように、高解像度画像の $1/2$ 画素精度の動き補償に対応するように、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の画素を補間して、 $1/4$ 画素精度の画素を生成する。

30

【0227】

水平方向の画素に対しては、まず、2倍補間フィルタを用いて、フレームメモリ17に記憶された整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。フィールドモード用動き補償装置51は、例えば、ハーフバンドフィルタを用いて、 $1/2$ 画素精度の画素を生成する。続いて、線形補間フィルタを用いて、2倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。フィールドモード用動き補償装置51では、ハーフバンドフィルタのような2倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ17に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、このフィールドモード用動き補償装置51では、高速な処理を行うことができる。また、このフィールドモード用動き補償装置51では、以上の処理を1つの行列を用いて演算してもよく、また、4倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

40

【0228】

垂直方向の画素に対しては、まず、図30(a)に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2$ 、 $9/2 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $3/2$ 、 $7/2$ 、 $11/2 \cdots$ となるような、トップフィールドと

50

ボトムフィールドとのフィールド間で位相ずれが補正された標準解像度画像の整数精度の画素を、フレームメモリ17から取り出す。

【0229】

続いて、垂直方向の画素に対しては、図30(b)に示すように、ハーフバンドフィルタのような2倍補間フィルタを用いて、フィールド内で、フレームメモリ17から取り出した整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。すなわち、トップフィールドの整数精度の画素に基づきトップフィールドの $1/2$ 画素精度の画素が生成され、ボトムフィールドの整数精度の画素に基づきボトムフィールドの $1/2$ 画素精度の画素が生成される。例えば、この図30(b)に示すように、垂直方向の位相が $7/2$ の位置にあるトップフィールドの画素は、 $\dots 1/2, 5/2, 9/2, 13/2 \dots$ の位置にあるトップフィールドの画素から2倍補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が $9/2$ の位置にあるボトムフィールドの画素は、 $\dots 3/2, 7/2, 11/2, 15/2 \dots$ の位置にあるボトムフィールドの画素から2倍補間をされて生成される。

10

【0230】

続いて、垂直方向の画素に対しては、図30(c)に示すように、線形補間フィルタを用いて、フィールド内で、2倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。すなわち、トップフィールドの $1/2$ 画素精度の画素に基づきトップフィールドの $1/4$ 画素精度の画素を生成し、ボトムフィールドの $1/2$ 画素精度の画素に基づきボトムフィールドの $1/4$ 画素精度の画素を生成する。例えば、この図30(c)に示すように、垂直方向の位相が $9/4$ の位置にあるトップフィールドの画素は、 $2, 5/2$ の位置にあるトップフィールドの画素から線形補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が $11/4$ の位置にあるボトムフィールドの画素は、 $10/4, 3$ の位置にあるボトムフィールドの画素から線形補間をされて生成される。

20

【0231】

このように垂直方向の補間を行うことによりフィールドモード用動き補償装置51では、ハーフバンドフィルタのような2倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ17に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、このフィールドモード用動き補償装置51では、高速な処理を行うことができる。また、このフィールドモード用動き補償装置51では、以上の処理を1つの行列を用いて演算してもよく、また、4倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

30

【0232】

つぎに、フレームモード用動き補償装置52が行う補間処理について説明する。このフレームモード用動き補償装置52では、以下に説明するように、高解像度画像の $1/2$ 画素精度の動き補償に対応するように、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の画素を補間して、 $1/4$ 画素精度の画素を生成する。

【0233】

水平方向の画素に対しては、まず、2倍補間フィルタを用いて、フレームメモリ17に記憶された整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。フレームモード用動き補償装置52は、例えば、ハーフバンドフィルタを用いて、 $1/2$ 画素精度の画素を生成する。続いて、線形補間フィルタを用いて、2倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。フレームモード用動き補償装置52では、ハーフバンドフィルタのような2倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ17に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、このフレームモード用動き補償装置52では、高速な処理を行うことができる。また、このフレームモード用動き補償装置52では、以上の処理を1つの行列を用いて演算してもよく、また、4倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

40

50

【0234】

垂直方向の画素に対しては、まず、図31(a)に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2$ 、 $9/2$ ・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $3/2$ 、 $7/2$ 、 $11/2$ ・・・となるような、トップフィールドとボトムフィールドとのフィールド間で位相ずれが無い標準解像度画像の整数精度の画素を、フレームメモリ17から取り出す。

【0235】

続いて、垂直方向の画素に対しては、図31(b)に示すように、一方のフィールドに対しては、ハーフバンドフィルタのような2倍補間フィルタを用いて、フレームメモリ17から取り出した整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。また、他方のフィールドに対しては、フィルタを用いて、フレームメモリ17から取り出した整数精度の画素から、 $1/4$ 及び $3/4$ 位相ずれた画素を生成する。例えば、トップフィールドの整数精度の画素に基づきトップフィールドの $1/2$ 画素精度の画素を生成し、ボトムフィールドの整数精度の画素に基づきボトムフィールドの $1/4$ 、 $3/4$ 画素分の位相がずれた画素を生成する。具体的には、この図31(b)に示すように、垂直方向の位相が $7/2$ の位置にあるトップフィールドの画素は、・・・ $1/2$ 、 $5/2$ 、 $9/2$ 、 $13/2$ ・・・の位置にあるトップフィールドの画素から2倍補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が4及び5の位置にあるボトムフィールドの画素は、・・・ $3/2$ 、 $7/2$ 、 $11/2$ 、 $15/2$ ・・・の位置にあるボトムフィールドの画素から $1/4$ 又は $3/4$ 位相がずれた補間がされて生成される。

【0236】

続いて、垂直方向の画素に対しては、図31(c)に示すように、線形補間フィルタを用いて、トップフィールドとボトムフィールドの2つのフィールド間で、生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。例えば、この図31(c)に示すように、垂直方向の位相が $1/4$ の位置にある画素は、0の位置にあるトップフィールドの画素と、 $1/2$ の位置にあるボトムフィールドの画素から線形補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が $3/4$ の位置にある画素は、 $1/2$ の位置にあるボトムフィールドの画素と1の位置にあるトップフィールドの画素から線形補間をされて生成される。

【0237】

このように垂直方向の補間を行うことによりフレームモード用動き補償装置52では、ハーフバンドフィルタのような2倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ17に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、このフィールドモード用動き補償装置51では、高速な処理を行うことができる。また、トップフィールドとボトムフィールドとの間で位相ずれが生じず、いわゆるフィールド反転やフィールドミックスを防ぐことができ、画質の劣化を防止することができる。また、このフレームモード用動き補償装置52では、以上の処理を1つの行列を用いて演算してもよく、また、4倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

【0238】

以上のように本発明の第3の実施の形態の画像復号装置50では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに 4×4 の縮小逆離散コサイン変換を行うとともに位相ずれを補正した標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行い位相ずれを補正した標準解像度画像を復号する。この画像復号装置50では、このようにフィールドDCTモードとフレームDCTモードとでそれぞれで処理を行うため飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、かつ、フィールドDCTモードとフレームDCTモードとで復号した画像の位相を同一とすることができ、出力する画像の画質を劣化させない。さらに、この画像復号装置50では、動き補償に起因する画質の劣化を防止する。また、この画像復号装置50では、動き補償の際に、2倍補間フィルタを用いてフレームメモリ17に記憶した画像の補間をすることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、高速に処理

10

20

30

40

50

ができる。

【0239】

なお、この画像復号装置50では、入力されたビットストリーム中の動きベクトルの値に応じて、必要な画素のみを生成しても良い。また、水平方向と垂直方向の動きベクトルの値に応じたフィルタ係数を予め用意しておき、垂直方向と水平方向の補間を1度に行っても良い。

【0240】

ところで、この第4の実施の形態の画像復号装置50のフレームモード用動き補償装置52は、以下に説明するように垂直方向の画素に対して、トップフィールドとボトムフィールドとを区別せずに補間処理を行っても良い。

10

【0241】

まず、図32(a)に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2$ ・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $3/2$ 、 $7/2$ ・・・となるような、トップフィールドとボトムフィールドとのフィールド間で位相ずれが無い標準解像度画像の整数精度の画素を、フレームメモリ17から取り出す。なお、この図32には、トップフィールドとボトムフィールドとを区別せずに画素値を記載している。

【0242】

続いて、垂直方向の画素に対して、ハーフバンドフィルタ等の2倍補間フィルタ等を用いて、トップフィールドとボトムフィールドとの間で補間を行い、図32(b)に示すような $1/2$ 画素精度の画素を生成する。このハーフバンドフィルタ等を用いることにより、フレームメモリ17から取り出された画素をそのまま出力する場合には、演算を行う必要がなく、処理を高速化することができる。

20

【0243】

続いて、2倍補間をした画素を、フィールド間で線形補間フィルタを用いて補間を行い、図32(c)に示すような $1/4$ 画素精度の画素を生成する。

【0244】

フレームモード用動き補償装置52は、このような2段階のフィルタ処理に相当する係数を予め用意しておき、その係数をフレームメモリ17から取り出した画素値に直接演算することにより、動き補償の処理を高速化することができる。

30

【0245】

また、フレームモード用動き補償装置52は、 $1/4$ 補間フィルタを用いて、図32(a)に示す整数精度の画素から、図32(c)に示す $1/4$ 画素精度の画素を直接生成してもよい。

【0246】

また、フレームモード用動き補償装置52は、図31で示したフィールド内で2倍補間を行う補間処理と、図32で示したフィールドを区別せずに行う補間処理とを、所定の条件で切り換えて、画像の内容等に応じた最適な補間処理を行っても良い。

【0247】

(第5の実施の形態)

40

つぎに、本発明の第5の実施の形態の画像復号装置について説明する。

【0248】

図33に示すように、本発明の第5の実施の形態の画像復号装置60は、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMP EG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに $1/2$ の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

【0249】

この画像復号装置60は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置11と、データの発生頻度に応じ

50

た符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置 12 と、DCT ブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置 13 と、フィールド DCT モードで離散コサイン変換がされた DCT ブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置 14 と、フレーム DCT モードで離散コサイン変換がされた DCT ブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置 15 と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置 16 と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ 17 と、フレームメモリ 17 が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置 61 と、フレームメモリ 17 が記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置 62 と、フィールドモード用動き補償装置 61 のフィルタリングのタップ数を決定するフィールドモード用フィルタ決定装置 63 と、フレームモード用動き補償装置 62 のフィルタリングのタップ数を決定するフレームモード用フィルタ決定装置 64 と、フレームメモリ 17 に記憶した画像に対してポストフィルタリングをすることにより、画枠変換をするとともに画素の位相ずれを補正してテレビジョンモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換・位相ずれ補正装置 20 とを備えている。

10

【0250】

フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置 14 は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールド DCT モードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置 14 は、フィールド DCT モードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示された DCT ブロックに対して、図 38 で示したような、低域の 4×4 の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向及び垂直方向の低域の 4 点の離散コサイン係数に基づき縮小逆離散コサイン変換を行う。このフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置 14 では、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、1 つの DCT ブロックが 4×4 の画素から構成される標準解像度画像を復号することができる。この復号された画像データの各画素の位相は、図 2 に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が 1 、 $3 \cdots$ となる。

20

30

【0251】

フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置 15 は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレーム DCT モードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置 15 は、フレーム DCT モードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示された DCT ブロックに対して、縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置 15 では、1 つの DCT ブロックが 4×4 の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置 14 で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置 15 で復号された画像データの各画素の位相は、図 2 に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が 1 、 $3 \cdots$ となる。

40

【0252】

フィールドモード用動き補償装置 61 は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置 61 は、フレームメモリ 17 に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、位相ずれ成分を考慮した形で $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置 61 により動き補償がされた参照画像は、加算装置 16 に供給され、インター画像に合成される。このフィールドモード用動き補償装置 61 は、所定のタップ数のフィルタリングをして補間処理を行うが、このフィルタリ

50

ングのタップ数は、フィールドモード用フィルタ決定装置 6 3 により決定される。

【0253】

フレームモード用動き補償装置 6 2 は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置 6 2 は、フレームメモリ 1 7 に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、位相ずれ成分を考慮した形で 1 / 4 画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置 6 2 により動き補償がされた参照画像は、加算装置 1 6 に供給され、インター画像に合成される。このフレームモード用動き補償装置 6 2 は、所定のタップ数のフィルタリングをして補間処理を行うが、このフィルタリングのタップ数は、フレームモード用フィルタ決定装置 6 4 により決定される。

10

【0254】

フィールドモード用フィルタ決定装置 6 3 は、入力された高解像度画像のビットストリームの中のマクロブロックに関する情報に基づき、上記フィールドモード用動き補償装置 6 1 がフィルタリングをする際のタップ数を決定する。

【0255】

ここで、高解像度画像を標準解像度の画像に縮小する場合、出力する標準解像度画像の画質と、フィルタリングを行う際のタップ数とは、トレードオフの関係が成り立つ。すなわち、フィルタリングのタップ数を増やすことにより出力する標準解像度画像の画質は向上するが、フィルタリングのタップ数を増やすことにより演算量が増加する。つまり、演算能力の低いフィールドモード用動き補償装置 6 1 を用いている場合には、フィルタリングのタップ数を増やして画質を向上させると、リアルタイムに動作しなくなる可能性が生じる。反対に、フィルタリングのタップ数を減らしてリアルタイム性を確保している場合には、画質が劣化する。

20

【0256】

このフィールドモード用フィルタ決定装置 6 3 では、マクロブロックに関する情報に基づき、フィールドモード用動き補償装置 6 1 のタップ数を切り換え、出力する標準解像度画像の画質を向上させるとともにリアルタイム性も確保している。

【0257】

フレームモード用フィルタ決定装置 6 4 は、入力された高解像度画像のビットストリームの中のマクロブロックに関する情報に基づき、上記フレームモード用動き補償装置 6 2 がフィルタリングをする際のタップ数を決定する。

30

【0258】

このフレームモード用フィルタ決定装置 6 4 では、マクロブロックに関する情報に基づき、フィールドモード用フィルタ決定装置 6 3 のタップ数を切り換え、出力する標準解像度画像の画質を向上させるとともにリアルタイム性も確保している。

【0259】

本発明の第 5 の実施の形態の画像復号装置 6 0 では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像を M P E G 2 で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに解像度を 1 / 2 に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0260】

40

つぎに、フィールドモード用フィルタ決定装置 6 3 及びフレームモード用フィルタ決定装置 6 4 により行われるフィルタのタップ数の決定処理について説明する。フィールドモード用フィルタ決定装置 6 3 及びフレームモード用フィルタ決定装置 6 4 は、例えば、例えば、ビットストリーム解析装置 1 1 により解析された入力されたビットストリーム中の情報を基に、フィルタのタップ数を決定する。

【0261】

フィルタのタップ数の決定のための情報は、例えば、次の 6 通りの情報及びこれらの組み合わせとなる。

【0262】

第 1 に、処理されるデータが輝度信号であるか、色差信号であるかによりフィルタのタッ

50

プ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0263】

画質の主観的な評価は、輝度信号により大きく影響する。また、デジタルテレビジョン放送で用いられる420フォーマットにおいては、輝度信号は色差信号の4倍の情報を持つ。さらに、MPEG2では、符号化時に、輝度信号を用いて検出された動きベクトルが色差信号にも用いられる。このため、輝度信号のための動き補償には多くのタップ数を用いたフィルタリングを施し、色差信号のための動き補償には線形補間、若しくはそれに近い、少ないタップ数によるフィルタリングを施すことで、見た目の画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0264】

第2に、処理されるデータが、Pピクチャに属するものであるか、Bピクチャに属するものであるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0265】

上記画像復号装置60のようなMPEG等のビットストリームのDCT係数の低域のみを復号する装置においては、動き補償に起因する誤差の蓄積による画質の劣化が生じる。Pピクチャにおける誤差は、次のPピクチャ及びBピクチャに影響を及ぼす。しかしながら、Bピクチャにおける誤差は、伝搬しない。このため、Pピクチャに属する画素の動き補償には多くのタップ数を用いたフィルタリングを施し、Bピクチャに属する画素の動き補償には線形補間、若しくはそれに近い、少ないタップ数によるフィルタリングを施すことで、画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0266】

第3に、処理されるデータの動き補償モードが、前方向予測モード／後方向予測モードであるか、双方向予測モードであるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0267】

第2の場合と同様の理由により、前方向予測モード若しくは後方向予測モードの場合の動き補償には多くのタップ数を用いたフィルタリングを施し、双方向予測モードの場合の動き補償には線形補間、若しくは、それに近い、少ないタップ数によるフィルタリングを施すことで、画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0268】

第4に、処理されるデータを含むマクロブロックの動きベクトルの値がどのような値であるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0269】

例えば、動き補償装置が、動きベクトルの値により1/2画素精度の位相に相当する画素値を出力する場合に比べて、1/4画素精度の位相に相当する画素値を出力する場合の方が、少ないタップ数で補間を行っても画質劣化が目立ちにくい。そのため、動きベクトルの値に応じてフィルタのタップ数を切り換えることで、画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0270】

第5に、水平方向の補間処理であるか、垂直方向の補間処理であるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0271】

特に飛び越し走査画像の場合、フィルタのタップ数の減少による画質の劣化は、水平方向よりも垂直方向により顕著である。そのため、垂直方向に対する動き補償には多くのタップ数を用いたフィルタリングを施し、水平方向に対する動き補償には線形補間、若しくはそれに近い、少ないタップ数によるフィルタリングを施すことで、画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0272】

第6に、処理されるデータが、フィールド動き補償モードであるか、フレーム動き補償モードであるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0273】

一般的な画像符号化装置においては、フィールド間の差分の大きいマクロブロックに対してはフィールド動き補償モードで処理が施され、小さいマクロブロックに対してはフレーム動き補償モードで処理が施される。そのため、フィールド動き補償モードに多くのタップ数を割り当て、フレーム動き補償モードに少ないタップ数を割り当てることで画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0274】

以上のように本発明の第5の実施の形態の画像復号装置60では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに 4×4 の縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号する。この画像復号装置60では、このようにフィールドDCTモードとフレームDCTモードとでそれぞれで処理を行うため飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、かつ、フィールドDCTモードとフレームDCTモードとで復号した画像の位相を同一とすることができ、出力する画像の画質を劣化させない。さらに、この画像復号装置60では、マクロブロックに関する情報に基づき、フィールドモード用フィルタ決定装置63のタップ数を切り換えることにより、動き補償に起因する画質の劣化を防止するとともに、動き補償の演算量を削減することができる。

【0275】

なお、この本発明の第5の実施の形態の画像復号装置60のフィールドモード用フィルタ決定装置63及びフレームモード用フィルタ決定装置64を、上述した第3、第4の実施の形態の画像復号装置40、50に適用しても良い。

【0276】

以上本発明の第1～第5の実施の形態の画像復号装置について説明したが、本発明で処理されるデータは、MPEG2方式の画像データに限られない。すなわち、所定の画素ブロック単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック単位で直交変換することによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データであればどのようなデータであってもよい。例えば、ウェーブレット方式等を用いた圧縮画像データであってもよい。

【0277】

【発明の効果】

本発明では、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して $1/4$ 画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して $3/4$ 画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して $1/4$ 画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して $3/4$ 画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する。そして、この画像復号装置では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを出力する。

【0278】

このことにより、本発明では、復号に必要な演算量及び記憶容量を少なくすることができるとともに、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、出力する第2の解像度の動画像データの画素の位相ずれをなくすることができる。すなわち、出力した動画像データをフィルタ処理することなく、表示することができる。また、第2の解像度の動画像データの画質を向上させることができる。

【0279】

本発明では、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた2つの直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する。そして、この画像復号装置では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを出力する。

10

【0280】

このことにより、本発明では、復号に必要な演算量及び記憶容量を少なくすることができるとともに、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、出力する第2の解像度の動画像データの画素の位相ずれをなくすることができる。すなわち、出力した動画像データをフィルタ処理することなく、表示することができる。また、第2の解像度の動画像データの画質を向上させることができる。

【0281】

本発明では、記憶している参照画像データのマクロブロックの画素に対して補間をして、1/4画素精度の画素から構成されるマクロブロックを生成する。

【0282】

20

このことにより、本発明では、フィールド動き予測モードとフレーム動き予測モードとによる動き補償の際の画素の位相ずれをなくし、動き補償に起因する画質の劣化を防止することができる。

【0283】

本発明では、フィルタのタップ数を切り換えて、記憶している参照画像データのマクロブロックの各画素に対して補間をして、1/4画素精度の画素から構成されるマクロブロックを生成する。

【0284】

このことにより、本発明では、画質を劣化させずに動き補償の際の演算量を少なくすることができ、処理の高速化を図ることができる。

30

【0285】

本発明では、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた参照画像データのマクロブロックの各画素に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間で補間をして、1/4画素精度の画素から構成されるマクロブロックを生成する。

【0286】

このことにより、本発明では、動き補償に起因する画質の劣化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図2】上記第1の実施の形態の画像復号装置のフレームメモリに格納される参照画像の垂直方向の画素の位相を説明するための図である。

40

【図3】上記第1の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置の1ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図4】上記第1の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置の2ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図5】420フォーマットのマクロブロック内の輝度成分及び色差成分のDCTブロックについて説明をする図である。

【図6】Wangのアルゴリズムを上記第1の実施の形態の画像復号装置のフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置の処理に適用した場合の演算フローを示す図である。

【図7】Wangのアルゴリズムを上記第1の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置の1ブロック処理に適用した場合の演算フローを示す図

50

である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図 9】上記第 2 の実施の形態の画像復号装置のフレームメモリに格納される参照画像の垂直方向の画素の位相を説明するための図である。

【図 10】上記第 2 の実施の形態の画像復号装置のフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の処理内容を説明するための図である。

【図 11】1 つの行列により処理を行う場合の上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の処理内容を説明するための図である。

【図 12】上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる 4×8 位相補正 I D C T 行列の設計手順を説明するためのフローチャートである。

【図 13】上記 4×8 位相補正 I D C T 行列の設計に必要となるプロトタイプフィルタの周波数特性を説明するための図である。

【図 14】ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルから作成されたゲインのリストを説明するための図である。

【図 15】上記ゲインリストを逆離散フーリエ変換して作成されたインパルス応答を説明するための図である。

【図 16】ポリフェイズフィルタを説明するための図である。

【図 17】入力信号に対して $1/4$ 位相ずれた信号を出力するポリフェイズフィルタを説明するための図である。

【図 18】上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる 4×8 位相補正 I D C T 行列を説明するための図である。

【図 19】上記第 2 の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の 1 ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図 20】フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる 2×4 位相補正 I D C T 行列の設計手順を説明するためのフローチャートである。

【図 21】ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルから作成されたゲインのリストを説明するための図である。

【図 22】上記ゲインリストを逆離散フーリエ変換して作成されたインパルス応答を説明するための図である。

【図 23】上記フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる 2×4 位相補正 I D C T 行列を説明するための図である。

【図 24】上記第 2 の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の 2 ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図 25】本発明の第 3 の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図 26】上記第 3 の実施の形態の画像復号装置のフィールドモード用動き補償装置における補間処理を説明するための図である。

【図 27】上記第 3 の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用動き補償装置における補間処理を説明するための図である。

【図 28】上記第 3 の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用動き補償装置における他の補間処理を説明するための図である。

【図 29】本発明の第 4 の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図 30】上記第 4 の実施の形態の画像復号装置のフィールドモード用動き補償装置における補間処理を説明するための図である。

【図 31】上記第 4 の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用動き補償装置における補間処理を説明するための図である。

【図 32】上記第 4 の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用動き補償装置における他の補間処理を説明するための図である。

【図 33】本発明の第 5 の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図 34】従来の第 1 のダウンデコーダを示すブロック図である。

【図 35】従来の第 2 のダウンデコーダを示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 3 6】従来の第 3 のダウンデコーダを示すブロック図である。

【図 3 7】従来の画像復号装置のブロック図である。

【図 3 8】上記従来の画像復号装置のフィールド D C T モードにおける縮小逆離散コサイン変換処理を説明するための図である。

【図 3 9】上記従来の画像復号装置のフィールド D C T モードにおける縮小逆離散コサイン変換処理を説明するための図である。

【図 4 0】上記従来の画像復号装置のフィールド動き予測モードにおける線形補間処理を説明するための図である。

【図 4 1】上記従来の画像復号装置のフレーム動き予測モードにおける線形補間処理を説明するための図である。

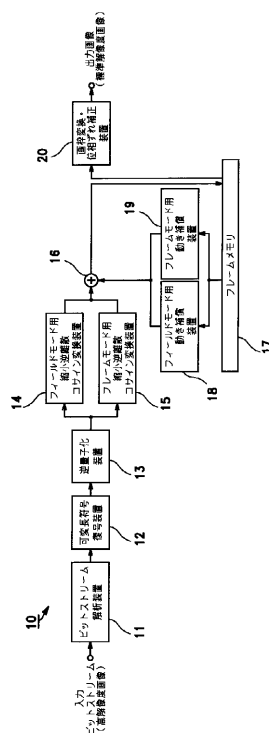
【図 4 2】上記従来の画像復号装置のフィールド D C T モードの結果得られる画素の位相を説明するための図である。

【図 4 3】上記従来の画像復号装置のフレーム D C T モードの結果得られる画素の位相を説明するための図である。

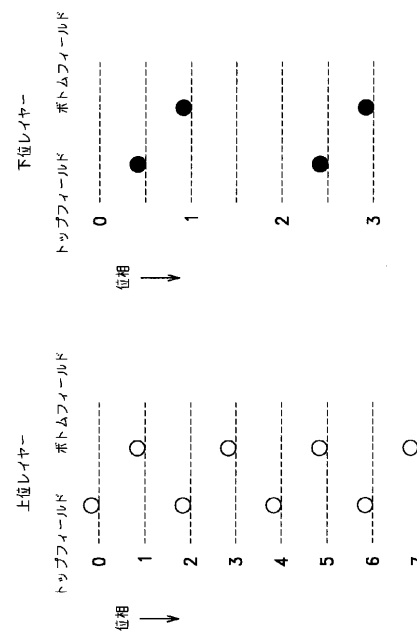
【符号の説明】

1 0, 3 0, 4 0, 5 0, 6 0 画像復号装置、1 4 フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置、1 5 フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置、1 6 加算装置、1 7 フレームメモリ、1 8, 4 1, 6 1 フィールドモード用動き補償装置、1 9, 4 2, 6 2 フレームモード用動き補償装置、2 0 画枠変換・位相ずれ補正装置、3 1 フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置、3 2 フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置、3 3 画枠変換装置

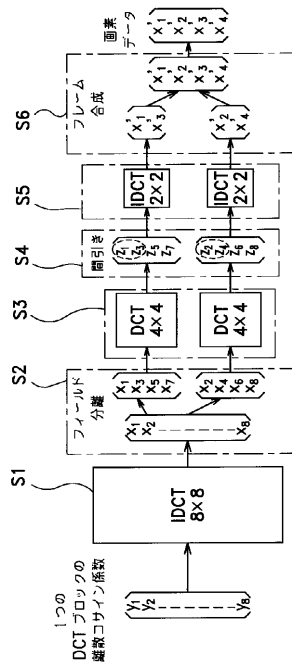
【図 1】



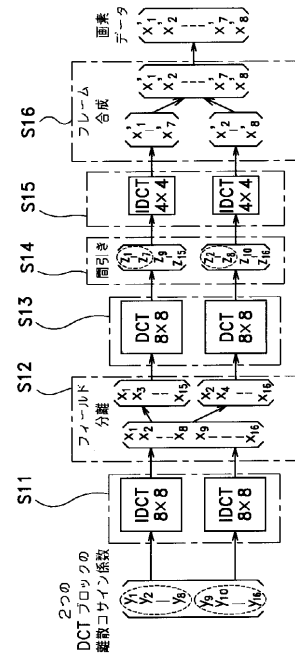
【図 2】



【図 3】



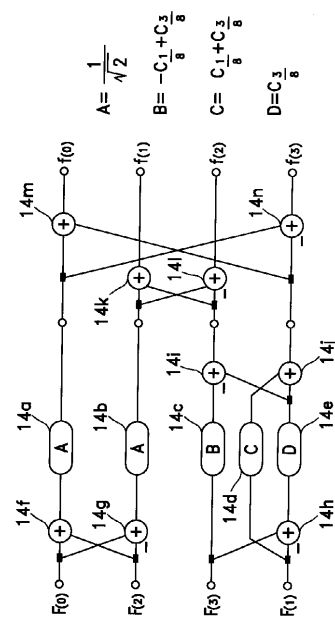
【図 4】



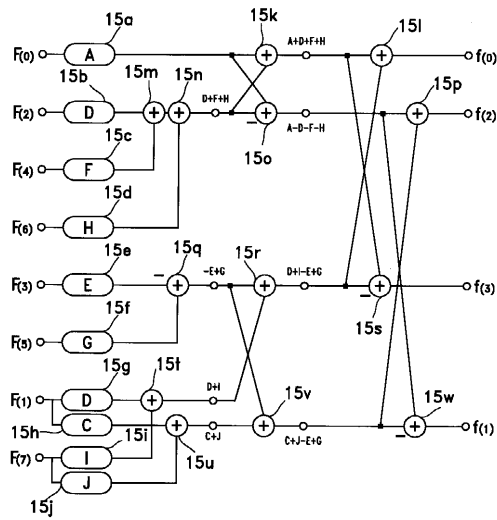
【図 5】

Y		Cb	Cr
0	1	4	5
2	3		

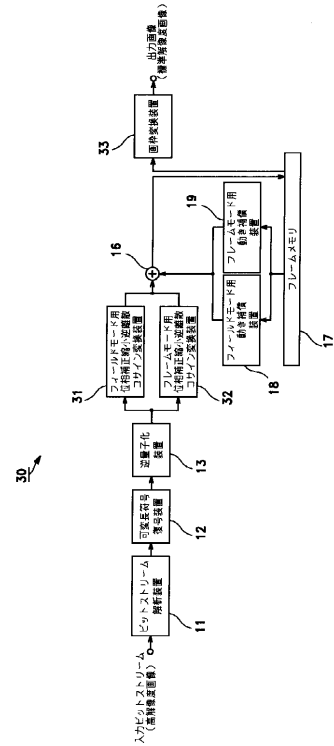
【図 6】



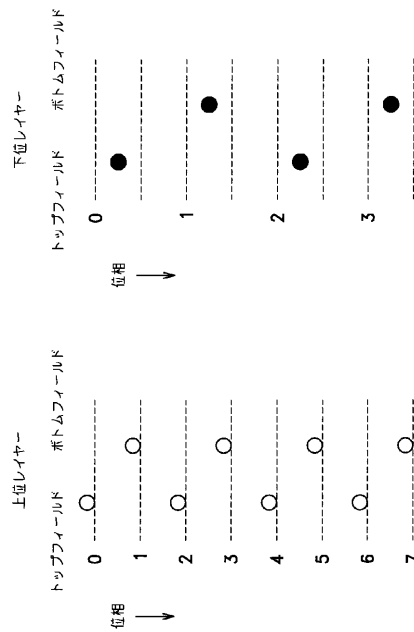
【図 7】



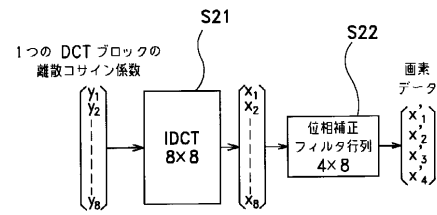
【図 8】



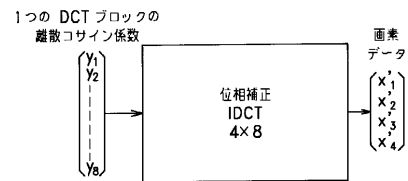
【図 9】



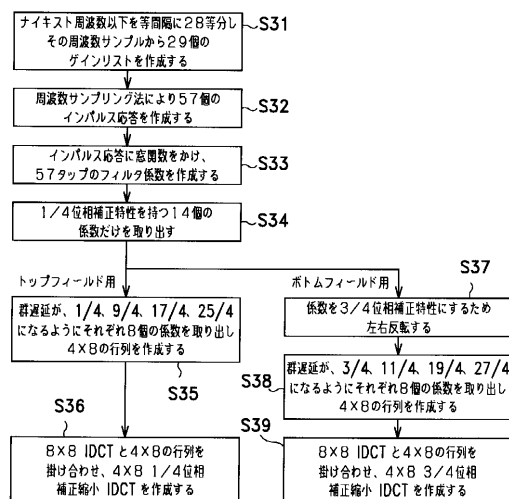
【図 10】



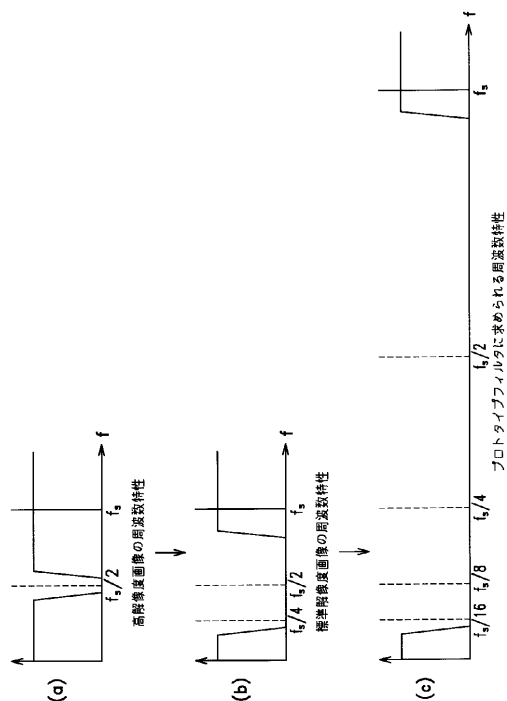
【図 11】



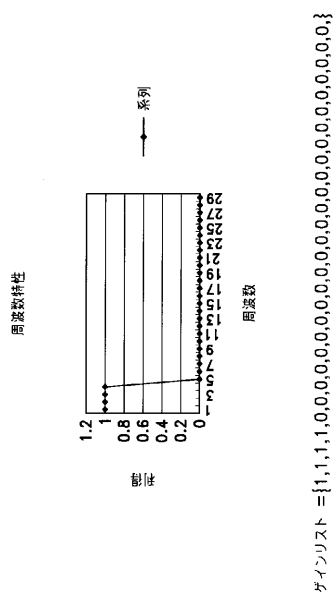
【图 1 2】



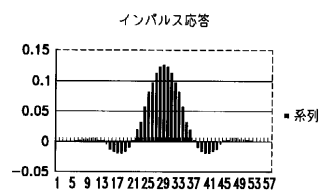
【图 13】



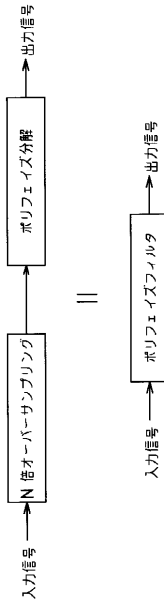
【 図 1 4 】



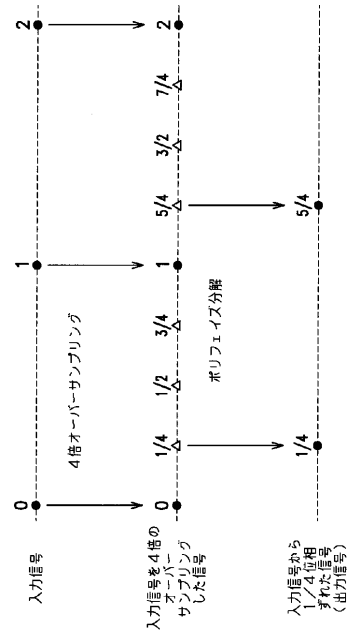
【図 15】



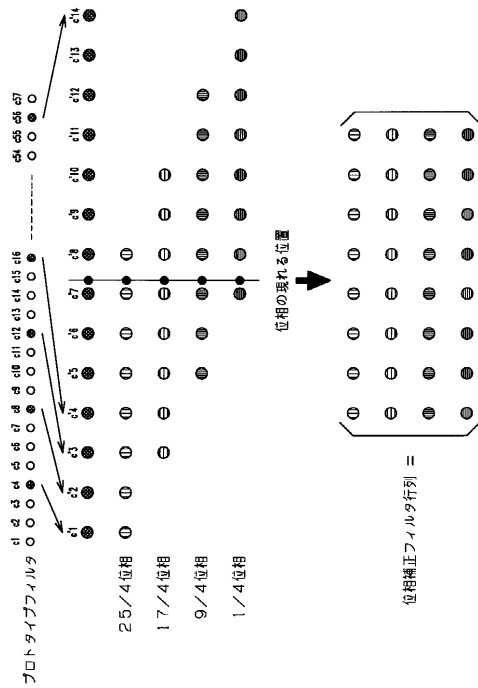
【図 16】



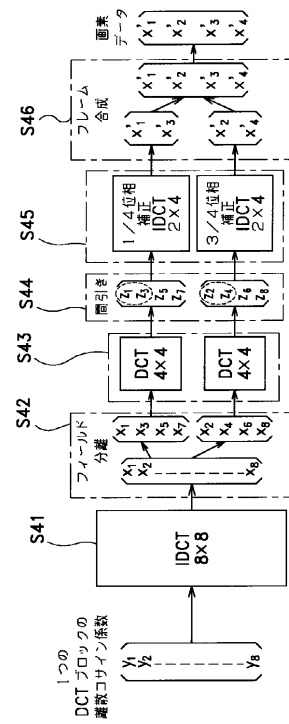
【図 17】



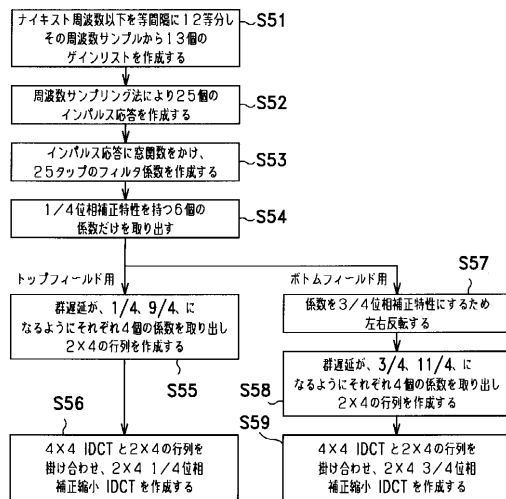
【図 18】



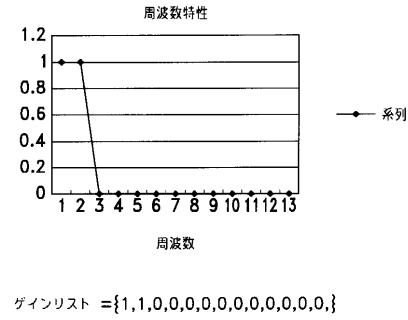
【図 19】



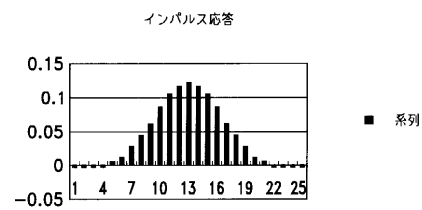
【図 20】



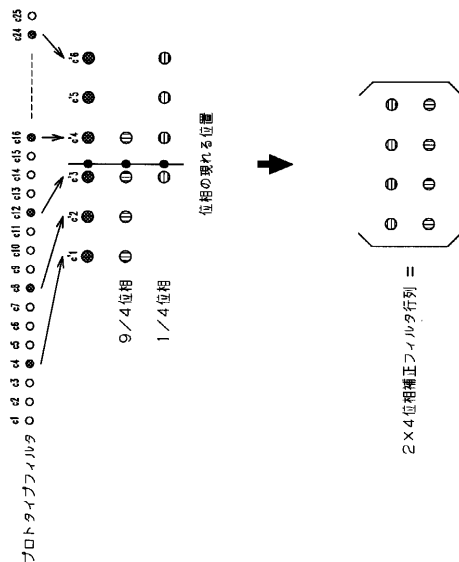
【図 21】



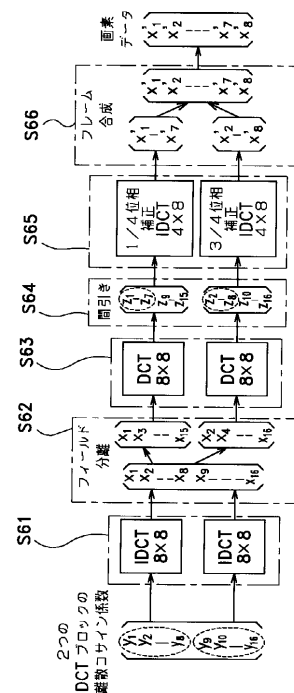
【図 22】



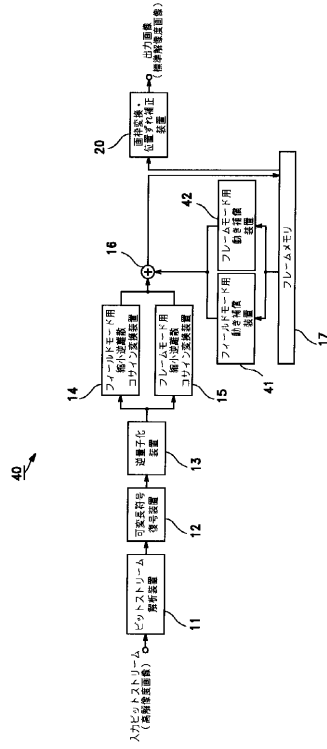
【図 23】



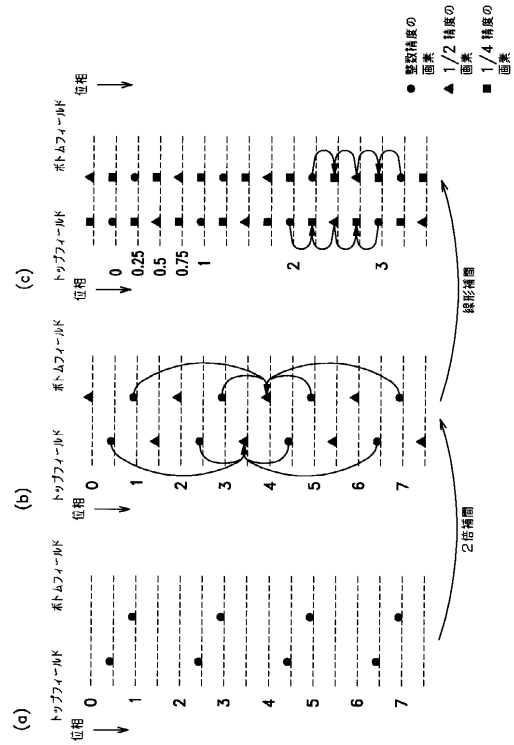
【図 24】



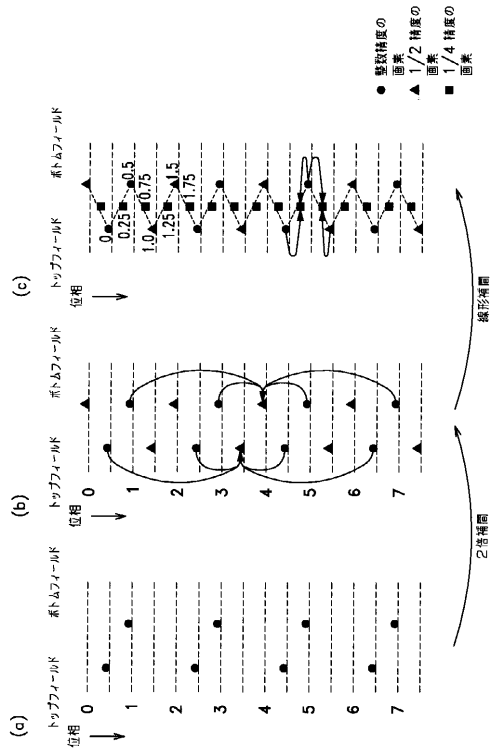
【図 25】



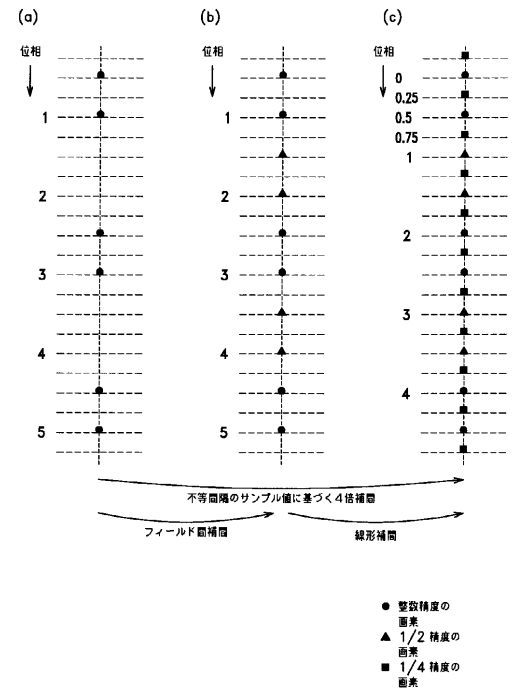
【図 26】



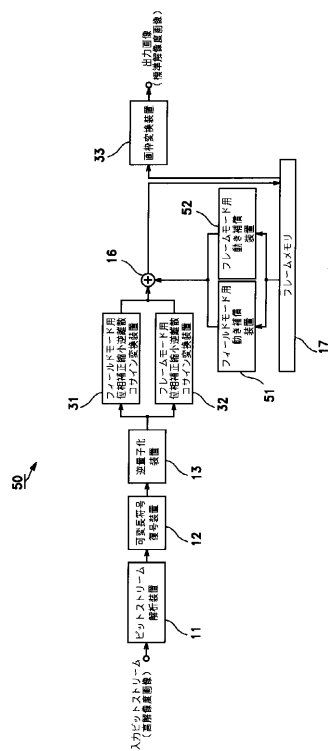
【図 27】



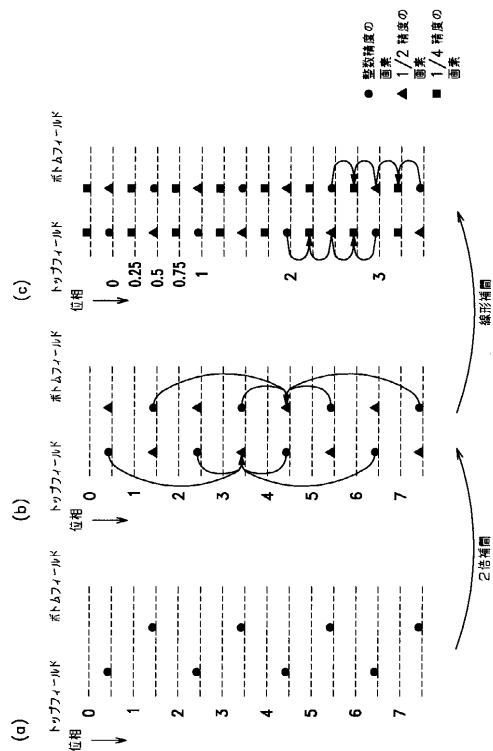
【図 28】



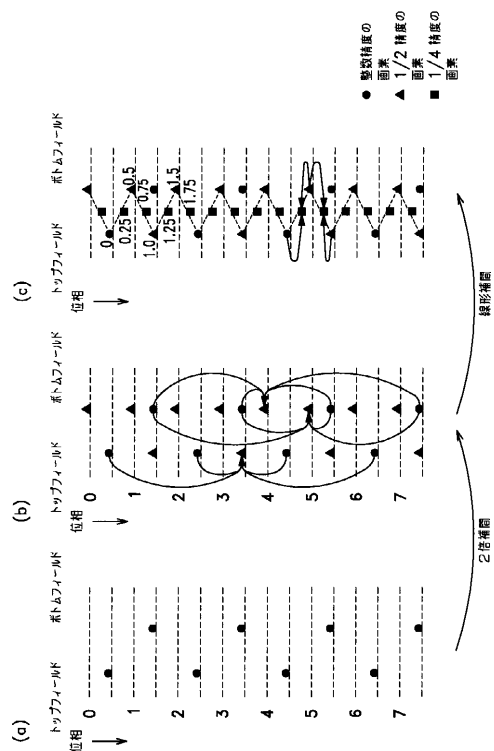
【图 29】



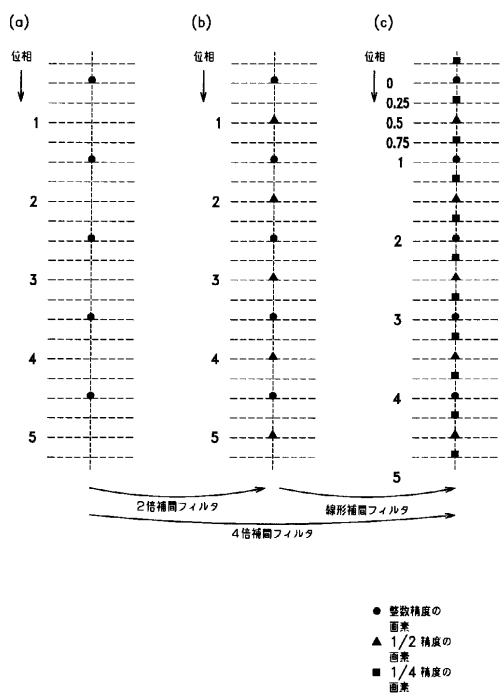
【図 30】



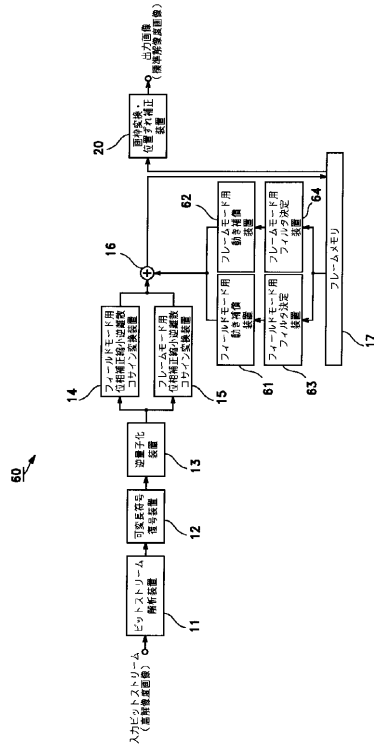
【図 3 1】



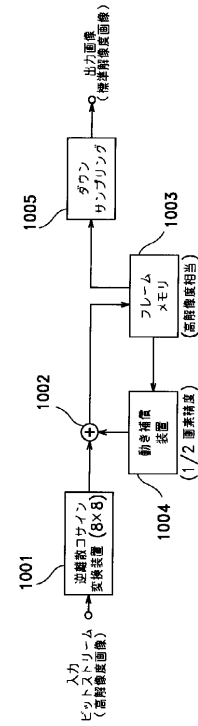
【図 3 2】



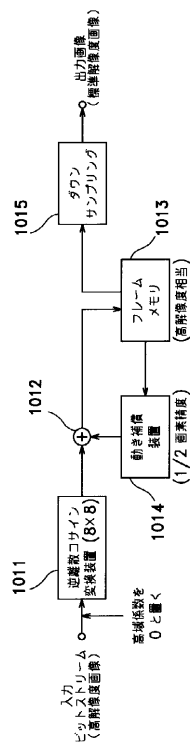
【図 3 3】



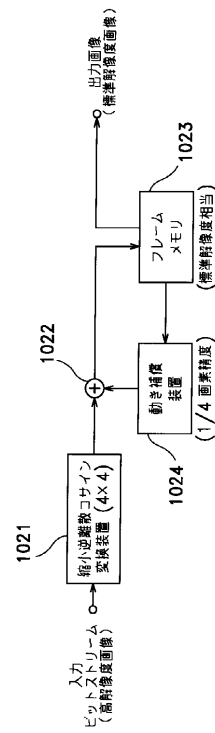
【図 3 4】



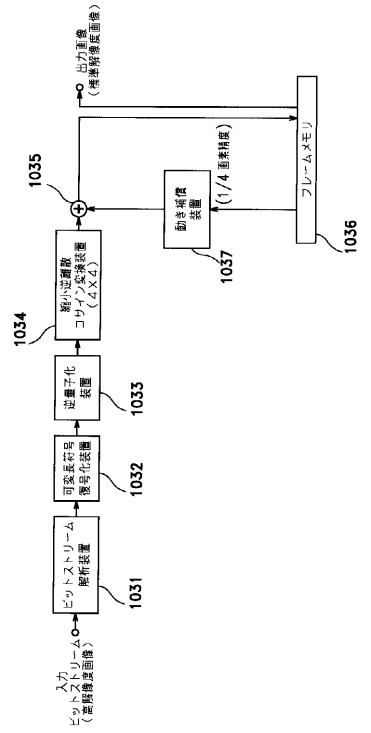
【図 3 5】



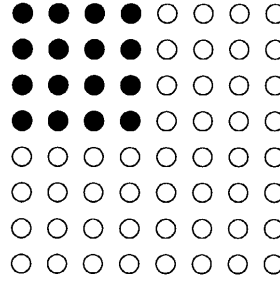
【図 3 6】



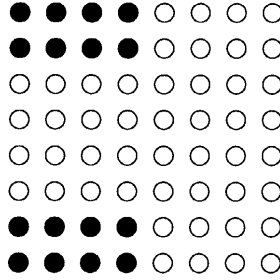
【図 37】



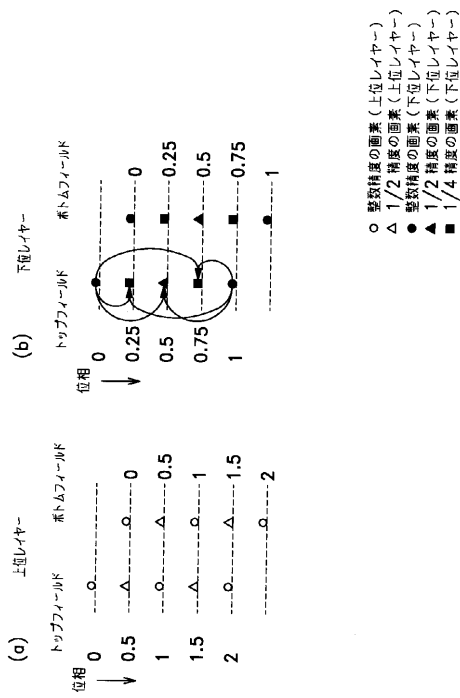
【図 38】



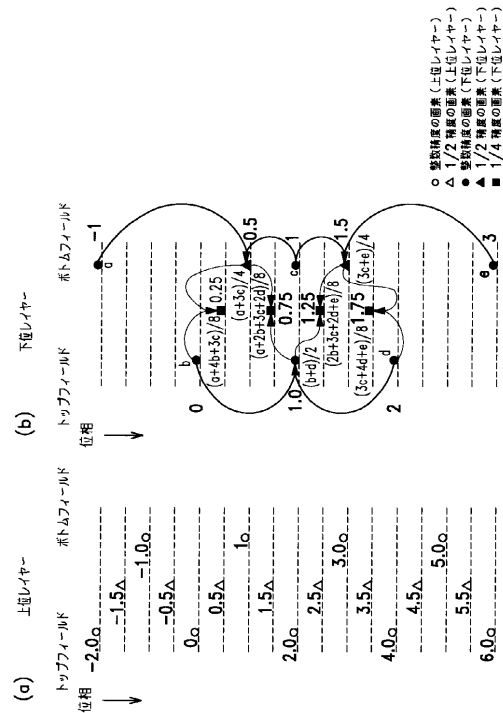
【図 39】



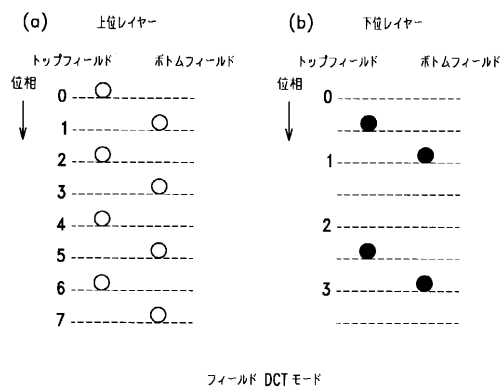
【図 40】



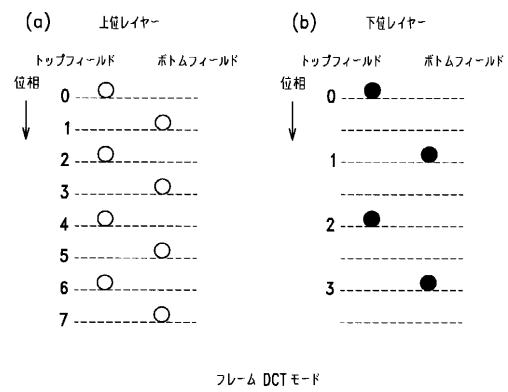
【図 41】



【図 4 2】



【図 4 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 金子 哲夫
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 三橋 聡
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 五関 正三
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 柳原 尚史
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

審査官 畑中 高行

- (56)参考文献 特開平05-130581 (JP, A)
特開平05-226973 (JP, A)
特開平05-244585 (JP, A)
特開平06-022291 (JP, A)
特開平06-062386 (JP, A)
特開平06-133297 (JP, A)
特開平06-197326 (JP, A)
特開平06-197334 (JP, A)
特開平06-209463 (JP, A)
特開平06-343171 (JP, A)
特開平07-099655 (JP, A)
特開平07-203461 (JP, A)
特開平09-182080 (JP, A)
特開平11-262011 (JP, A)
岩橋政宏, DCT領域分割による解像度変換とその評価, 1992年画像符号化シンポジウム (PCSJ92), 電子情報通信学会画像工学研究専門委員会, 1992年10月9日, p. 33-36
岩橋政宏、大山公一, コンパチブル動画画像符号化による縮小画像の動き補償, テレビジョン学会技術報告, 社団法人テレビジョン学会, 1992年11月26日, 第16巻、第77号, p. 39-46
岩橋政宏、大山公一, DCTスケーリング・デコーダによる2:1解像度変換—各種実現方式の比較—, 電子情報通信学会技術研究報告, 社団法人電子情報通信学会, 1992年12月28日, 第92巻、第388号, p. 55-62
岩橋政宏、貴家仁志、神林紀嘉, スケーラブル・デコーダにおけるドリフト低減のための動き補償, 電子情報通信学会技術研究報告, 社団法人電子情報通信学会, 1994年12月16日, 第94巻、第411号, p. 9-16
岩橋政宏、神林紀嘉、貴家仁志, 低域ドリフトのないスケーラブル・デコーダ, 電子情報通信学会技術研究報告, 社団法人電子情報通信学会, 1995年1月26日, 第94巻、第465号, p. 63-70

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N7/24-7/68