

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4814380号
(P4814380)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4N	5/243 (2006.01)	HO4N	5/243
HO4N	5/232 (2006.01)	HO4N	5/232 Z
G06T	7/20 (2006.01)	G06T	7/20 B
HO4N	7/32 (2006.01)	HO4N	7/137 Z

請求項の数 6 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2009-552337 (P2009-552337)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成20年10月23日(2008.10.23)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/002998		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02009/098741	(74) 代理人	100090446
(87) 国際公開日	平成21年8月13日(2009.8.13)		弁理士 中島 司朗
審査請求日	平成23年2月22日(2011.2.22)	(74) 代理人	100125597
(31) 優先権主張番号	特願2008-23594 (P2008-23594)		弁理士 小林 国人
(32) 優先日	平成20年2月4日(2008.2.4)	(74) 代理人	100146798
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 川畑 孝二
		(74) 代理人	100121027
			弁理士 木村 公一
		(72) 発明者	淵上 竜司
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、集積回路及び撮像方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像手段と、

光源のフリッカーの時間波形を検出する検出手段と、

前記検出手段による検出結果に基づいて、前記撮像手段により撮像された画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定する推定手段と、

前記推定手段により推定された光源の輝度推定値に基づいて、複数の候補参照フレームの中から参照フレームを決定する決定手段と、

前記決定手段により決定された参照フレームに基づいて符号化対象の画像フレームを符号化する符号化手段と、

を備える撮像装置。

【請求項2】

前記決定手段は、参照フレームの候補である複数の候補参照フレームの中から、前記符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に最も近い輝度推定値の候補参照フレームを参照フレームに決定する

請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】

前記決定手段は、複数の候補参照フレームの中から、光源の輝度推定値が最も大きい候補参照フレームを参照フレームに決定する

請求項1記載の撮像装置。

【請求項 4】

撮像手段と、
 光源のフリッカーの時間波形を検出する検出手段と、
 前記検出手段による検出結果に基づいて、前記撮像手段により撮像された画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定する推定手段と、
 並列して符号化を行う複数の副符号化手段と、
 前記推定手段により推定された光源の輝度推定値に基づいて、複数の前記副符号化手段の中から、符号化対象の画像フレームの符号化を行う副符号化手段を決定する決定手段と、
 前記決定手段により決定された前記副符号化手段へ前記符号化対象の画像フレームを出力する分配手段と、
 を備える撮像装置。 10

【請求項 5】

光源のフリッカーの時間波形を検出する検出手段と、
 前記検出手段による検出結果に基づいて、撮像手段により撮像された画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定する推定手段と、
 前記推定手段により推定された光源の輝度推定値に基づいて、複数の候補参照フレームの中から参照フレームを決定する決定手段と、
 前記決定手段により決定された参照フレームに基づいて符号化対象の画像フレームを符号化する符号化手段と、 20
 を備える集積回路。

【請求項 6】

撮像手順と、
 光源のフリッカーの時間波形を検出する検出手順と、
 前記検出手順における検出結果に基づいて、前記撮像手順において撮像された画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定する推定手順と、
 前記推定手順において推定された光源の輝度推定値に基づいて、複数の候補参照フレームの中から参照フレームを決定する決定手順と、
 前記決定手順において決定された参照フレームに基づいて符号化対象の画像フレームを符号化する符号化手順と、 30
 を備える撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フリッカーがある環境下で高速度撮影された画像の符号化技術に関する。

【背景技術】

【0002】

動画像符号化において、MPEG (Moving Picture Experts Group) 方式などでは、動き探索に例えばマクロブロックと呼ばれる特定のサイズの矩形領域における輝度の絶対値差を評価関数として用いる。例えば、マクロブロックのサイズが $l \times m$ である場合、絶対値差 SAD は下記の式 (1) で表される。 40

【0003】

【数 1】

$$\begin{aligned} \text{SAD}(n', x', y') \\ = \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^m |f_n(x+i, y+j) - f_{n-n'}(x+x'+i, y+y'+j)| \quad \dots (1) \end{aligned}$$

【0004】

但し、 $| \quad |$ は絶対値を表す記号である。また、 $f_n(x, y)$ はフレーム番号 n の画像フレーム（符号化対象の画像フレーム）における座標 (x, y) の輝度値、 $f_{n-n'}(x, y)$ はフレーム番号 $n - n'$ の画像フレーム（参照フレーム）における座標 (x, y) の輝度値である。

動き探索では、絶対値差 SAD が最小となる n' 、 x' 、 y' の組み合わせを探索し、参照フレームの決定及び動きベクトルの検出を行う。なお、 $MPEG-4 AVC(H.264)$ のように n' をある程度任意に指定可能な方式や、 $MPEG-4 Simple Profile$ のように、 n' を 1 に固定する方式などがある。

【0005】

フレーム番号 n の画像フレームとフレーム番号 $n - n'$ の画像フレームとで撮像時の光源の輝度値が異なれば、式(1)で求められる絶対値差が、本来の物体の動きに関係なく偶然輝度値の近い場所で最小値となり、圧縮率が低下する。

蛍光灯フリッカー除去技術として、撮像手段で撮像した画像から二次以上のスペクトル分析を行い、画像を補正するものが提案されており（例えば、特許文献1参照。）、その概要について図10を用いて説明する。

【0006】

撮像装置100では、 $CMOS$ (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサで構成される撮像部101で撮像された画像について、輝度検出部102はライン単位で輝度の計測を行う。フリッカースペクトル検出部103はフーリエ変換を用いて輝度値の周波数成分を分析して蛍光灯フリッカーの成分の抽出を行い、蛍光灯フリッカーの波形の推測を行う。続いて、輝度補正係数発生部104は推測された蛍光灯フリッカーの波形に基づいて蛍光灯フリッカーの成分を打ち消すように輝度補正係数を発生し、ゲイン調整部105は輝度補正係数に基づいて撮像された画像のゲイン調整を行い、輝度を補正する。撮像装置100は、高速度撮影を対象とするものではないが、 $CMOS$ イメージセンサの画素ごとの撮像タイミングのずれを考慮し、高い周波数成分までフリッカースペクトルを予測することで、より正確な輝度補正を可能にする。

【0007】

また、画像フレーム間における光源の輝度変化を考慮した動画像符号化技術として、符号化対象の画像フレームの輝度値と同じになるように参照フレームを輝度補正してから動き探索を行うものが提案されており（例えば、特許文献2参照。）、その概要について図11を用いて説明する。

撮像装置200では、撮像部201で撮像された画像は入力画像フレーム記録部202に記録される。ゲイン検出部208は入力画像フレーム記録部202に記録されている画像フレームと参照画像フレーム記録部207に記録されている参照フレームとの輝度差を検出し、ゲイン調整部209は輝度差に基づいて参照フレームの輝度補正を行う。動き探索部203は画像フレームと輝度補正された参照フレームとの間で動き探索を行い、符号化部204は動き探索の結果得られた信号を符号化し、符号化データを記録部205に蓄積する。また、復号部206は符号化データを復号し、復号により得られた参照フレームを参照画像フレーム記録部207に記録する。撮像装置200は、蛍光灯フリッカーなどの影響で画像フレームの輝度値が変化した場合においても、高い圧縮率を維持できる。

【0008】

なお、動画像符号化の並列化に関する技術水準を示すものとして、符号化部を並列動作させるものがあり（例えば、特許文献3参照。）、その概要について図12を用いて説明する。撮像装置300では、撮像部301によって撮像された画像は、分配部302によってフレーム単位で符号化部303、304、305に分配され、符号化部303、304、305によって符号化される。符号化部303、304、305から出力された符号化データは合成部306によって統合されて記録部307に蓄積される。この技術は、符号化の処理速度が向上するため、高速度撮影のような高い符号化演算能力が求められる用途に対して有用である。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2004-222228号公報(第33頁、図4)

【特許文献2】特開2001-231045号公報(第10頁、図1)

【特許文献3】特開2007-202026号公報(第14頁、図1)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、高速度撮影では、撮影のフレームレートが蛍光灯フリッカーの周波数より高いことがあり、この場合、蛍光灯フリッカーの輝度変化が畳み込まれることなく撮影される。このため、蛍光灯フリッカー除去技術のようにゲイン調整を施した場合、ゲイン調整によるS/N比の変化が画像フレーム間で大きく発生してしまい、画像フレーム毎に異なるS/N比が動画像符号化効率を劣化させてしまう。

10

【0011】

また、上述した画像フレーム間における光源の輝度変化を考慮した動画像符号化技術では、画像フレーム間で輝度補正するため、輝度の差が画像本来の変化に由来するものなのか、蛍光灯フリッカーに由来するものなのか判別できず、蛍光灯フリッカーがなく、画像本来の変化による輝度差が大きい場合に逆に圧縮率が低下してしまう。

そこで、本発明は、蛍光灯フリッカーを撮影した映像でも効率よく符号化し、且つ、蛍光灯フリッカーのない環境でも従来通りの圧縮率を維持することが可能な撮像装置、集積回路及び撮像方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するために本発明の撮像装置は、撮像手段と、光源のフリッカーの時間波形を検出する検出手段と、前記検出手段による検出結果に基づいて、前記撮像手段により撮像された画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定する推定手段と、前記推定手段により推定された光源の輝度推定値に基づいて前記画像フレームの符号化に用いる符号化パラメータを決定する決定手段と、前記決定手段により決定された符号化パラメータに基づいて前記画像フレームを符号化する符号化手段と、を備える。

【0013】

30

また、本発明の集積回路は、光源のフリッカーの時間波形を検出する検出手段と、前記検出手段による検出結果に基づいて、撮像手段により撮像された画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定する推定手段と、前記推定手段により推定された光源の輝度推定値に基づいて前記画像フレームの符号化に用いる符号化パラメータを決定する決定手段と、前記決定手段により決定された符号化パラメータに基づいて前記画像フレームを符号化する符号化手段と、を備える。

【0014】

さらに、本発明の撮像方法は、撮像手順と、光源のフリッカーの時間波形を検出する検出手順と、前記検出手順における検出結果に基づいて、前記撮像手順において撮像された画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定する推定手順と、前記推定手順において推定された光源の輝度推定値に基づいて前記画像フレームの符号化に用いる符号化パラメータを決定する決定手順と、前記決定手順において決定された符号化パラメータに基づいて前記画像フレームを符号化する符号化手順と、を備える。

40

【発明の効果】

【0015】

上記撮像装置、集積回路及び撮像方法の夫々によれば、光源のフリッカーの時間波形を検出して画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定し、光源の輝度推定値に基づいて符号化パラメータの決定を行い、決定した符号化パラメータに基づいて画像フレームの符号化を行う。このため、蛍光灯フリッカーを撮影した映像でも効率よく符号化し、且つ、蛍光灯フリッカーのない環境でも従来通りの圧縮率を維持することが可能である。

50

【0016】

上記の撮像装置において、前記符号化パラメータは動き探索に用いる参照フレームであり、前記符号化手段は、前記画像フレームと前記決定手段により符号化パラメータとして決定された参照フレームとの間で動きベクトルの検出を行って前記画像フレームの符号化を行うようにしてもよい。

これによれば、光源の輝度推定値から参照フレームの決定を行うため、参照フレームとして光源の輝度の変化に応じて適切なものを用いることができる。

【0017】

上記の撮像装置において、前記決定手段は、参照フレームの候補である複数の候補参照フレームの中から、前記画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に最も近い輝度推定値の候補参照フレームを参照フレームに決定するようにしてもよい。

10

これによれば、参照フレームとして画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に近い輝度推定値の候補参照フレームを用いるため、画質の向上が図られる。

【0018】

上記の撮像装置において、前記決定手段は、複数の候補参照フレームの中から、光源の輝度推定値が最も大きい候補参照フレームを参照フレームに決定するようにしてもよい。

これによれば、S/N比の高い候補参照フレームを参照フレームとして用いることによって符号化効率の向上が図られる。

上記の撮像装置において、前記符号化パラメータは動き探索に用いる評価関数の前記画像フレーム及び参照フレームの夫々に対する輝度値を補正するための係数であり、前記符号化手段は、前記決定手段により符号化パラメータとして決定された前記画像フレーム及び前記参照フレームの夫々に対する前記係数を用いて動き探索を行って前記画像フレームの符号化を行うようにしてもよい。

20

【0019】

これによれば、評価関数の係数を光源の輝度推定値に基づいて決定するため、光源の輝度の変化があっても動きベクトルの検出を精度よく行うことができる。

上記の撮像装置において、前記符号化手段は、並列して符号化を行う複数の副符号化手段と、前記決定手段により決定された符号化パラメータに基づいて前記画像フレームを前記複数の副符号化手段の何れかへ出力する分配手段と、を備え、前記決定手段は、符号化パラメータとして、複数の前記副符号化手段の中から、前記画像フレームの符号化を行う副符号化手段を決定するようにしてもよい。

30

【0020】

これによれば、光源の輝度の変化がある状況においても符号化を効率よく並列して行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】第1の実施の形態の撮像装置の構成図。

【図2】図1の符号化部の構成図。

【図3】図1の撮像装置による画像処理の手順を示すフローチャート。

【図4】第2の実施の形態の撮像装置の構成図。

40

【図5】図4の符号化部の構成図。

【図6】図4の撮像装置による画像処理の手順を示すフローチャート。

【図7】第3の実施の形態の撮像装置の構成図。

【図8】図7の符号化部の構成図。

【図9】図7の撮像装置による画像処理の手順を示すフローチャート。

【図10】従来のフリッカー除去機能を有する撮像装置の構成図。

【図11】従来の画像フレーム間における光源の輝度変化を考慮した動画像符号化の機能を有する撮像装置の構成図。

【図12】従来の動画像符号化を並列に実行する撮像装置の構成図。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 2 2 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。但し、本件書類における「符号化パラメータ」とは、符号化処理を行う際に設定又は選択し得る事項を意味する。なお、ゲイン調整などの画像補正処理は符号化対象の画像を実質的に変化させるものであり、符号化対象の画像を実質的に変化させてしまう画像補正パラメータは本件書類における「符号化パラメータ」に含まれない。

【 0 0 2 3 】

第 1 の実施の形態

以下、本発明の第 1 の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。但し、本実施の形態では、符号化パラメータは動き探索に用いる参照フレーム、及び動き探索に用いる後述する式 (2) の評価関数における係数 G_n , G_{n-n} である。なお、第 1 から第 3 の各実施の形態では、撮像装置の使用地域が電源周波数 5 0 H z の地域と電源周波数 6 0 H z の地域との 2 地域であるとする。

【 0 0 2 4 】

< 撮像装置の構成 >

本実施の形態の撮像装置の構成について図 1 を参照しつつ説明する。図 1 は本実施の形態の撮像装置の構成図である。

撮像装置 1 は、C C D (Charge Coupled Device) カメラモジュール 2 と、画像処理ユニット 3 と、D R A M (Dynamic Random Access Memory) 4 と、メモリカード 5 とを備える。撮像装置 1 は高速度撮影機能等を有し、設定されたフレームレートで撮影を行う。なお、撮像装置 1 に設定されたフレームレートが蛍光灯フリッカー周波数より高いことがある。

【 0 0 2 5 】

C C D カメラモジュール 2 は、撮像した画像に係る 8 ビットの輝度値 (Y) 及び色相値 (C b , C r) のデータを交互に画像処理ユニット 3 の後述する画像入力部 1 4 へ出力する。

画像処理ユニット 3 は、C C D カメラモジュール 2 から入力される画像を符号化するためのものであって、その詳細は後述する。

【 0 0 2 6 】

D R A M 4 の入力フレーム記憶領域 6 には、C C D カメラモジュール 2 によって撮像された画像を構成する各画像フレームの輝度値 (Y) 及び色相値 (C b , C r) のデータが画像処理ユニット 3 の画像入力部 1 4 によって格納される。また、D R A M 4 の参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d には、画像処理ユニット 3 による画像フレームの符号化の際に得られる画像フレームが参照フレームの候補として格納される。なお、参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d に格納される画像フレームを「候補参照フレーム」と言うことにする。但し、本実施の形態では、後述するように、4 枚分の候補参照フレームが 1 フレームずつ参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d に格納される。

【 0 0 2 7 】

メモリカード 5 には、画像処理ユニット 3 による画像の符号化によって得られる符号化データが格納される。

[画像処理ユニット 3 の構成]

画像処理ユニット 3 は、図 1 に示すように、プロセッサ 1 1 と、D R A M 制御部 1 2 と、メモリカード制御部 1 3 と、画像入力部 1 4 と、フレーム輝度検出部 1 5 と、フリッカースペクトル検出部 1 6 と、輝度推定部 1 7 と、符号化部 1 8 と、内部バス 1 9 とを備える。プロセッサ 1 1 、D R A M 制御部 1 2 、メモリカード制御部 1 3 、画像入力部 1 4 、及び符号化部 1 8 は、夫々、内部バス 1 9 に接続されている。

【 0 0 2 8 】

プロセッサ 1 1 は、例えば、画像処理ユニット 3 内の各部の起動を内部バス 1 9 を介して制御する。D R A M 制御部 1 2 は、D R A M 4 へのデータの書き込み、D R A M 4 からのデータの読み出しを行う。メモリカード制御部 1 3 は、メモリカード 5 へのデータの書

10

20

30

40

50

き込み、メモリカード5からのデータの読み出しを行う。

画像入力部14は、CCDカメラモジュール2から入力される輝度値(Y)のデータをフレーム輝度検出部15へ出力するとともに、CCDカメラモジュール2から入力される輝度値(Y)のデータ及び色相値(Cb, Cr)のデータを内部バス19を介してDRAM制御部12へ出力する。この輝度値(Y)のデータ及び色相値(Cb, Cr)のデータによって構成される画像フレームはDRAM制御部12によって入力フレーム記憶領域6に格納される。

【0029】

フレーム輝度検出部15は、32ビットのカウンタを有する。フレーム輝度検出部15は、フレーム単位で、1フレーム内の画素の輝度値をカウンタを用いて積算し、積算の結果得られた値(以下、「フレーム輝度値」と言う。)をフリッカースペクトル検出部16へ出力する。

10

フリッカースペクトル検出部16は、フレーム輝度検出部15から入力されるフレーム輝度値を格納するための32ビットのバッファを512個有し、512フレーム分のフレーム輝度値を記憶することができるようになっている。

【0030】

フリッカースペクトル検出部16は、フレーム輝度検出部15から新たなフレーム輝度値が入力されると、バッファに格納されている最も古いフレーム輝度値を入力された新たなフレーム輝度値に置き換える。そして、フリッカースペクトル検出部16は、512個のバッファに格納されているフレーム輝度値を時系列に512個サンプリングし、高速フーリエ変換(以下、「FFT」と言う。)を実行して512個の32ビットのスペクトル値を求める。

20

【0031】

続いて、フリッカースペクトル検出部16は、電源周波数50Hzに由来する蛍光灯フリッカースペクトルの成分があるか、電源周波数60Hzに由来する蛍光灯フリッカースペクトルの成分があるかを判定するために、次の処理を行う。

フリッカースペクトル検出部16は、100Hzのスペクトル値と120Hzのスペクトル値とを比較する。

【0032】

100Hzのスペクトル値が120Hzのスペクトル値より大きい場合、フリッカースペクトル検出部16は、100Hzのスペクトル値を閾値と比較し、100Hzのスペクトル値が閾値を超える場合には電源周波数50Hzに由来する蛍光灯フリッカースペクトルの成分があると判定し、超えない場合には蛍光灯フリッカースペクトルの成分がないと判定する。

30

一方、100Hzのスペクトル値が120Hzのスペクトル値より大きくない場合、フリッカースペクトル検出部16は、120Hzのスペクトル値を閾値と比較し、120Hzのスペクトル値が閾値を超える場合には電源周波数60Hzに由来する蛍光灯フリッカースペクトルの成分があると判定し、超えない場合には蛍光灯フリッカースペクトルの成分がないと判定する。

【0033】

フリッカースペクトル検出部16は、求めたスペクトル値と判定結果を示すフリッカー情報とを輝度推定部17へ出力する。

40

但し、上記の閾値を、例えば、センサによって特性が異なることを考慮して、予め蛍光灯フリッカーがある環境と蛍光灯フリッカーのない環境との夫々で撮像を行い、その撮像結果を用いて決定することが好ましい。

【0034】

輝度推定部17は、フリッカースペクトル検出部16から入力されるフリッカー情報の内容に応じて下記の処理を行って画像フレームの撮像時の光源の輝度を推定する。

フリッカー情報が電源周波数50Hzに由来する蛍光灯フリッカースペクトルの成分があることを示す場合、輝度推定部17は、フリッカースペクトル検出部16から入力されるスペクトル値の中から、100Hzの倍数の100Hz、200Hz、300Hz、・・・の各周波数のスペクトル値を取り出す。そして、輝度推定部17は、取り出した各周波数のスペ

50

クトル値を用いて逆高速フーリエ変換（以下、「IFFT」という。）を実行して512フレーム分の輝度値を求め、求めた輝度値を光源の輝度推定値として符号化部18の後述する動き探索部31へ出力する。

【0035】

また、フリッカー情報が電源周波数60Hzに由来する蛍光灯フリッカーの成分があることを示す場合、輝度推定部17は、フリッカースペクトル検出部16から入力されるスペクトル値の中から、120Hzの倍数の120Hz、240Hz、360Hz、・・・の各周波数のスペクトル値を取り出す。そして、輝度推定部17は、取り出した各周波数のスペクトル値を用いてIFFTを実行して512フレーム分の輝度値を求め、求めた輝度値を光源の輝度推定値として符号化部18の動き探索部31へ出力する。

10

【0036】

上記の処理を行うことによって、蛍光灯フリッカーに関係しない周波数成分を除外し、512フレーム分夫々の蛍光灯フリッカーに由来する輝度変化のみ推定できる。

さらに、フリッカー情報が蛍光灯フリッカーの成分がないことを示す場合、輝度推定部17は、予め定められた固定値を光源の輝度推定値として符号化部18の動き探索部31へ出力する。

【0037】

なお、蛍光灯フリッカーは周期性があるので、継続する画像フレームも同様のパターンを示すことが予想されるため、FFT演算及びIFFT演算を毎画像フレーム行ってもよいし、FFT演算及びIFFT演算を一定間隔で間引いてもよい。

20

符号化部18は、CCDカメラモジュール2によって撮像され、入力フレーム記憶領域6に記憶されている画像フレームの符号化を、輝度推定部17から入力される光源の輝度推定値を用いて行うものである。なお、本実施の形態では、符号化部18はMPEG-4 AVCに従う動画像符号化を行うものとする。

【0038】

（符号化部18の構成）

図1の符号化部18について図2を参照しつつ説明する。図2は図1の符号化部18の構成図である。なお、図2では、図の簡略化のため、符号化部18とDRAM4との間にある内部バス19及びDRAM制御部12を省略し、符号化部18とメモリカード5との間にある内部バス19及びメモリカード制御部13を省略している。

30

【0039】

符号化部18は、動き探索部31と、差分部32と、DCT部33と、量子化部34と、可変長符号化部35と、逆量子化部36と、IDCT部37とを備える。

但し、MPEG-4 AVCにおける動画像符号化では、別の画像フレームを参照フレームとして使用することが可能である。そこで、本実施の形態では常に過去の4フレーム分の候補参照フレームをリングバッファ状に参照フレーム記憶領域7a~7dに蓄積しておき、それらを参照フレームに利用できる構成にする。なお、リングバッファ構造の場合、符号化の開始からフレーム番号をカウントしておけばフレーム番号からメモリ位置を一意に特定できる。

【0040】

40

以下では、説明の便宜上、符号化部18はフレーム番号n-1の画像フレームまで符号化を完了しており、フレーム番号nの画像フレームを符号化する場合を例に挙げて記載する。

入力フレーム記憶領域6に記憶されているフレーム番号nの画像フレームが、DRAM制御部12によって読み出され、内部バス19を介して動き探索部31及び差分部32に入力される。

【0041】

動き探索部31は、輝度推定部17から入力されるフレーム番号nの画像フレームの撮像時の輝度の輝度推定値 Y_n の逆数を算出し、輝度推定値 Y_n の逆数 $1/Y_n$ をフレーム番号nの画像フレームの輝度補正係数 G_n として蓄積する。但し、動き探索部31は、フレ

50

ーム番号 $n - i$ ($i = 1, 2, 3, 4$) の画像フレームの符号化の際に、フレーム番号 $n - i$ の画像フレームの撮像時の輝度推定値 Y_{n-i} の逆数を算出することによってフレーム番号 $n - i$ の画像フレームの輝度補正係数 G_{n-i} ($= 1 / Y_{n-i}$) を算出し、算出した輝度補正係数 G_{n-i} を蓄積している。なお、この輝度補正係数 G_{n-i} がフレーム番号 $n - i$ ($i = 1, 2, 3, 4$) の候補参照フレームの輝度補正係数である。

【0042】

続いて、動き探索部 31 は、参照フレーム記憶領域 7a ~ 7d に格納されている過去 4 フレーム分の候補参照フレームの中から、輝度補正係数 G_n に最も近い輝度補正係数の候補参照フレームを参照フレームに決定する。そして、動き探索部 31 は、参照フレームに決定した候補参照フレームを内部バス 19 及び DRAM 制御部 12 を介して参照フレーム記憶領域 7a ~ 7d から取得する。以下、説明の便宜上、参照フレームに決定された候補参照フレームはフレーム番号 $n - n'$ の候補参照フレームであるとし、フレーム番号 $n - n'$ の候補参照フレームの輝度補正係数を $G_{n-n'}$ と記載する。

10

【0043】

更に続いて、動き探索部 31 は、矩形領域のサイズが $l \times m$ である各マクロブロックについて、参照フレームとして決定されたフレーム番号 $n - n'$ の候補参照フレームを用いて、下記の式 (2) の絶対値差 SAD が最小となる x' 及び y' を探索することによって動きベクトルの検出を行う。そして、動き探索部 31 は、検出した動きベクトルを用いて動き補償を行い、動き補償により得られた予測信号を差分部 32 へ出力する。

【0044】

20

【数 2】

$$\begin{aligned} \text{SAD}(n', x', y') \\ = \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^m |f_n(x+i, y+j) \times G_n - f_{n-n'}(x+x'+i, y+y'+j) \times G_{n-n'}| \quad \dots (2) \end{aligned}$$

【0045】

但し、 $| \quad |$ は絶対値を表す記号である。また、 $f_n(x, y)$ は符号化の対象であるフレーム番号 n の画像フレームの座標 (x, y) における輝度値、 $f_{n-n'}(x, y)$ は参照フレームとして決定されたフレーム番号 $n - n'$ の候補参照フレームの座標 (x, y) における輝度値である。

30

差分部 32 は、フレーム番号 n の画像フレームの画像から動き探索部 31 から入力される予測信号を減算して残差信号を生成する。DCT 部 33 は、差分部 32 から入力される残差信号を離散コサイン変換 (以下、「DCT」と言う。) することによって DCT 係数を生成する。量子化部 34 は、DCT 部 33 から入力される DCT 係数を量子化することによって量子化値を算出する。可変長符号化部 35 は、量子化部 34 から入力される量子化値を可変長符号化することによってフレーム番号 n の画像フレームに関する符号化データを生成し、生成した符号化データを内部バス 19 及びメモ리카ード制御部 13 を介してメモ리카ード 5 に格納する。

40

【0046】

逆量子化部 36 は、量子化部 34 から入力される量子化値を逆量子化することによって逆量子化値を算出し、IDCT 部 37 は、逆量子化部 36 から入力される逆量子化値を逆離散コサイン変換 (以下、「IDCT」と言う。) する。これらの処理によってフレーム番号 n の画像フレームが復号される。IDCT 部 37 は、復号されたフレーム番号 n の画像フレームを、フレーム番号 n の候補参照フレームとして、最も古いフレーム番号の候補参照フレーム (ここでは、フレーム番号 $n - 4$ の候補参照フレーム) が格納されている参照フレーム記憶領域に、内部バス 19 及び DRAM 制御部 12 を介して格納する。これにより、フレーム番号 $n + 1$ の画像フレームの符号化の際、参照フレーム記憶領域 7a ~ 7d にはフレーム番号 $n - 3 \sim n$ の 4 フレーム分の候補参照フレームが格納されていること

50

になる。

【 0 0 4 7 】

< 撮像装置 1 の動作 >

以下、図 1 の撮像装置 1 の動作について図 3 を参照しつつ説明する。図 3 は図 1 の撮像装置 1 による画像処理の手順を示すフローチャートであり、1 つの画像フレームに対する処理の流れを示す。

C C D カメラモジュール 2 によって画像の撮像が行われ、撮像された画像の輝度値 (Y) のデータが画像入力部 1 4 によってフレーム輝度検出部 1 5 に入力され、当該画像の画像フレームを構成する輝度値 (Y) 及び色相値 (C b , C r) のデータが画像入力部 1 4 によって内部バス 1 9 及び D R A M 制御部 1 2 を介して入力フレーム記憶領域 6 に格納される (ステップ S 1) 。

10

【 0 0 4 8 】

フレーム輝度検出部 1 5 は、フレーム単位で、1 フレーム内の画素の輝度値を積算してフレーム輝度値を算出する (ステップ S 2) 。フリッカースペクトル検出部 1 6 は、フレーム輝度検出部 1 5 によって算出された 5 1 2 フレーム分のフレーム輝度値を用いて 5 1 2 個のスペクトル値を求める (ステップ S 3) 。フリッカースペクトル検出部 1 6 は、算出したスペクトル値に基づいて電源周波数 5 0 H z に由来する蛍光灯フリッカーの成分があるか、電源周波数 6 0 H z に由来する蛍光灯フリッカーの成分があるか、蛍光灯フリッカーの成分がないかを判定する (ステップ S 4) 。

【 0 0 4 9 】

電源周波数 5 0 H z に由来する蛍光灯フリッカーの成分があると判定された場合 (S 4 : 電源 5 0 H z) 、輝度推定部 1 7 は、フリッカースペクトル検出部 1 6 によって求められた 1 0 0 H z , 2 0 0 H z , 3 0 0 H z , . . . のスペクトル値を用いて 5 1 2 フレーム分の各画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値を算出する (ステップ S 5) 。また、電源周波数 6 0 H z に由来する蛍光灯フリッカーの成分があると判定された場合 (S 4 : 電源 6 0 H z) 、輝度推定部 1 7 は、フリッカースペクトル検出部 1 6 によって求められた 1 2 0 H z , 2 4 0 H z , 3 6 0 H z , . . . のスペクトル値を用いて 5 1 2 フレーム分の各画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値を算出する (ステップ S 6) 。また、蛍光灯フリッカーの成分がないと判定された場合 (S 4 : なし) 、輝度推定部 1 7 は、固定値を画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に決定する (ステップ S 7) 。

20

30

【 0 0 5 0 】

符号化対象の画像フレームが入力フレーム記憶領域 6 から動き探索部 3 1 及び差分部 3 2 に D R A M 制御部 1 2 及び内部バス 1 9 を介して入力される。動き探索部 3 1 は、輝度推定部 1 7 によって算出或いは決定された符号化対象の画像フレームの輝度推定値から上述したようにして当該画像フレームの輝度補正係数を求め、蓄積する。そして、動き探索部 3 1 は、参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d に記憶されている過去 4 フレーム分の候補参照フレームの中から、符号化対象の画像フレームの輝度補正係数に最も近い輝度補正係数の候補参照画像フレームを参照フレームに決定する (ステップ S 8) 。なお、過去 4 フレーム分の各画像フレームの符号化の際に各画像フレームの輝度補正係数が算出されて蓄積されており、この蓄積されている各輝度補正係数が過去 4 フレーム分の各候補参照フレームの輝度補正係数として用いられる。

40

【 0 0 5 1 】

続いて、動き探索部 3 1 は、参照フレームとして決定された候補参照フレームを参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d から内部バス 1 9 及び D R A M 制御部 1 2 を介して取得し、取得した候補参照フレームを用いて上記の式 (2) の絶対値差 S A D が最小となる x ' 及び y ' を探索することによって動きベクトルの検出を行う (ステップ S 9) 。

動き探索部 3 1 は検出した動きベクトルに基づいて動き補償を行って予測信号を生成する。そして、差分部 3 2 は符号化対象の画像フレームの画像から予測信号を減算して残差信号を生成し、D C T 部 3 3 、量子化部 3 4 及び可変長符号化部 3 5 は残差信号から符号化データを生成し、可変長符号化部 3 5 は生成した符号化データを内部バス 1 9 及びメモ

50

リカード制御部 1 3 を介してメモリカード 5 に格納する。また、逆量子化部 3 6 及び I D C T 部 3 7 は量子化部 3 4 から出力された量子化値から符号化対象の画像フレームを復号し、I D C T 部 3 7 は最も古いフレーム番号の候補参照フレームが格納されている参照フレーム記憶領域に復号した画像フレームを候補参照フレームとして内部バス 1 9 及び D R A M 制御部 1 2 を介して格納する (ステップ S 1 0)。

【 0 0 5 2 】

上述した実施の形態によれば、5 1 2 フレーム分の画像フレームのフレーム輝度値から蛍光灯フリッカーの成分の分析を行い、光源の輝度を推定しているため、光源の輝度の高い推定精度が得られる。

動き探索において、符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に最も近い輝度推定値の候補参照フレームを参照フレームに決定し、更に、符号化対象の画像フレームと参照フレームとして決定された候補参照フレームとの輝度差を係数補正しながら動きベクトルの検出を行う。これによって、撮影時の光源の輝度の変化に起因する動きベクトルの誤探索を軽減しつつ、効率の良い符号化を行うことができる。

【 0 0 5 3 】

画像フレームそのものを輝度補正することなく画像フレームの符号化を行っているため、高速度撮影の場合、符号化データは蛍光灯フリッカーの現象自体の情報を含むことができ、蛍光灯フリッカーの現象自体を撮像対象とする用途にも適用することができる。

図 1 1 を用いて説明した従来技術のようにゲイン値を符号化データに含める必要がないため、他の符号化器との互換性を持たせることができる。

【 0 0 5 4 】

第 2 の実施の形態

以下、本発明の第 2 の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。但し、本実施の形態では、符号化パラメータは動き探索に用いる参照フレームである。

第 1 の実施の形態の符号化部 1 8 は、過去 4 フレーム分の候補参照フレームのうち符号化対象の画像フレームの輝度補正係数に最も近い輝度補正係数の候補参照フレームを参照フレームに決定し、補正されていない輝度値及び輝度補正係数を用いた動きベクトルの検出を行う。これに対して、本実施の形態の符号化部 1 8 a は、過去 4 フレーム分の候補参照フレームのうち最も小さい輝度補正係数の候補参照フレームを参照フレームに決定し、補正が行われた輝度値を用いた動きベクトルの検出を行う。

【 0 0 5 5 】

< 撮像装置の構成 >

本実施の形態の撮像装置の構成について図 4 を参照しつつ説明する。図 4 は本実施の形態の撮像装置の構成図である。但し、本実施の形態において、第 1 の実施の形態の構成要素と実質的に同じ構成要素には同じ符号を付し、その説明が適用できるため本実施の形態ではその説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

撮像装置 1 a は、C C D カメラモジュール 2 と、画像処理ユニット 3 a と、D R A M 4 と、メモリカード 5 とを備える。

画像処理ユニット 3 a は、C C D カメラモジュール 2 から入力される画像を符号化するためのものであって、以下、画像処理ユニット 3 a について説明する。

[画像処理ユニット 3 a の構成]

画像処理ユニット 3 a は、図 4 に示すように、プロセッサ 1 1 と、D R A M 制御部 1 2 と、メモリカード制御部 1 3 と、画像入力部 1 4 と、フレーム輝度検出部 1 5 と、フリッカーベクトル検出部 1 6 と、輝度推定部 1 7 と、ゲイン調整部 5 1 と、符号化部 1 8 a と、内部バス 1 9 とを備える。プロセッサ 1 1、D R A M 制御部 1 2、メモリカード制御部 1 3、ゲイン調整部 5 1、及び符号化部 1 8 a は、夫々、内部バス 1 9 に接続されている。なお、画像入力部 1 4 は、画像の輝度値 (Y) のデータをフレーム輝度検出部 1 5 へ出力し、画像の輝度値 (Y) 及び色相値 (C r , C b) のデータをゲイン調整部 5 1 へ出力する。また、輝度推定部 1 7 は画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値をゲイン調整

10

20

30

40

50

部 5 1 及び符号化部 1 8 a の後述する動き探索部 3 1 a へ出力する。

【 0 0 5 7 】

ゲイン調整部 5 1 の説明の便宜上フレーム番号 n の画像フレームを対象に説明するが、ゲイン調整部 5 1 はフレーム番号 n 以外のフレーム番号の画像フレームの場合も同様の処理を実行する。ゲイン調整部 5 1 は、輝度推定部 1 7 から入力されるフレーム番号 n の画像フレームの輝度推定値 Y_n の逆数を算出し、算出した輝度推定値の逆数 $1 / Y_n$ を画像入力部 1 4 から入力されるフレーム番号 n の画像フレームを構成する輝度値 (Y) に乗算して輝度値 (Y) を補正する。そして、ゲイン調整部 5 1 は、フレーム番号 n の画像フレームを構成する輝度補正が施された輝度値 (Y) 及び色相値 (C_b, C_r) を内部バス 1 9 を介して D R A M 制御部 1 2 へ出力する。フレーム番号 n の画像フレームを構成する輝度補正が施された輝度値 (Y) 及び色相値 (C_b, C_r) は D R A M 制御部 1 2 によって入力フレーム記憶領域 6 に格納される。このように、本実施の形態において入力フレーム記憶領域 6 に記憶される画像フレームは、第 1 の実施の形態と異なり、輝度値 (Y) が輝度補正された画像フレームである。

10

【 0 0 5 8 】

符号化部 1 8 a は、C C D カメラモジュール 2 によって撮像され、入力フレーム記憶領域 6 に記憶されている画像フレームの符号化を、輝度推定部 1 7 から入力される光源の輝度推定値を用いて行うものである。なお、本実施の形態では、符号化部 1 8 a は M P E G - 4 A V C に従う動画像符号化を行うものとする。

(符号化器 1 8 a の構成)

20

図 4 の符号化器 1 8 a について図 5 を参照しつつ説明する。図 5 は図 4 の符号化部 1 8 a の構成図である。なお、図 5 では、図の簡略化のため、符号化部 1 8 a と D R A M 4 との間にある内部バス 1 9 及び D R A M 制御部 1 2 を省略し、符号化部 1 8 a とメモリカード 5 との間にある内部バス 1 9 及びメモリカード制御部 1 3 を省略している。

【 0 0 5 9 】

符号化部 1 8 a は、動き探索部 3 1 a と、差分部 3 2 と、D C T 部 3 3 と、量子化部 3 4 と、可変長符号化部 3 5 と、逆量子化部 3 6 と、I D C T 部 3 7 とを備える。但し、本実施の形態においても、第 1 の実施の形態と同様、常に過去の 4 フレーム分の候補参照フレームをリングバッファ状に参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d に蓄積しておき、それらを参照フレームに利用できる構成にする。

30

【 0 0 6 0 】

以下では、説明の便宜上、符号化部 1 8 a はフレーム番号 $n - 1$ の画像フレームまで符号化を完了しており、フレーム番号 n の画像フレームを符号化する場合を例に挙げて記載する。

動き探索部 3 1 a は、輝度推定部 1 7 から入力されるフレーム番号 n の画像フレームの撮像時の輝度推定値 Y_n の逆数を算出し、輝度推定値 Y_n の逆数 $1 / Y_n$ をフレーム番号 n の画像フレームの輝度補正係数 G_n として蓄積する。但し、動き探索部 3 1 a は、フレーム番号 $n - i$ ($i = 1, 2, 3, 4$) の画像フレームの符号化の際に、フレーム番号 $n - i$ の画像フレームの撮像時の輝度推定値 Y_{n-i} の逆数を算出することによってフレーム番号 $n - i$ の画像フレームの輝度補正係数 G_{n-i} ($= 1 / Y_{n-i}$) を算出し、算出した輝度補正係数 G_{n-i} を蓄積している。なお、この輝度補正係数 G_{n-i} がフレーム番号 $n - i$ ($i = 1, 2, 3, 4$) の候補参照フレームの輝度補正係数である。

40

【 0 0 6 1 】

続いて、動き探索部 3 1 a は、参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d に格納されている過去 4 フレーム分の候補参照フレームの中から、最も小さい輝度補正係数の候補参照フレームを参照フレームに決定する。そして、動き探索部 3 1 a は、参照フレームに決定した候補参照フレームを内部バス 1 9 及び D R A M 制御部 1 2 を介して参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d から取得する。以下、説明の便宜上、参照フレームに決定された候補参照フレームはフレーム番号 $n - n'$ の候補参照フレームであるとする。

【 0 0 6 2 】

50

更に続いて、動き探索部 3 1 a は、矩形領域のサイズが $l \times m$ である各マクロブロックについて、参照フレームとして決定されたフレーム番号 $n - n'$ の候補参照フレームを用いて、下記の式 (3) の絶対値差 SAD が最小となる x' 及び y' を探索することによって動きベクトルの検出を行う。そして、動き探索部 3 1 a は、検出した動きベクトルを用いて動き補償を行い、動き補償により得られた予測信号を差分部 3 2 へ出力する。

【 0 0 6 3 】

【 数 3 】

SAD(n', x', y')

$$= \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^m |f_n(x+i, y+j) - f_{n-n'}(x+x'+i, y+y'+j)| \quad \dots (3)$$

10

【 0 0 6 4 】

但し、 $| \quad |$ は絶対値を表す記号である。また、 $f_n(x, y)$ は符号化の対象であるフレーム番号 n の画像フレームの座標 (x, y) における輝度値、 $f_{n-n'}(x, y)$ は参照フレームとして決定されたフレーム番号 $n - n'$ の候補参照フレームの座標 (x, y) における輝度値である。

なお、ゲイン調整部 5 1 によって輝度補正が施されていることを踏まえ、評価関数として従来例と同様のものを用いている。

20

【 0 0 6 5 】

< 撮像装置 1 a の動作 >

以下、図 4 の撮像装置 1 a の動作について図 6 を参照しつつ説明する。図 6 は図 4 の撮像装置 1 a による画像処理の手順を示すフローチャートであり、1 つの画像フレームに対する処理の流れを示す。

CCD カメラモジュール 2 によって画像の撮像が行われ、撮像された画像の輝度値 (Y) のデータが画像入力部 1 4 によってフレーム輝度検出部 1 5 に入力され、当該画像の画像フレームを構成する輝度値 (Y) 及び色相値 (C_b, C_r) のデータがゲイン調整部 5 1 に入力される (ステップ S 3 1)。

【 0 0 6 6 】

フレーム輝度検出部 1 5 はステップ S 2 と実質的に同じ処理を行い (ステップ S 3 2)、フリッカースペクトル検出部 1 6 はステップ S 3 と実質的に同じ処理を行う (ステップ S 3 3)。続いて、輝度推定部 1 7 はステップ S 4 ~ S 7 と実質的に同じ処理を行う (ステップ S 3 4 ~ S 3 7)。ゲイン調整部 5 1 は、輝度推定部 1 7 によって算出され或いは決定された輝度推定値の逆数を算出し、画像入力部 1 4 から入力された同じフレーム番号の画像フレームの輝度値 (Y) に算出した輝度推定値の逆数を乗算して輝度値 (Y) を補正する。そして、ゲイン調整部 5 1 は、輝度補正が施された輝度値 (Y) 及び色相値 (C_b, C_r) をそのフレーム番号の画像フレームのデータとして内部バス 1 9 及び DRAM 制御部 1 2 を介して入力フレーム記憶領域 6 に格納する (ステップ S 3 8)。

30

【 0 0 6 7 】

符号化対象の画像フレームが入力フレーム記憶領域 6 から動き探索部 3 1 a 及び差分部 3 2 に DRAM 制御部 1 2 及び内部バス 1 9 を介して入力される。動き探索部 3 1 a は、輝度推定部 1 7 によって算出或いは決定された符号化対象の画像フレームの輝度推定値から上述したようにして当該画像フレームの輝度補正係数を求め、蓄積する。そして、動き探索部 3 1 a は、過去の 4 フレーム分の候補参照フレームの中から、最も小さい輝度補正係数の候補参照フレームを参照フレームに決定する (ステップ S 3 9)。なお、過去 4 フレーム分の各画像フレームの符号化の際に各画像フレームの輝度補正係数が算出されて蓄積されており、この蓄積されている各輝度補正係数が過去 4 フレーム分の各候補参照フレームの輝度補正係数として用いられる。

40

【 0 0 6 8 】

50

続いて、動き探索部 3 1 a は、参照フレームとして決定された候補参照フレームを参照フレーム記憶領域 7 a ~ 7 d から内部バス 1 9 及び D R A M 制御部 1 2 を介して取得し、取得した候補参照フレームを用いて上記の式 (3) の絶対値差 S A D が最小となる x ' 及び y ' を探索することによって動きベクトルの検出を行う (ステップ S 4 0) 。

動き探索部 3 1 a は検出した動きベクトルに基づいて動き補償を行って予測信号を生成する。そして、差分部 3 2、D C T 部 3 3、量子化部 3 4、及び可変長符号化部 3 5 は符号化処理を行い、逆量子化部 3 6 及び I D C T 部 3 7 は復号処理を行う (ステップ S 4 1) 。

【 0 0 6 9 】

上述した実施の形態によれば、参照フレームとして用いられる候補参照フレームは撮影時の光源の輝度が最も高かったもの、即ち、S / N 比が最も高い高品質なものであるため、効率の良い符号化を行うことができる。

第 3 の実施の形態

以下、本発明の第 3 の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。但し、本実施の形態では、符号化パラメータは符号化対象の画像フレームの符号化を行う符号化部である。

【 0 0 7 0 】

第 1 及び第 2 の実施の形態の撮像装置 1 , 1 a は、1 つの符号化部を用いて符号化を行う。これに対して、第 3 の実施の形態の撮像装置 1 b は、3 つの符号化部を用いて並列して符号化を行う。

< 撮像装置の構成 >

本実施の形態の撮像装置の構成について図 7 を参照しつつ説明する。図 7 は本実施の形態の撮像装置の構成図である。但し、本実施の形態において、第 1 の実施の形態の構成要素と実質的に同じ構成要素には同じ符号を付し、その説明が適用できるため本実施の形態ではその説明を省略する。

【 0 0 7 1 】

撮像装置 1 b は、C C D カメラモジュール 2 と、画像処理ユニット 3 b と、D R A M 4 b と、メモリカード 5 とを備える。

D R A M 4 b には、画像処理ユニット 3 b 内の符号化部 7 2 , 7 3 , 7 4 の各々に対応した参照フレーム記憶領域 7 2 a , 7 3 a , 7 4 a があり、参照フレーム記憶領域 7 2 a , 7 3 a , 7 4 a には夫々 1 フレーム分の参照フレームが記憶される。

【 0 0 7 2 】

画像処理ユニット 3 b は、C C D カメラモジュール 2 から入力される画像を符号化するためのものであって、以下、画像処理ユニット 3 b について説明する。

[画像処理ユニット 3 b の構成]

画像処理ユニット 3 b は、図 7 に示すように、プロセッサ 1 1 と、D R A M 制御部 1 2 と、メモリカード制御部 1 3 と、画像入力部 1 4 と、フレーム輝度検出部 1 5 と、フリッカースペクトル検出部 1 6 と、輝度推定部 1 7 と、分配部 7 1 と、符号化部 7 2 , 7 3 , 7 4 と、合成部 7 5 と、内部バス 1 9 とを備える。プロセッサ 1 1、D R A M 制御部 1 2、メモリカード制御部 1 3、画像入力部 1 4、分配部 7 1、符号化部 7 2 , 7 3 , 7 4 及び合成部 7 5 は、夫々、内部バス 1 9 に接続されている。なお、輝度推定部 1 7 は光源の輝度推定値を分配部 7 1 へ出力する。

【 0 0 7 3 】

分配部 7 1 は、符号化部 7 2 ~ 7 4 の夫々について、現時点で符号化を実行中の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値を、現時点で符号化を実行していなければ直前に符号化した画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値を蓄積している。

分配部 7 1 には輝度推定部 1 7 から符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値が入力される。分配部 7 1 は、符号化処理を実行していない符号化部 7 2 ~ 7 4 のうち、符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に直前に符号化した画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値が最も近い符号化部を、符号化対象の画像フレームを符

10

20

30

40

50

号化する符号化部に決定する。そして、分配部 7 1 は、入力フレーム記憶領域 6 から内部バス 1 9 及び D R A M 制御部 1 2 を介して符号化対象の画像フレームを取得し、取得した符号化対象の画像フレーム及び当該符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値を決定した符号化部へ出力する。これと共に、分配部 7 1 は決定した符号化部に対応して蓄積していた光源の輝度推定値を符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に更新する。

【 0 0 7 4 】

符号化部 7 2 , 7 3 , 7 4 は、夫々、C C D カメラモジュール 2 によって撮像され、分配部 7 1 から入力された画像フレームの符号化を行い、符号化データを合成部 7 5 へ出力するものであって、その詳細は後述する。なお、本実施の形態では、符号化部 7 2 , 7 3 , 7 4 は M P E G - 4 A V C に従う動画像符号化を行うものとする。

10

合成部 7 5 は、符号化部 7 2 , 7 3 , 7 4 から入力される符号化データをフレーム番号の順番に従って一つの符号化データに連結し、連結した符号化データを内部バス 1 9 を介してメモリカード制御部 1 3 へ出力する。この連結された符号化データはメモリカード制御部 1 3 によってメモリカード 5 に格納される。

【 0 0 7 5 】

(符号化部 7 2 , 7 3 , 7 4 の構成)

図 7 の符号化部 7 2 について図 8 を参照しつつ説明する。図 8 は図 7 の符号化部 7 2 の構成図である。なお、図 8 では、図の簡略化のため、符号化部 7 2 と D R A M 4 との間にある内部バス 1 9 及び D R A M 制御部 1 2 を省略している。但し、本実施の形態では、符号化部 7 3 , 7 4 として符号化部 7 2 と実質的に同じ構成及び同じ動作を行う符号化部を利用するものとし、この場合、符号化部 7 2 の説明が適用できるため本実施の形態では符号化部 7 3 , 7 4 の説明を省略する。

20

【 0 0 7 6 】

符号化部 7 2 は、動き探索部 3 1 b と、差分部 3 2 と、D C T 部 3 3 と、量子化部 3 4 と、可変長符号化部 3 5 と、逆量子化部 3 6 と、I D C T 部 3 7 とを備える。

以下において、符号化部 7 2 がこれから符号化を行う画像フレームのフレーム番号を n 、符号化部 7 2 が直前に符号化を行った画像フレームのフレーム番号を $n - n'$ とする。

動き探索部 3 1 b は、分配部 7 1 から入力されるフレーム番号 n の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値 Y_n の逆数を算出し、輝度推定値 Y_n の逆数 $1 / Y_n$ をフレーム番号 n の画像フレームの輝度補正係数 G_n として蓄積する。なお、動き探索部 3 1 b は、符号化部 7 2 がフレーム番号 $n - n'$ の画像フレームを符号化する際にフレーム番号 $n - n'$ の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値 $Y_{n-n'}$ の逆数を算出することによってフレーム番号 $n - n'$ の輝度補正係数 $G_{n-n'}$ ($= 1 / Y_{n-n'}$) を算出し、算出した輝度補正係数 $G_{n-n'}$ を蓄積している。なお、この輝度補正係数 $G_{n-n'}$ がフレーム番号 $n - n'$ の参照フレームの輝度補正係数である。

30

【 0 0 7 7 】

そして、動き探索部 3 1 b は、参照フレーム記憶領域 7 2 a からフレーム番号 $n - n'$ の参照フレームを D R A M 制御部 1 2 及び内部バス 1 9 を介して取得する。続いて、動き探索部 3 1 b は、矩形領域のサイズが $1 \times m$ である各マクロブロックについて、取得したフレーム番号 $n - n'$ の参照フレームを用いて、上記の式 (2) の絶対値差 $S A D$ が最小となる x' 及び y' を探索することによって動きベクトルの検出を行う。そして、動き探索部 3 1 a は、検出した動きベクトルを用いて動き補償を行い、動き補償により得られた予測信号を差分部 3 2 へ出力する。

40

【 0 0 7 8 】

なお、本実施の形態では、可変長符号化部 3 5 は符号化データを合成部 3 5 へ出力し、I D C T 部 3 7 は、復号されたフレーム番号 n の画像フレームを参照フレームとして参照フレーム記憶領域 7 2 a に格納する。

< 撮像装置 1 b の動作 >

以下、図 7 の撮像装置 1 b の動作について図 9 を参照しつつ説明する。図 9 は図 7 の撮

50

像装置 1 b による画像処理の手順を示すフローチャートであり、1 つの画像フレームに対する処理の流れを示す。

【 0 0 7 9 】

CCDカメラモジュール 2 及び画像入力部 1 4 はステップ S 1 と実質的に同じ処理を行う (ステップ S 5 1)。

フレーム輝度検出部 1 5 はステップ S 2 と実質的に同じ処理を行い (ステップ S 5 2)、フリッカースペクトル検出部 1 6 はステップ S 3 と実質的に同じ処理を行う (ステップ S 5 3)。続いて、輝度推定部 1 7 はステップ S 4 ~ S 7 と実質的に同じ処理を行う (ステップ S 5 4 ~ S 5 7)。

【 0 0 8 0 】

分配部 7 1 は、符号化部 7 2 ~ 7 4 の中から画像フレームの符号化を行う符号化部の決定を上述したようにして行う (ステップ S 5 8)。そして、分配部 7 1 は、内部バス 1 9 及び DRAM 制御部 1 2 を介して入力フレーム記憶領域 6 から符号化対象の画像フレームを取得し、取得した符号化対象の画像フレーム及び当該符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値を決定した符号化部へ出力する (ステップ S 5 9)。なお、この際、分配部 7 1 は決定した符号化部に対応して蓄積していた光源の輝度推定値を符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に更新する。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 5 8 において決定された符号化部において、動き探索部 3 1 b は、分配部 7 1 から入力された符号化対象の画像フレームの輝度推定値から上述したようにして当該画像フレームの輝度補正係数を求め、蓄積する。そして、動き探索部 3 1 a は、参照フレーム記憶領域に記憶されている参照フレームを用いて、上記の式 (2) の絶対値差 SAD が最小となる x' 及び y' を探索することによって動きベクトルの検出を行う (ステップ S 6 0)。なお、参照フレームの輝度補正係数は当該参照フレームの元となった画像フレームの符号化の際に算出され、蓄積されている。

【 0 0 8 2 】

動き探索部 3 1 b は検出した動きベクトルに基づいて動き補償を行って予測信号を生成する。そして、差分部 3 2、DCT 部 3 3、量子化部 3 4、及び可変長符号化部 3 5 は符号化処理を行い、可変長符号化部 3 5 は符号化データを合成部 7 5 へ出力し、合成部 7 5 は入力される符号化データを連結して内部バス 1 9 及びメモ리카ード制御部 1 3 を介してメモ리카ード 5 に格納する。また、逆量子化部 3 6 及び IDCT 部 3 7 は復号処理を行い、IDCT 部 3 7 は復号した画像フレームを参照フレームとして内部バス 1 9 及び DRAM 制御部 1 2 を介して自身の符号化部に対応する参照フレーム記憶領域に格納する (ステップ S 6 1)。

【 0 0 8 3 】

上述した実施の形態によれば、符号化対象の画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値に最も近い輝度推定値の画像フレームの符号化を行っていた符号化部を符号化対象の画像フレームの符号化を行う符号化部に決定し、更に、符号化対象の画像フレームと参照フレームとの輝度差を係数補正しながら動きベクトルの検出を行う。これによって、符号化部の並列化による符号化の処理速度の向上が図られるとともに、撮影時の光源の輝度の変化に起因する動きベクトルの誤探索を軽減しつつ、効率の良い符号化を行うことができる。

【 0 0 8 4 】

補足

本発明は上記の実施の形態に限られるものではなく、例えば、次のようなものであってもよい。

(1) 上述した第 1 及び第 3 の各実施の形態では、動きベクトル検出部 3 1, 3 1 b は動きベクトルの検出に式 (2) の評価関数を用いている。しかしながら、動きベクトルの検出に用いる評価関数は上記の式 (2) に限られるものではなく、例えば下記の式 (4)、(5) の評価関数を用いてもよい。

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

50

【数 4】

$$\begin{aligned} & \text{SAD}(n', x', y') \\ & = \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^m |f_n(x+i, y+j) \times G_n - f_{n-n'}(x+x'+i, y+y'+j) \times G_{n-n'}|^2 \quad \dots (4) \end{aligned}$$

【0086】

【数 5】

$$\begin{aligned} & \text{SAD}(n', x', y') \\ & = \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^m \{f_n(x+i, y+j) \times G_n - f_{n-n'}(x+x'+i, y+y'+j) \times G_{n-n'}\} \quad \dots (5) \end{aligned}$$

10

【0087】

また、上述した第2の実施の形態では、動きベクトル検出部31aは動きベクトルの検出に式(3)の評価関数を用いている。しかしながら、動きベクトルの検出に用いる評価関数は上記の式(3)に限られるものではなく、例えば下記の式(6)、(7)の評価関数を用いてもよい。

20

【0088】

【数 6】

$$\begin{aligned} & \text{SAD}(n', x', y') \\ & = \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^m |f_n(x+i, y+j) - f_{n-n'}(x+x'+i, y+y'+j)|^2 \quad \dots (6) \end{aligned}$$

【0089】

【数 7】

$$\begin{aligned} & \text{SAD}(n', x', y') \\ & = \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^m \{f_n(x+i, y+j) - f_{n-n'}(x+x'+i, y+y'+j)\} \quad \dots (7) \end{aligned}$$

30

【0090】

(2) 上記の第1から第3の各実施の形態では、蛍光灯フリッカーの成分の有無を判定するために、フリッカースペクトル検出部16は、100Hzのスペクトル値及び120Hzのスペクトル値を用いているが、これに限られるものではない。例えば、フリッカースペクトル検出部16は、電源周波数50Hzに由来する蛍光灯フリッカーの有無の判定のために、その2倍の周波数(100Hz)の倍数(1倍を除く。)の周波数(200Hz、300Hz、...)成分のスペクトル値を用いてもよい。また、フリッカースペクトル検出部16は、電源周波数60Hzに由来する蛍光灯フリッカーの有無の判定のために、その2倍の周波数(120Hz)の倍数(1倍を除く。)の周波数(240Hz、360Hz、...)成分のスペクトル値を用いてもよい。

40

【0091】

(3) 上記の第1及び第2の各実施の形態では、候補参照フレームが過去4フレーム分の画像フレームであるしているが、これに限られるものではなく、候補参照フレームが過去N(N=2, 3, 5, 6, ...)フレーム分の画像フレームであってもよい。

50

また、上記の第3の実施の形態では、符号化部の数が3つであるが、これに限られるものではなく、例えば、符号化部の数は N ($N = 2, 4, 5, \dots$)であってもよい。

【0092】

(4) 上記の第1及び第2の各実施の形態では、参照フレームの決定に輝度補正係数を利用しているが、これに限られるものではなく、例えば、フレーム輝度値を用いて参照フレームの決定を行うようにしてもよい。この場合、第1の実施の形態では、動き探索部31は過去の4フレーム分の候補参照フレームの中から符号化対象の画像フレームの撮像時のフレーム輝度値に最も近いフレーム輝度値の候補参照フレームを参照フレームに決定するようにすればよい。また、第2の実施の形態では、動き探索部31aは過去の4フレーム分の候補参照フレームの中から最もフレーム輝度値が大きい候補参照フレームを参照フレームに決定するようにすればよい。

10

【0093】

また、上記の第3の実施の形態では、分配部71は画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値を用いて符号化対象の画像フレームの分配先を決定しているが、これに限られるものではなく、例えば分配部71は符号化対象の画像フレームの分配先の決定に画像フレームの撮像時の光源の輝度推定値の逆数を用いてもよい。

(5) 上記の第3の実施の形態の符号化部72, 73, 74として、第1及び第2の実施の形態で説明した符号化部18, 18aを用いるようにしてもよく、他の一般的な構成の符号化部を用いるようにしてもよい。また、符号化部72, 73, 74は、評価関数として輝度補正係数を含まない評価関数(例えば、式(3), (6), (7))を用いてもよい。

20

【0094】

(6) 上記の第1から第3の各実施の形態では、符号化部18, 18a, 72, 73, 74はMPEG-4 AVCに従う動画像符号化を行うものとしたが、これに限られるものではなく、過去の画像フレームを参照フレームとして利用する動画像符号化であれば方式は問わない。

(7) 上記の第1から第3の各実施の形態では、フレーム輝度検出部15、フリッカースペクトル検出部16及び輝度推定部17によって撮影時の光源の輝度を推定しているが、これに限られるものではなく、例えば、照度センサを撮像装置に設けて照度センサによって光源の輝度を推定するようにしてもよい。

30

【0095】

(8) 上記の第1から第3の各実施の形態では、フリッカーのスペクトル値の検出にFFTを用いているが、これに限られるものではなく、フリッカーのスペクトル値を検出することができる手段であればよい。

(9) 上記の第1の実施の形態では、フレーム輝度値に相当する輝度補正係数を用いて参照フレームの決定及び動きベクトルの検出の双方を行っているが、これに限られるものではなく、参照フレームの決定及び動きベクトルの検出の何れか一方にのみフレーム輝度値に相当する輝度補正係数を用いるようにしてもよい。但し、輝度補正係数を用いない方では輝度補正係数を固定値の1とみなすことによって従来の通常の符号化技術を適用することができる。何れか一方にのみ輝度補正係数を用いた場合、双方に輝度補正係数を用いた場合に比べ、符号化効率は低下するもののコストの削減が図られる。

40

【0096】

(10) 上記の第1から第3の各実施の形態では、輝度値(Y)及び色相値(C_b, C_r)を用いているが、これに限られるものではなく、例えばRGBデータやベイヤーデータなど輝度に相関があるデータを含むものであればそのまま或いは所定の変換を施すことによって第1から第3の各実施の形態の手法を適用可能である。

(11) 上記の第1から第3の各実施の形態では、CCDカメラモジュール2が輝度値(Y)の算出を行うことを前提に説明したが、これに限られるものではなく、例えば、一般的な撮像装置同様、画像入力部14が輝度値(Y)の算出を行うようにしてもよい。この場合、画像入力部14が多種のイメージセンサに対応することが難しくなるもののコス

50

トの削減が図られる。

【0097】

(12) 上記の第1から第3の各実施の形態では、CCDカメラモジュール2を用いているが、これに限られるものではなく、CCDカメラモジュール2の代わりに、例えば、CMOSイメージセンサなどの他の撮像デバイスを用いてもよい。

(13) 上記の第1から第3の各実施の形態で説明した撮像装置1, 1a, 1bに、各実施の形態で説明した符号化処理を実行するモードとその他の符号化処理(例えば、通常の符号化処理)を実行するモードとを切り替えるための機構と、ユーザがモードを選択するためのモード選択ボタンとを設けるようにしてもよい。

【0098】

また、撮像装置1, 1a, 1bに、撮像のフレームレートに応じて、各実施の形態で説明した符号化処理を実行するモードとその他の符号化処理(例えば、通常の符号化処理)を実行するモードとを切り替えるための機構を設けるようにしてもよい。

(14) 上記の第1から第3の各実施の形態などの構成は、典型的には集積回路であるLSI(Large Scale Integration)として実現されてもよい。これらは、個別に1チップ化されてもよいし、各実施の形態の全ての構成または一部の構成を含むように1チップ化されてもよい。

【0099】

ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC(Integrated Circuit)、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

また、集積回路化の手法はLSIに限られるものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現しても良い。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用しても良い。

【0100】

さらに、半導体技術の進歩又は派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行っても良い。パイオ技術の適応等が可能性としてあり得る。

【産業上の利用可能性】

【0101】

本発明は、蛍光灯フリッカーのスペクトル検出機能を有し、動画像符号化を行う撮像装置に利用でき、特に高速度撮影機能を有するデジタルビデオカメラやデジタルカメラなどの映像機器などの撮像装置に有用である。また、これらの撮像装置向けのLSI等の用途にも応用可能である。

【符号の説明】

【0102】

- 1 撮像装置
- 2 CCDカメラモジュール
- 3 画像処理ユニット
- 4 DRAM
- 5 メモリカード
- 6 入力フレーム記憶領域
- 7a ~ 7d 参照フレーム記憶領域
- 11 プロセッサ
- 12 DRAM制御部
- 13 メモリカード制御部
- 14 画像入力部
- 15 フレーム輝度検出部
- 16 フリッカースペクトル検出部
- 17 輝度推定部

10

20

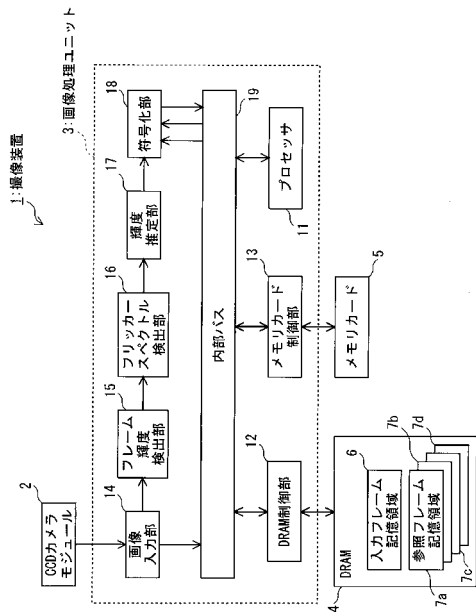
30

40

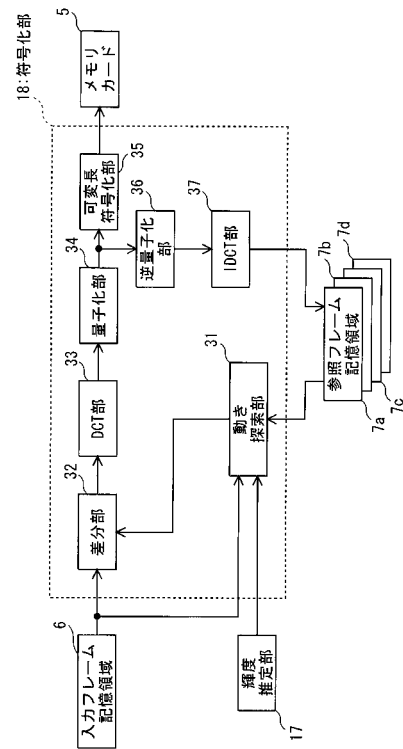
50

- 1 8 符号化部
- 1 9 内部バス
- 3 1 動き探索部
- 3 2 差分部
- 3 3 D C T 部
- 3 4 量子化部
- 3 5 可変長符号化部
- 3 6 逆量子化部
- 3 7 I D C T 部

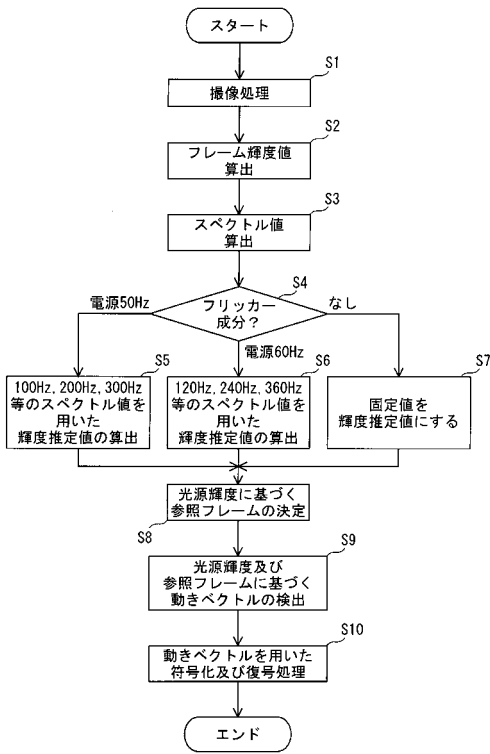
【図 1】



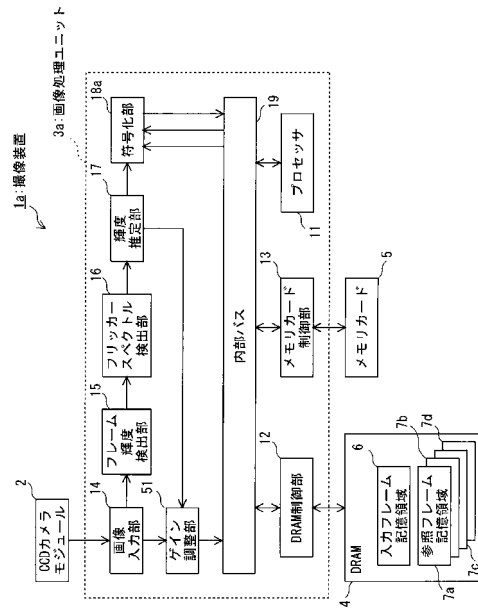
【図 2】



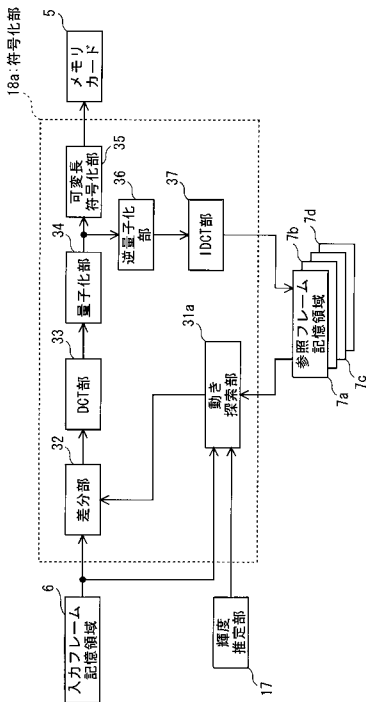
【図3】



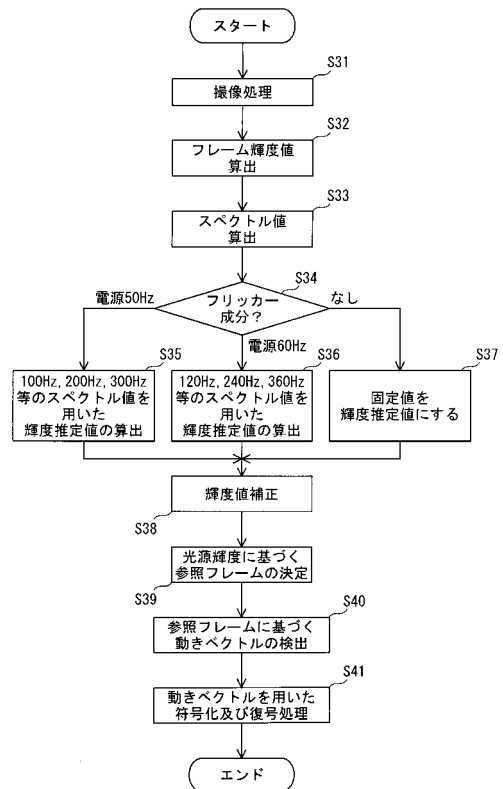
【図4】



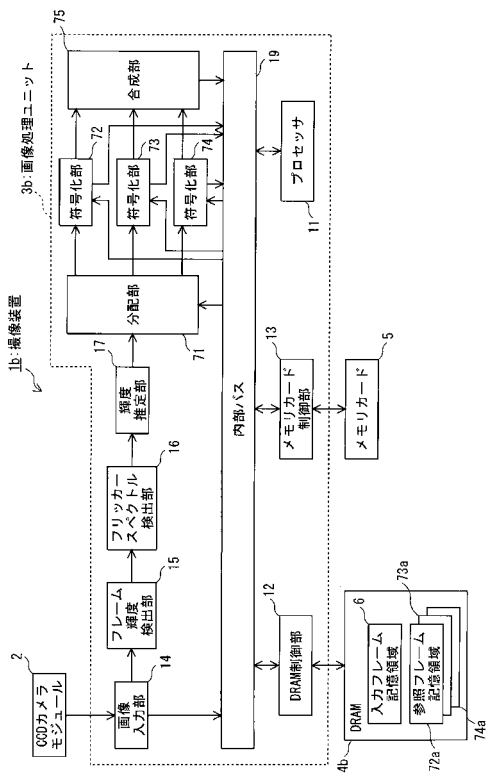
【図5】



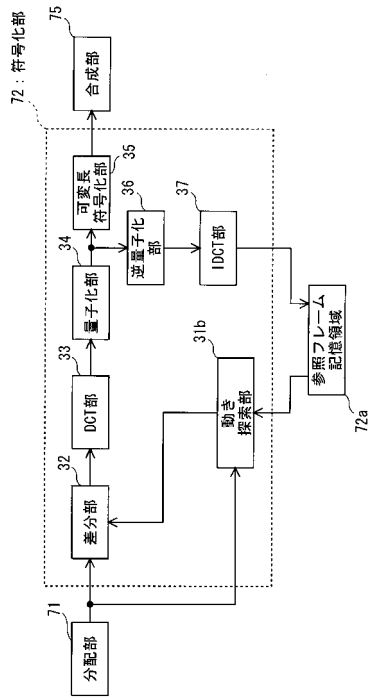
【図6】



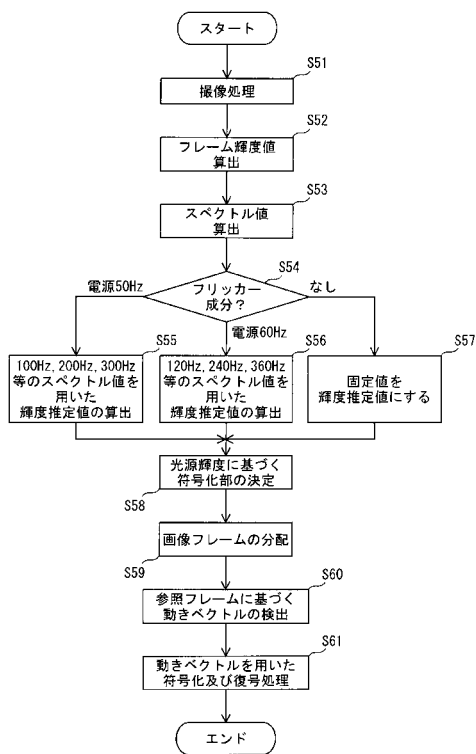
【図7】



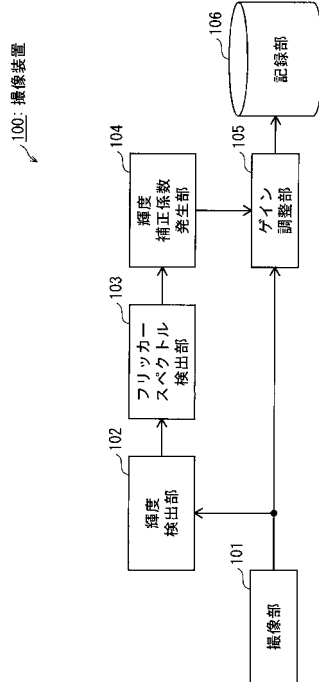
【図8】



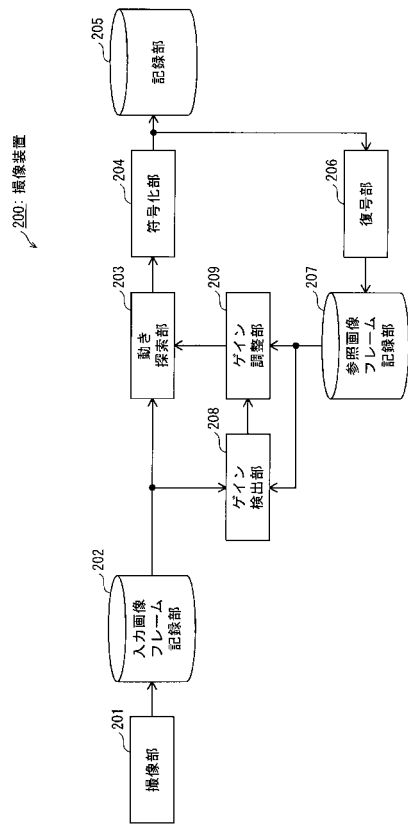
【図9】



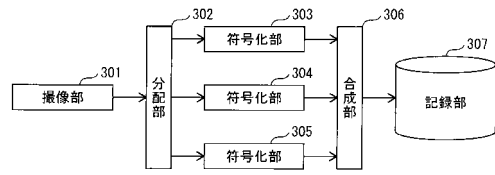
【図10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 淵上 郁雄
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 木村 智生
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 榎 一

- (56)参考文献 特開平10-136385(JP,A)
特開平04-309076(JP,A)
特開2007-097219(JP,A)
特開2006-121585(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H04N | 5/243 |
| G06T | 7/20 |
| H04N | 5/232 |
| H04N | 7/32 |