

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5852324号
(P5852324)

(45) 発行日 平成28年2月3日 (2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日 (2015.12.11)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/357 (2011.01)

HO 4 N 5/361 (2011.01)

HO 4 N 5/335 5 7 O

HO 4 N 5/335 6 1 O

請求項の数 14 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2011-98675 (P2011-98675)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成23年4月26日 (2011.4.26)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-231333 (P2012-231333A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成24年11月22日 (2012.11.22)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成26年4月22日 (2014.4.22)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置及びその制御方法、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画素が行方向及び列方向において2次元に配列された有効画素部と、前記有効画素部の少なくとも列方向の端部に設けられた遮光画素部とを有する撮像素子を有する撮像装置であって、

前記撮像素子から画素信号を読み出す読み出し手段と、

前記読み出し手段により前記遮光画素部における同じ列から読み出された画素信号に対する巡回演算を行うことにより列ごとの列オフセット成分を検出する列オフセット検出手段と、

前記列オフセット検出手段で検出される列オフセット成分を複数のフレームにわたって引き継ぎながら巡回演算を行うと共に、前記巡回演算ごとに算出される列オフセット成分を前記読み出し手段により前記有効画素部から読み出された画素信号から減じていくことで当該有効画素部の画素信号に重畳する列オフセットを補正する補正手段と、

前記遮光画素部を、1フレームで前記読み出し手段により画素信号を読み出す画素領域ごとに複数のブロックに分割し、前記画素領域におけるノイズの発生頻度に応じてフレームごとに前記読み出し手段により画素信号を読み出すブロックを制御する制御手段と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記読み出し手段により画素信号を読み出す前記遮光画素部のブロックの数は、前記ノイズの発生頻度に応じて決定されることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

10

20

【請求項 3】

前記制御手段は、フレームごとに前記読み出し手段により所定のブロックから画素信号を読み出すように制御し、

前記所定のブロックは、前記複数のブロックのうち前記ノイズの発生頻度が最も小さいブロックであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、フレームごとに前記ノイズの発生頻度を検出し、前記所定のブロックを前記ノイズの発生頻度がより小さいブロックに切り換えることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、フレームごとに前記ノイズの発生頻度を検出し、前記ノイズの発生頻度が閾値を超えている場合に前記所定のブロックを切り換えることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記ノイズの発生頻度が小さいものから複数のブロックを選択し、選択されたブロックをフレームごとに切り換えることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、フレームごとに前記ノイズの発生頻度を検出し、前記ノイズの発生頻度が小さいブロックほど後に読み出されるように順番を切り換えることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記制御手段は、フレームごとに前記ノイズの発生頻度を検出し、前記ノイズの発生頻度が閾値より大きい場合に前記ブロックの順番を切り換えることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記遮光画素部は、光電変換素子を覆う遮光膜により遮光された状態で画素ソースフォロアを介して前記画素信号が読み出される画素からなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記遮光画素部は、光電変換素子が電氣的に接続されない状態で画素ソースフォロアを介して前記画素信号が読み出される画素からなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記ノイズは、前記画素ソースフォロアにより発生するランダム・テレグラム・シグナルノイズを含むことを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

前記制御手段は、前記読み出し手段による最初のフレームの画素信号の読み出しに先立ち、全てのブロックから読み出した画素信号から検出された列オフセット成分を、前記補正手段による巡回演算の初期値とすることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 13】

複数の画素が行方向及び列方向において 2 次元に配列された有効画素部と、前記有効画素部の少なくとも列方向の端部に設けられた遮光画素部とを有する撮像素子を有する撮像装置の制御方法であって、

前記撮像素子から画素信号を読み出す読み出し工程と、

前記読み出し工程により前記遮光画素部における同じ列から読み出された画素信号に対する巡回演算を行うことにより列ごとの列オフセット成分を検出する列オフセット検出工程と、

前記列オフセット検出工程で検出される列オフセット成分を複数のフレームにわたって

10

20

30

40

50

引き継ぎながら巡回演算を行うと共に、前記巡回演算ごとに算出される列オフセット成分を前記読み出し工程により前記有効画素部から読み出された画素信号から減じていくことで当該有効画素部の画素信号に重畳する列オフセットを補正する補正工程と、

前記遮光画素部を、1フレームで前記読み出し手段により画素信号を読み出す画素領域ごとに複数のブロックに分割し、前記画素領域におけるノイズの発生頻度に応じてフレームごとに前記読み出し工程により画素信号を読み出すブロックを制御する制御工程と、を有することを特徴とする制御方法。

【請求項14】

コンピュータを、請求項1乃至12のいずれか1項に記載の撮像装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像素子のノイズ低減技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、CCDやCMOS等の固体撮像素子で撮像した画像データを記録・再生する撮像装置が盛んに開発され、広く普及してきている。そして、撮像装置には静止画や動画の撮影に係る解像度や動作スピードのより一層の向上が求められている。そのため、固体撮像素子を駆動するための駆動信号の周波数や、アナログ信号処理回路、A/D変換器、デジタル信号処理回路などに対する駆動周波数の高速化が急速に進んでいる。

【0003】

また、様々な撮影シーンにおいて、失敗撮影の少ない手軽さがより一層求められるようになり、例えばスポーツシーンなど動きの速い被写体に追従するため、あるいは、低照明下の室内撮影における手ぶれ防止を目的として、シャッター秒時の高速化が進んでいる。また、美術館や水族館といったストロボ撮影の禁止された場所での撮影を可能とするために、撮像装置の更なる高感度化が求められている。

【0004】

ところで、固体撮像素子の出力には、その構造に起因する縦縞状のノイズとなる列オフセット成分のノイズが存在する（以下、列オフセット）。例えば、CCDセンサでは垂直転送レジスタの欠陥による縦縞ノイズや、強烈な光が入射した際に発生するスミア現象などが周知である。また、CMOSセンサに代表されるXYアドレス型センサは、一般に、行列状に配置された光電変換素子から、選択された各行ごとの信号を、行ごとに共通で列ごとに異なる垂直出力線を介して読み出す構造を持つ。そのために、列ごとに異なる素子特性のばらつきによって列オフセットが発生しやすい。

【0005】

図26に一般的な固体撮像素子の1画素の読み出し部分に係る基本回路構成を示す。

【0006】

図26において、フォトダイオード901は光信号電荷を蓄積し、転送トランジスタ902はフォトダイオード901に蓄積された光信号電荷をフローティングディフュージョン904に転送する。リセットトランジスタ903はフォトダイオード901に蓄積された光信号電荷をリセットし、フローティングディフュージョン(FD)904は光信号電荷をFD電位に転換し、画素ソースフォロア905は列アンプへと繋がる垂直出力線にFD電位を読み出す。

【0007】

この列ごとに設けられた垂直出力線と列アンプとが、列ごとに異なる特性ばらつきをもつことで列オフセットが発生する。

【0008】

また、その他にも撮像素子の出力には様々なノイズの発生要因がある。フォトダイオードに起因して発生する画素欠陥ノイズやリセットトランジスタに起因して発生するリセッ

10

20

30

40

50

トノイズ、画素ソースフォロアに起因して発生する $1/f$ ノイズおよび R T S ノイズ（ランダム・テレグラム・シグナル）などである。

【 0 0 0 9 】

リセットノイズは、リセットトランジスタをオンして所定の基準電圧を与えてオフする際に生じるノイズであり、相関 2 重サンプリング（C D S 回路）などの周知の技術により除去できる。

【 0 0 1 0 】

$1/f$ ノイズと R T S ノイズは、いずれも画素ソースフォロアの界面準位で電子が捕獲、放出される過程で発生するランダムノイズである。 $1/f$ ノイズはパワースペクトル密度が周波数に反比例し、低い周波数でより大きなパワーを持つため C D S 回路により大きく低減できるが、R T S ノイズは不特定の時間間隔をもって発生するために C D S 回路では除去できずに残る。一般に、R T S ノイズの発生頻度は画素ソースフォロアに大きく依存しており、特定の画素ソースフォロアの素子に偏在しやすい傾向にある。また、画素ソースフォロアの素子サイズが小さくなるほど R T S ノイズの発生頻度が高くなる特質があるため、撮像素子の更なる小型化に対して阻害要因の一つになっている。

【 0 0 1 1 】

画素欠陥ノイズはフォトダイオードに混入した不純物による暗電流ノイズであり、温度や光信号電荷の蓄積時間に依存して非常に大きなレベルの白点ノイズになりうる。画素欠陥ノイズも C D S 回路では除去できずに残る。

【 0 0 1 2 】

上記ノイズ対策に関連した技術として、特許文献 1 には、撮像信号に重畳した列オフセットを検出してキャンセルするために、1 水平期間分の画像データを記憶する記憶部を備え、固体撮像素子の垂直方向の光学的黒画素を水平期間積分して記憶すること、そして有効画素データから 1 水平期間の記憶画像データを減算することで重畳された列オフセットを除去することが記載されている。また、特許文献 2 には、固体撮像素子の垂直方向の光学的黒画素から所定の閾値を超える欠陥画素の影響を除去した後に列オフセットを検出することで列オフセットの検出精度を高める方法が記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 3 】

【 特許文献 1 】 特開平 0 7 - 0 6 7 0 3 8 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 0 2 5 1 4 8 公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 4 】

上述したように、撮像装置の高感度化に伴い、より高精度に列オフセットを検出して撮像信号から除去することが必要であるが、上記特許文献 1 では、列オフセットの検出領域に含まれる列オフセット以外のノイズの影響については何ら考慮されていない。

【 0 0 1 5 】

また、特許文献 2 では、列オフセットの検出領域に含まれる欠陥画素の影響を除去することが記載されているものの、列オフセットの検出領域に含まれる R T S ノイズの発生頻度が高い場合の対処方法については具体的に言及されてない。

【 0 0 1 6 】

列オフセットの検出領域において、R T S ノイズの発生頻度が高い画素ソースフォロアが偏在しており、R T S ノイズが過半数を超えるような場合には、後から信号処理によってノイズを検出して除去することは困難である。また、ノイズを除去できたとしても、その区間の信号成分の欠落により列オフセット検出精度の低下は否めない。

【 0 0 1 7 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、その目的は、撮像信号から列オフセットのみを高精度に検出して補正することで、高感度ながら画像を高品位に保ちつつ低電力化

10

20

30

40

50

に貢献できるノイズ低減技術を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記目的を達成するために、本発明の撮像装置は、複数の画素が行方向及び列方向において2次元に配列された有効画素部と、前記有効画素部の少なくとも列方向の端部に設けられた遮光画素部とを有する撮像素子を有する撮像装置であって、前記撮像素子から画素信号を読み出す読み出し手段と、前記読み出し手段により前記遮光画素部における同じ列から読み出された画素信号に対する巡回演算を行うことにより列ごとの列オフセット成分を検出する列オフセット検出手段と、前記列オフセット検出手段で検出される列オフセット成分を複数のフレームにわたって引き継ぎながら巡回演算を行うと共に、前記巡回演算ごとに算出される列オフセット成分を前記読み出し手段により前記有効画素部から読み出された画素信号から減じていくことで当該有効画素部の画素信号に重畳する列オフセットを補正する補正手段と、前記遮光画素部を、1フレームで前記読み出し手段により画素信号を読み出す画素領域ごとに複数のブロックに分割し、前記画素領域におけるノイズの発生頻度に応じてフレームごとに前記読み出し手段により画素信号を読み出すブロックを制御する制御手段と、を有する。

10

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、撮像信号から列オフセット以外のノイズの影響を極力排除し、列オフセットのみを高精度に検出して補正することで、高感度ながら画像を高品位に保ちつつ低電力化に貢献できるノイズ低減技術を実現できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明に係る実施形態の撮像装置のブロック図。

【図2】CMOSイメージセンサの画素配列を示す図。

【図3】CMOSイメージセンサの内部構成図。

【図4】CMOSイメージセンサの読み出し信号のタイミングチャート。

【図5】センサ全体のタイミングチャート。

【図6】実施形態1の列オフセット検出回路図。

【図7】実施形態1の列オフセットの検出・補正動作説明図。

30

【図8】実施形態1の列オフセット検出時の補正演算説明図。

【図9】実施形態1のRTSノイズによる誤差量説明図。

【図10】RTSノイズの発生頻度説明図。

【図11】実施形態1の巡回演算の収束特性説明図。

【図12】実施形態2の列オフセットの検出・補正動作説明図。

【図13】実施形態2の列オフセット検出時の補正演算説明図。

【図14】実施形態3の列オフセットの検出・補正動作説明図。

【図15】実施形態3の列オフセット検出時の補正演算説明図。

【図16】実施形態4の列オフセット検出回路図。

【図17】実施形態4の列オフセットの検出・補正動作説明図。

40

【図18】実施形態4の列オフセット検出時の補正演算説明図。

【図19】実施形態4の列オフセット最大値説明図。

【図20】実施形態5の列オフセット検出回路図。

【図21】実施形態5の列オフセットの検出・補正動作説明図。

【図22】実施形態5の列オフセット検出時の補正演算説明図。

【図23】実施形態6の加重平均過程説明図。

【図24】実施形態6の列オフセットの検出・補正動作説明図。

【図25】実施形態6の列オフセット検出時の補正演算説明図。

【図26】撮像素子の1画素の読み出し部分に係る基本回路図。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 2 1 】

以下に、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。尚、以下に説明する実施の形態は、本発明を実現するための一例であり、本発明が適用される装置の構成や各種条件によって適宜修正又は変更されるべきものであり、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。また、後述する各実施形態の一部を適宜組み合わせる構成してもよい。

【 0 0 2 2 】

〔装置構成〕本発明に係る撮像装置は、特にデジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ（以下、カメラ）に有用である。このため、以下では、本発明に係る撮像装置をＣＭＯＳイメージセンサを搭載するデジタルカメラに適用した例について、図１及び図２を参照して説明する。

10

【 0 0 2 3 】

図１において、レンズ１０１は、被写体の光像を撮像素子１０３の撮像面に収束させる。絞り１０２は、被写体像の光量を調節するＡＥ（自動露出制御）を行い、撮像される画像を適切な輝度レベルに保つように駆動される。

【 0 0 2 4 】

撮像素子１０３は、被写体の光像を電気信号に変換するＣＭＯＳイメージセンサ（以下、ＣＭＯＳセンサ）である。

【 0 0 2 5 】

図２に示すように、ＣＭＯＳセンサ１０３は、複数の画素が行方向（水平方向）及び列方向（垂直方向）において２次元に配列された有効画素部として光電変換素子であるフォトダイオードに光が照射される有効画素領域２０３を有する。また、ＣＭＯＳセンサ１０３は、有効画素領域２０３の行方向または列方向の端部に設けられた遮光画素部として、アルミ薄膜等の遮光膜により光の照射が数列から数１０列にわたって遮光される水平オプティカルブラック（以下、ＨＯＢ）領域２０１と、アルミ薄膜等の遮光膜により光の照射が数ラインから数十ラインにわたって遮光される垂直オプティカルブラック（以下、ＶＯＢ）領域２０２とに区分される。

20

【 0 0 2 6 】

同期信号発生器（以下、ＳＳＧ）１０４は、水平同期信号（以下、ＨＤ信号）及び垂直同期信号（以下、ＶＤ信号）を生成する。

30

【 0 0 2 7 】

タイミングジェネレータ（以下、ＴＧ）１０５は、ＣＭＯＳセンサ１０３を駆動させる各種制御信号をＨＤ信号及びＶＤ信号に同期して発生する。

【 0 0 2 8 】

Ａ／Ｄ変換器１０６はＣＭＯＳセンサ１０３から出力されるアナログ信号をデジタル画像信号に変換する。

【 0 0 2 9 】

ＯＢクランプ回路１０７は、Ａ／Ｄ変換器１０６のＯＢ期間の出力値を所定の値に固定する。

【 0 0 3 0 】

列オフセット検出回路１０８は、ＯＢクランプ回路１０７から出力された画像信号に含まれる列オフセット成分をＶＯＢ領域から抽出する。列オフセット除去回路１１１は、列オフセット検出回路１０８にて検出された列オフセットを有効画素領域２０３の撮像信号から減算する。

40

【 0 0 3 1 】

ウィンドウ回路１０９は、列オフセット検出回路１０８及び列オフセット除去回路１１１を駆動するための制御信号を生成する。

【 0 0 3 2 】

システムコントローラ１１０は、各部を統括して制御して動作モードやパラメータを決定する。

50

【 0 0 3 3 】

信号処理回路 1 1 2 は、デジタル画像信号に対して補間処理や色変換処理、縮小や拡大などの変倍処理を行い、表示デバイスに表示可能な画像信号に変換すると共に、記憶媒体に合せて J P E G 形式の画像データなどに変換する。

【 0 0 3 4 】

〔センサ構成〕図 3 を参照して、C M O S センサ 1 0 3 の回路構成について説明する。図 3 において、垂直走査回路 3 0 0 は画素配列から特定の読み出し行を選択する。リセットトランジスタ（以下、リセット T r ） 3 0 1 a ~ 3 0 1 c はフォトダイオードに蓄積された光信号電荷をリセットする。転送トランジスタ（以下、転送 T r ） 3 0 2 a ~ 3 0 2 c はフォトダイオードに蓄積された光信号電荷を後述するフローティングディフュージョンに転送する。

10

【 0 0 3 5 】

フォトダイオード（以下、P D ） 3 0 3 a ~ 3 0 3 c は光電変換素子からなる。フローティングディフュージョン（以下、F D ） 3 0 4 a ~ 3 0 4 c は光信号電荷を F D 電位に転換する。選択トランジスタ（以下、選択 T r ） 3 0 5 a ~ 3 0 5 c は特定行を選択して画素ソースフォロアを作動させて F D 電位を垂直出力線 2 0 4 a ~ 2 0 4 c に読み出す。

【 0 0 3 6 】

画素ソースフォロア（以下、画素 S F ） 3 0 6 a ~ 3 0 6 c は F D 電位を垂直出力線に読み出すバッファアンプである。

【 0 0 3 7 】

基準電圧 V r e f 3 0 7 は列アンプ 2 0 5 a ~ 2 0 5 c での信号増幅用の基準として用いられる。3 0 8 は読み出し回路の 1 画素信号の構成単位である。サンプルホールド回路（以下、S / H (N) ） 3 0 9 a ~ 3 0 9 c は N 信号を記憶する。サンプルホールド回路（以下、S / H (S) ） 3 1 0 a ~ 3 1 0 c は S 信号を記憶する。

20

【 0 0 3 8 】

また、m 行目の行選択線（以下、P S E L _ m ） 3 1 1、m 行目のリセット信号線（以下、P R E S _ m ） 3 1 2、m 行目の信号転送線（以下、P T X _ m ） 3 1 3 は、C M O S センサ 1 0 3 を制御する信号線である。また、信号線（以下、P T N ） 3 1 4 は、S / H (N) 3 0 9 への読み出し期間を決定し、信号線（以下、P T S ） 3 1 5、S / H (S) 3 1 0 への読み出し期間を決定する信号線である。

30

【 0 0 3 9 】

3 2 0 は水平出力線であり、選択トランジスタ（以下、選択 T r ） 3 1 6 a ~ 3 1 6 c は、各列の S / H (N) 3 0 9 の出力を水平出力線 3 2 0 に選択して読み出す。同様に、3 2 1 は水平出力線であり、選択トランジスタ（以下、選択 T r ） 3 1 7 a ~ 3 1 7 c は、各列の S / H (S) 3 1 0 の出力を水平出力線 3 2 1 に選択して読み出す。

【 0 0 4 0 】

水平走査回路 3 1 9 は各列の S / H (N) 3 0 9 の出力および S / H (S) 3 1 0 の出力から特定の読み出し列を選択する。3 1 8 a ~ 3 1 8 c は水平走査回路 3 1 9 から出力される n ~ n + 2 列目の選択信号 H n ~ H n + 2 である。

【 0 0 4 1 】

差動回路 3 2 3 は水平出力線 3 2 0、3 2 1 からの信号を受けて C M O S センサ 1 0 3 の出力 V O U T として差動出力を行う。

40

【 0 0 4 2 】

なお、1 画素信号の構成単位 3 0 8 に 4 つのトランジスタを持つ構成を例示したが、2 種類以上のリセット電圧を用い、画素 S F を不活性化・活性化させる方式を用いることで、選択 T r 3 0 5 を省略することもできる。また、F D および S F を複数の P D で共有する構造であってもよい。

【 0 0 4 3 】

次に図 3 及び図 4 を参照して、読み出し時における図 3 の信号線の動作タイミングについて説明する。

50

【 0 0 4 4 】

撮影動作が開始されて P D 3 0 3 a ~ 3 0 3 c に光が入射されると、光信号電荷が発生し蓄積を開始する。垂直走査回路 3 0 0 により各行の走査が順次行われていき、m 行目の走査に至ると P R E S _ m 3 1 2 がハイレベルになり、F D 3 0 4 a ~ 3 0 4 c の信号がリセットされる。

【 0 0 4 5 】

次に P S E L _ m 3 1 1 がハイレベルになり、リセットノイズを含むリセットレベルが画素 S F 3 0 6 a ~ 3 0 6 c を通じて垂直出力線 2 0 4 a ~ 2 0 4 c へ読み出される。そして、垂直出力線 2 0 4 a ~ 2 0 4 c に読み出されたりセットレベルと基準電圧 V r e f 3 0 7 との差分が列アンプ 2 0 5 a ~ 2 0 5 c にて増幅されて出力される。

10

【 0 0 4 6 】

そして、この出力された N 信号を、P T N _ m 3 1 3 がハイレベルの期間（以下、N 読み期間）で S / H (N) 3 0 9 に記憶される。その後、P T X _ m 3 1 3 をハイレベルにして、P D 3 0 3 a ~ 3 0 3 c にて発生した電荷を、F D 3 0 4 a ~ 3 0 4 c に読み出す。N 信号と同様にして、画素 S F 3 0 6 a ~ 3 0 6 c、垂直出力線 2 0 4 a ~ 2 0 4 c、列アンプ 2 0 5 a ~ 2 0 5 c を通過した後に出力される S 信号は、P T S _ m がハイレベルの期間（以下、S 読み期間）に S / H (S) 3 1 0 に記憶される。

【 0 0 4 7 】

このようにして読み出され S / H (N) 3 0 9 に記憶された各列の m 行目の N 信号は、水平走査回路 3 1 9 の出力信号 3 1 8 a ~ 3 1 8 c により制御される選択 T r 3 1 6 a ~ 3 1 6 c を介して、水平出力線 3 2 0 に列ごとに順次読み出される。

20

【 0 0 4 8 】

同様に、読み出され S / H (S) 3 1 0 に記憶された各列の m 行目の N 信号は、水平走査回路 3 1 9 の出力信号 3 1 8 a ~ 3 1 8 c により制御される選択 T r 3 1 7 a ~ 3 1 7 c を介して、水平出力線 3 2 1 に列ごとに順次読み出される。

【 0 0 4 9 】

列ごとに並列に読み出された m 行目の N 信号と S 信号とは、差動信号としてそれぞれ差動回路 3 2 3 に入力されて、その差動出力が C M O S センサ 1 0 3 のセンサ出力 V O U T となる。

【 0 0 5 0 】

S 信号は、N 信号に P D 3 0 3 a ~ 3 0 3 c で発生した光信号電荷による信号が加わったものである。これにより S 信号と N 信号との差動動作をなすことで C D S 動作が行われる。そして、C M O S センサ 1 0 3 のセンサ出力 V O U T から、素子に起因するリセットノイズや 1 / f ノイズが除去されて、撮像信号には列オフセットに加えて画素欠陥ノイズと R T S（ランダム・テレグラム・シグナル）ノイズとが重畳する状態で出力される。

30

【 0 0 5 1 】

[実施形態 1] 次に図 5 を参照して、実施形態 1 の撮像装置の動作について説明する。

【 0 0 5 2 】

図 5 は、本実施形態の C M O S センサ 1 0 3 のタイミング信号及びのタイミング信号に同期して出力された出力信号を例示する図である。

40

【 0 0 5 3 】

図 5 において、T G 1 0 5 は、S S G 1 0 4 において生成される H D 信号及び V D 信号から C M O S センサ 1 0 3 を駆動する各種制御信号を生成する。C M O S センサ 1 0 3 は、T G 1 0 5 で生成される制御信号のタイミングで、レンズ 1 0 1 及び絞り 1 0 2 を通過した光信号を電気信号へと変換する。

【 0 0 5 4 】

C M O S センサ 1 0 3 から読み出されたアナログ信号は、A / D 変換器 1 0 6 にてデジタル信号に変換され、O B クランプ回路 1 0 7 を介して O B 期間を所定のレベルに固定された後に、列オフセット検出回路 1 0 8 及び列オフセット除去回路 1 1 1 へ出力される。

【 0 0 5 5 】

50

ウィンドウ回路 109 は、HD 信号及び VD 信号を参照して、列オフセット検出回路 108 に VOB 領域における列オフセットの垂直の検出期間を指示する検出許可信号 VWD E T と水平の検出期間を指示する検出許可信号 H W I N と巡回演算の回数をカウントするためのパルス信号 C C L K とを供給する。

【0056】

ウィンドウ回路 109 は、列オフセット除去回路 111 に有効画素領域における垂直の列オフセット除去期間を指示する除去許可信号 V W C O L と水平の列オフセット除去期間を指示する除去許可信号 H W I N を供給する。

【0057】

列オフセット検出回路 108 は、ウィンドウ回路 109 から供給された検出許可信号に従って列オフセットデータを算出する。

【0058】

そして、列オフセット除去回路 111 は、ウィンドウ回路 109 から供給された除去許可信号 V W C O L に従い、列オフセット検出回路 108 により列ごとに算出された列オフセット成分を有効画素領域の撮像信号から減算して除去する。

【0059】

列オフセット除去回路 111 から出力された画像データは、信号処理回路 112 において信号処理されて、表示デバイスや記録デバイスに適合する画像データへと変換される。

【0060】

T G 105 は、同期信号である HD 信号、VD 信号の他に、CMOS センサ 103 から 1 画素ごとに信号を読み出すクロック信号として H C L K 信号を CMOS センサ 103 に供給している。

【0061】

H C L K 信号は、CMOS センサ 103 の内部の構成要素である H O B、V O B、有効画素の各領域の画素信号を読み出すためにセンサ出力を 1 画素サイクル単位で制御し、読み出し禁止期間にセンサ出力を停止する読み出し制御信号である。

【0062】

T G 105 は、さらに、センサ出力の黒の基準となる画素信号を V O B、H O B の各領域から選択、抽出するための制御信号 (C L P O B 信号) を O B クランプ回路 107 に供給している。

【0063】

C L P O B 信号により抽出された H O B、V O B の画素信号は、O B クランプ回路 107 において有効画素領域の撮像信号から減算・出力されることで、黒レベル変動のない安定したセンサ出力を得ることができる。

【0064】

P B L K 信号のタイミングは、1 水平期間中のセンサ出力が読み出しを停止しているブランキング期間 T b l k を示している。

【0065】

また、CMOS センサ 103 は、背景技術で述べたように、XY アドレス型の読み出し構造に起因して、読み出し列ごとに異なる素子特性のばらつきによって列ごとに異なるオフセットが重畳する、所謂、列オフセットが発生しやすい。列オフセットは、V O B、H O B、有効画素領域の各領域の読み出し経路を共通に持つ同じ列上に等しく発生する性質がある。

【0066】

また、CMOS センサ 103 の出力には列オフセットの他にも、画素欠陥ノイズや R T S ノイズが重畳しており、さらにはセンサ後段のアナログ回路や A D 変換時の量子化ノイズ等のランダムノイズが重畳される。

【0067】

図 5 のセンサ出力 (V O B) とセンサ出力 (有効画素領域) の波形は、これらに重畳する列オフセットとその他のノイズの態様を模式的に示したものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

本発明の趣旨は、動画のフレームレートを下げないために1フレームに係るV O B領域を増やすことなく、列オフセットと他のノイズが重畳したV O B領域のセンサ出力から不要なノイズ成分を排除して、列オフセットのみを高精度に検出することにある。

【 0 0 6 9 】

図6は、本発明を実現するための列オフセット検出回路108の回路構成を示している。

【 0 0 7 0 】

図6において、500は列オフセット検出回路108に入力される撮像信号X_nであり、乗算器501（係数K₁）の入力に接続される。乗算器501（係数K₁）の出力と乗算器503（係数K₂）の出力は、それぞれ加算器502の入力に接続される。加算器502の出力はラインメモリ504に入力される。ラインメモリ504の出力は乗算器503に入力されると共に、列オフセット検出回路108の出力505となる。

10

【 0 0 7 1 】

その他、列オフセットの垂直検出領域を指示する垂直検出ウィンドウ信号506（V W D E T）と水平検出領域を指示する水平検出ウィンドウ信号507（H W I N）が、ウィンドウ回路109から列オフセット検出回路108の各部に供給される。また、ラインメモリ504に初期値のリロードを指示するモードリセット信号508（R E S M）が、T G 1 0 5から列オフセット検出回路108の各部に供給される。

【 0 0 7 2 】

次に、列オフセット検出回路108の動作について説明する。

20

【 0 0 7 3 】

撮像信号X_nは、乗算器501、乗算器503、加算器502、ラインメモリ504とで構成される巡回積分回路に入力されて、垂直データ間の巡回演算が行われる。ラインメモリ504には、水平画素ごとに（列ごとに個別に）値を有する巡回演算値Y_nが逐次、更新されて記憶される。

【 0 0 7 4 】

巡回演算値Y_nの演算式は下記式1で示される。サフィックスnは巡回演算の回数を表しており、1ラインごとに更新される。

【 0 0 7 5 】

巡回係数 : K₁、K₂（= 1 - K₁）

巡回演算値 : Y_n = K₁ · X_n + K₂ · Y_{n-1} · · · (1)

図6の例では、巡回係数として、K₁ = 1 / 64、K₂ = 63 / 64が設定されており、1対63の比率で、撮像信号X_nに対して加重平均による演算が巡回的に繰り返される。

30

【 0 0 7 6 】

ラインメモリ504は、水平検出ウィンドウ信号H W I Nで示される1水平データ分の画素データを保持できる。

【 0 0 7 7 】

そして、動画撮影の最初のフレームを始動するV D信号に同期して、システムコントローラ110がT G 1 0 5を介してモードリセット信号508（R E S M）によりラインメモリ504に初期値のリロードを指示する。

40

【 0 0 7 8 】

その後、巡回積分回路では、垂直検出ウィンドウ信号V W D E Tと水平検出ウィンドウ信号H W I Nで示された列オフセット検出領域内で、これらの動作が水平画素ごとに順次行われる。

【 0 0 7 9 】

垂直検出ウィンドウ信号V W D E T期間に、複数回の巡回演算の後にラインメモリ518に記憶・保持された巡回演算値が、検出された列オフセットデータとして、列オフセット除去回路111に読み出されて列オフセットの除去が行われる。

50

【 0 0 8 0 】

図 7 は、動画撮影の際に連続して読み出された各フレーム画像から列オフセットを検出・補正する処理を示し、図 8 は、各フレーム画像から列オフセットが検出されて補正データが演算される様子を示している。

【 0 0 8 1 】

V O B 領域は全部で 6 4 ラインある。この V O B 領域は垂直方向に 1 6 ラインずつの 4 つの検出ブロックに分割される。

【 0 0 8 2 】

動画撮影のまず最初に、巡回演算式 1 の初期値 0 で第 1 フレームの V O B 領域から列オフセットが検出されて、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第 1 フレーム用の V O B 領域は、V O B 領域の最初の 1 6 ラインで指定されたブロック 1 の領域である。

10

【 0 0 8 3 】

次の第 2 フレームでは、第 1 フレームの列オフセットデータを巡回演算値として引き継いで第 2 フレーム用の V O B 領域から列オフセットが検出されて、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第 2 フレーム用の V O B 領域は、第 1 フレームの V O B 領域に続く次の 1 6 ラインで指定されたブロック 2 の領域である。

【 0 0 8 4 】

次の第 3 フレームでは、第 2 フレームの列オフセットデータを巡回演算値としてさらに引き継いで第 3 フレーム用の V O B 領域から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第 3 フレーム用の V O B 領域は、第 2 フレームの V O B 領域に続く次の 1 6 ラインで指定されたブロック 3 の領域である。

20

【 0 0 8 5 】

次の第 4 フレームでは、第 3 フレームの列オフセットデータを巡回演算値としてさらに引き継いで第 4 フレーム用の V O B 領域から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第 4 フレーム用の V O B 領域は、第 3 フレームの V O B 領域に続く最後の 1 6 ラインで指定されたブロック 4 の領域である。そして、第 4 フレームにおいて全ての V O B 領域が読み出される。

30

【 0 0 8 6 】

そして、次の第 5 フレームでは、第 4 フレームの列オフセットデータを巡回演算値としてさらに引き継いで第 5 フレーム用の V O B 領域から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第 5 フレーム用の V O B 領域は、再び V O B 領域の最初の 1 6 ラインで指定されたブロック 1 の領域に戻り、第 1 フレーム用の V O B 領域と同じ領域となる。以降、4 フレーム単位で全 V O B 領域の読み出しが繰り返される。

【 0 0 8 7 】

ところで、列オフセットの検出領域である V O B には既に説明したように画素欠陥ノイズや R T S ノイズが重畳しており、列オフセットの検出精度を劣化させる誤差要因となりうる。

40

【 0 0 8 8 】

さらに、列オフセットの検出領域において R T S ノイズの発生頻度が高い画素ソースフォロアが偏在しており、検出ブロックごとに R T S ノイズの影響による誤差量は大きく異なる。

【 0 0 8 9 】

図 9 は特定の画素列上に発生する R T S ノイズによる誤差量に関して、各検出ブロックごとの誤差量と全検出ブロックでの誤差量との関係を模式的に示している。

【 0 0 9 0 】

図 9 で検出ブロックごとの誤差量はフレームごとに同一の検出ブロックのみを繰り返し

50

て読み出した場合の検出ブロック内の16ラインの加重平均による誤差量を表している。

【0091】

全検出ブロックでの誤差量は全検出ブロックを4フレーム単位で繰り返して読み出した場合の全検出領域64ラインの加重平均による誤差量を表している。

【0092】

図9の例では、RTSノイズが検出ブロック1の16ラインに偏って高頻度で発生しており、検出ブロック1の16ラインのみの加重平均による誤差量が画像に影響を及ぼす許容レベルを超える結果となる場合を示している。

【0093】

RTSノイズの発生頻度を全VOB領域にわたって全画素で低レベルに抑えることは、撮像素子の製造プロセス上、非常に困難である。そして、RTSノイズの発生頻度は局所的に偏在しており、しかも個体差があるため許容レベルを超える検出ブロックが何れになるかは撮像素子ごとにまちまちである。

【0094】

しかし、RTSノイズがどのように局所的に偏在したとしても、その発生頻度を全VOB領域の中で平均してみた場合に、一定の割合以下に抑えた撮像素子を製造することは十分に可能である。

【0095】

そして、図9は、このような撮像素子において、検出ブロック2、3、4でのRTSノイズの発生頻度が低いことで、検出ブロック1をこれらに含めた全検出ブロックの64ラインの加重平均による誤差量として、許容レベル以下に低減する様子を示している。

【0096】

図10は、VOB領域の各検出ブロックにおける同じ列上の画素信号のデータ分布を示しており、以下では、図10を参照してRTSノイズの発生頻度を検出する方法の一例について説明する。

【0097】

この例では、列データのメディアン値に対して所定の閾値を設ける。そして、この閾値から外れたデータをRTSノイズとみなして発生個数を計数する。計数値の大きなものほどRTSノイズの発生頻度が高いと判断する。このようにして求めたRTSノイズの発生頻度の検出値と加重平均による誤差量との関係には強い相関性が得られる。

【0098】

RTSノイズの発生頻度を全VOB領域にわたって全画素で低レベルに抑えることは、撮像素子の製造プロセス上、非常に困難である。そして、RTSノイズの発生頻度は局所的に偏在しており、しかも個体差があるため許容レベルを超える検出ブロックが何れになるかは撮像素子ごとにまちまちである。

【0099】

そこで、撮像素子ごとに、予め、RTSノイズの発生頻度を検出ブロックごとに検出しておいて、その検出結果を当該撮像素子が搭載された撮像装置に記憶しておく。この調整手順は、撮像素子の製造ラインの工程上で行っても良いし撮像装置に調整モード等を設定行ってもよい。

【0100】

本実施形態のようにフレーム単位で検出領域を切り換える構成をなすことで、全検出領域を用いた加重平均によって誤差量を許容レベル以下に低減することが可能である。

【0101】

本実施形態では4フレームで全検出領域64ラインを読み出す構成としたが、撮像素子のRTSノイズの発生頻度に基づいて、十分なノイズ低減効果を得るために、適宜、検出領域の拡張を図るべきである。

【0102】

本実施形態では、1フレームあたりの検出ライン数を増やすことなくRTSノイズの影響を低減することができるため、動画のフレームレートを落とすこともなく、消費電力の

10

20

30

40

50

増加につながる読み出しの動作スピードを上げる必要もない。

【0103】

なお、本実施形態においては、説明の便宜上、列オフセットの検出領域にVOB画素を割り当てて、全て、動作の説明を行っている。

【0104】

しかしながら、本発明の趣旨によれば、画素ソースフォロアに電氣的にフォトダイオードが接続されない状態で読み出しが行われる、所謂、ダミー画素を検出領域として割り当てても同様の効果を得ることができる。

【0105】

むしろ、ダミー画素にはフォトダイオードに起因する画素欠陥ノイズが発生しない分、列オフセットの検出には有利である。また、この場合の有効画素の黒レベルの基準は、HOB画素のクランプ動作により得ることができる。

【0106】

また、本実施形態においては、式1の巡回係数として、 $K1 = 1/64$ 、 $K2 = 63/64$ を用いた加重平均による巡回演算を例示している。

【0107】

しかし、本発明によれば、例えば式1に対して、 $K1 = 1/16$ 、 $K2 = 1$ を用いた加重平均を16回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロックごとに加重平均値を算出して、この値を巡回演算値として次のフレームに引き継ぐことも可能である。

【0108】

[実施形態2] 実施形態1では、1フレームあたり16ラインの検出領域を割り当てる構成としたが、フレームごとに検出領域を切り換えれば、1フレームあたりの検出ライン数をさらに減らして動画のフレームレートを向上させることも可能である。このことを実現したのが、以下に説明する実施形態2である。

【0109】

図11は、巡回演算値の収束の様子を示している。

【0110】

巡回演算式1の場合、例えば巡回係数Kが $(1/64)$ であれば、1回の巡回演算で入力データ X_n の $(1/64)$ が巡回演算値として加重平均がなされるため、これを128回繰り返すことで、ほぼ演算値を収束させることができる。

【0111】

実施形態2では1フレームのVOBの検出ライン数が16ラインの設定であり、1フレームあたり16回の巡回演算ができるので、最初の8フレームでほぼ演算を収束させて正しい列オフセットを検出することが可能である。

【0112】

動画のフレームレートが30[フレーム/秒]の場合に、8フレームに要する時間は、 $0.27 (= 8/30)$ 秒である。動画の描画開始から列オフセットが正しく検出・補正されて動画像から縦縞が消えるまでに、 0.27 秒の時間がかかることを意味しており、これ以上に巡回演算の収束時間を延ばすことは動画品質上好ましくない。

【0113】

列オフセットの最大値は撮像素子の出力で数mV～数10mV見込まれており、このような列オフセットを検出して補正するために許容できる収束時間を満足する巡回係数K1の上限値が、 $K1 = 1/64$ ($K2 = 63/64$) である。

【0114】

また、1箇所のRTSノイズの発生に対して巡回係数K1 ($1/64$) を乗じた値が巡回演算値の誤差となる。

【0115】

巡回係数K1を $(1/32)$ などに上げれば巡回演算の収束時間が短縮するが、RTSノイズによる誤差を増大させる結果となるため、巡回係数K1は容易に上げることができない。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

1 フレームあたりの検出ライン数を減らせばその分だけ、動画のフレームレートを今より向上させることができる。しかし、例えば1フレームあたりの検出ライン数を16ラインから半分の8ラインに変更すると、巡回演算の収束時間は2倍の16フレームにあたる0.54 (= 16 / 30) 秒に増大してしまう。

【 0 1 1 7 】

1 フレームあたりの検出ライン数を減らすためには、巡回演算の収束時間が増大してしまうという上記の問題を回避する工夫が併せて必要となる。

【 0 1 1 8 】

そのために実施形態2では、動画の最初のフレーム画像の読み出しに先立ち、短期間のうちに巡回演算を収束させて列オフセットの検出を行う。そして、これを列オフセット検出値の初期値として、動画の最初のフレームから精度よく列オフセットの補正を行う動作を実施形態1に追加している。

10

【 0 1 1 9 】

図12は、動画撮影の際に連続して読み出された各フレーム画像から列オフセットを検出・補正する処理を示し、図13は、各フレーム画像から列オフセットが検出されて補正データが演算される様子を示している。

【 0 1 2 0 】

V O B 領域は全部で64ラインある。このV O B 領域は垂直方向に8ラインずつの8つの検出ブロックに分割される。

20

【 0 1 2 1 】

動画の読み出しに先立ち、最初にダミーフレームが設けられており、巡回演算の初期値0でダミーフレームのV O B 領域から列オフセットが検出される。ダミーフレーム用のV O B 領域は、64ラインで指定された全V O B 領域である。ダミーフレームにおいては、短期間に動画の第1フレームに動作を移行するために、V O B 領域のみで有効画素領域の画素信号の読み出しは行われない。

【 0 1 2 2 】

さらに、ダミーフレームにおいては、巡回係数K (1 / 64) に対して巡回演算を収束させて正しい列オフセットを検出するために、64ラインで指定された全V O B 領域が総じて2回繰り返して読み出される。

30

【 0 1 2 3 】

ダミーフレームにおけるV O B 128ラインの読み出し時間は、通常の動画の1フレームの読み出し時間 (1 / 30) 秒に対して時間的に十分短いので、動画の描画開始までのロスタイムとしては何ら問題とならない。

【 0 1 2 4 】

ダミーフレームの列オフセットデータを巡回演算値の初期値として引き継いで、第1フレームのV O B 領域から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第1フレーム用のV O B 領域は、V O B 領域の最初の8ラインで指定されたブロック1の領域である。

【 0 1 2 5 】

次の第2フレームでは、第1フレームの列オフセットデータを巡回演算値として引き継いで第2フレーム用のV O B 領域から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第2フレーム用のV O B 領域は、第1フレームのV O B 領域に続く次の8ラインで指定されたブロック2の領域である。

40

【 0 1 2 6 】

以降のフレームでは、同様にして、前のフレームの列オフセットデータを巡回演算値としてさらに引き継いで、当該フレーム用のV O B 領域から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。当該フレーム用のV O B 領域は、前のフレームのV O B 領域に続く次の8ラインで指定されたブ

50

ロック領域である。このようにして、順次、第3フレームから第7フレームまでの読み出しの動作が行われる。

【0127】

第8フレームでは、第7フレームの列オフセットデータを巡回演算値としてさらに引き継いで第7フレーム用のVOB領域から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第8フレーム用のVOB領域は、第7フレームのVOB領域に続く最後の8ラインで指定されたブロック8の領域である。そして、第8フレームにおいて全てのVOB領域が読み出される。

【0128】

そして、次の第9フレームでは、第8フレームの列オフセットデータを巡回演算値としてさらに引き継いで第9フレーム用のVOB領域から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。第9フレーム用のVOB領域は、再びVOB領域の最初の8ラインで指定されたブロック1の領域に戻り、第1フレーム用のVOB領域と同じ領域となる。以降、8フレーム単位で全VOB領域の読み出しの過程が繰り返される。

10

【0129】

このようにして、実施形態2では、動画の最初のフレーム画像の読み出しに先立ち、ダミーフレームを挿入して巡回演算の収束時間の問題の解決を図っている。

【0130】

その上で、1フレームあたりの検出ライン数を8ラインに変更することで、実施形態1に対してさらに動画のフレームレートを向上させることが可能である。

20

【0131】

〔実施形態3〕次に、図14及び図15を参照して、実施形態3について説明する。

【0132】

図14は、動画撮影の際に連続して読み出された各フレームから列オフセットを検出・補正する処理を示し、図15は、各フレームから列オフセットが検出されて補正データを演算する様子を示している。

【0133】

ここでは、動画撮影の前に、予め撮像素子のRTSノイズの発生頻度について検出が済んでおり、図9に示すように、検出ブロック1の誤差量が突出しており、ブロック3の誤差量が最も小さい場合を例として説明する。

30

【0134】

動画動作のまず最初に、撮像装置に記憶されている撮像素子のRTSノイズの発生頻度に関するブロックごとの検出結果に基づいて、最も加重平均による誤差量が小さいと考えられる検出ブロック3がVOBの検出領域として指定される。

【0135】

検出ブロック3を指定して列オフセットの検出を行うのに最も単純な方法は、撮像素子がCMOSセンサで構成される場合には、センサ内部の垂直走査回路の制御により他のブロック領域を読み飛ばして検出ブロック3のみを読み出すことである。

【0136】

40

しかしながら、撮像素子が読み飛ばしのできないCCDセンサであっても、列オフセット検出回路108において、他のブロック領域を読み出す際に式1の巡回係数を $K1 = 0$ 、 $K2 = 1$ に切り換えて加重平均の割合を変更することで対応可能である。この場合、検出ブロック3以外の領域の加重割合はゼロとなり、加重平均による演算結果は読み飛ばした場合の結果と等しい。

【0137】

そして、巡回演算の初期値0で第1フレームのVOB領域として指定された検出ブロック3から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【0138】

50

次の第2フレームでは、第1フレームの列オフセットデータを巡回演算値として引き継いで、同じくVOB領域として指定された検出ブロック3から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【0139】

次の第3フレームも同様に、前のフレームの列オフセットデータを巡回演算値として引き継いで、VOB領域として指定された検出ブロック3から列オフセットが検出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【0140】

以降、各フレームでVOB領域として検出ブロック3が指定されて読み出しが繰り返される。

10

【0141】

このようにして、検出領域を分割して、分割された検出ブロックごとにRTSノイズの発生頻度の検出結果に基づいて検出ブロックを取捨選択する。そして、ノイズ発生頻度の高い領域を避けて低い領域での加重平均による巡回演算により、RTSノイズの影響を抑え、RTSノイズによる誤差量を許容レベル以下に低減することが可能である。

【0142】

本実施形態でも、十分なノイズ低減効果を得るために、撮像素子のRTSノイズの発生頻度に基づいて、適宜、検出領域や分割ブロック数の拡張を図るべきである。

【0143】

また、本実施形態においても、画素ソースフォロアに電氣的にフォトダイオードが接続されない状態で読み出しが行われる、所謂、ダミー画素を検出領域として割り当てても同様の効果を得ることができる。

20

【0144】

また、上述した加重平均の動作は以下に説明する実施形態4および実施形態5においても利用される。

【0145】

〔実施形態4〕VOBの検出領域においてRTSノイズの発生頻度が高い領域が偏在することは既に説明した。ところが、画素ソースフォロアの素子の温度特性や経時変化によって、これらの偏在箇所がしばしば移動する場合がある。

【0146】

30

そこで、実施形態4として、撮像中にRTSノイズによる誤差量を検出ブロック単位で算出して所定以内にある検出ブロックを採択する手順を組み込むことで、温度などの周囲環境や経時変化にもリアルタイムに対応できるように工夫した方法について説明する。

【0147】

以下では、実施形態3と構成や動作の異なる部分を中心に説明する。

【0148】

撮像装置の基本的な構成は実施形態3と同様であるが、RTSノイズによる誤差量を算出する手段が撮像装置に追加される点が異なる。

【0149】

図16は、RTSノイズによる誤差量を算出する回路構成を、列オフセット検出回路108の内部に追加したものであり、図6に対して新たに追加された部分が破線枠内に示される誤差判定回路510である。

40

【0150】

誤差判定回路510には、出力505を受けて検出された各列の列オフセット補正データの中から最大値を検出する最大値検出回路511と、同様に各列の列オフセット補正データの中から最小値を検出する最小値検出回路512とを含む。

【0151】

さらに、最大値検出回路511の出力から最小値検出回路512の出力を減ずる減算器513と、減算器513の出力値を受けて、所定値以内にあるか否かを判定して判定結果を出力するレベル判定回路514とを含む。さらに、レベル判定回路514には、システ

50

ムコントローラ 1 1 0 によりレジスタ値 E 0 が設定可能なレジスタが接続される

そしてレベル判定回路 5 1 4 の出力 5 1 6 は、誤差判定の出力結果としてシステムコントローラ 1 1 0 に供給される。

【 0 1 5 2 】

図 1 7 は、動画撮影の際に連続して読み出された各フレーム画像から列オフセットを検出・補正する処理を示し、図 1 8 は、各フレームから列オフセットが検出されて補正データを演算する様子を示している。

【 0 1 5 3 】

上述した実施形態 3 と同様に、V O B 領域は全部で 6 4 ラインが設定されており、垂直方向に 1 6 ラインずつの 4 つの検出ブロックに分割される。

10

【 0 1 5 4 】

そして、撮像素子の R T S ノイズの発生頻度については、図 9 と同じ特性を有する撮像素子を用いた場合を一例として動作を説明する。

【 0 1 5 5 】

すなわち、検出ブロック 1 の誤差量が突出すると共に許容量を超えており、検出ブロック 2 ~ 4 が許容量以内にあり、検出ブロック 3 の誤差量が最も小さい場合について説明する。

【 0 1 5 6 】

動画撮影のまず最初に、第 1 フレームの検出領域として V O B 領域の最初のラインから始まる 1 6 ラインの検出ブロック 1 が指定される。

20

【 0 1 5 7 】

式 1 の巡回係数が、 $K 1 = 1 / 1 6$ 、 $K 2 = 1$ に設定される。そして、これらの巡回係数による加重平均を 1 6 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 1 内の各列ごとに 1 6 ラインの加算平均値が算出される。

【 0 1 5 8 】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【 0 1 5 9 】

他方で、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出された各列ごとの加重平均値は、図 1 6 に示した誤差判定回路 5 1 0 にも供給されて、最大値検出回路 5 1 1 と最小値検出回路 5 1 2 とにより最大値および最小値が検出・保持される。その差分値が列オフセット最大値となり、レベル判定回路 5 1 4 にてレジスタ値 E 0 と比較される。そして、レジスタ値 E 0 よりも大きな場合に、レベル判定回路 5 1 4 の出力線 5 1 6 からエラーが出力される。

30

【 0 1 6 0 】

図 1 9 は各列ごとの加重平均値と算出された列オフセット最大値を示している。

【 0 1 6 1 】

レジスタ値 E 0 は、撮像素子により規定される列オフセットの上限値を超えたところの所定値が設定されており、通常、撮像素子の出力で見て数 m V ~ 数 1 0 m V に相当する値である。そして、列オフセットの上限値を逸脱する列オフセット最大値に対して、判定結果としてエラーが出力される。

40

【 0 1 6 2 】

この場合には、検出ブロック 1 に R T S ノイズが偏在しており、そのために、R T S ノイズによる誤差量が大きくなり、判定結果としてエラーが出力される。

【 0 1 6 3 】

エラーの判定結果はシステムコントローラ 1 1 0 に伝達されて記憶される。

【 0 1 6 4 】

次の第 2 フレームでは、エラー判定結果を受けて、システムコントローラ 1 1 0 により V O B 領域として第 1 フレームの V O B 領域に続く次の 1 6 ラインのブロック 2 が指定さ

50

れて、検出ブロックが更新される。

【 0 1 6 5 】

その後は、第 1 フレームの場合と全く同様にして、列オフセット検出回路 1 0 8 では式 1 の巡回係数が、再び、 $K 1 = 1 / 1 6$ 、 $K 2 = 1$ 、巡回演算の初期値 0 に設定される。

【 0 1 6 6 】

そして、これらの巡回係数による加重平均を 1 6 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 2 内の各列ごとに 1 6 ラインの加重平均値が算出される。

【 0 1 6 7 】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

10

【 0 1 6 8 】

他方で、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出された各列ごとの加重平均値は、誤差判定回路 5 1 0 によって列オフセット最大値が算出されて、レベル判定回路 5 1 4 にてレジスタ値 E 0 と比較される。

【 0 1 6 9 】

今度は、第 1 フレームの場合と異なり検出ブロック 2 には R T S ノイズが偏在しておらず、そのために、R T S ノイズによる誤差量は許容値内にあり、判定結果としては非エラーが出力される。

【 0 1 7 0 】

20

非エラーの判定結果はシステムコントローラ 1 1 0 に伝達されて記憶される。

【 0 1 7 1 】

次の第 3 フレームでは、非エラー判定結果を受けて、システムコントローラ 1 1 0 により V O B 領域として第 2 フレームと同じ検出ブロック 2 が指定されて、検出ブロックが更新されない。

【 0 1 7 2 】

また、非エラー判定結果を受けて、第 3 フレーム以降のフレームでは、列オフセット検出回路 1 0 8 によるエラー判定は行われず、システムコントローラ 1 1 0 に伝達されて記憶された非エラーの判定結果は更新されない。

【 0 1 7 3 】

30

その後は、巡回演算式 1 において、初期値として直前のフレームである第 2 フレームの列オフセットデータ、すなわち検出ブロック 2 内の各列ごとに算出された 1 6 ラインの加重平均値が引き継がれる。

【 0 1 7 4 】

さらに、式 1 の巡回係数は、 $K 1 = 1 / 6 4$ 、 $K 2 = 6 3 / 6 4$ に設定される。そして、これらの巡回係数による加重平均を 1 6 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 2 内の各列ごとに 1 6 ラインの加重平均値が算出される。

【 0 1 7 5 】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号 (V W C O L) 期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

40

【 0 1 7 6 】

次の第 4 フレームでは、先の非エラー判定結果を受けて、システムコントローラ 1 1 0 により V O B 領域として第 2 フレームと同じ検出ブロック 2 が指定されて、検出ブロックが更新されない。

【 0 1 7 7 】

その後は、巡回演算式 1 において、直前のフレームである第 3 フレームの列オフセットデータすなわち検出ブロック 2 内の各列ごとに算出された 1 6 ラインの加重平均値が引き継がれる。

【 0 1 7 8 】

50

巡回係数は、第3フレームと同じく、 $K1 = 1/64$ 、 $K2 = 63/64$ 、に設定される。そして、これらの巡回係数による加重平均を16回繰り返して巡回演算させることにより、直前のフレームの16ラインに第4フレームの16ラインを加えた32ラインの加重平均値が算出される。

【0179】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号(VWCOL)期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【0180】

以降、各フレームでVOB領域として検出ブロック2が指定されて、同様に読み出しの過程が繰り返される。

10

【0181】

このようにして、動画撮影の最初の数フレームにおいて検出ブロックごとのRTSノイズによる誤差量の検出を行う。そして、RTSノイズによる誤差量が許容レベルに達するまで検出ブロックを切り換えながら読み出すことで検出ブロックの取捨選択を行い、その後のフレームでRTSノイズによる誤差量を許容レベル以下に低減することが可能である。

【0182】

[実施形態5] 実施形態4では、RTSノイズによる誤差量が許容レベルに達するまで検出ブロックを切り換えながら読み出しを行うことで、検出ブロック2を取捨選択した。しかしながら、撮像素子のRTSノイズの発生頻度については、図9と同じ特性を有する撮像素子である場合には、検出ブロック3の誤差量が最も小さく、全検出ブロックの中で最良の検出ブロックと考えられる。

20

【0183】

そこで、実施形態5では、撮像動作中にRTSノイズによる誤差量を検出ブロック単位で算出して最小となる検出ブロックを採択する手順を組み込むことで最も高い精度で列オフセットを検出する方法について説明する。

【0184】

実施形態4とは、列オフセット検出回路108におけるレベル判定の構成と、システムコントローラ110による制御の仕方が異なる。

30

【0185】

以下に、実施形態4とは異なる部分である列オフセット検出回路におけるレベル判定の構成と、システムコントローラ110による制御の仕方について説明する。

【0186】

図20は、上記RTSノイズによる誤差量を算出する回路構成を、列オフセット検出回路108の内部に追加したものであり、図6に対して新たに追加された部分が破線枠内に示される誤差検出回路610である。

【0187】

誤差検出回路610は、列オフセットの出力505を受けて検出された各列の補正データの中からそれぞれ最大値と最小値を検出する最大値検出回路611と最小値検出回路612を含む。

40

【0188】

さらに、誤差検出回路610は、最大値検出回路611の出力から最小値検出回路612の出力を減ずる減算器613と、減算器613の出力値を受けて所定期間これを保持する誤差量保持回路614とを含む。誤差量保持回路614の出力615は、誤差量の出力結果としてシステムコントローラ110に供給される。

【0189】

図21は、動画撮影の際に連続して読み出された各フレーム画像から列オフセットを検出・補正する処理を示し、図22は、各フレームから列オフセットが検出されて補正データを演算する様子を示している。

50

【 0 1 9 0 】

上述した各実施形態と同様に、V O B 領域は全部で 6 4 ラインが設定されており、垂直方向に 1 6 ラインずつの 4 つの検出ブロックに分割される。

【 0 1 9 1 】

そして、撮像素子の R T S ノイズの発生頻度については、図 9 と同じ特性を有する撮像素子を用いた場合を一例として説明する。すなわち、検出ブロック 1 の誤差量が突出すると共に許容量を超えており、検出ブロック 2 ~ 検出ブロック 4 が許容量以内にあり、検出ブロック 3 の誤差量が最も小さい場合について説明する。

【 0 1 9 2 】

動画撮影のまず最初に、第 1 フレームの検出領域として V O B 領域の最初のラインから始まる 1 6 ラインの検出ブロック 1 が指定される。

10

【 0 1 9 3 】

列オフセット検出回路 1 0 8 では巡回演算式 1 の初期値 0、巡回係数が、 $K 1 = 1 / 1 6$ 、 $K 2 = 1$ に設定される。そして、これらの巡回係数による加重平均を 1 6 回繰り返して巡回演算することにより、検出ブロック 1 内の各列ごとに 1 6 ラインの加重平均値が算出される。

【 0 1 9 4 】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

20

【 0 1 9 5 】

他方で、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出された各列ごとの加重平均値は、図 2 0 の誤差検出回路 6 1 0 にも供給されて、最大値検出回路 6 1 1 と最小値検出回路 6 1 2 とにより最大値および最小値が検出・保持される。その差分値が列オフセット最大値として誤差量保持回路 6 1 4 にて所定期間に保持されて、誤差量の出力結果としてシステムコントローラ 1 1 0 に供給される。

【 0 1 9 6 】

この場合には、検出ブロック 1 に R T S ノイズが偏在しており、そのために、R T S ノイズによる許容量 E 0 を超える誤差量 E 1 が、システムコントローラ 1 1 0 に伝達されて 1 1 0 内部の記憶領域に記憶される。

30

【 0 1 9 7 】

次の第 2 フレームでは、システムコントローラ 1 1 0 により V O B 領域として第 1 フレームの V O B 領域に続く次の 1 6 ラインのブロック 2 が指定されて、検出ブロックが更新される。

【 0 1 9 8 】

その後は、第 1 フレームの場合と全く同様にして、列オフセット検出回路 1 0 8 では式 1 の巡回係数が、再び、 $K 1 = 1 / 1 6$ 、 $K 2 = 1$ 、巡回演算の初期値 0 に設定される。

【 0 1 9 9 】

そして、これらの巡回係数による加重平均を 1 6 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 2 内の各列ごとに 1 6 ラインの加重平均値が算出される。

40

【 0 2 0 0 】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【 0 2 0 1 】

他方で、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出された各列ごとの加重平均値は、誤差検出回路 6 1 0 によって出力結果として誤差量 E 2 がシステムコントローラ 1 1 0 に伝達されて内部の記憶領域に記憶される。

【 0 2 0 2 】

次の第 3 フレームでは、システムコントローラ 1 1 0 により V O B 領域として第 2 フレ

50

ームのV O B領域に続く次の16ラインのブロック3が指定されて、検出ブロックが更新される。

【0203】

その後は、前の第2フレームの場合と全く同様にして、列オフセット検出回路108では式1の巡回係数が、再び、 $K1 = 1 / 16$ 、 $K2 = 1$ 、巡回演算の初期値0に設定される。

【0204】

そして、これらの巡回係数による加重平均を16回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック2内の各列ごとに16ラインの加重平均値が算出される。

【0205】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号V W C O L期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【0206】

他方で、垂直補正ウィンドウ信号V W C O L期間に読み出された各列ごとの加重平均値は、誤差検出回路610によって出力結果として誤差量E3がシステムコントローラ110に伝達されて内部の記憶領域に記憶される。

【0207】

次の第4フレームでは、システムコントローラ110によりV O B領域として第3フレームのV O B領域に続く次の16ラインのブロック4が指定されて、検出ブロックが更新される。

【0208】

その後は、前の第3フレームの場合と全く同様にして、列オフセット検出回路108では式1の巡回係数が、再び、 $K1 = 1 / 16$ 、 $K2 = 1$ 、巡回演算の初期値0に設定される。

【0209】

そして、これらの巡回係数による加重平均を16回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック4内の各列ごとに16ラインの加重平均値が算出される。

【0210】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号V W C O L期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【0211】

他方で、垂直補正ウィンドウ信号V W C O L期間に読み出された各列ごとの加重平均値は、誤差検出回路610によって出力結果として誤差量E4がシステムコントローラ110に伝達されて内部の記憶領域に記憶される。

【0212】

次の第5フレームでは、システムコントローラ110により記憶領域にこれまでに記憶された誤差量E1、E2、E3、E4の中から誤差量の最も小さい検出ブロック3がV O B領域として指定される。

【0213】

その後は、列オフセット検出回路108では式1の巡回係数が、再び、 $K1 = 1 / 16$ 、 $K2 = 1$ 、巡回演算の初期値0に設定される。

【0214】

そして、これらの巡回係数による加重平均を16回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック3内の各列ごとに16ラインの加重平均値が算出される。

【0215】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号V W C O L期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

10

20

30

40

50

【 0 2 1 6 】

また、第 5 フレーム以降のフレームでは、これまでのように誤差検出回路 6 1 0 による誤差量の検出は行われず、システムコントローラ 1 1 0 に伝達されて記憶された誤差量 E 1、E 2、E 3、E 4 は更新されない。

【 0 2 1 7 】

次の第 6 フレームでは、システムコントローラ 1 1 0 により V O B 領域としてブロック 3 が指定されて、検出ブロックは更新されない。

【 0 2 1 8 】

その後は、巡回演算式 1 において、初期値として直前のフレームである第 5 フレームの列オフセットデータ、すなわち検出ブロック 3 内の各列ごとに算出された 1 6 ラインの加重平均値が引き継がれる。

10

【 0 2 1 9 】

さらに、巡回係数は、今度は、 $K 1 = 1 / 6 4$ 、 $K 2 = 6 3 / 6 4$ 、に設定される。そして、これらの巡回係数による加重平均を 1 6 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 3 内の各列ごとに 1 6 ラインの加重平均値が算出される。

【 0 2 2 0 】

算出された各列ごとの加重平均値は、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【 0 2 2 1 】

20

以降、各フレームで V O B 領域として検出ブロック 3 が定常的に指定されて、第 6 フレームと同様の読み出しが繰り返される。

【 0 2 2 2 】

このようにして、動画撮影の最初の数フレームにおいて検出ブロックごとの R T S ノイズによる誤差量の検出を行う。そして、R T S ノイズによる誤差量が最小となる検出ブロックの取捨選択を行い、その後のフレームで R T S ノイズによる誤差量を最小レベルに低減することが可能である。

【 0 2 2 3 】

[実施形態 6] 上述した各実施形態では、巡回演算における加重平均の割合を変更する手段として、R T S ノイズによる誤差量の小さい検出ブロックの取捨選択を行う方法について説明した。しかしながら、巡回演算における加重平均の割合を変更する手段としては、この他にも検出ブロックの読み出しの順番を変更する方法が考えられる。

30

【 0 2 2 4 】

図 2 3 は、式 1 の巡回係数として、初期値 $Y 1 = A$ 、 $K 1 = 1 / 6 4$ 、 $K 2 = 6 3 / 6 4$ を用いた加重平均による巡回演算を行った場合に巡回演算値に含まれる各行ごとのデータの割合が、巡回演算を経るごとに変化していく様子を示している。特定列上の画素信号のデータが、上から行配置された順番で、A、B、C、D、E、F で示されている。

【 0 2 2 5 】

1 行目のデータ A の割合に着目すると、1 回目の巡回演算値 $Y 1$ で割合 1 (つまり全て) であったものが 2 回目の巡回演算値 $Y 2$ では $(1 / 6 4)$ に減少する。3 回目の巡回演算値 $Y 3$ では、さらにその $(1 / 6 4)$ に減少する。その後も巡回演算の回数に伴い減少していく。2 行目のデータ B の割合も、巡回演算の回数に伴い $(1 / 6 4)$ の割合で同様に減少していく。

40

【 0 2 2 6 】

このようにして、各行のデータは全て、巡回演算の回数に伴い $(1 / 6 4)$ の割合で同様に減少していく。そして、6 回目の巡回演算値 $Y 6$ を見ると明らかなように、後から読み出された行データ F の割合が最も大きく、先に読み出された行データ A の割合が最も小さくなる。すなわち読み出された行データの順番で割合が決定される。

【 0 2 2 7 】

そこで、本実施形態では、R T S ノイズによる誤差量を検出ブロック単位で算出して、

50

その誤差量に基づいて巡回演算における検出ブロックの読み出しの順番を変更する。そうすることで巡回演算値に対してR T S ノイズによる誤差量の大きな検出ブロックの影響度を下げると共に誤差量の小さな検出ブロックの影響度を上げるようにして列オフセットを検出する。

【 0 2 2 8 】

図 2 4 は、V O B の構成と分割された検出ブロックとの関係を示し、図 2 5 は、各検出ブロックから加重平均による巡回演算で列オフセットが検出されて補正データが演算される様子を指名している。

【 0 2 2 9 】

図 2 4 のように、V O B 領域は全部で 1 6 ラインが設定されており、垂直方向に 4 ラインずつの 4 つの検出ブロックに分割される。

【 0 2 3 0 】

そして、撮像素子の R T S ノイズの発生頻度については、図 9 と同様の関係性を有する撮像素子を用いた場合を一例として説明する。

【 0 2 3 1 】

すなわち、検出ブロック 1 の誤差量が突出すると共に許容量を超えており、検出ブロック 2 ~ 検出ブロック 4 が許容量以内にあり、検出ブロック 3 の誤差量が最も小さい。そして、各検出ブロックの誤差量の大小関係は、検出ブロック 1、検出ブロック 4、検出ブロック 2、検出ブロック 3 の順番で大きい場合について説明する。

【 0 2 3 2 】

動画撮影のまず最初に、撮像装置に記憶されている撮像素子の R T S ノイズの発生頻度に関するブロックごとの検出結果に基づいて、最も誤差量が大きいと考えられる検出ブロック 1 が V O B の検出領域として最初に指定される。

【 0 2 3 3 】

そして、第 1 フレームでは、巡回演算式 1 の初期値 0、巡回係数は、 $K 1 = 1 / 6 4$ 、 $K 2 = 6 3 / 6 4$ に設定される。そして、これらの巡回係数による加重平均を 4 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 1 内の各列ごとに 4 ラインの加重平均値が算出される。検出ブロック 1 から検出された加重平均値は、次の巡回演算の初期値として引き継がれる。

【 0 2 3 4 】

次に、2 番目に誤差量が大きいと考えられる検出ブロック 4 が次の検出領域として指定されて、同様の巡回係数による加重平均を 4 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 4 内の各列ごとに 4 ラインの加重平均値が算出される。検出ブロック 4 から検出された加重平均値は、次の巡回演算の初期値として引き継がれる。

【 0 2 3 5 】

次に、3 番目に誤差量が大きいと考えられる検出ブロック 2 が次の検出領域として指定されて、同様の巡回係数による加重平均を 4 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 2 内の各列ごとに 4 ラインの加重平均値が算出される。検出ブロック 2 から検出された加重平均値は、次の巡回演算の初期値として引き継がれる。

【 0 2 3 6 】

最後に、誤差量が最も小さいと考えられる検出ブロック 3 が次の検出領域として指定されて、同様の巡回係数による加重平均を 4 回繰り返して巡回演算させることにより、検出ブロック 3 内の各列ごとに 4 ラインの加重平均値が算出される。

検出ブロック 3 から検出された加重平均値は、次の巡回演算の初期値として次のフレームに引き継がれると共に、垂直補正ウィンドウ信号 V W C O L 期間に読み出され、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【 0 2 3 7 】

次の第 2 フレームでは、第 1 フレームの列オフセットデータを巡回演算値として引き継いで、同じく V O B 領域として指定された検出ブロック 1、検出ブロック 4、検出ブロック 2、検出ブロック 3 の順番で読み出されて列オフセットが検出される。そして、その結

10

20

30

40

50

果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【 0 2 3 8 】

次の第3フレームも同様に、前のフレームの列オフセットデータを巡回演算値として引き継いで、同じくVOB領域として指定された検出ブロック1、検出ブロック4、検出ブロック2、検出ブロック3の順番で読み出されて列オフセットが検出される。そして、その結果が有効画素領域の撮像信号から減算されることで列オフセットが除去される。

【 0 2 3 9 】

以降、各フレームでVOB領域として各検出ブロックの指定と読み出しが繰り返される。

【 0 2 4 0 】

このようにして、各フレームごとに検出される列オフセットは、VOB領域として分割された検出ブロックごとにRTSノイズによる誤差量の大きい順番に読み出される。これにより誤差量の大きな検出ブロックの影響度を下げると共に誤差量の小さな検出ブロックの影響度を上げることで、最終的に検出された列オフセットに含まれる誤差量を許容量以内に低減することが可能である。

【 0 2 4 1 】

なお、上述した各実施形態では、動画を対象として説明してきたが、検出領域を分割して、分割された検出ブロックごとにRTSノイズの発生頻度の検出結果に基づいて巡回演算における加重割合を変更してもよい。これによりRTSノイズによる誤差量を低減して列オフセットを高精度に検出するという本発明の趣旨に従えば、動画の各フレームを静止画と考えた場合に静止画においても同様の効果を得られることは言うまでもない。

【 0 2 4 2 】

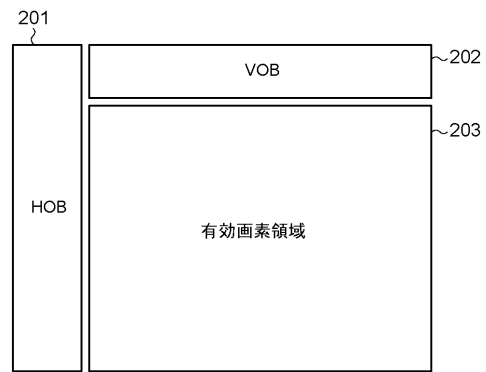
〔 他 の 実 施 形 態 〕

本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上記実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）をネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又はCPUやMPU等）がプログラムコードを読み出して実行する処理である。この場合、そのプログラム、及び当該プログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

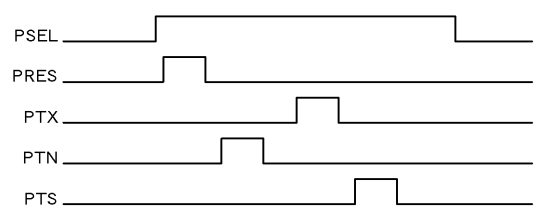
10

20

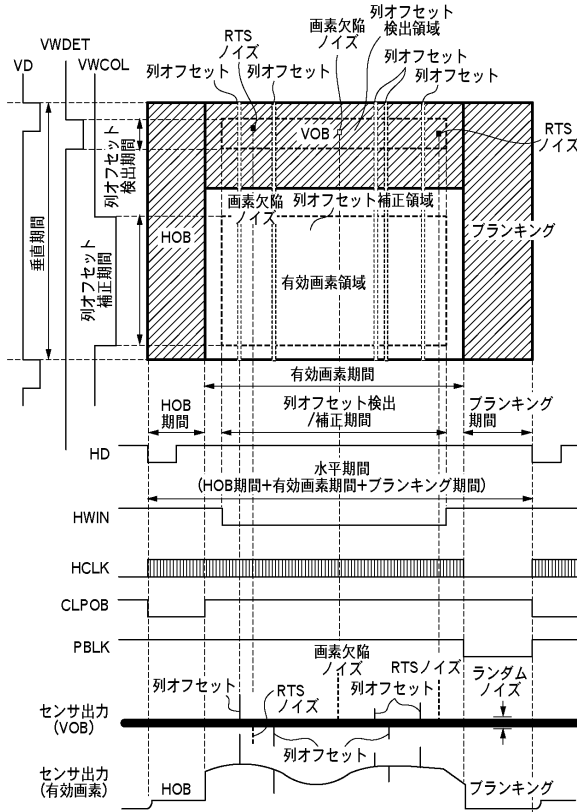
【 図 2 】



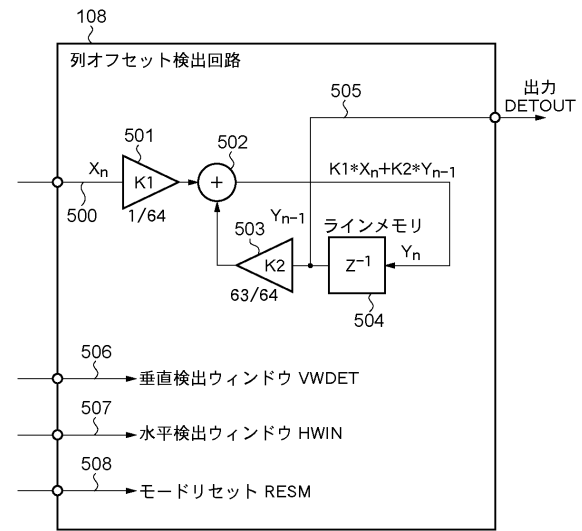
【圖 4】



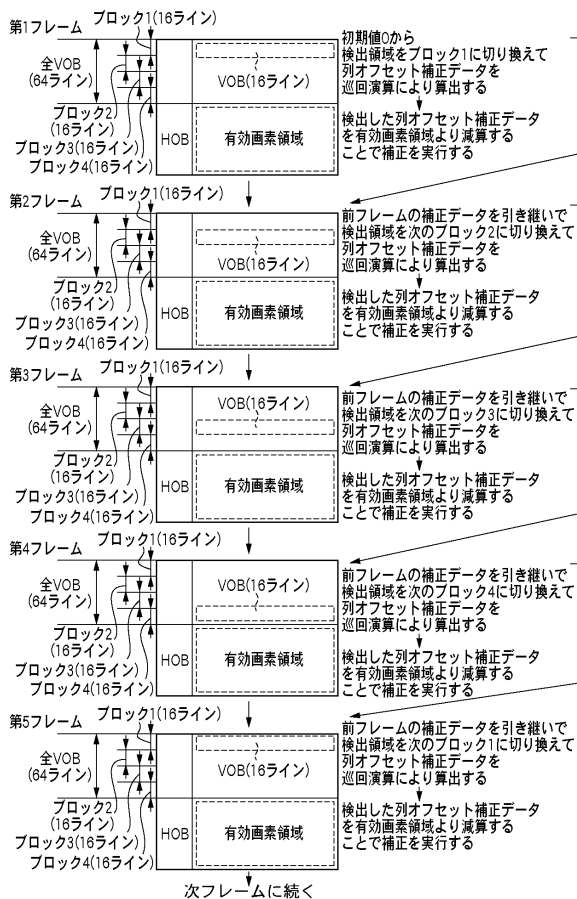
【図 5】



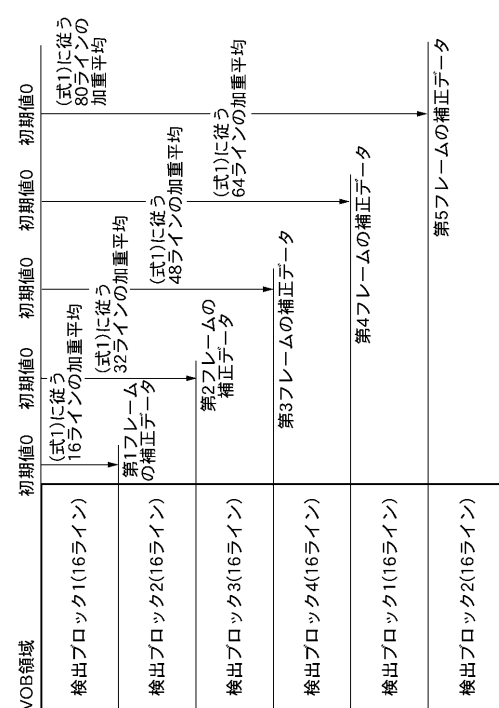
【図 6】



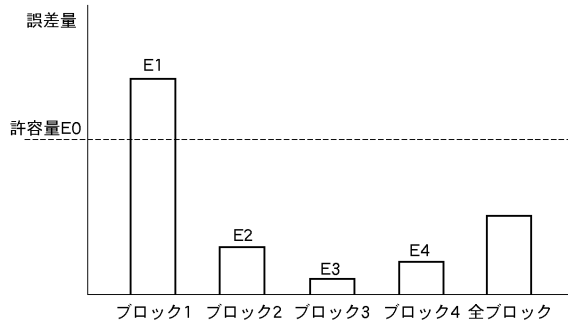
【図 7】



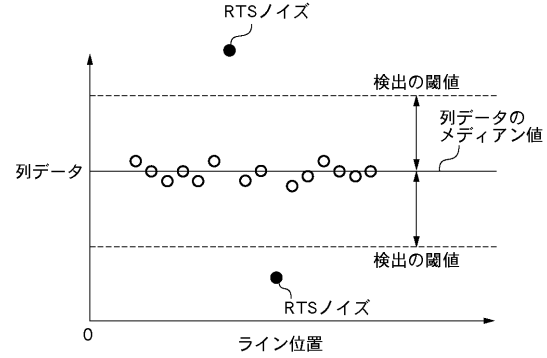
【図 8】



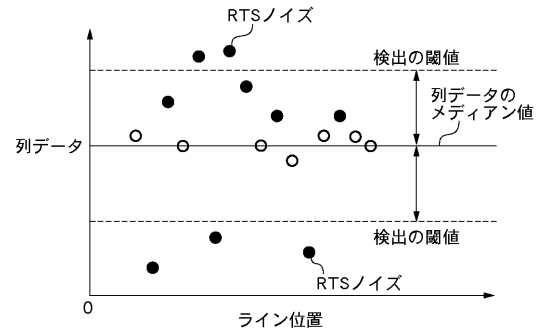
【図 9】



【図 10】

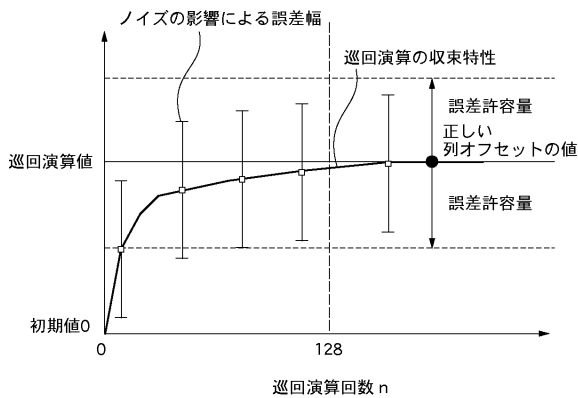


(a) 発生頻度が低い例(2/16個)

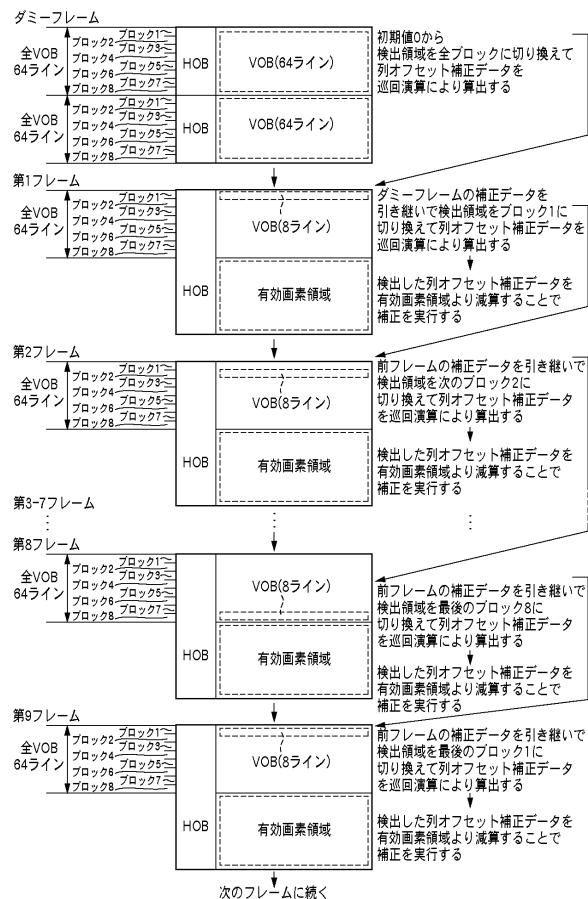


(b) 発生頻度が高い例(9/16個)

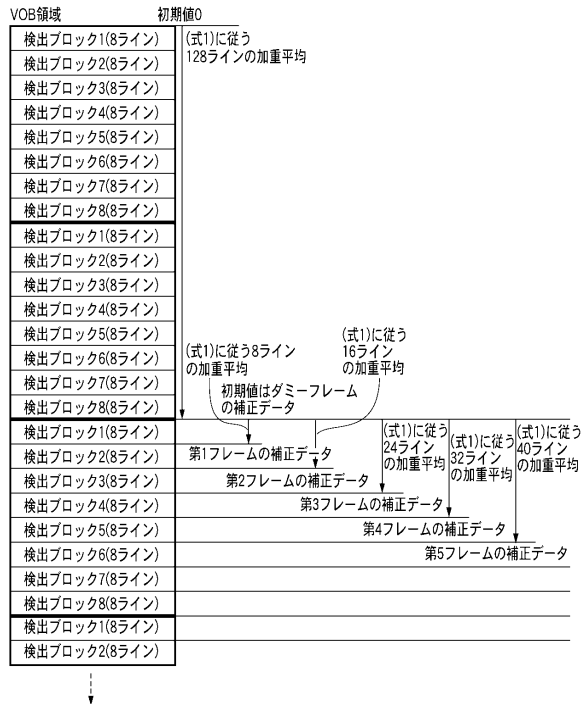
【図 11】



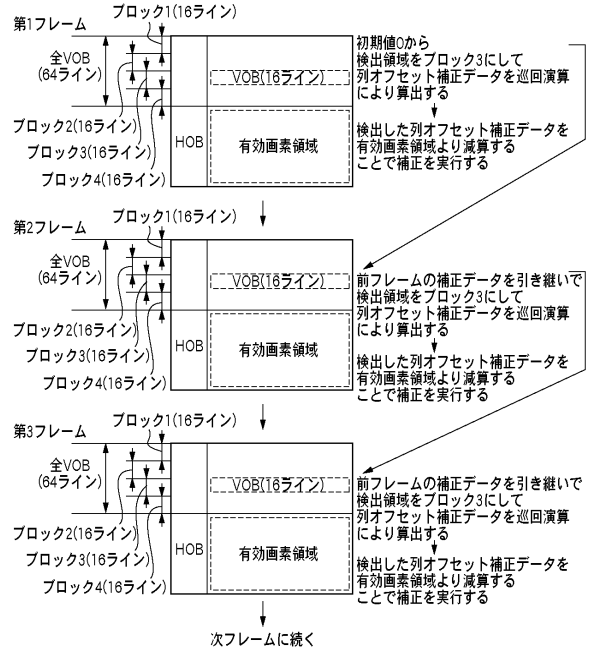
【図 12】



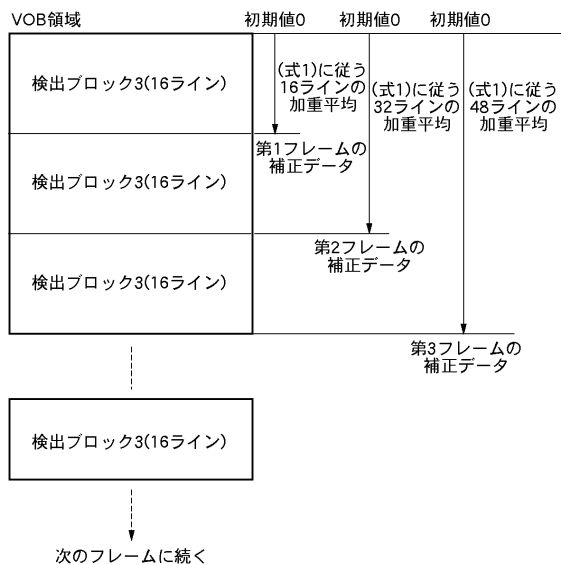
【図 13】



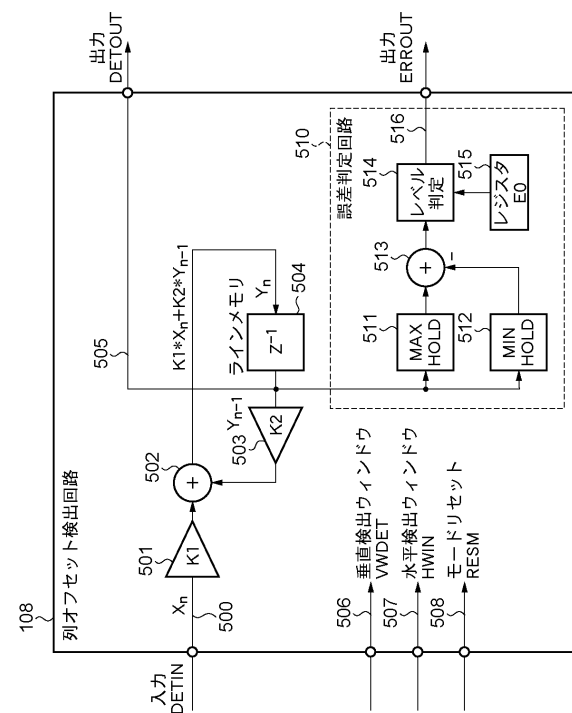
【図 14】



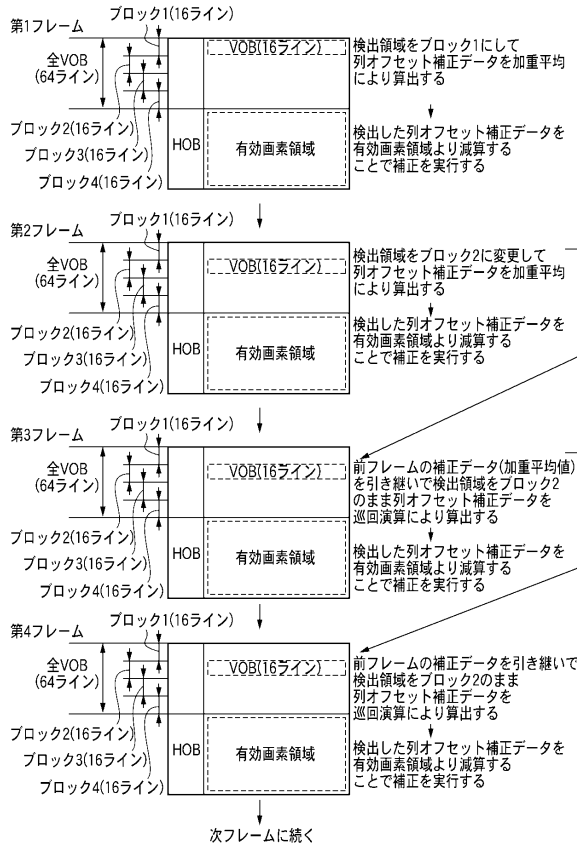
【図 15】



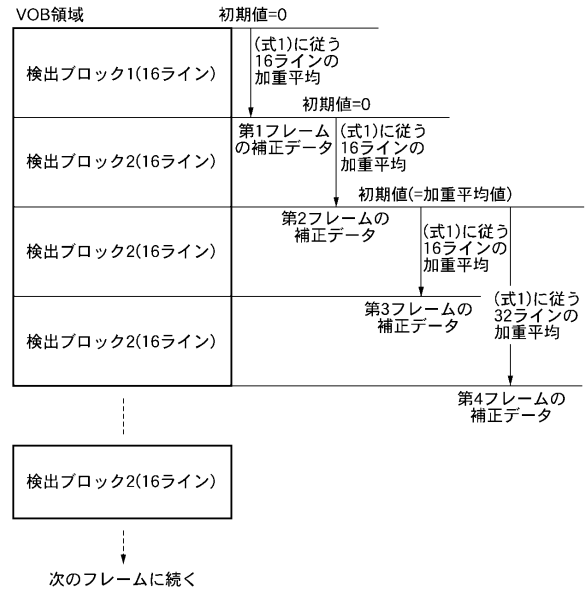
【図 16】



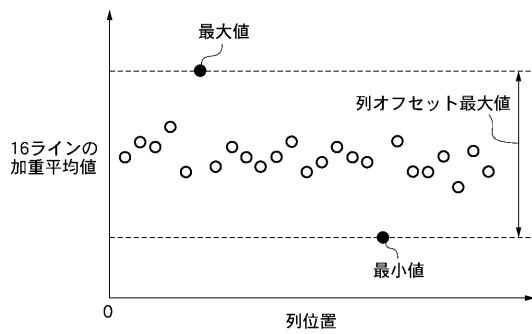
【図 17】



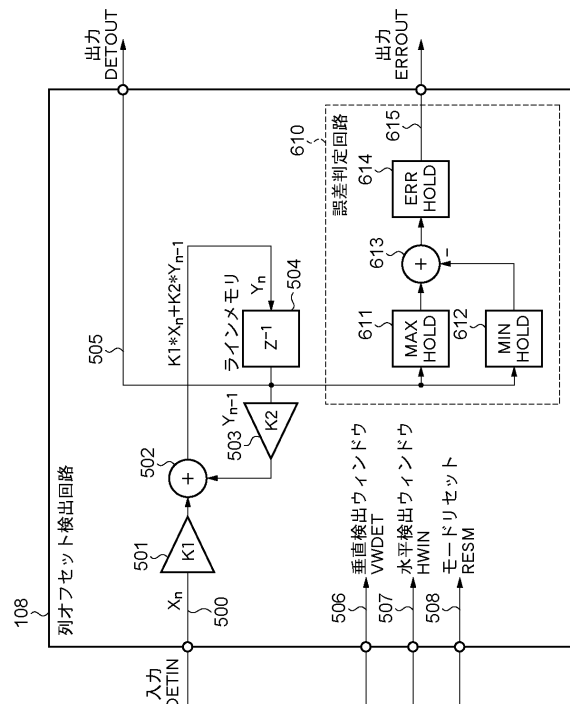
【図 18】



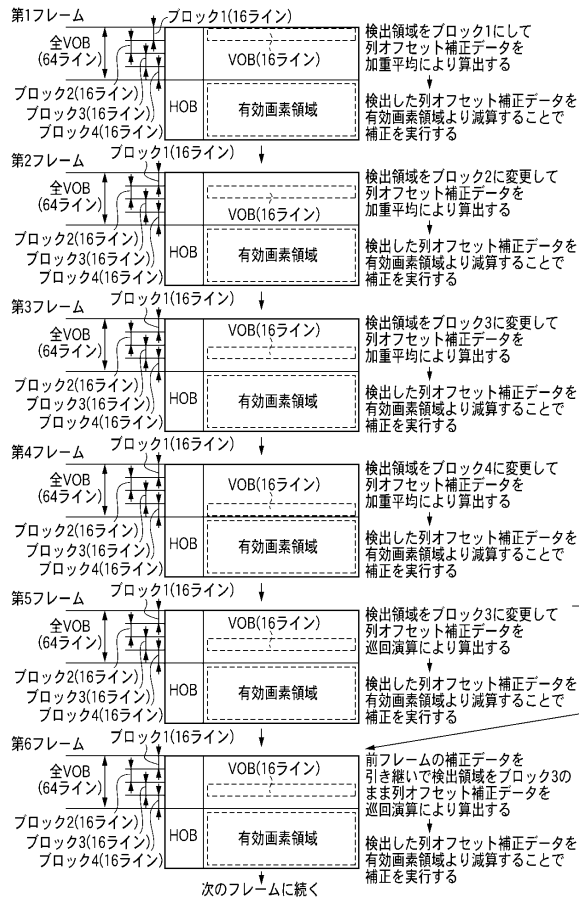
【図 19】



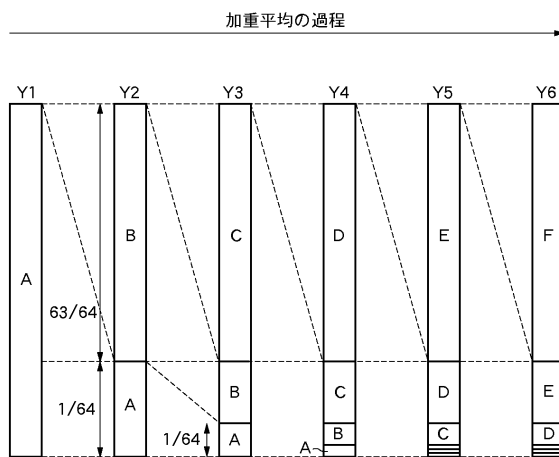
【図 20】



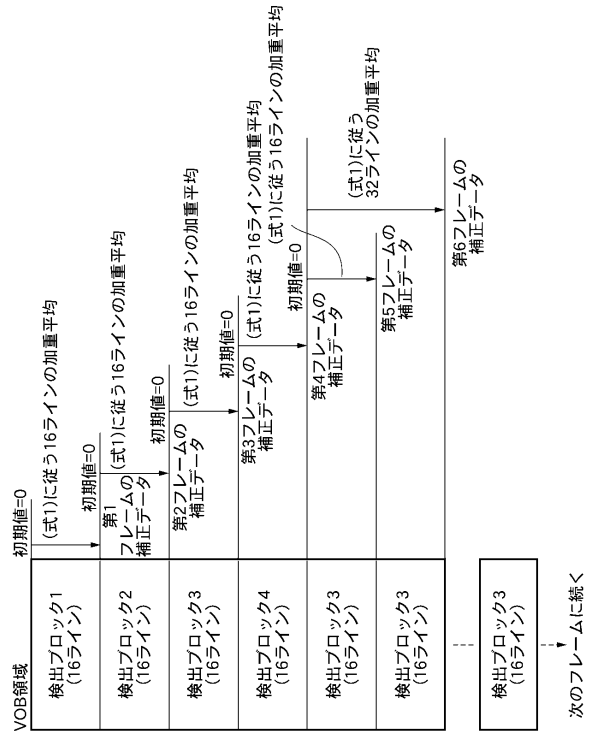
【図 2 1】



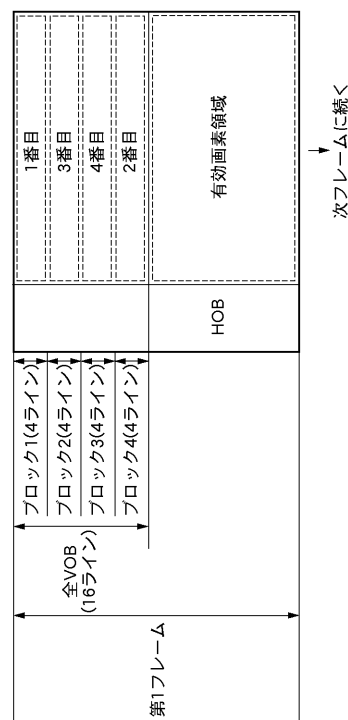
【図 2 3】



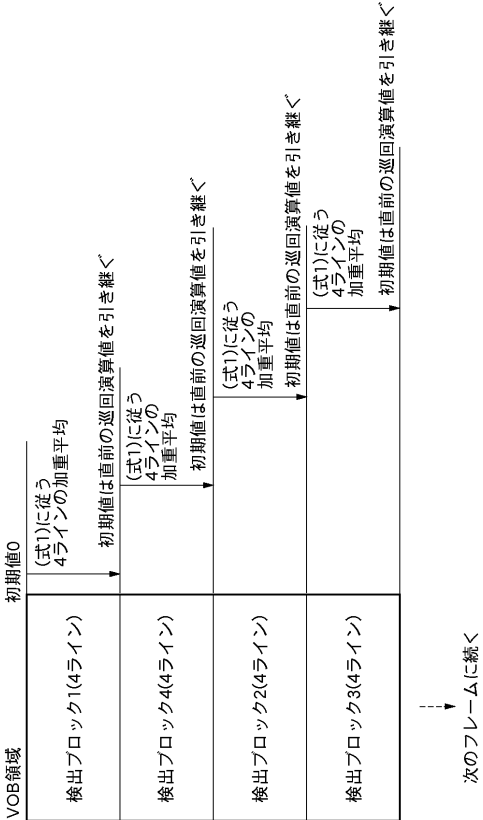
【図 2 2】



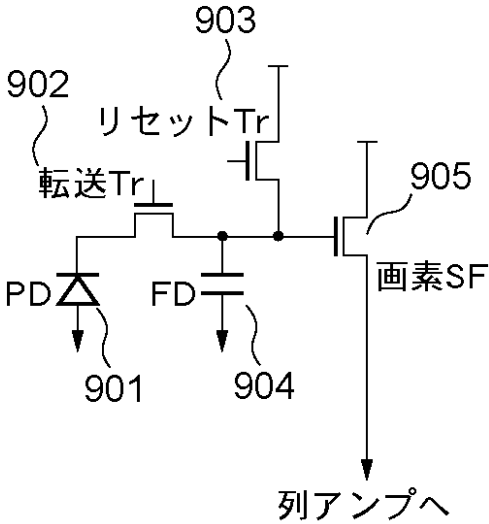
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

(72)発明者 伊勢 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 松永 隆志

(56)参考文献 特開2011-041255(JP,A)

特開2010-258688(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/357

H04N 5/361