

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6037170号
(P6037170)

(45) 発行日 平成28年11月30日(2016.11.30)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 5/357 (2011.01)

H04N 5/335 570

H04N 5/365 (2011.01)

H04N 5/335 650

H04N 5/361 (2011.01)

H04N 5/335 610

請求項の数 20 (全 29 頁)

(21) 出願番号

特願2013-85481 (P2013-85481)

(22) 出願日

平成25年4月16日(2013.4.16)

(65) 公開番号

特開2014-207631 (P2014-207631A)

(43) 公開日

平成26年10月30日(2014.10.30)

審査請求日

平成27年12月16日(2015.12.16)

(73) 特許権者 000002185

ソニー株式会社

東京都港区港南1丁目7番1号

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

(74) 代理人 100121131

弁理士 西川 孝

(72) 発明者 松本 静徳

神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町134番
地 ソニーLSIデザイン株式会社内

審査官 松永 隆志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置およびその信号処理方法、並びに電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、

前記信号処理回路は、

前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し、

前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、

複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

固体撮像装置。

【請求項 2】

前記信号処理回路は、複数行の前記行統計値の平均値を、前記保持データとして算出する

請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記信号処理回路は、前記処理対象行の前記遮光画素部の空間周波数に応じて、ランダ

10

20

ムに選択する選択対象の前記保持データの行数を変化させる

請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記信号処理回路は、前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号にかけるゲインに応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を変化させる

請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記信号処理回路は、前記ゲインが大きいほど、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を多くする

請求項 4 に記載の固体撮像装置。

10

【請求項 6】

前記信号処理回路は、前記ゲインが小さいほど、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を多くする

請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記信号処理回路は、前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の露光時間に応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を変化させる

請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記信号処理回路は、前記露光時間が長いほど、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を多くする

20

請求項 7 に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記信号処理回路は、

前記行統計値を色ごとに保持データとして算出し、

前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを色ごとに保持し、

色ごとに異なるゲインに応じて、前記画素の色の複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、前記画素の色に応じてランダムに選択した前記保持データを減算する

30

請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 10】

前記行統計値は、前記遮光画素部の各画素の画素信号の平均値またはメディアン値である

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 11】

前記画素は、

受光量に応じた電荷を生成し、蓄積する前記光電変換素子と、

前記光電変換素子の蓄積電荷を転送する転送トランジスタと、

前記転送トランジスタにより転送された電荷を保持するフローティングディフュージョンと

40

を少なくとも有し、

前記光電変換素子で蓄積された電荷が、全画素同時に前記フローティングディフュージョンに転送され、前記フローティングディフュージョンで保持されている電荷が、行単位に順次出力される

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 12】

複数の画素が 2 次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備える固

50

固体撮像装置の

前記信号処理回路が、

前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し

、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、

複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

信号処理方法。

【請求項 1 3】

10

複数の画素が 2 次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、

前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、

前記信号処理回路は、

前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し

、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、

複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

20

固体撮像装置

を備える電子機器。

【請求項 1 4】

複数の画素が 2 次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、

前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、

前記信号処理回路は、

前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出し

30

、前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、

複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

固体撮像装置。

【請求項 1 5】

前記信号処理回路は、複数列の前記列統計値の平均値を、前記保持データとして算出する

請求項 1 4 に記載の固体撮像装置。

40

【請求項 1 6】

前記信号処理回路は、前記処理対象列の前記遮光画素部の空間周波数に応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの列数を変化させる

請求項 1 4 または 1 5 に記載の固体撮像装置。

【請求項 1 7】

前記信号処理回路は、前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号にかけるゲインに応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの列数を変化させる

請求項 1 4 または 1 5 に記載の固体撮像装置。

【請求項 1 8】

前記信号処理回路は、前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の露光時間に応じて

50

、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの列数を変化させる
請求項 14 または 15 に記載の固体撮像装置。

【請求項 19】

複数の画素が 2 次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備える固体撮像装置の

前記信号処理回路が、

前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出し

、

前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、

複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

信号処理方法。

【請求項 20】

複数の画素が 2 次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、

前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路と

を備え、

前記信号処理回路は、

前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出し

、

前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、

複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

固体撮像装置

を備える電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、固体撮像装置およびその信号処理方法、並びに電子機器に関し、特に、ランダムなノイズによる横筋や縦筋を抑圧することができるようとする固体撮像装置およびその信号処理方法、並びに電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

イメージセンサでは、画素が持つ暗電流成分や暗電流の面内分布によって発生する暗時シェーディング、読み出し回路や電源揺れに起因する横筋・縦筋が発生する。ここで、暗電流とは、光が入射されていなくてもフォトダイオードに電荷が蓄積されることにより発生する電流である。

【0003】

そこで、イメージセンサでは、画素アレイ部の一部を遮光して、遮光された画素の画素信号を検波してクランプ値とし、遮光されていない有効画素部の画素信号から減算することにより、暗時シェーディング、横筋、縦筋を補正するクランプ処理が行われている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

しかし、遮光画素の画素信号にはランダムノイズが含まれているため、ランダムノイズの影響によるランダムな横筋や縦筋が発生してしまうという問題がある。

【0005】

10

20

30

40

50

ランダムノイズの影響によるランダムな横筋や縦筋を抑圧するためには、クランプ値を検波する遮光画素の画素数を増やして、その複数の画素数の平均値やメディアン値を計算してクランプ値として用いる手法がある。しかし、遮光画素の画素数を増やすと、チップサイズが大きくなるというデメリットが発生する。

【0006】

そこで、遮光画素の画素数を増やすことに、複数行または複数列の遮光画素の平均値やメディアン値をクランプ値として用いることで、ランダムな横筋や縦筋を抑圧することも提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0007】

【特許文献1】特開2004-15712号公報

【特許文献2】特開2006-157263号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、複数行や複数列の遮光画素を用いてクランプ値を算出した場合には、空間的に高周波の暗時シェーディングに対する補正追従性が損なわれる。すなわち、隣接する行や列で急峻に変化するようなノイズに対しては、上手に補正することができない。

【0009】

20

本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、ランダムなノイズによる横筋や縦筋を抑圧することができるようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本技術の第1の側面の固体撮像装置は、複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、前記信号処理回路は、前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する。

30

【0011】

本技術の第1の側面の信号処理方法は、複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備える固体撮像装置の前記信号処理回路が、前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する。

40

【0012】

本技術の第1の側面の電子機器は、複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、前記信号処理回路は、前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する固体撮像装置を備える。

50

【0013】

本技術の第1の側面においては、複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備える固体撮像装置の前記信号処理回路において、前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値が保持データとして算出され、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データが保持され、複数行の前記保持データの一つがランダムに選択され、前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データが減算される。

【0014】

10

本技術の第2の側面の固体撮像装置は、複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、前記信号処理回路は、前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出し、前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する。

【0015】

20

本技術の第2の側面の信号処理方法は、複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備える固体撮像装置の前記信号処理回路が、前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出し、前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する。

【0016】

本技術の第2の側面の電子機器は、複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、前記信号処理回路は、前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出し、前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する固体撮像装置を備える。

30

【0017】

本技術の第2の側面においては、複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備える固体撮像装置の前記信号処理回路において、前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値が保持データとして算出され、前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データが保持され、複数列の前記保持データの一つがランダムに選択され、前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データが減算される。

40

【0018】

固体撮像装置及び電子機器は、独立した装置であっても良いし、他の装置に組み込まれるモジュールであっても良い。

【発明の効果】

【0019】

50

本技術の第1及び第2の側面によれば、ランダムなノイズによる横筋や縦筋を抑圧することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本技術が適用された固体撮像装置の概略構成例を示すブロック図である。

【図2】画素アレイ部の構成例を示す図である。

【図3】従来の水平クランプ処理を説明する図である。

【図4】従来の水平クランプ処理を説明する図である。

【図5】信号処理回路が行う水平クランプ処理の概要について説明する図である。

【図6】従来手法との比較結果の例を示す図である。

【図7】信号処理回路の要部のブロック図である。

10

【図8】信号処理回路の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図9】信号処理回路の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図10】信号処理回路の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【図11】信号処理回路の第4の実施の形態を示すブロック図である。

【図12】信号処理回路の第5の実施の形態を示すブロック図である。

【図13】信号処理回路の第6の実施の形態を示すブロック図である。

【図14】画素の具体的構成例を示す回路図である。

【図15】画素の駆動時のポテンシャルを示す図である。

【図16】画素アレイ部全体の駆動制御の例を示す図である。

20

【図17】本技術を適用した電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 固体撮像装置の概略構成例

2. 信号処理回路の第1の実施の形態

3. 信号処理回路の第2の実施の形態

4. 信号処理回路の第3の実施の形態

5. 信号処理回路の第4の実施の形態

6. 信号処理回路の第5の実施の形態

7. 信号処理回路の第6の実施の形態

8. 電子機器の構成例

30

【0022】

<固体撮像装置の概略構成例>

図1は、本技術が適用された固体撮像装置の概略構成を示している。

【0023】

図1の固体撮像装置1は、半導体として例えばシリコン(Si)を用いた半導体基板13に、画素2が2次元アレイ状に配列された画素アレイ部3と、その周辺の周辺回路部とを有して構成される。周辺回路部には、垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5、水平駆動回路6、バッファ回路7、制御回路8などが含まれる。

40

【0024】

画素2は、光電変換素子としてのフォトダイオードと、複数の画素トランジスタを有して構成される。複数の画素トランジスタは、例えば、転送トランジスタ、増幅トランジスタ、選択トランジスタ、リセットトランジスタなどのMOSトランジスタである。画素2の構成例については、図14を参照して後述する。

【0025】

画素アレイ部3は、図2に示されるように、光電変換素子が遮光されていない画素が配列されている有効画素部21と、光電変換素子が遮光されており、暗時のレベル（黒レベ

50

ル)を検出するための画素が配列されている遮光画素部であるオプティカルブラック部22(以下、OPB部22という。)で構成されている。OPB部22は、有効画素部21に対して水平方向(行方向)に配列されているHOPB領域と、垂直方向(列方向)に配列されているVOPB領域とからなる。

【0026】

図1に戻り、制御回路8は、入力クロックと、動作モードなどを指令するデータを受け取り、また固体撮像装置1の内部情報などのデータを出力する。すなわち、制御回路8は、垂直同期信号、水平同期信号及びマスタクロックに基づいて、垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5及び水平駆動回路6などの動作の基準となるクロック信号や制御信号を生成する。そして、制御回路8は、生成したクロック信号や制御信号を、垂直駆動回路4、カラム信号処理回路5及び水平駆動回路6等に出力する。

10

【0027】

垂直駆動回路4は、例えばシフトレジスタによって構成され、画素駆動配線10を選択し、選択された画素駆動配線10に画素2を駆動するためのパルスを供給し、行単位で画素2を駆動する。すなわち、垂直駆動回路4は、画素アレイ部3の各画素2を行単位で順次垂直方向に選択走査し、各画素2の光電変換部において受光量に応じて生成された信号電荷に基づく画素信号を、垂直信号線9を通してカラム信号処理回路5に供給する。

【0028】

カラム信号処理回路5は、画素2の列ごとに配置されており、1行分の画素2から出力される信号を画素列ごとにノイズ除去などの信号処理を行う。例えば、カラム信号処理回路5は、画素固有の固定パターンノイズを除去するためのCDS(Correlated Double Sampling: 相関2重サンプリング)およびAD変換等の信号処理を行う。

20

【0029】

水平駆動回路6は、例えばシフトレジスタによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによって、カラム信号処理回路5の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路5の各々から画素信号を水平信号線11に出力させる。

【0030】

バッファ回路7は、カラム信号処理回路5の各々から水平信号線11を通して順次に供給される信号をバッファリングして、信号処理回路12に出力する。

【0031】

30

信号処理回路12は、バッファ回路7から供給されるデジタルの画素信号に対して、各種のデジタル信号処理を行う。本実施の形態においては、信号処理回路12において、暗電流による黒レベルのオフセット、暗電流の面内依存や電源揺れの影響などによって発生する暗時シェーディングなどを補正するクランプ処理が少なくとも行われる。信号処理回路12では、例えば、列ばらつき補正など、その他のデジタル信号処理を行うこともできる。信号処理回路12は、クランプ処理後の画素信号を、後段の処理回路(不図示)に出力する。

【0032】

以上のように構成される固体撮像装置1は、CDS処理とAD変換処理を行うカラム信号処理回路5が画素列ごとに配置されたカラムAD方式と呼ばれるCMOSイメージセンサである。

40

【0033】

固体撮像装置1は、信号処理回路12において、OPB部22の画素信号に含まれるランダムノイズの影響によるランダムな横筋や縦筋を抑圧することができるクランプ処理を実行することを特徴とする。そこで、信号処理回路12が実行するクランプ処理の詳細について説明する。

【0034】

以下では、信号処理回路12が、水平方向の画素行単位でクランプ処理を実行し、ランダムな横筋や、垂直方向のシェーディングを補正する水平クランプ処理について詳細に説明する。しかし、処理単位を、水平方向の画素行単位から、垂直方向の画素列単位に置き換えるれば、本技術は、ランダムな縦筋、および、水平方向のシェーディングを補正する垂

50

直クランプ処理についても同様に適用できる。

【0035】

<従来の水平クランプ処理の説明>

まず初めに、図3および図4を参照して、従来の水平クランプ処理について説明する。

【0036】

図3は、画素アレイ部3に発生する垂直方向の暗時シェーディングを説明する図である。

【0037】

図3には、画素アレイ部3のHOPB領域を通る所定の画素列から出力される画素信号であるHOPB領域出力信号P1と、画素アレイ部3の有効画素部21を通る所定の画素列から出力される画素信号である有効画素出力信号P2が示されている。

【0038】

なお、図3では、画素アレイ部3の有効画素部21には一様な光が入射されていると仮定している。

【0039】

HOPB領域とVOPB領域とからなるOPB部22は遮光されている。そのため、HOPB領域出力信号P1は、暗電流の面内分布や電源揺れの影響などによって発生する不要な信号である。この不要な信号は画素アレイ部3の有効画素部21の各画素においても同様に発生しているため、有効画素出力信号P2は、HOPB領域出力信号P1と同様の信号分布を示している。

【0040】

しかし、画素アレイ部3の有効画素部21には、一様な光が入射されているので、有効画素出力信号P2は、各画素が本来受光した受光量に応じた信号ではない。有効画素部21の各画素が本来受光した信号は、図3において破線で示される、有効画素出力信号P2からHOPB領域出力信号P1を減算した信号($P2 - P1$)となる。水平クランプ処理は、有効画素出力信号P2からHOPB領域出力信号P1を減算した信号($P2 - P1$)を求め、暗電流段差や暗時シェーディングの成分を除去する処理である。

【0041】

図4を参照して、従来の水平クランプ処理について説明する。

【0042】

図4は、有効画素部21にある水平方向[h]および垂直方向[v]の画素位置[h,v]の画素信号 $\text{Pix}[h,v]$ に対する水平クランプ処理の例を示している。

【0043】

水平クランプ処理では、初めに、画素行[v]のHOPB領域の複数画素の画素信号を用いて、画素行[v]のクランプ値 $\text{HCLP}[v]$ を検波する検波処理が実行される。

【0044】

具体的には、図4に示されるように、画素行[v]のHOPB領域の画素数が Cn 個であるとすると、画素位置[0,v]から画素位置[Cn-1,v]までの Cn 個の画素の画素信号 $\text{Pix}[0,v]$ 乃至 $\text{Pix}[Cn-1,v]$ の平均値 $\text{HOPBA}[v] = \text{Average}(\text{Pix}[0,v], \dots, \text{Pix}[Cn-1,v])$ が、画素行[v]のクランプ値 $\text{HCLP}[v]$ として求められる。

【0045】

あるいはまた、 Cn 個の画素の画素信号 $\text{Pix}[0,v]$ 乃至 $\text{Pix}[Cn-1,v]$ のメディアン値 $\text{HOPBM}[v] = \text{Median}(\text{Pix}[0,v], \dots, \text{Pix}[Cn-1,v])$ を、画素行[v]のクランプ値 $\text{HCLP}[v]$ として求めてもよい。

【0046】

そして次に、求められたクランプ値 $\text{HCLP}[v]$ を、有効画素部21の画素位置[h,v]の画素信号 $\text{Pix}[h,v]$ から減算することで、暗時シェーディング成分などを除去した本来の画素信号 $\text{Pixo}[h,v] = \text{Pix}[h,v] - \text{HCLP}[v]$ が得られる。

【0047】

しかし、このような従来の水平クランプ処理では、HOPB領域の画素信号にのるランダムノイズ成分を除去できなければ、本来補正すべき値からずれた値をクランプ値 $\text{HCLP}[v]$

10

20

30

40

50

として用いてしまうことから、誤補正が発生してしまう。

【0048】

そのような誤補正をできるだけなくすために、従来は、背景技術で説明したように、HOPB領域の画素数Cnを増やしたり、複数行の平均値をクランプ値として求めるなどの手法が採用されていた。しかし、このような手法では、チップサイズの増大やクランプの追従性を損なうといったデメリットが発生する。

【0049】

<信号処理回路12によるクランプ処理の概要>

そこで、信号処理回路12では、そのようなデメリットを生じさせずに、ランダムな横筋の発生を抑圧するクランプ処理が実現されている。

10

【0050】

図5を参照して、信号処理回路12が行う水平クランプ処理の概要について説明する。

【0051】

クランプ処理を行う処理対象の画素行が画素行[v]である場合、信号処理回路12は、画素行[v]のHOPB領域のCn個の画素の画素信号Pix[0,v]乃至Pix[Cn-1,v]を用いて、画素行[v]のクランプ値HCLP[v]を求める。

【0052】

また、信号処理回路12は、これまでのクランプ処理で計算した複数行のクランプ値も、記憶して保持しておく。図5では、信号処理回路12が、処理対象の画素行[v]を含めて8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]を保持している例を示している。

20

【0053】

信号処理回路12は、画素行[v]の有効画素部21の各画素において、保持している8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]のなかから、いずれか一つをランダムに選択する。そして、信号処理回路12は、ランダムに選択した一つのクランプ値を、有効画素部21の画素行[v]の画素の画素信号から減算することで、暗時シェーディング成分などを除去した本来の画素信号を求める。

【0054】

図5の例では、例えば、画素位置[Cn,v]においては、信号処理回路12は、画素行[v]の1行前の画素行[v-1]のクランプ値HCLP[v-1]を選択し、画素信号Pix[Cn,v]からクランプ値HCLP[v-1]を減算することで、本来の画素信号Pixo[Cn,v]=Pix[Cn,v]-HCLP[v-1]を求める。

30

【0055】

また例えば、画素位置[Cn+1,v]においては、信号処理回路12は、画素行[v]の4行前の画素行[v-4]のクランプ値HCLP[v-4]を選択し、画素信号Pix[Cn+1,v]からクランプ値HCLP[v-4]を減算することで、本来の画素信号Pixo[Cn+1,v]=Pix[Cn+1,v]-HCLP[v-4]を求める。

【0056】

同様に、画素位置[Cn+2,v]においては、信号処理回路12は、画素行[v]のクランプ値HCLP[v]を選択し、画素信号Pix[Cn+2,v]からクランプ値HCLP[v]を減算することで、本来の画素信号Pixo[Cn+2,v]=Pix[Cn+2,v]-HCLP[v]を求める。

40

【0057】

図5において、クランプ処理対象行である画素行[v]の有効画素部21の各画素内に記載されているクランプ値は、有効画素部21の各画素の画素信号から減算されるランダム選択されたクランプ値を示している。

【0058】

このように、信号処理回路12は、クランプ処理を実行する際に、クランプ値として、保持している複数行(8行)のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]のなかからランダムに選択し、減算することで、HOPB領域のクランプ値のランダム誤差(ランダムノイズ抑圧残り)を列方向に分散させる。これにより、ランダムノイズ抑圧残りが同一行に一様にのることを防止することができるため、ランダムな横筋を抑圧することができる。

50

【0059】

図6は、従来手法と信号処理回路12による処理を比較して示している。

【0060】

図6Aは、8行の平均値をクランプ値として求め減算する従来の水平クランプ処理の処理結果を示している。図6Bは、信号処理回路12による水平クランプ処理の処理結果を示している。

【0061】

従来手法による図6Aの画像では、ランダムな横筋が発生しているが、図6Bの画像では、ランダムな横筋が抑圧されていることがわかる。したがって、複数行の平均値をクランプ値として求める従来手法では、ランダムな横筋を抑圧するためには、8行より大きい行数のクランプ値を平均化する必要があるが、信号処理回路12による本技術では、従来手法よりも少ない行数でもランダムな横筋を抑圧することができ、従来手法よりも空間的に高周波なランダムノイズに対応可能である。10

【0062】

<信号処理回路12によるクランプ処理の要部の説明>

図7は、上述した水平クランプ処理を実現する信号処理回路12の要部のブロック図を示している。

【0063】

信号処理回路12は、ランダムセレクト回路31と演算器32を含んで構成されている。20

【0064】

ランダムセレクト回路31は、クランプデータ保持回路41、制御回路42、およびセレクタ43により構成されている。

【0065】

クランプデータ保持回路41は、クランプ処理の処理対象行が画素行[v]である場合に、現在の画素行[v]を含めて8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]を保持し、セレクタ43に供給する。画素アレイ部3の各画素行が、垂直方向に順次、クランプ処理対象とされ、クランプデータ保持回路41では、新たな画素行のクランプ値が入力された場合、最も古いクランプ値が消去される。30

【0066】

制御回路42は、クランプデータ保持回路41からセレクタ43に供給される8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]のいずれかを、処理対象行の画素単位でランダムに選択する。そして、制御回路42は、選択したクランプ値を示すセレクト制御信号を、セレクタ43に供給する。図7の「Rand() %8」は、8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]のいずれかがランダムに選択される処理を表している。

【0067】

セレクタ43は、制御回路42から供給されるセレクト制御信号に基づいて、クランプデータ保持回路41から供給される8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]のいずれか一つを選択する。セレクタ43は、処理対象画素行[v]の水平位置[h]の画素に対し、セレクト制御信号に基づいて選択されたクランプ値を、選択クランプ値SEL[HCLP_h]として、演算器32に出力する。40

【0068】

演算器32には、ランダムセレクト回路31のセレクタ43から、選択クランプ値SEL[HCLP_h]が入力されるとともに、有効画素部21の画素位置[h,v]から読み出された画素信号Pix[h,v]が入力される。

【0069】

演算器32は、有効画素部21の画素位置[h,v]の画素信号Pix[h,v]から、選択クランプ値SEL[HCLP_h]を減算することにより、クランプ処理後の画素信号Pixo[h,v]=Pix[h,v]-SEL[HCLP_h]を生成し、出力する。

【0070】

10

20

30

40

50

<信号処理回路12の第1の実施の形態>

図8は、上述した水平クランプ処理を実現する信号処理回路12の全体構成例であって、信号処理回路12の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【0071】

なお、図8において、上述した図7と同一の構成については同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0072】

信号処理回路12は、図7で説明したランダムセレクト回路31および演算器32と、白点・黒点補正回路51、セレクタ52、HOPB検波回路53、並びに、セレクタ54により構成される。

10

【0073】

白点・黒点補正回路51は、クランプ値算出の信頼性を高めるため、白点や黒点となっている画素信号を補正する補正回路である。

【0074】

例えば、白点・黒点補正回路51は、入力されてきた画素位置[h,v]の画素信号Pix[h,v]が、第1の閾値TH1未満または第2の閾値TH2 (TH1 < TH2) 以上の信号レベルである場合、予め決定しておいた所定の黒レベルの画素信号に置き換えて、セレクタ52に出力する。入力されてきた画素位置[h,v]の画素信号Pix[h,v]が、第1の閾値TH1以上第2の閾値TH2未満の信号レベルである場合には、入力されてきた画素信号Pix[h,v]が、セレクタ52にそのまま出力される。

20

【0075】

セレクタ52は、供給される制御信号S1に基づいて、入力×1か、または、入力×2を選択し、出力yから出力させる。セレクタ52には、画素位置[h,v]がHOPB領域内である場合には、入力×1を選択する制御信号S1が供給され、画素位置[h,v]が有効画素部21である場合には、入力×2を選択する制御信号S1が供給される。

【0076】

したがって、セレクタ52は、画素位置[h,v]がHOPB領域内である場合には、白点・黒点補正処理後の画素信号Pix[h,v]を選択して出力し、画素位置[h,v]が有効画素部21である場合には、有効画素部21から読み出されたそのままの画素信号Pix[h,v]を選択して出力する。

30

【0077】

HOPB検波回路53は、セレクタ52から順次出力される画素行[v]の画素信号Pix[h,v]のうち、HOPB領域のCn個の画素の画素信号Pix[0,v]乃至Pix[Cn-1,v]のみを保持し、画素行[v]のクランプ値HCLP[v]を算出する。

【0078】

具体的には、HOPB検波回路53は、Cn個の画素の画素信号Pix[0,v]乃至Pix[Cn-1,v]の平均値HOPBA[v]=Average(Pix[0,v], ..., Pix[Cn-1,v])と、メディアン値HOPBM[v]=Median(Pix[0,v], ..., Pix[Cn-1,v])を計算する。そして、セレクタ61は、制御信号S2に基づいて、平均値HOPBA[v]またはメディアン値HOPBM[v]のいずれか一方を選択し、画素行[v]のクランプ値HCLP[v]として、HOPB検波回路53から、ランダムセレクト回路31のクランプデータ保持回路41に供給する。

40

【0079】

ランダムセレクト回路31のクランプデータ保持回路41は、上述したように、HOPB検波回路53から供給された処理対象画素行[v]のクランプ値HCLP[v]を含めて8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]を保持している。

【0080】

セレクタ43は、制御回路42からのセレクト制御信号に基づいて、クランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]のいずれか一つをランダムに選択し、選択クランプ値SEL[HCLP_h]として、演算器32に出力する。

【0081】

50

演算器32は、セレクタ52から供給された画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ から、ランダムセレクト回路31から供給された選択クランプ値 $\text{SEL}[\text{HCLP}_h]$ を減算し、その結果得られる画素信号 $\text{Pixo}[h, v] = \text{Pix}[h, v] - \text{SEL}[\text{HCLP}_h]$ を、セレクタ54に出力する。

【0082】

セレクタ54は、供給される制御信号S3に基づいて、入力×1か、または、入力×2を選択し、出力yから出力させる。セレクタ54には、画素位置 $[h, v]$ が有効画素部21である場合には、入力×1を選択する制御信号S3が供給され、画素位置 $[h, v]$ がHOPB領域内である場合には、入力×2を選択する制御信号S3が供給される。

【0083】

したがって、セレクタ54は、画素位置 $[h, v]$ が有効画素部21である場合には、クランプ処理後の信号である、演算器32からの画素信号 $\text{Pixo}[h, v]$ を選択して出力する。一方、画素位置 $[h, v]$ がHOPB領域内である場合には、セレクタ54は、白点・黒点補正処理後の信号である、セレクタ52からの画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ を選択して出力する。

【0084】

なお、制御信号S1乃至S3を出力する制御部は、信号処理回路12内に設けられていてもよいし、信号処理回路12の外部に設けられていてもよい。また、制御回路42が、制御信号S1乃至S3を出力するようにしてもよい。

【0085】

次に、処理対象画素行 $[v]$ における信号処理回路12の動作(処理)について説明する。

【0086】

初めに、画素位置 $[h, v]$ がHOPB領域内である間の動作について説明する。

【0087】

画素位置 $[h, v]$ がHOPB領域内である間、セレクタ52によって、白点・黒点補正処理後の画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ が選択されて、HOPB検波回路53、演算器32、およびセレクタ54に出力される。

【0088】

HOPB検波回路53は、画素位置 $[h, v]$ がHOPB領域内である間、セレクタ52から順次出力される画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ を蓄積し、HOPB領域のCn個の画素の画素信号 $\text{Pix}[0, v]$ 乃至 $\text{Pix}[Cn-1, v]$ が蓄積された時点で、画素行 $[v]$ のクランプ値 $\text{HCLP}[v]$ を算出し、ランダムセレクト回路31に出力する。

【0089】

また、画素位置 $[h, v]$ がHOPB領域内である間、セレクタ54は、制御信号S3に基づいて、セレクタ52からの画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ 、すなわち、白点・黒点補正処理後の画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ を選択して、出力する。

【0090】

次に、画素位置 $[h, v]$ が有効画素部21となると、セレクタ52は、制御信号S1に基づいて、入力されてきた画素位置 $[h, v]$ の画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ そのものを選択して、HOPB検波回路53、演算器32、およびセレクタ54に出力する。

【0091】

セレクタ52が画素位置 $[h, v]$ の画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ を演算器32に出力するタイミングに合わせて、ランダムセレクト回路31は、クランプ値 $\text{HCLP}[v-7]$ 乃至 $\text{HCLP}[v]$ のいずれか一つをランダムに選択し、選択クランプ値 $\text{SEL}[\text{HCLP}_h]$ として、演算器32に出力する。

【0092】

演算器32は、セレクタ52から供給された画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ から、ランダムセレクト回路31から供給された選択クランプ値 $\text{SEL}[\text{HCLP}_h]$ を減算することにより、選択クランプ値 $\text{SEL}[\text{HCLP}_h]$ によりクランプ処理した画素信号 $\text{Pixo}[h, v]$ を計算し、セレクタ54に出力する。

【0093】

セレクタ54は、画素位置 $[h, v]$ が有効画素部21である間は、演算器32からのクランプ値 $\text{HCLP}[v]$ を選択して出力する。

10

20

30

40

50

ンプ処理した画素信号 $\text{Pixo}[h, v]$ を選択して出力する。

【0094】

信号処理回路12は、以上のように動作する。

【0095】

以上のように、第1の実施の形態の信号処理回路12によれば、保持している複数行のクランプ値 $\text{HCLP}[v-7]$ 乃至 $\text{HCLP}[v]$ をランダムに選択し、処理対象画素行 $[v]$ の有効画素部21の各画素の画素信号 $\text{Pix}[h, v]$ から減算することで、HOPB領域のクランプ値のランダム誤差（ランダムノイズ抑圧残り）を、列方向に分散させる。これにより、ランダムノイズ抑圧残りが同一行に一様にのることを防止することができるため、ランダムな横筋を抑圧することができる。

10

【0096】

<信号処理回路12の第2の実施の形態>

図9は、信号処理回路12の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【0097】

図9において、図8の第1の実施の形態と対応する部分については同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0098】

第2の実施の形態においては、上述した第1の実施の形態と比較すると、HOPB検波回路53とランダムセレクト回路31との間に、LPF回路（ローパスフィルタ回路）71が新たに追加されている。

20

【0099】

LPF回路71は、HOPB検波回路53から順次出力されるクランプ値 $\text{HCLP}[v]$ を複数行分保持し、処理対象画素行 $[v]$ を含む直近の複数行のクランプ値の平均値を計算する。そして、LPF回路71は、計算して得られた複数行のクランプ値の平均値を、処理対象画素行 $[v]$ のクランプ値 $\text{HCLP}[v]$ として、ランダムセレクト回路31に出力する。

【0100】

なお、LPF回路71は、ローパスフィルタとしての機能を有する構成であればよく、例えば、IIRフィルタなどで構成することもできる。

【0101】

第2の実施の形態のその他の構成および動作は、上述した第1の実施の形態と同様である。

30

【0102】

<信号処理回路12の第3の実施の形態>

図10は、信号処理回路12の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【0103】

図10において、図9の第2の実施の形態と対応する部分については同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0104】

第3の実施の形態においては、上述した第2の実施の形態と比較すると、ランダムセレクト回路31において、制御回路42に代えて制御回路42Aが設けられている。

40

【0105】

第1および第2の実施の形態の制御回路42は、保持している8行分のクランプ値 $\text{HCLP}[v-7]$ 乃至 $\text{HCLP}[v]$ のいずれかをランダムに選択するセレクト制御信号をセレクタ43に供給する。

【0106】

これに対して、制御回路42Aは、クランプ処理対象である画素行 $[v]$ 付近のHOPB領域の空間周波数を検波し、検波された空間周波数に応じて、ランダム選択する行数を変化させる。

【0107】

具体的には、制御回路42Aは、セレクタ81を有し、セレクタ81に、画素行 $[v]$ 付近

50

のHOPB領域の空間周波数を検波した結果が入力される。セレクタ81は、入力される空間周波数を3つのレベルに分類し、分類結果に応じて、ランダム選択する行数として「0」、「4行」、または「8行」のいずれかを選択する。

【0108】

入力された空間周波数が最も高周波な第1のレベルに含まれる場合には、セレクタ81は、ランダム選択する行数として「0」を選択し、処理対象画素行[v]のクランプ値HCLP[v]を選択するセレクト制御信号を、セレクタ43に供給する。

【0109】

入力された空間周波数が第1のレベルよりも低い第2のレベルに含まれる場合には、セレクタ81は、ランダム選択する行数として「4行」を選択し、保持している8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]のうち、直近の4行のクランプ値HCLP[v-3]乃至HCLP[v]のなかからランダムに選択して、選択したクランプ値を示すセレクト制御信号を、セレクタ43に供給する。10

【0110】

入力された空間周波数が最も低周波な第3のレベルに含まれる場合には、セレクタ81は、ランダム選択する行数として「8行」を選択し、保持している8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]のいずれかをランダムに選択して、選択したクランプ値を示すセレクト制御信号を、セレクタ43に供給する。

【0111】

以上のように、セレクタ81は、画素行[v]付近のHOPB領域の空間周波数が高周波で変化しているときほどランダム選択する行数を減らすことにより、クランプの追従性を向上させる。20

【0112】

第3の実施の形態のその他の構成および動作は、上述した他の実施の形態と同様である。

【0113】

なお、上述した例では、入力される空間周波数を3つのレベルに分類し、ランダム選択する行数を3種類のなかから選択する例について説明したが、勿論、ランダム選択する行数の選択肢は、さらに増やしてもよいし、2種類でもよい。

【0114】

<信号処理回路12の第4の実施の形態>

図11は、信号処理回路12の第4の実施の形態を示すブロック図である。

【0115】

図11において、図10の第3の実施の形態と対応する部分については同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0116】

第4の実施の形態においては、ランダムセレクト回路31において、制御回路42Aに代えて制御回路42Bが設けられている。

【0117】

制御回路42Bのセレクタ81には、処理対象画素行[v]の有効画素部21の各画素の画素信号にかけられるゲインが入力される。40

【0118】

セレクタ81は、処理対象画素行[v]の有効画素部21の各画素の画素信号にかけるゲインに応じて、ランダム選択する行数を変化させる。

【0119】

例えば、セレクタ81は、画素信号にかけられるゲインが大きいほど、ランダム選択する行数が多くなるように、ランダム選択する行数である「0」、「4行」、または「8行」を選択する。あるいはまた、セレクタ81は、画素信号にかけられるゲインが小さいほど、ランダム選択する行数が多くなるように、ランダム選択する行数を選択してもよい。ゲインとランダム選択する行数をどのように対応させるかは、設定によって切り替える50

とができる。

【0120】

第4の実施の形態のその他の構成および動作は、上述した第3の実施の形態と同様である。

【0121】

以上のように、セレクタ81は、処理対象画素行[v]の画素信号のゲインに応じてランダム選択する行数を変化させることにより、HOPB領域の画素信号（暗時シェーディング量）がゲインによって急激に変化した場合でもクランプを追従させることができる。

【0122】

<信号処理回路12の第5の実施の形態>

10

図12は、信号処理回路12の第5の実施の形態を示すブロック図である。

【0123】

図12において、図11の第4の実施の形態と対応する部分については同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0124】

第5の実施の形態においては、ランダムセレクト回路31において、制御回路42Bに代えて制御回路42Cが設けられている。

【0125】

制御回路42Cのセレクタ81には、画素アレイ部3の各画素の露光時間が入力される。

20

【0126】

セレクタ81は、画素アレイ部3の各画素の露光時間に応じて、ランダム選択する行数を変化させる。具体的には、セレクタ81は、露光時間を3つのレベルに分類し、露光時間が長いほど、ランダム選択する行数が多くなるように制御する。

【0127】

補正すべき暗時シェーディングは、画素アレイ部3の各画素2によって発生する暗電流成分に起因するものがある。この場合、露光時間に応じて暗時シェーディング量は変化するため、クランプの追従性を露光時間に応じて変化させる必要がある。

【0128】

したがってセレクタ81が露光時間に応じてランダム選択する行数を変化させることにより、露光時間に応じて変化する暗時シェーディング量にクランプを追従させることができる。

30

【0129】

第5の実施の形態のその他の構成および動作は、上述した第3の実施の形態と同様である。

【0130】

<信号処理回路12の第6の実施の形態>

図13は、信号処理回路12の第6の実施の形態を示すブロック図である。

【0131】

図13において、図8の第1の実施の形態と対応する部分については同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

40

【0132】

第6の実施の形態においては、画素アレイ部3の各画素の色配列がR(Red), Gr(Green), B(Blue), Gb(Green)の組合せで行列状に配置されるペイヤ配列で構成されているものとして、処理対象画素行[v]のクランプ値HCLP[v]を求めるHOPB検波回路53が、R, Gr, B, Gbの色ごとに設けられている。

【0133】

すなわち、HOPB(R)検波回路53Rは、処理対象画素行[v]にRの画素が含まれる場合に、Rの画素信号のみを用いた処理対象画素行[v]のクランプ値HCLP[v]/Rを求め、ランダムセレクト回路31に出力する。HOPB(Gr)検波回路53Grは、処理対象画素行[v]にGrの画素

50

が含まれる場合に、Grの画素信号のみを用いた処理対象画素行[v]のクランプ値HCLP[v]/Grを求め、ランダムセレクト回路31に出力する。HOPB(B)検波回路53Bは、処理対象画素行[v]にBの画素が含まれる場合に、Bの画素信号のみを用いた処理対象画素行[v]のクランプ値HCLP[v]/Bを求め、ランダムセレクト回路31に出力する。HOPB(Gb)検波回路53Gは、処理対象画素行[v]にGbの画素が含まれる場合に、Gbの画素信号のみを用いた処理対象画素行[v]のクランプ値HCLP[v]/Gbを求め、ランダムセレクト回路31に出力する。

【0134】

第6の実施の形態のランダムセレクト回路31は、クランプデータ保持回路41D、制御回路42D、およびセレクタ43により構成されている。

【0135】

クランプデータ保持回路41Dは、直近の8行分のクランプ値HCLP[v-7]乃至HCLP[v]を、R, Gr, B, Gbの色ごとに保持する。

【0136】

制御回路42Dのセレクタ81には、画素アレイ部3の各画素の色ごとに異なるゲイン(以下、色別ゲインという。)が入力される。

【0137】

セレクタ81は、画素アレイ部3の各画素の色別ゲインに応じて、ランダム選択する行数を変化させる。上述した第4の実施の形態と同様に、色別ゲインが大きいほど、ランダム選択する行数が多くなるように制御する場合もあれば、色別ゲインが小さいほど、ランダム選択する行数が多くなるように制御する場合もある。これにより、色毎に異なるゲインの変化によって暗時シェーディング量が変化した場合にもクランプを追従させることができる。

【0138】

第6の実施の形態のその他の構成および動作は、色ごとの処理が行われる点を除いて、上述した第4の実施の形態と同様である。

【0139】

以上、本技術を適用した信号処理回路12の第1乃至第6の実施の形態によれば、HOPB領域のクランプ値のランダム誤差(ランダムノイズ抑圧残り)を列方向に分散させることで、HOPB領域の一行当たりの画素数を増やすことなく、ランダムな横筋を抑圧することができる。

【0140】

なお、上述した第1乃至第6の実施の形態それぞれの一部の構成を、適宜組み合わせた実施の形態とすることも可能である。例えば、第6の実施の形態において、色別の各HOPB検波回路53の後段に、LPF回路71を設けた構成なども採用することができる。

【0141】

以上においては、信号処理回路12が、HOPB領域の画素信号を行単位で統計処理した行統計値(平均値HOPBA[v]、メディアン値HOPBM[v])を保持データとして、複数行の保持データ(クランプ値)を保持し、有効画素部21の各画素において、複数行の保持データをランダムに選択して画素信号から減算することにより、ランダムな横筋を抑圧する例について説明した。

【0142】

しかしながら、本技術は、ランダムな縦筋を抑圧する処理にも同様に適用することができる。具体的には、信号処理回路12は、VOPB領域の画素信号を列単位で統計処理した列統計値(平均値VOPBA[h]、メディアン値VOPBM[h])を保持データとして、複数列の保持データ(クランプ値)を保持する。そして、信号処理回路12は、有効画素部21の各画素において、複数列の保持データ(クランプ値)をランダムに選択して画素信号から減算する。これにより、VOPB領域のクランプ値のランダム誤差(ランダムノイズ抑圧残り)を行方向に分散させることができ、VOPB領域の一列当たりの画素数を増やすことなく、ランダムな縦筋を抑圧することができる。

【0143】

10

20

30

40

50

<画素 2 の具体的構成例 >

次に、画素 2 の具体的構成例と、固体撮像装置 1 の画素信号読み出しのための駆動制御の具体例について説明する。

【0144】

図 14 は、画素 2 の具体的構成例を示す回路図である。

【0145】

画素 2 は、フォトダイオード (PD) 110、転送トランジスタ 111、増幅トランジスタ 112、選択トランジスタ 113、リセットトランジスタ 114、排出トランジスタ 115、及び、FD(フローティングディフュージョン) 116 により構成される。

【0146】

フォトダイオード 110 は、受光量に応じた電荷 (信号電荷) を生成し、蓄積する光電変換素子である。フォトダイオード 110 は、アノード端子が接地されているとともに、カソード端子が転送トランジスタ 111 を介して、FD 116 に接続されている。また、フォトダイオード 110 のカソード端子は、排出トランジスタ 115 とも接続されている。

【0147】

転送トランジスタ 111 は、転送信号線 111A を介して供給される転送信号によりオンされたとき、フォトダイオード 110 で生成された電荷を読み出し、FD 116 に転送する。

【0148】

排出トランジスタ 115 は、排出信号線 115A を介して供給される排出信号によりオンされたとき、フォトダイオード 110 で生成された電荷を定電圧源 Vdd (ドレイン) に排出する。

【0149】

ここで、排出トランジスタ 115 をオンしたときのチャネル電位と、転送トランジスタ 111 をオンしたときのチャネル電位の両方が、フォトダイオード 110 の完全空乏化電位よりも高くなるように、転送トランジスタ 111 及び排出トランジスタ 115 のゲート電圧及び閾値電圧と、フォトダイオード 110 のドーズ量が調節されている。これにより、転送トランジスタ 111 がオンされたときには、フォトダイオード 110 の蓄積電荷の全てを FD 116 に転送することができ、排出トランジスタ 115 がオンされたときには、フォトダイオード 110 の蓄積電荷の全てを定電圧源 Vdd に排出することができる。

【0150】

FD 116 は、フォトダイオード 110 から読み出された電荷を保持する。リセットトランジスタ 114 は、リセット信号線 114A を介して供給されるリセット信号によりオンされたとき、FD 116 に蓄積されている電荷が定電圧源 Vdd に排出されことで、FD 116 の電位をリセットする。

【0151】

増幅トランジスタ 112 は、FD 116 の電位に応じた画素信号を出力する。すなわち、増幅トランジスタ 112 は、垂直信号線 9 を介して接続されている定電流源としての負荷 MOS (不図示) とソースフォロワ回路を構成し、FD 116 に蓄積されている電荷に応じたレベルを示す画素信号が、増幅トランジスタ 112 から選択トランジスタ 113 を介してカラム信号処理回路 5 に出力される。

【0152】

選択トランジスタ 113 は、選択信号線 113A を介して供給される選択信号により画素 2 が選択されたときオンされ、画素 2 の画素信号を、垂直信号線 9 を介してカラム信号処理回路 5 に出力する。転送信号線 111A、選択信号線 113A、リセット信号線 114A および排出信号線 115A は、図 1 の画素駆動配線 10 に対応する。

【0153】

画素 2 は、以上のような構成を採用することができる。

【0154】

なお、画素 2 は、共有画素構造とすることもできる。画素共有構造は、複数のフォトダ

10

20

30

40

50

イオードと、複数の転送トランジスタと、共有される1つのFDと、共有される1つずつの他の画素トランジスタとから構成される。すなわち、共有画素では、複数の単位画素を構成するフォトダイオード及び転送トランジスタが、他の1つずつの画素トランジスタを共有して構成される。

【0155】

図15は、画素2の駆動時のポテンシャルを示す図である。図15において、図面下方が電位の正方向を示している。

【0156】

図15Aは、露光期間中、リセットトランジスタ114がオンされ、FD116の電位がリセットされた直後の状態を示している。

10

【0157】

FD116の電位をリセット後、露光期間が終了すると、図15Bに示されるように、転送トランジスタ111がオンされ、フォトダイオード110に蓄積された電荷が、FD116に転送される。

【0158】

図15Cは、FD116に転送された電荷が読み出されるまでの待機状態を示しており、フォトダイオード110では、非露光時間においても、入射された光に応じて電荷が徐々に蓄積されていく。

【0159】

そして、画素2の読み出し行になると、図15Dに示されるように、選択トランジスタ113がオンされることで、FD116で保持されていた電荷が、電圧信号に変換されて、垂直信号線9を介してカラム信号処理回路5に出力される。

20

【0160】

なお、図14の画素構造では、排出トランジスタ115をオンすることで、フォトダイオード110で生成された電荷を定電圧源Vddに排出することができるので、図15Eに示されるように、FD116の電荷の読み出しが完了する前に、フォトダイオード110の蓄積電荷をリセットし、次の露光を開始することができる。

【0161】

<固体撮像装置1の駆動制御方法の具体例>

図16は、固体撮像装置1の画素アレイ部3全体の駆動制御の例を示す図である。

30

【0162】

固体撮像装置1の垂直駆動回路4は、画素アレイ部3の全画素のフォトダイオード110の蓄積電荷をリセットし、露光を開始させる。

【0163】

そして、垂直駆動回路4は、所定の露光時間経過後、全画素のFD116をリセットした後、フォトダイオード110に蓄積された電荷を、全画素同時に、FD116に転送する。

【0164】

その後、垂直駆動回路4は、FD116で保持されている電荷を、行単位に、順次、カラム信号処理回路5に出力させる。

【0165】

以上のように駆動することで、固体撮像装置1では、全画素同時読み出しの駆動を実現できる。この場合、FD116で保持されている電荷は、行単位に、順次、読み出されるため、読み出される順番により、FD116で電荷を保持している時間は異なる。FD116で保持している時間が長いほど、暗電流による電荷が、フォトダイオード110で生成された電荷に加えて蓄積されることになる。しかし、信号処理回路12のクランプ処理によれば、処理対象画素行[v]を含む複数行のクランプ値をランダムに選択することで、クランプ値のランダム誤差（ランダムノイズ抑圧残り）を列方向に分散させることができるので、ランダムな横筋を抑圧することができる。

40

【0166】

なお、暗電流は、どのような固体撮像装置1においても発生し得るため、信号処理回路

50

12によるクランプ処理は、上述した画素構造や駆動制御に関わらず適用することができる。

【0167】

<本技術を適用した電子機器の構成例>

本技術は、固体撮像装置への適用に限られるものではない。即ち、本技術は、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置や、撮像機能を有する携帯端末装置や、画像読み取り部に固体撮像装置を用いる複写機など、画像取込部（光電変換部）に固体撮像装置を用いる電子機器全般に対して適用可能である。固体撮像装置は、ワンチップとして形成された形態であってもよいし、撮像部と信号処理部または光学系とがまとめてパッケージングされた撮像機能を有するモジュール状の形態であってもよい。

10

【0168】

図17は、本技術を適用した電子機器としての、撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【0169】

図17の撮像装置200は、レンズ群などからなる光学部201、固体撮像装置（撮像デバイス）202、およびカメラ信号処理回路であるDSP(Digital Signal Processor)回路203を備える。また、撮像装置200は、フレームメモリ204、表示部205、記録部206、操作部207、および電源部208も備える。DSP回路203、フレームメモリ204、表示部205、記録部206、操作部207および電源部208は、バスライン209を介して相互に接続されている。

20

【0170】

光学部201は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで固体撮像装置202の撮像面上に結像する。固体撮像装置202は、光学部201によって撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。この固体撮像装置202として、上述した固体撮像装置1、即ちランダムな横筋・縦筋を抑圧することができる固体撮像装置を用いることができる。

【0171】

表示部205は、例えば、液晶パネルや有機EL(Electro Luminescence)パネル等のパネル型表示装置からなり、固体撮像装置202で撮像された動画または静止画を表示する。記録部206は、固体撮像装置202で撮像された動画または静止画を、ハードディスクや半導体メモリ等の記録媒体に記録する。

30

【0172】

操作部207は、ユーザによる操作の下に、撮像装置200が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源部208は、DSP回路203、フレームメモリ204、表示部205、記録部206および操作部207の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

【0173】

上述したように、固体撮像装置202として、上述したいずれかの実施の形態に係る固体撮像装置1を用いることで、ランダムな横筋・縦筋を抑圧することができる。従って、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ、さらには携帯電話機等のモバイル機器向けカメラモジュールなどの撮像装置200においても、撮像画像の高画質化を図ることができる。

40

【0174】

また、本技術は、可視光の入射光量の分布を検知して画像として撮像する固体撮像装置への適用に限らず、赤外線やX線、あるいは粒子等の入射量の分布を画像として撮像する固体撮像装置や、広義の意味として、圧力や静電容量など、他の物理量の分布を検知して画像として撮像する指紋検出センサ等の固体撮像装置（物理量分布検知装置）全般に対して適用可能である。

【0175】

なお、固体撮像装置はワンチップとして形成された形態であってもよいし、撮像部と、信号処理部または光学系とがまとめてパッケージングされた撮像機能を有するモジュール

50

状の形態であってもよい。

【0176】

本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0177】

なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路と
を備え、

前記信号処理回路は、

前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し

、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、
複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

固体撮像装置。

(2)

前記信号処理回路は、複数行の前記行統計値の平均値を、前記保持データとして算出する

前記(1)に記載の固体撮像装置。

(3)

前記信号処理回路は、前記処理対象行の前記遮光画素部の空間周波数に応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を変化させる

前記(1)または(2)に記載の固体撮像装置。

(4)

前記信号処理回路は、前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号にかけるゲインに応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を変化させる

前記(1)または(2)に記載の固体撮像装置。

(5)

前記信号処理回路は、前記ゲインが大きいほど、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を多くする

前記(4)に記載の固体撮像装置。

(6)

前記信号処理回路は、前記ゲインが小さいほど、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を多くする

前記(4)に記載の固体撮像装置。

(7)

前記信号処理回路は、前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の露光時間に応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を変化させる

前記(1)または(2)に記載の固体撮像装置。

(8)

前記信号処理回路は、前記露光時間が長いほど、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの行数を多くする

前記(7)に記載の固体撮像装置。

(9)

前記信号処理回路は、

前記行統計値を色ごとに保持データとして算出し、

10

20

30

40

50

前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを色ごとに保持し、色ごとに異なるゲインに応じて、前記画素の色の複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、前記画素の色に応じてランダムに選択した前記保持データを減算する

前記(1)または(2)に記載の固体撮像装置。

(10)

前記行統計値は、前記遮光画素部の各画素の画素信号の平均値またはメディアン値である

前記(1)乃至(9)のいずれかに記載の固体撮像装置。

10

(11)

前記画素は、

受光量に応じた電荷を生成し、蓄積する前記光電変換素子と、

前記光電変換素子の蓄積電荷を転送する転送トランジスタと、

前記転送トランジスタにより転送された電荷を保持するフローティングディフュージョンと

を少なくとも有し、

前記光電変換素子で蓄積された電荷が、全画素同時に前記フローティングディフュージョンに転送され、前記フローティングディフュージョンで保持されている電荷が、行単位に順次出力される

20

前記(1)乃至(10)のいずれかに記載の固体撮像装置。

(12)

複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備える固体撮像装置の

前記信号処理回路が、

前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し

、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、

30

複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

信号処理方法。

(13)

複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、

前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、

前記信号処理回路は、

40

前記遮光画素部の画素信号を行単位で統計処理した行統計値を保持データとして算出し

、前記画素アレイ部の処理対象行を含む複数行の前記保持データを保持し、

複数行の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象行の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

固体撮像装置

を備える電子機器。

(14)

複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光

50

されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、

前記信号処理回路は、

前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出し、

前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

固体撮像装置。

(15)

前記信号処理回路は、複数列の前記列統計値の平均値を、前記保持データとして算出する

前記(14)に記載の固体撮像装置。

(16)

前記信号処理回路は、前記処理対象列の前記遮光画素部の空間周波数に応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの列数を変化させる

前記(14)または(15)に記載の固体撮像装置。

(17)

前記信号処理回路は、前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号にかけるゲインに応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの列数を変化させる

前記(14)または(15)に記載の固体撮像装置。

(18)

前記信号処理回路は、前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の露光時間に応じて、ランダムに選択する選択対象の前記保持データの列数を変化させる

前記(14)または(15)に記載の固体撮像装置。

(19)

複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備える固体撮像装置の

前記信号処理回路が、

前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出する

前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、

前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

信号処理方法。

(20)

複数の画素が2次元アレイ状に配列されており、各画素に含まれる光電変換素子が遮光されている遮光画素部と、遮光されていない有効画素部とで構成される画素アレイ部と、

前記画素アレイ部の各画素から出力される画素信号を処理する信号処理回路とを備え、

前記信号処理回路は、

前記遮光画素部の画素信号を列単位で統計処理した列統計値を保持データとして算出する

前記画素アレイ部の処理対象列を含む複数列の前記保持データを保持し、複数列の前記保持データの一つをランダムに選択し、

10

20

30

40

50

前記処理対象列の前記有効画素部の前記画素の画素信号から、ランダムに選択した前記保持データを減算する

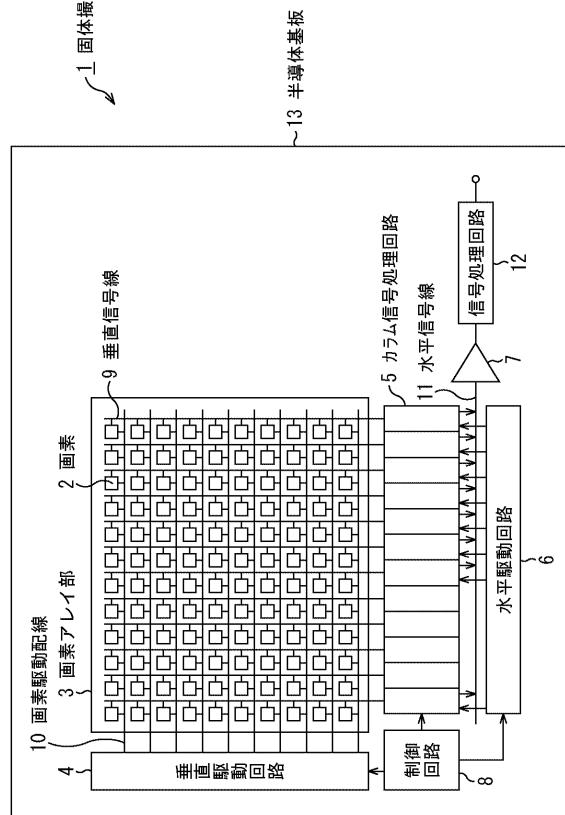
固体撮像装置 を備える電子機器。

【符号の説明】

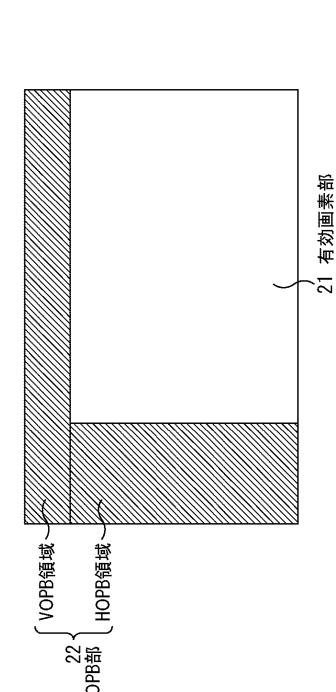
【 0 1 7 8 】

1 固体撮像装置 , 2 画素 , 3 画素アレイ部 , 4 垂直駆動回路 , 12
信号処理回路 , 21 有効画素部 , 22 オプティカルブラック部 , 31 ランダムセレクト回路 , 32 演算器 , 41 クランプデータ保持回路 , 42 制御回路 , 43 セレクタ , 110 フォトダイオード , 111 転送トランジスタ , 1 16 フローティングディフュージョン , 200 摄像装置 , 202 固体撮像装置 , 203 DSP回路

【図1】

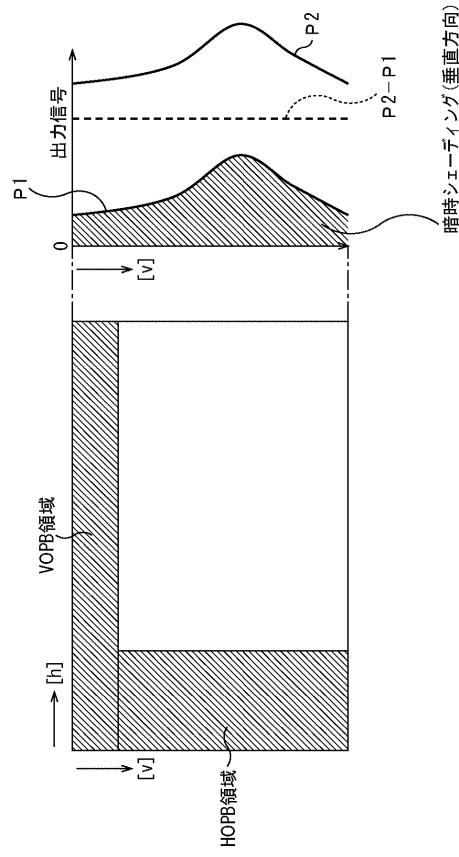


【図2】



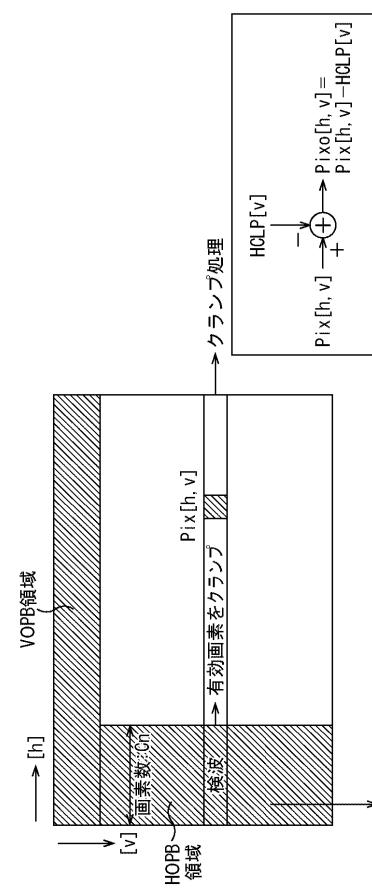
【図3】

図3



【図4】

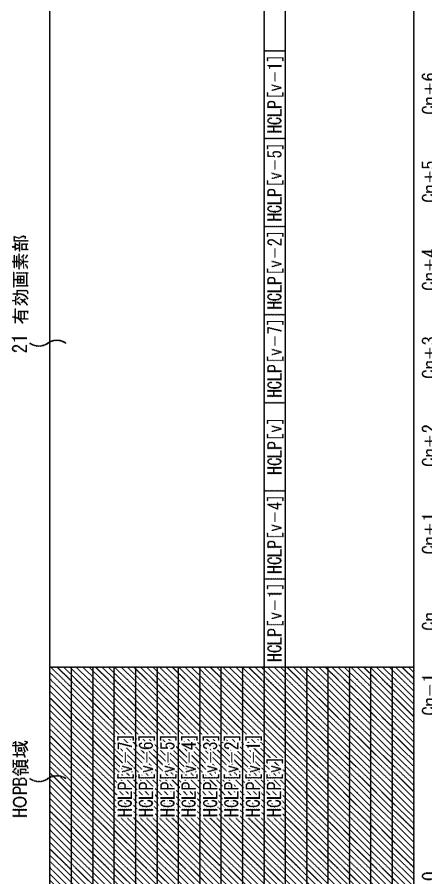
図4



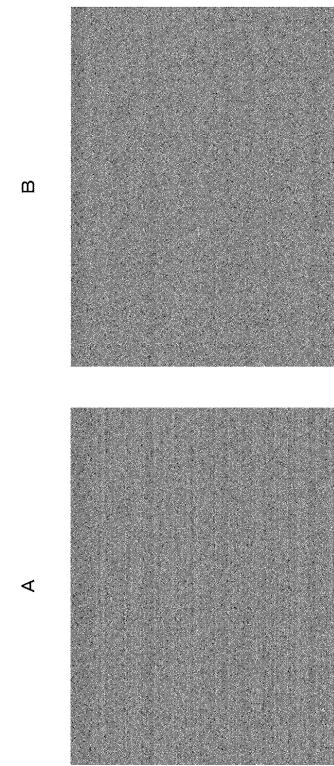
$$HCLP[v] = \begin{cases} HOPBA[v] = \text{Average}(Pi x[0, v], \dots, Pi x[Cn-1, v]) \\ \text{or} \\ HOPBII[v] = \text{Median}(Pi x[0, v], \dots, Pi x[Cn-1, v]) \end{cases}$$

【図5】

図5

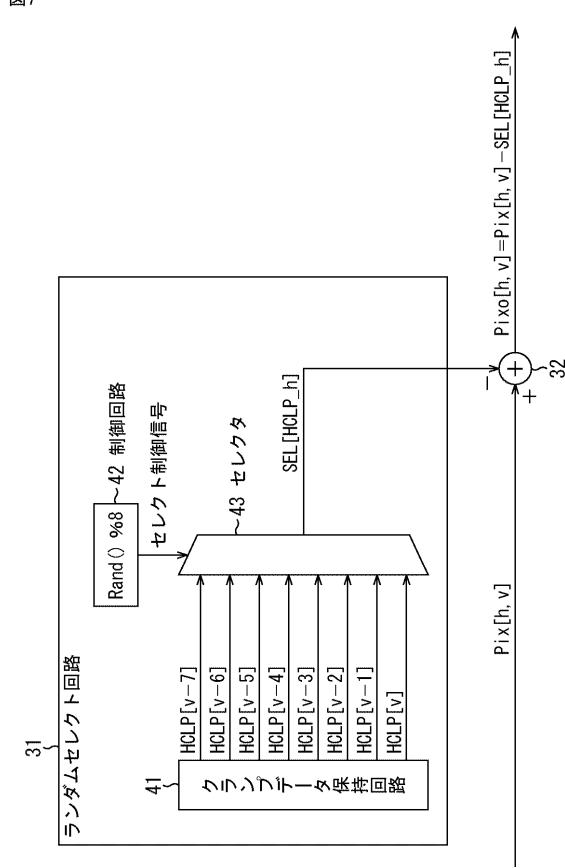


【図6】

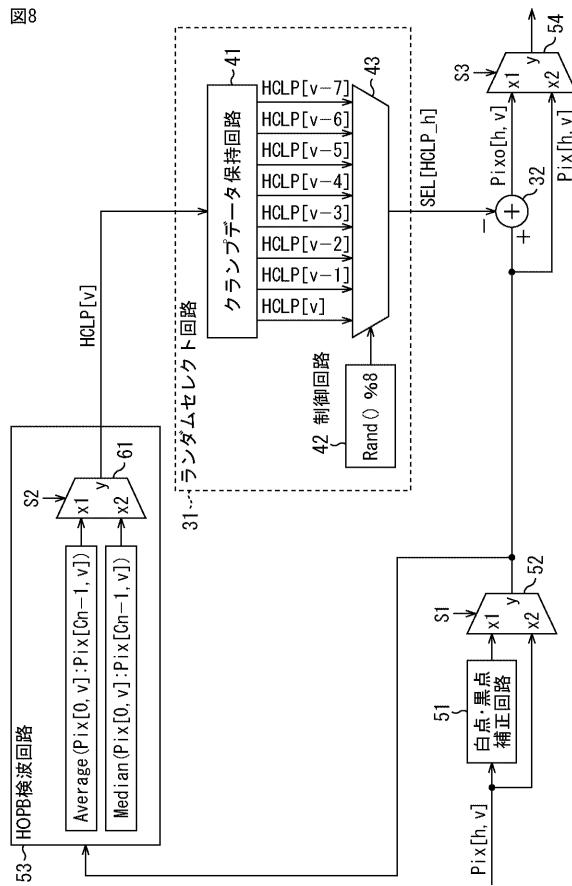


【図7】

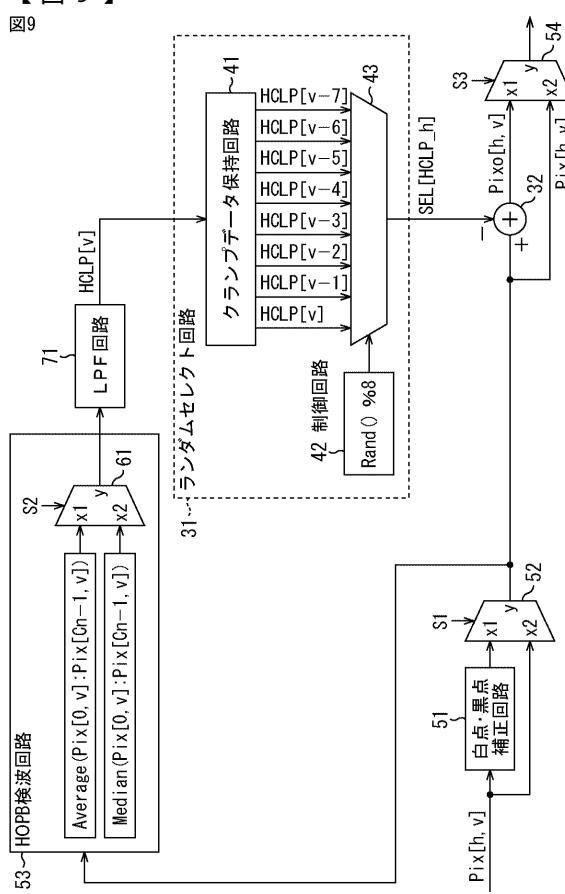
図7



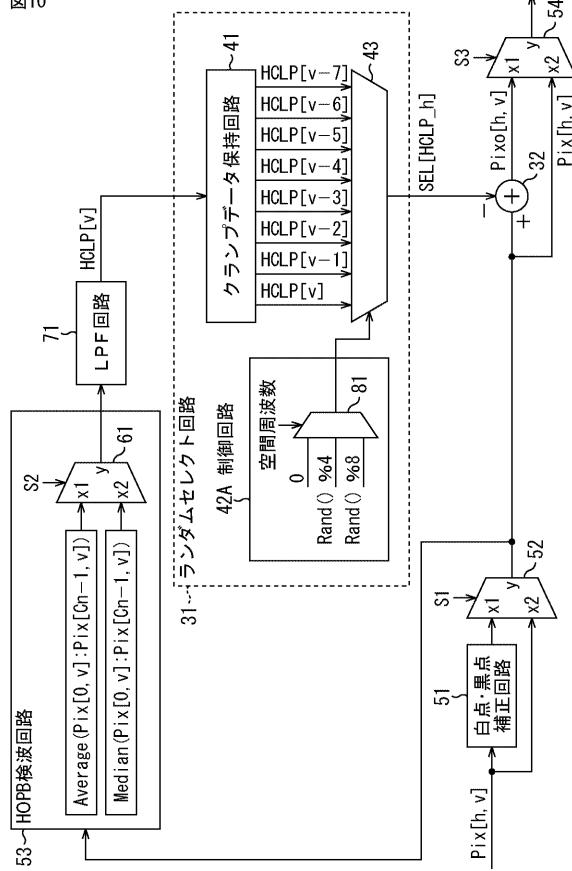
【図8】



【図9】

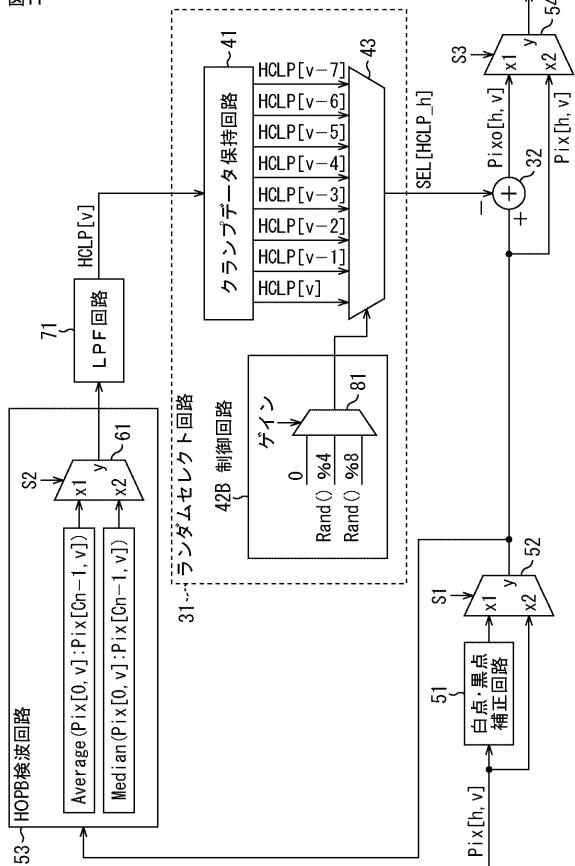


【図10】



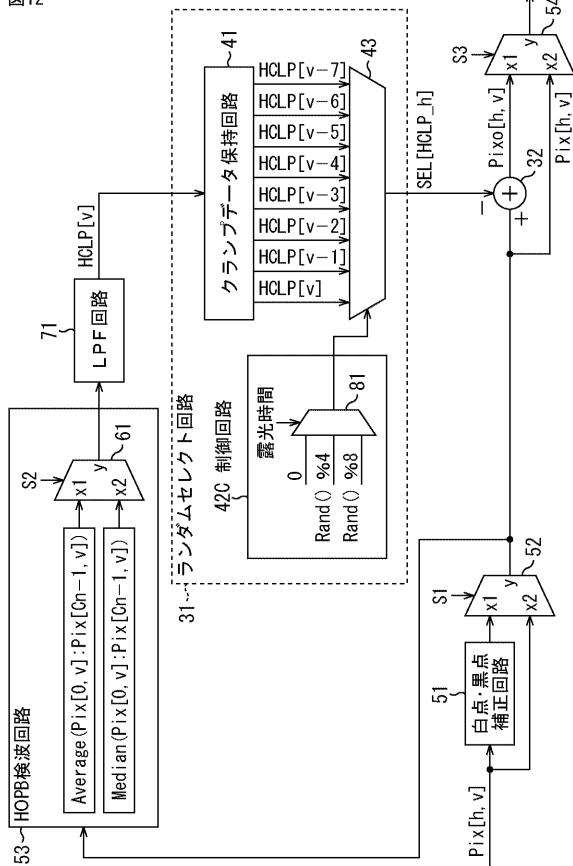
【 図 1 1 】

図11



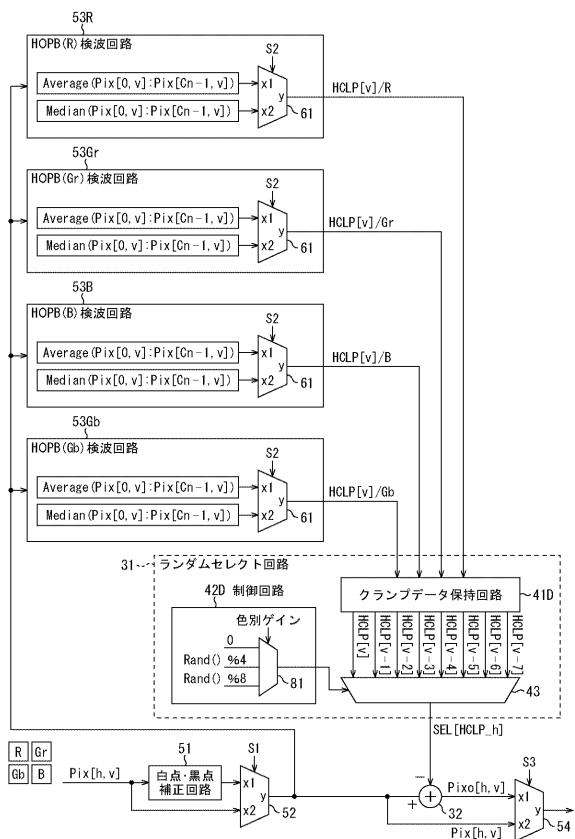
【 図 1 2 】

図12



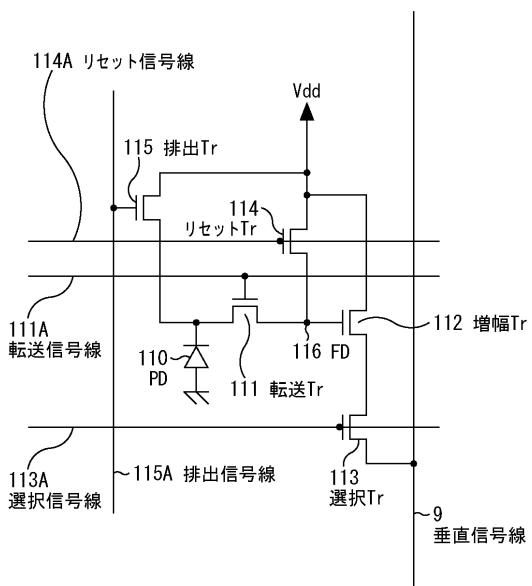
【図13】

図13



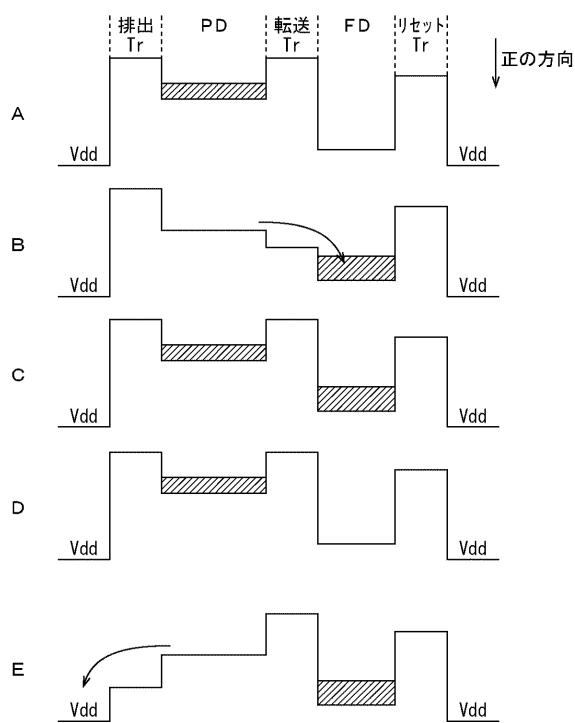
【図14】

図14



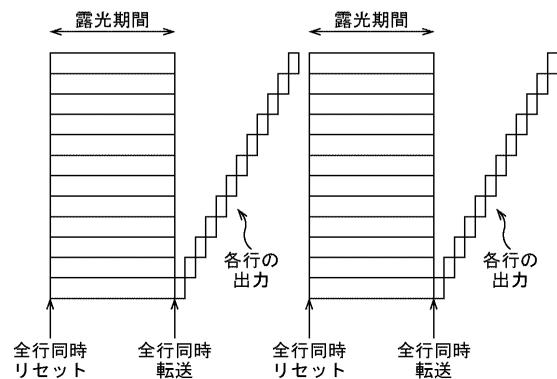
【図15】

図15



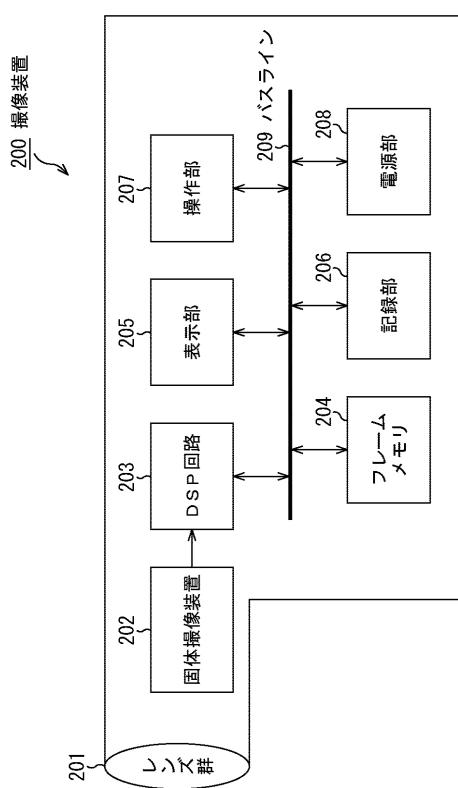
【図16】

図16



【図17】

図17



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-109315(JP,A)
特開2004-350103(JP,A)
特開2013-12983(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/357
H04N 5/361
H04N 5/365