

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6727906号
(P6727906)

(45) 発行日 令和2年7月22日 (2020.7.22)

(24) 登録日 令和2年7月3日 (2020.7.3)

(51) Int.Cl.	F I
HO 4 N 5/378 (2011.01)	HO 4 N 5/378
HO 4 N 5/374 (2011.01)	HO 4 N 5/374

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2016-89723 (P2016-89723)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年4月27日 (2016.4.27)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-200063 (P2017-200063A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年11月2日 (2017.11.2)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成31年4月22日 (2019.4.22)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	前橋 雄
			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	橋 高志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数行および複数列に渡って配され、各々が画素信号を出力する複数の画素と、
前記複数列の各々に、それぞれが対応して設けられた複数の A/D 変換部と、
時間の経過に伴って電位が変化するランプ信号を出力するランプ信号供給部とを有し、
前記複数の A/D 変換部の各々は、
前記画素信号と前記ランプ信号との少なくとも一方の信号にオフセットを付与するオフセット付与部と、

前記オフセット付与部によって少なくとも一方の信号に前記オフセットが付与された前記画素信号と前記ランプ信号との比較である第 1 比較を行い、前記第 1 比較の結果を示す第 1 比較結果信号を出力する第 1 比較器と、

前記画素信号と前記ランプ信号との比較である第 2 比較を行い、前記第 2 比較の結果を示す第 2 比較結果信号を出力する第 2 比較器とを有し、

前記 A/D 変換部が、前記ランプ信号の電位の変化の開始から終了までの期間である A/D 変換期間において、前記オフセットの付与によって、前記第 1 比較結果信号、前記第 2 比較結果信号の順に信号レベルが変化し、

前記 A/D 変換期間の開始から前記第 1 比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間、前記第 2 比較器は非動作状態であり、

前記第 1 比較結果信号の信号レベルの変化に対応して、前記第 2 比較器が動作状態となって前記第 2 比較を行い、

10

20

前記第 1 比較において動作状態にある前記第 1 比較器の単位時間あたりの電流消費量が、前記第 2 比較において動作状態にある前記第 2 比較器の単位時間あたりの電流消費量よりも少ないことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記第 1 比較器は前記オフセット付与部によって少なくとも一方の信号に前記オフセットが付与された前記画素信号と前記ランプ信号とを比較する第 1 差動対を有し、

前記第 2 比較器は、前記画素信号と前記ランプ信号との比較を行う第 2 差動対を有し、
前記 A D 変換期間の開始から前記第 1 比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間、前記第 2 差動対の単位時間あたりの電流消費量が、第 1 の電流消費量であり、

前記第 1 比較結果信号の信号レベルの変化に対応して、前記第 2 差動対の単位時間あたりの電流消費量が、前記第 1 の電流消費量よりも多い第 2 の電流消費量となり、

前記 A D 変換期間の開始から前記第 1 比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間、前記第 1 差動対の単位時間あたりの電流消費量が、前記第 2 の電流消費量よりも少ない第 3 の電流消費量であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

第 2 比較結果信号の信号レベルの変化に対応して、前記第 2 差動対の単位時間あたりの電流消費量が、前記第 2 の電流消費量よりも少ない第 4 の電流消費量となることを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記第 1 の電流消費量と前記第 4 の電流消費量とが同じ値であ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】

第 2 比較結果信号の信号レベルの変化に対応して、前記第 1 差動対の単位時間あたりの電流消費量が、前記第 3 の電流消費量よりも少ない第 5 の電流消費量となることを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記画素信号が、前記画素に入射した光の光量に対応する信号であり、

前記画素信号が、所定の振幅よりも大きい第 1 の場合には、

前記 A D 変換期間の開始から前記第 1 比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間、前記第 2 差動対の単位時間あたりの電流消費量が、第 1 の電流消費量であって、

前記第 1 比較結果信号の信号レベルの変化に対応して、前記第 2 差動対の単位時間あたりの電流消費量が、前記第 1 の電流消費量よりも多い第 2 の電流消費量となつて、前記第 2 差動対が前記第 2 比較を行い、

前記画素信号が、所定の振幅よりも小さい第 2 の場合には、

前記 A D 変換期間の開始から前記第 2 比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間、前記第 2 差動対の単位時間あたりの電流消費量が、前記第 2 の電流消費量であつて、前記第 2 差動対が前記第 2 比較を行うことを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記第 1 の場合に、

前記第 2 比較結果信号の信号レベルの変化に対応して、前記第 2 差動対の単位時間あたりの電流消費量を、前記第 2 の電流消費量よりも少ない第 4 の電流消費量とすることを特徴とする請求項 6 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記第 2 の場合に、前記 A D 変換期間の全体に渡つて、前記第 1 差動対の単位時間あたりの電流消費量を、前記第 3 の電流消費量よりも少ない第 5 の電流消費量とすることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記オフセット付与部は、複数のトランジスタと、スイッチとを有し、

前記スイッチは、前記複数のトランジスタのうち、前記第 1 差動対の入力段として動作

10

20

30

40

50

するトランジスタの数を変更することを特徴とする請求項 2 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記複数列のうちの第 1 列に対応して、一の比較器が配され、

前記複数列のうちの第 2 列に対応して、別の一の比較器が配され、

前記一の比較器と前記別の一の比較器は、第 1 動作と第 2 動作とを含む複数の動作が可能であり

前記第 1 動作は、

前記一の比較器が前記第 1 列の前記画素信号と前記ランプ信号とを比較し、前記別の一の比較器が前記第 2 列の前記画素信号と前記ランプ信号とを比較する動作であり、

前記第 2 動作は、

前記一の比較器および前記別の一の比較器に、前記第 1 列と前記第 2 列のいずれか一方の前記画素信号が入力され、前記一の比較器が前記第 1 比較器として動作し、前記別の一の比較器が前記第 2 比較器として動作する動作であることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記画素は、

入射する光の光量に対応する電荷を生成する光電変換部と、MOSトランジスタと、前記光電変換部と前記MOSトランジスタのゲートとの間の電氣的経路に配された転送スイッチとを有し、

前記MOSトランジスタが、前記第 1 比較器および前記第 2 比較器のそれぞれの入力段であることを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の撮像装置と、

前記撮像装置が出力する信号を処理することによって画像を生成する信号処理部とを有することを特徴とする撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のAD変換部を備える撮像装置、および当該撮像装置を備える撮像システムに関する。

【背景技術】

【0002】

複数列に渡って配された複数の画素と、画素の列に対応して、各々が配された複数のAD変換部とを有する撮像装置が知られている。

【0003】

AD変換部は、画素が出力する画素信号と、時間の経過に伴って電位が単調に変化するランプ信号とを比較する比較器を有する。この比較器の単位時間あたりの電流消費量を低減する検討がなされている。

【0004】

特許文献 1 に記載の撮像装置には、比較器が第 1 アンプと、第 1 アンプの信号が入力され、画素信号とランプ信号との比較の結果を示す信号を出力する第 2 アンプとを備える構成が記載されている。特許文献 1 では、比較器による画素信号とランプ信号との比較を、第 2 アンプに供給する電流量を第 1 の電流量として開始する。そして、第 1 アンプの出力する信号の信号レベルが変化すると、第 2 アンプに供給する電流量を第 1 の電流量から第 2 の電流量に増加させる。そして、所定の期間経過後、第 2 アンプに供給する電流量を第 1 の電流量に戻す。これにより、特許文献 1 の撮像装置では、画素信号とランプ信号との比較を行う全期間にわたって第 2 アンプに第 2 の電流量を供給する場合に比べて、第 2 アンプの単位時間あたりの電流消費量を低減することができるとされる。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 1 7 1 3 9 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 に記載の撮像装置では、比較器のうちの一部の回路である第 2 アンプのみの単位時間あたりの電流消費量を低減する一方、他の一部の回路である第 1 アンプの単位時間あたりの電流消費量の低減が為されていない。このため、特許文献 1 に記載の撮像装置には、A/D 変換期間における比較器の消費電力量をさらに低減する余地がある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明は上記の課題を鑑みて為されたものであり、一の態様は、複数行および複数列に渡って配され、各々が画素信号を出力する複数の画素と、前記複数列の各々に、それぞれが対応して設けられた複数の A/D 変換部と、時間の経過に伴って電位が変化するランプ信号を出力するランプ信号供給部とを有し、前記複数の A/D 変換部の各々は、前記画素信号と前記ランプ信号との少なくとも一方の信号にオフセットを付与するオフセット付与部と、前記オフセット付与部によって少なくとも一方の信号に前記オフセットが付与された前記画素信号と前記ランプ信号との比較である第 1 比較を行い、前記第 1 比較の結果を示す第 1 比較結果信号を出力する第 1 比較器と、前記画素信号と前記ランプ信号との比較である第 2 比較を行い、前記第 2 比較の結果を示す第 2 比較結果信号を出力する第 2 比較器とを有し、前記 A/D 変換部が、前記ランプ信号の電位の変化の開始から終了までの期間である A/D 変換期間において、前記オフセットの付与によって、前記第 1 比較結果信号、前記第 2 比較結果信号の順に信号レベルが変化し、前記 A/D 変換期間の開始から前記第 1 比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間、前記第 2 比較器は非動作状態であり、前記第 1 比較結果信号の信号レベルの変化に対応して、前記第 2 比較器が動作状態となって前記第 2 比較を行い、前記第 1 比較において動作状態にある前記第 1 比較器の単位時間あたりの電流消費量が、前記第 2 比較において動作状態にある前記第 2 比較器の単位時間あたりの電流消費量よりも少ないことを特徴とする撮像装置である。

20

【発明の効果】

30

【 0 0 0 8 】

本発明により、A/D 変換期間における比較回路部の電流消費量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】撮像装置の構成を示した図

【図 2】画素と比較回路部との構成を示した図

【図 3】比較回路の構成と、スイッチの動作とを示した図

【図 4】撮像装置の動作を示した図

【図 5】撮像装置の構成を示した図

40

【図 6】比較回路の構成を示した図

【図 7】撮像装置の動作を示した図

【図 8】撮像装置の構成と動作を示した図

【図 9】撮像システムの構成を示した図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

各実施例について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 1 1 】

(実施例 1)

図 1 は、本実施例の撮像装置の構成を示した図である。

50

【 0 0 1 2 】

撮像装置は、複数行および複数列に渡って画素が配された画素ブロック 1 0 1 (P i x B l o c k) を有する。さらに撮像装置は、画素を行単位で選択して、行単位で画素から画素信号を読み出す垂直走査回路 1 0 2 (V - S c a n n e r) を有する。さらに撮像装置は、複数の列回路 1 0 3 を有する。複数の列回路 1 0 3 の各々は、画素ブロック 1 0 1 の画素が配された複数列のそれぞれに対応して配置されている。複数の列回路 1 0 3 のそれぞれは、比較回路部 1 0 6 と、メモリ 1 0 7 と、スイッチ 1 0 8 とを有する。複数の列回路 1 0 3 のそれぞれは、画素信号をデジタル信号に変換する A D 変換部である。撮像装置は、ランプ信号供給部 1 0 4 (R a m p G e n e r a t o r) を有する。ランプ信号供給部 1 0 4 は、複数の列回路 1 0 3 のそれぞれの比較回路部 1 0 6 に接続されている。また、比較回路部 1 0 6 は、対応する列の画素とも接続されている。カウンタ 1 0 5 (C o u n t e r) は、複数の列回路 1 0 3 の各々のメモリ 1 0 7 (M E M) に接続されている。撮像装置はさらに水平走査回路 1 1 0 を有する。複数の列回路 1 0 3 と、ランプ信号供給部 1 0 4 と、カウンタ 1 0 5 は、周辺回路領域 1 2 0 に設けられている。水平走査回路 1 1 0 (H - S c a n n e r) は、複数の列回路 1 0 3 の各々のスイッチ 1 0 8 を制御する。複数の列回路 1 0 3 の各々は、デジタルフロントエンド (D F E) 1 3 0 に接続されている。D F E 1 3 0 は、出力部 1 4 0 に接続されている。出力部 1 4 0 が出力する信号が、撮像装置が出力する信号である。

10

【 0 0 1 3 】

図 2 は、画素 2 0 1 と、比較回路部 1 0 6 の構成を示した図である。

20

【 0 0 1 4 】

画素 2 0 1 は、フォトダイオード 2 0 2、転送スイッチ 2 0 3、リセットスイッチ 2 0 5、増幅トランジスタ 2 0 6、選択スイッチ 2 0 7 を有する。転送スイッチ 2 0 3 の一方のノードと、リセットスイッチの一方のノードと、増幅トランジスタ 2 0 6 のゲートは、共通のノード 2 0 4 に接続される。フォトダイオード 2 0 2 は、入射する光の光量に対応する電荷を生成する光電変換部の一例である。ノード 2 0 4 は、浮遊拡散容量として形成されることもある。リセットスイッチ 2 0 5 の他方のノードと、増幅トランジスタ 2 0 6 の一方のノードには、画素電源電圧 S V D D が入力される。

【 0 0 1 5 】

転送スイッチ 2 0 3 は、垂直走査回路 1 0 2 から供給される信号 P T X によって制御される。リセットスイッチ 2 0 5 は、垂直走査回路 1 0 2 から供給される信号 P R E S によって制御される。選択スイッチ 2 0 7 は、垂直走査回路 1 0 2 から供給される信号 P S E L によって制御される。

30

【 0 0 1 6 】

選択スイッチ 2 0 7 は、信号線 2 0 8 に接続されている。信号線 2 0 8 は、電流源 2 0 9 と接続されている。信号 P S E L がアクティブレベルとなって、選択スイッチ 2 0 7 が導通状態になると、電流源 2 0 9 から増幅トランジスタ 2 0 6 に電流が供給される。画素電源電圧 S V D D と、増幅トランジスタ 2 0 6 と、電流源 2 0 9 とによって、ソースフォロワ回路が形成される。

40

【 0 0 1 7 】

比較回路部 1 0 6 は、比較制御回路 2 1 0 である、容量素子 C 3 1 1、容量素子 C 3 1 2、オフセット付与部 2 1 5、第 1 比較器 2 1 1、論理回路 2 1 2 を有する。さらに比較回路部 1 0 6 は、容量素子 C 3 2 1、容量素子 C 3 2 2、第 2 比較器 2 2 0 を有する。第 1 比較器 2 1 1 の一方の入力ノードは容量素子 C 3 2 2 を介して、信号線 2 0 8 に接続されている。第 2 比較器 2 2 0 の一方の入力ノードは、容量素子 C 3 2 2 を介して、信号線 2 0 8 に接続されている。

【 0 0 1 8 】

第 1 比較器 2 1 1 の他方の入力ノードは、容量素子 C 3 1 1、オフセット付与部 2 1 5 を介して、信号 V R A M P が供給される。また、第 2 比較器 2 2 0 の他方の入力ノードは、容量素子 C 3 2 1 を介して、信号 V R A M P が供給される。信号 V R A M P は、ランプ

50

信号供給部 104 が供給する信号である。

【0019】

第1比較器211の出力ノードは、論理回路212の一方の入力ノードに接続される。第2比較器220の出力ノードは、論理回路212の他方の入力ノードに接続される。論理回路212の出力ノードは、第2比較器220の制御ノードに接続される。

【0020】

図3は、比較回路部106の構成の詳細を示した図である。図2で示した部材と同一の部材については、図2で付した符号と同じ符号を図3でも付している。

【0021】

第1比較器211は、差動入力段である、トランジスタMp312、トランジスタMp320を有する。また、第1比較器211は、スイッチSW311、スイッチSW312を有する。スイッチSW311の一方のノードは、容量素子C311に接続され、他方のノードは、トランジスタMn310とトランジスタMp312との接続ノードに接続されている。スイッチSW312の一方のノードは、容量素子C312に接続され、他方のノードは、トランジスタMn320とトランジスタMp320との接続ノードに接続されている。

10

【0022】

また、第1比較器211は、カレントミラー回路を形成するトランジスタMn310、トランジスタMn320を有する。トランジスタMp312、トランジスタMp320、トランジスタMn310、トランジスタMn320は、第1の差動対を形成する。

20

【0023】

オフセット付与部215は、スイッチSW320と、トランジスタMp311とを有する。スイッチSW320が非導通状態であると、第1の差動対の一方の入力段は、トランジスタMp312のみである。一方、スイッチSW320が導通状態であると、第1の差動対の一方の入力段は、並列接続されたトランジスタMp311、トランジスタMp312である。このようにスイッチSW320の導通、非導通を制御することによって、第1の差動対の一方の入力段のゲート幅Wを変更できる。第1の差動対の一方の入力段には、容量素子C311を介して、信号VRAMPが入力される。第1の差動対の他方の入力段であるトランジスタMp320のゲートには、容量素子C312を介して、信号線208から信号VPIXが入力される。信号VPIXは、画素201が出力する画素信号である。

30

【0024】

第1の差動対は、電流源であるトランジスタMp330をさらに有する。

【0025】

第2比較器220は、差動入力段である、トランジスタMp340、トランジスタMp350を有する。また、第2比較器220は、スイッチSW331、スイッチSW332を有する。スイッチSW331の一方のノードは、容量素子C321に接続され、他方のノードは、トランジスタMn330とトランジスタMp340との接続ノードに接続されている。スイッチSW332の一方のノードは、容量素子C322に接続され、他方のノードは、トランジスタMn320とトランジスタMp350との接続ノードに接続されている。

40

【0026】

また、第2比較器220は、カレントミラー回路を形成するトランジスタMn330、トランジスタMn340を有する。トランジスタMp340、トランジスタMp350、トランジスタMn330、トランジスタMn340は、第2の差動対を形成する。

【0027】

第2の差動対の一方の入力段であるトランジスタMn340のゲートには、容量素子C321を介して、信号VRAMPが入力される。第2の差動対の他方の入力段であるトランジスタMp350のゲートには、容量素子C322を介して、信号線208から信号VPIXが入力される。

50

【 0 0 2 8 】

第 2 比較器 2 2 0 は、電流源であるトランジスタ M p 3 6 0 をさらに有する。また、第 2 比較器 2 2 0 は、トランジスタ M p 3 4 0 とトランジスタ M p 3 5 0 との接続ノードと、トランジスタ M p 3 6 0 との間の電氣的経路に、スイッチ S W 3 4 0 を有する。スイッチ S W 3 4 0 は、論理回路 2 1 2 の出力によって制御される。

【 0 0 2 9 】

スイッチ S W 3 2 0 は、不図示のタイミングジェネレータから供給される信号 P O S によって制御される。

【 0 0 3 0 】

スイッチ S W 3 1 1、スイッチ S W 3 1 2、スイッチ S W 3 3 1、スイッチ S W 3 3 2 は、不図示のタイミングジェネレータから供給される信号 P C L A M P によって制御される。

10

【 0 0 3 1 】

トランジスタ M p 3 3 0、トランジスタ M p 3 6 0 は、不図示の電圧供給部から、電圧 V B i a s が入力される。

【 0 0 3 2 】

トランジスタ M p 3 3 0 が供給する電流量は、トランジスタ M p 3 6 0 が供給する電流よりも少なくなるようにする。たとえば、トランジスタ M p 3 3 0 のゲートサイズを、トランジスタ M p 3 6 0 よりも小さくするようにすればよい。これにより、第 1 比較器 2 1 1 の電流消費量は、第 2 比較器 2 2 0 の電流消費量よりも少なくなっている。

20

【 0 0 3 3 】

図 3 に示した各スイッチは、スイッチ S W 3 4 0 を除き、入力される制御信号が H i レベルの時に導通状態であり、L o レベルの時に非導通状態である。スイッチ S W 3 4 0 は、入力される制御信号が L o レベルの時に導通状態であり、H i レベルの時に非導通状態である。

【 0 0 3 4 】

次に、図 3 の比較回路部 1 0 6 を有する撮像装置の動作を、図 4 を中心に説明する。なお、図 4 に示した各信号は、図 2、図 3 で示した各信号に対応する。

【 0 0 3 5 】

時刻 t 1 までに、垂直走査回路 1 0 2 は、信号 P R E S をアクティブレベルである H i g h レベル（以下、H i レベル）から、ノンアクティブレベルである L o w レベル（以下、L o レベル）にする。これにより、ノード 2 0 4 のリセットが解除される。また、垂直走査回路 1 0 2 は、所定の行の画素 2 0 1 に入力する信号 P S E L を、L o レベルから H i レベルにする。これにより、H i レベルの信号 P S E L が入力された行（以下、選択行）の画素 2 0 1 の選択スイッチが導通状態になる。よって、選択行の画素 2 0 1 の増幅トランジスタ 2 0 6 は、リセットが解除されたノード 2 0 4 の電位に基づく信号を信号線 2 0 8 に出力する。この信号は、画素 2 0 1 のノイズ成分が主であるノイズ信号である。このノイズ信号を、N 信号と表記する。

30

【 0 0 3 6 】

また、不図示のタイミングジェネレータは、時刻 t 1 に、信号 P C L A M P を L o レベルから H i レベルにする。また、ランプ信号供給部 1 0 4 は、信号 V R A M P を、所定の電位にオフセットさせる。

40

【 0 0 3 7 】

時刻 t 5 に、タイミングジェネレータは、信号 P C L A M P を H i レベルから L o レベルにする。これにより、容量素子 C 3 1 2、容量素子 C 3 2 2 はそれぞれ、N 信号をクランプする。また、容量素子 C 3 1 1、容量素子 C 3 2 1 はそれぞれ、オフセットされた電位の信号 V R A M P をクランプする。

【 0 0 3 8 】

また、信号 P C O M P は、リセット期間において、スイッチ S W 3 4 0 のアクティブレベルである L o レベルとなる。これにより、第 2 比較器 2 2 0 はリセット期間において、

50

動作状態となる。

【 0 0 3 9 】

時刻 t_1 から時刻 t_5 までの期間は、比較回路部 106 がリセットされるリセット期間である。リセット期間では、スイッチ SW340 が導通状態である。したがって、第2比較器 220 の第2差動対は動作状態である。

【 0 0 4 0 】

時刻 t_5 に、容量素子 C311、容量素子 C321 がオフセットされた信号 VRAMP をクランプした後、信号 VRAMP の電位がリセットされる。

【 0 0 4 1 】

その後、タイミングジェネレータは、信号 POS を L レベルから H レベルにする。これにより、第1比較器 211 に入力される信号 VRAMP は、ランプ信号供給部 104 が出力する信号 VRAMP に対して、実効的に信号 VRAMP が時間の経過に伴って電位が変化する方向にシフトされた信号レベルとなる。

10

【 0 0 4 2 】

この時刻 t_5 から、後述する時刻 t_{15} までの期間、信号 PCOMP はノンアクティブレベルである H レベルにあるため、第2比較器 220 の第2差動対は、非動作状態である。

【 0 0 4 3 】

時刻 t_{10} に、ランプ信号供給部 104 は、信号 VRAMP の電位を、時間の経過に伴って変化させる。この時間の経過に伴って電位が変化する信号が、ランプ信号である。また、カウンタ 105 は不図示のクロック信号の計数を開始する。これにより、カウンタ 105 から、信号 VRAMP の時間の経過に伴った電位の変化が開始されてからの、経過時間を示すカウント信号が、各列のメモリ 107 に出力される。時刻 t_{10} における、第2比較器 220 の単位時間あたりの電流消費量は、第1の電流消費量である。

20

【 0 0 4 4 】

なお、以下、明細書では、比較回路部が消費する電流と電力量を、単位時間あたりの電流消費量と、消費電力量の表記を用いて説明する。消費電力量とは、単位時間あたりの電流消費量に、時間に乗じた値である。たとえば、AD変換期間の比較回路部の消費電力量は、単位時間あたりの電流消費量を、AD変換期間内で積算した量である。

【 0 0 4 5 】

30

時刻 t_{15} に、第1比較器 211 が比較している、シフトされた信号 VRAMP と、N信号との電位の大小関係が変化する。これにより、第1比較器 211 の出力である信号 VSCOMP (第1比較信号) が H レベルから L レベルに変化する。これにより、信号 PCOMP は、ノンアクティブレベルの H レベルから、アクティブレベルの L レベルに変化する。これにより、第2比較器 220 の第2差動対は、非動作状態から動作状態に変化する。これにより、第2比較器 220 は、信号 VRAMP と N 信号との比較を開始する。時刻 t_{15} における、第2比較器 220 の単位時間あたりの電流消費量は、第1の電流消費量よりも多い第2の電流消費量である。

【 0 0 4 6 】

時刻 t_{20} に、信号 VRAMP と N 信号との電位の大小関係が変化する。これにより、第2比較器 220 の出力である第2比較信号の信号 VCOMP が、H レベルから L レベルに変化する。各列のメモリ 107 は、各々が対応する第2比較器 220 の信号 VCOMP が H レベルから L レベルに変化したタイミングに基づくカウント信号を保持する。この各列のメモリ 107 が保持したカウント信号は、N 信号に基づくデジタル信号である。

40

【 0 0 4 7 】

また、時刻 t_{20} に信号 VCOMP の信号レベルが変化したことによって、信号 PCOMP がアクティブレベルの L レベルから、ノンアクティブレベルの H レベルに変化する。これにより、第2比較器 220 の第2差動対は動作状態から非動作状態に変化する。時刻 t_{20} における、第2比較器 220 の単位時間あたりの電流消費量は、第2の電流

50

消費量よりも少ない第4の電流消費量である。第4の電流消費量は、第1の電流消費量と同じとしてもよい。

【0048】

時刻 t_{25} に、ランプ信号供給部104は、信号VRAMPの、時間の経過に伴った電位の変化を終了する。

【0049】

時刻 t_{10} から時刻 t_{25} までの期間が、N信号をデジタル信号に変換するためのAD変換期間である、N-AD期間である。

【0050】

このN-AD期間において、第2比較器220が動作する期間は、時刻 t_{15} から時刻 t_{20} までの期間である。その他の期間は、第2比較器220より電流消費量の少ない第1比較器211が動作している。このため、N-AD期間における、第1比較器211、第2比較器220の電流消費量は、N-AD期間に第1比較器211が動作せず、第2比較器220が動作し続ける場合に比べて電流消費量は少ない。

10

【0051】

第1比較器211は、第2比較器220の第2差動対を非動作状態から動作状態に切り替えるのに十分な比較精度があればよい。つまり、N信号に基づくデジタル信号の生成に参与する第2比較器220の第2差動対に対し、第1比較器211の第1差動対は比較精度が粗くてよい。したがって、第1比較器211の第1差動対の単位時間あたりの電流消費量を、第2比較器220の第2差動対の第2の電流消費量よりも少ない第3の電流消費量としても、N信号のAD変換精度の低下は生じにくい。

20

【0052】

その後、垂直走査回路102は、選択行の画素201に出力する信号PTXを、LoレベルからHiレベルとし、その後再びLoレベルとする。

【0053】

これにより、フォトダイオード202で生成した電荷が、ノード204に転送される。増幅トランジスタ206は、フォトダイオード202が生成した電荷が転送されたノード204の電位に基づく信号を、信号線208に出力する。この信号を、S信号と表記する。

【0054】

30

時刻 t_{30} に、ランプ信号供給部104は、信号VRAMPの時間の経過に伴った電位の変化を開始する。時刻 t_{30} において、信号PCOMPはノンアクティブレベルであるHiレベルにあるため、第2比較器220の第2差動対は非動作状態にある。第1比較器211は、シフトされた信号VRAMPと、S信号との比較を行う。また、カウンタ105は、信号VRAMPの電位の変化の開始に対応して、N-AD期間と同じく、カウント信号の生成を開始する。

【0055】

時刻 t_{35} に、第1比較器211が比較する、シフトされた電位VRAMPとS信号との大小関係が変化する。よって、信号VSCOMPの信号レベルが変化する。これにより、信号PCOMPが、ノンアクティブレベルのHiレベルから、アクティブレベルのLoレベルに変化する。これにより、第2比較器220の第2差動対が非動作状態から動作状態に変化する。これにより、第2比較器220は、信号VRAMPとS信号との比較を開始する。

40

【0056】

時刻 t_{40} に、信号VRAMPとS信号との電位の大小関係が変化する。これにより、第2比較器220の出力である信号VCOMPが、HiレベルからLoレベルに変化する。各列のメモリ107は、各々が対応する第2比較器220の信号VCOMPがHiレベルからLoレベルに変化したタイミングに基づくカウント信号を保持する。この各列のメモリ107が保持したカウント信号は、S信号に基づくデジタル信号である。

【0057】

50

また、時刻 t_{40} に信号 $VCOMP$ の信号レベルが変化したことによって、信号 $PCOMP$ がアクティブレベルの L レベルから、ノンアクティブレベルの H レベルに変化する。これにより、第 2 比較器 220 の第 2 差動対は動作状態から非動作状態に変化する。

【0058】

時刻 t_{45} に、ランプ信号供給部 104 は、信号 $VRAMP$ の、時間の経過に伴った電位の変化を終了する。

【0059】

時刻 t_{30} から時刻 t_{45} までの期間が、 S 信号をデジタル信号に変換するための AD 変換期間である、 $S-AD$ 期間である。

10

【0060】

この $S-AD$ 期間において、第 2 比較器 220 が動作する期間は、時刻 t_{35} から時刻 t_{40} までの期間である。その他の期間は、第 2 比較器 220 より電流消費量の少ない第 1 比較器 211 が動作している。このため、 $S-AD$ 期間における、第 1 比較器 211、第 2 比較器 220 の電流消費量は、 $S-AD$ 期間に第 1 比較器 211 が動作せず、第 2 比較器 220 が動作し続ける場合に比べて電流消費量は少ない。

【0061】

第 1 比較器 211 は、第 2 比較器 220 の第 2 差動対を非動作状態から動作状態に切り替えるのに十分な比較精度があればよい。つまり、 S 信号に基づくデジタル信号の生成に関与する第 2 比較器 220 の第 2 差動対に対し、第 1 比較器 211 の第 1 差動対は比較精度が粗くてよい。したがって、第 1 比較器 211 の第 1 差動対の電流消費量を、第 2 比較器 220 の第 2 差動対よりも少なくしても、 S 信号の AD 変換精度の低下を生じさせにくい。

20

【0062】

このように、本実施例の撮像装置は、アナログ信号に対応するデジタル信号の生成に用いられる比較結果信号を出力する第 2 比較器の第 2 差動対の動作、非動作の制御を、第 2 差動対よりも電流消費量の小さい第 1 差動対の比較結果信号を用いて行う。これにより、 AD 変換期間における、比較回路部 106 の単位時間あたりの電流消費量を低減することができる。

【0063】

30

また、本実施例では、第 2 比較器 220 において、非動作状態の場合には、電流が全く供給されない状態としていた。この例に限定されるものではなく、非動作状態の電流消費量が、動作状態の電流消費量よりも少なくなるようにすればよい。非動作状態においても、動作状態に対して少ない電流を第 2 比較器 220 に供給することにより、非動作状態から動作状態への移行を高速にすることができる。

【0064】

また、本実施例では、 $N-AD$ 期間と $S-AD$ 期間の両方において、第 2 比較器 220 が非動作状態である期間を設けていた。この例に限定されるものではなく、 $N-AD$ 期間と $S-AD$ 期間のいずれか一方において、第 2 比較器 220 が非動作状態である期間を設けるようにしてもよい。

40

【0065】

別の例を説明する。 $N-AD$ 期間の全体に渡って、第 2 比較器 220 を動作状態とし、第 1 比較器 211 を非動作状態とする。 $S-AD$ 期間においては、第 1 比較器 211 を動作状態として、本実施例で述べたように、第 1 比較信号の信号レベルの変化に基づいて第 2 比較器 220 が動作状態となるようにしてもよい。 $N-AD$ 期間は $S-AD$ 期間に比べて AD 変換期間が短い。このため、第 2 比較器 220 を AD 変換期間中に非動作状態とすることによる消費電力量低減の効果が、 $S-AD$ 期間よりも $N-AD$ 期間の方が小さいためである。

【0066】

また、 S 信号の振幅に応じて、 $S-AD$ 期間に第 2 比較器 220 を非動作状態とする期

50

間を設けるか否かを切り替えるようにしてもよい。たとえば、S - A D 期間に先だって、S 信号と、所定の振幅とを、比較回路部 1 0 6 が比較する。この比較の結果が、S 信号が所定の振幅よりも大きいことを示す場合には、S - A D 期間に、第 2 比較器 2 2 0 を非動作状態とする期間を設ける。一方、比較の結果が、S 信号が所定の振幅よりも小さいことを示す場合には、S - A D 期間に、第 2 比較器 2 2 0 を非動作状態とする期間を設けず、S - A D 期間の全体に渡って第 2 比較器 2 2 0 が動作状態となるようにする。あるいは、S - A D 期間において、第 1 比較器 2 1 1 を非動作状態とし、第 2 比較器 2 2 0 を S - A D 期間の初期から動作状態とする。そして、第 2 比較信号の信号レベルが変化してから、第 2 比較器 2 2 0 を非動作状態とするようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

10

なお、列回路 1 0 3 が比較回路部 1 0 6 の前段に、S 信号を増幅する増幅回路をさらに有していてもよい。

【 0 0 6 8 】

また、本実施例の撮像装置は、増幅トランジスタ 2 0 6 と、第 1 の差動対の他方の入力段であるトランジスタ M p 3 2 0 と、第 2 の差動対の他方の入力段であるトランジスタ M p 3 4 0 とをそれぞれ有していた。他の例として図 5 に示すように、増幅トランジスタ 2 0 6 が、第 1 の差動対の他方の入力段と、第 2 の差動対の他方の入力段とを兼ねるようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

図 5 は、比較制御回路 2 1 0 b、第 2 比較器 2 2 0 b を有する。比較制御回路 2 1 0 b は第 1 比較器 2 1 1 b、オフセット付与部 2 1 5 b を有する。

20

【 0 0 7 0 】

オフセット付与部 2 1 5 b は、トランジスタ M n 6 5 5、スイッチ S W 5 7 0 を有する。

【 0 0 7 1 】

第 1 比較器 2 1 1 b は、カレントミラー回路を形成するトランジスタ M p 5 5 0、トランジスタ M p 5 5 5 を有する。また、第 1 の差動対の一方の入力段として、トランジスタ M n 6 5 0 を有する。オフセット付与部 2 1 5 b は、第 1 の差動対の一方の入力段を、トランジスタ M n 6 5 0 のみとするか、並列に接続されたトランジスタ M n 6 5 0 とトランジスタ M n 6 5 5 とするかを切り替えることができる。第 1 の差動対の他方の入力段は、本実施例では増幅トランジスタ 2 0 6 として述べた、ゲートにフォトダイオード 2 0 2 の電荷が入力される M O S トランジスタである。

30

【 0 0 7 2 】

第 1 比較器 2 1 1 b は、さらに容量素子 C p 5 5 1、インバータ 5 9 5、スイッチ S W 5 8 0、電流源 5 9 0 を有する。インバータ 5 9 5 の出力は、第 1 比較器 2 1 1 b が出力する信号 V S C O M P o は、第 1 比較結果信号である。第 1 比較結果信号は、論理回路 2 1 2 b に入力される。

【 0 0 7 3 】

第 2 比較器 2 2 0 b は、カレントミラー回路を形成するトランジスタ M p 5 0 0、トランジスタ M p 5 0 5 を有する。また、第 2 の差動対の一方の入力段として、トランジスタ M n 6 0 0 を有する。第 2 の差動対の他方の入力段は、増幅トランジスタ 2 0 6 である。

40

【 0 0 7 4 】

第 2 比較器 2 2 0 b は、さらに容量素子 C p 5 0 1、インバータ 5 4 5、スイッチ S W 5 2 5、スイッチ S W 5 3 0、電流源 5 4 0 を有する。インバータ 5 4 5 の出力は信号 V C O M P o であり、第 2 比較器 2 2 0 b が出力する第 2 比較信号である。

【 0 0 7 5 】

論理回路 2 1 2 b は、スイッチ S W 5 3 0 を、信号 P C O M P によって制御する。この制御の方法は、本実施例で説明した方法とすることができる。

【 0 0 7 6 】

本実施例では、第 1 比較結果信号が第 2 比較結果信号よりも早く信号レベルが変化する

50

ために、ランプ信号にオフセットを付与していた。本実施例は、この例に限定されるものではなく、画素信号にオフセットを付与するようにしてもよい。この場合は、画素信号の振幅を小さくするように、オフセットを付与するようにすればよい。また、本実施例では、オフセット付与を差動対の入力段で行っていた。この例に限定されるものではなく、差動対のカレントミラー回路にオフセットを付与してもよい。また、差動対の入力段とカレントミラー回路の両方にオフセットを付与してもよい。さらに、信号V R A M Pの傾きが可変である場合、信号V R A M Pの傾きに応じて第1比較器211に付与するオフセットの大きさを変えてもよい。

【0077】

また、本実施例では、第1比較器211に入力される信号にオフセットを付与していた。しかし、本実施例では、第1比較結果信号が第2比較結果信号よりも早く信号レベルが変化すればよい。つまり、第2比較結果信号が、第1比較結果信号よりも遅く信号レベルが変化するように、第2比較器220に入力される信号にオフセットを付与するようにしてもよい。この場合には、たとえばD F E 130において、付与したオフセット分を、デジタル信号から差し引く補正処理を行うようにしてもよい。

【0078】

本実施例の撮像装置は、A D変換期間の開始から第1比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間、第2比較器は非動作状態とする。そして、第1比較結果信号の信号レベルの変化に対応して、第2比較器が動作状態となって第2比較を行う。本実施例の撮像装置は、第1比較の単位時間あたりの電流消費量が、第2比較の単位時間あたりの電流消費量よりも少ない。これにより、撮影シーンによらず、A D変換期間の比較回路部106の電流消費量を低減することができる。

【0079】

特許文献1の技術では、差動対と出力段とを備える比較器であって、比較動作を行う差動対に対し、A D変換期間の全体に渡って電流を供給していた。したがって、A D変換期間における比較器の消費電力量の低減が充分でなかった。本実施例の撮像装置は、第1比較器と第2比較器とを備え、第1比較器による第1比較は、第2比較による第2比較よりも単位時間あたりの電流消費量が少ないものとなっている。よって、本実施例の撮像装置は、A D変換期間の開始から、第1比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間の、比較回路部の消費電力量を少なくすることができる。

【0080】

また、本実施例の撮像装置は、第2差動対よりも単位時間あたりの電流消費量の少ない第1差動対の出力を用いて、第2差動対の動作の制御を行っている。具体的には、本実施例では、A D変換期間の開始から、第1比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間、第2差動対を非動作状態としている。また、A D変換期間の開始から、第1比較結果信号の信号レベルが変化するまでの期間の、第1差動対の単位時間あたりの電流消費量は、動作状態にある第2差動対の単位時間あたりの電流消費量に対して少ないものとしている。これにより、本実施例の撮像装置は、特許文献1の技術における差動対の消費電力量を低減することができる。これにより、A D変換期間における、比較回路部の消費電力量を低減することができる。

【0081】

また、本実施例の撮像装置は、複数の列回路103の各々が、オフセット付与部215を備える。他の例として、オフセット付与部215を省略する代わりに次の参考構成とすることができる。ランプ信号供給部104が、第1のランプ信号を複数の列回路103の各々の第1比較器に供給する。そしてランプ信号供給部104が、第1のランプ信号にオフセットが付与された第2のランプ信号を、複数の列回路103の各々の第2比較器に供給する。しかし、この例では、ランプ信号供給部104が複数のランプ信号を生成することにより、ランプ信号供給部104の電流消費量が増加する。また、第1のランプ信号を伝送する配線と、伝送する第2のランプ信号を伝送する配線をそれぞれ設ける必要があるため、ランプ信号を供給する配線の回路面積が増加する。一方、本実施例の撮像装置では

10

20

30

40

50

、複数の列回路 103 の各々がオフセット付与部 215 を備えることにより、ランプ信号供給部 104 が第 1 比較器と第 2 比較器とに供給するランプ信号を共通のものとする事ができる。これにより、参考構成では生じていた、ランプ信号供給部 104 の電流消費量の増加が、本実施例の撮像装置では生じない。また、本実施例の撮像装置は、ランプ信号を送る配線を、上記した参考構成に比べて減らすことができる。

【0082】

(実施例 2)

本実施例の撮像装置について、実施例 1 と異なる点を中心に説明する。

【0083】

本実施例では、第 2 比較器 220 を制御する論理回路 212 の構成が、実施例 1 とは異なる。その他の構成は、実施例 1 で説明した図 2 の構成と同じである。

10

【0084】

実施例 1 では、第 2 比較器 220 について、AD 変換期間の一部に非動作期間を設けていた。本実施例では、第 1 比較器 211 についてもまた、AD 変換期間の一部に非動作期間を設ける例である。

【0085】

図 6 は、本実施例の撮像装置の構成を示した図である。本実施例の列回路 103 は、第 1 比較器 211c、論理回路 212c、第 2 比較器 220c を有する。第 1 比較器 211 の出力である信号 VSCOMP_o は、論理回路 212c に入力される。論理回路 212c の出力である信号 PCOMP₁ は、第 2 比較器 220c に入力される。第 2 比較器 220c の出力である信号 VCOMP_o は、論理回路 212c に入力される。また、信号 PRAMP__RES が論理回路 212c に入力される。論理回路 212c の出力である信号 PCOMP₂ は、第 1 比較器 211c に入力される。

20

【0086】

第 1 比較器 211c の構成は、図 3 に示した第 1 比較器 211 に対し、第 1 比較器 211c に流れる電流を制御するスイッチを 1 つ追加した構成とすることができる。このスイッチは、トランジスタ Mp312 とトランジスタ Mp320 との接続ノードと、電流源であるトランジスタ Mp330 との間の電気的経路に設ければよい。このスイッチは、信号 PCOMP₂ が L_o レベルの時に導通状態となり、H_i レベルの時に非導通状態となる。

【0087】

第 2 比較器 220c の構成は、図 3 に示した第 2 比較器 220 と同じ構成とすることができる。本実施例では、スイッチ SW340 は、信号 PCOMP₁ によって制御される。

30

【0088】

図 7 は、図 6 に示した撮像装置の動作を示した図である。図 7 に示した各信号は、図 6 に示した各信号に対応する。

【0089】

時刻 t50 から時刻 t60 までの期間の動作は、図 4 の時刻 t1 から時刻 t10 までの動作と同じである。

【0090】

時刻 t60 に、ランプ信号供給部 104 は、信号 VRAMP の電位を、時間の経過に伴って変化させる。また、カウンタ 105 は不図示のクロック信号の計数を開始する。これにより、カウンタ 105 から、信号 VRAMP の時間の経過に伴った電位の変化が開始されてからの、経過時間を示すカウント信号が、各列のメモリ 107 に出力される。信号 PCOMP₁ はノンアクティブレベルである H_i レベルにあるため、第 2 比較器 220c は非動作状態にある。

40

【0091】

信号 PRAMP__RES が H_i レベルから L_o レベルに変化したことを受けて、信号 PCOMP₂ がノンアクティブレベルの H_i レベルから、アクティブレベルの L_o レベルに変化する。これにより、第 1 比較器 211c が非動作状態から動作状態に変化する。これにより、第 1 比較器 211c は、信号 VRAMP からシフトされた信号 VRAMP と、N

50

信号との比較を行う。

【0092】

時刻 t_{65} に、第1比較器211cが比較している、シフトされた信号VRAMPと、N信号との電位の大小関係が変化する。これにより、第1比較器211cの出力である第1比較結果信号がHiレベルからLoレベルに変化する。これにより、信号PCOMPは、ノンアクティブレベルのHiレベルから、アクティブレベルのLoレベルに変化する。これにより、第2比較器220cは、非動作状態から動作状態に変化する。これにより、第2比較器220cは、信号VRAMPとN信号との比較を開始する。

【0093】

時刻 t_{70} に、信号VRAMPとN信号との電位の大小関係が変化する。これにより、第2比較器220cの出力である第2比較信号の信号VCOMPoが、HiレベルからLoレベルに変化する。各列のメモリ107は、各々が対応する第2比較器220cの信号VCOMPoがHiレベルからLoレベルに変化したタイミングに基づくカウント信号を保持する。この各列のメモリ107が保持したカウント信号は、N信号に基づくデジタル信号である。

10

【0094】

また、時刻 t_{70} に信号VCOMPoの信号レベルが変化したことによって、信号PCOMP1および信号PCOMP2がアクティブレベルのLoレベルから、ノンアクティブレベルのHiレベルに変化する。これにより、第1比較器211c、第2比較器220cは動作状態から非動作状態に変化する。

20

【0095】

時刻 t_{75} に、ランプ信号供給部104は、信号VRAMPの、時間の経過に伴った電位の変化を終了する。

【0096】

時刻 t_{60} から時刻 t_{75} までの期間であるN-AD期間において、第1比較器211cが動作状態にある期間は時刻 t_{60} から時刻 t_{70} までである。また、第2比較器220cが動作状態にある期間は、時刻 t_{65} から時刻 t_{70} までである。

【0097】

時刻 t_{80} に、ランプ信号供給部104は、信号VRAMPの時間の経過に伴った電位の変化を再び開始する。時刻 t_{80} において、信号PCOMP1はノンアクティブレベルであるHiレベルにあるため、第2比較器220cは非動作状態にある。また、カウンタ105は、信号VRAMPの電位の変化の開始に対応して、N-AD期間と同じく、カウント信号の生成を開始する。

30

【0098】

信号PRAMP_RESがHiレベルからLoレベルに変化したことを受けて、信号PCOMP2がノンアクティブレベルのHiレベルから、アクティブレベルのLoレベルに変化する。これにより、第1比較器211cが非動作状態から動作状態に変化する。これにより、第1比較器211cは、信号VRAMPからシフトされた信号VRAMPと、N信号との比較を行う。

【0099】

時刻 t_{85} に、第1比較器211cが比較する、シフトされた電位VRAMPとS信号との大小関係が変化する。これにより、信号PCOMP1が、ノンアクティブレベルのHiレベルから、アクティブレベルのLoレベルに変化する。これにより、第2比較器220cが非動作状態から動作状態に変化する。これにより、第2比較器220cは、信号VRAMPとS信号との比較を開始する。

40

【0100】

時刻 t_{90} に、信号VRAMPとS信号との電位の大小関係が変化する。これにより、第2比較器220cの出力である信号VCOMPoが、HiレベルからLoレベルに変化する。各列のメモリ107は、各々が対応する第2比較器220cの信号VCOMPoがHiレベルからLoレベルに変化したタイミングに基づくカウント信号を保持する。この

50

各列のメモリ 107 が保持したカウント信号は、S 信号に基づくデジタル信号である。

【0101】

また、時刻 t90 に信号 VCOMP の信号レベルが変化したことによって、信号 PCOMP2 がアクティブレベルの L o レベルから、ノンアクティブレベルの H i レベルに変化する。これにより、第 2 比較器 220 c は動作状態から非動作状態に変化する。

【0102】

また、信号 VCOMP の信号レベルが変化したことによって、信号 PCOMP1 もアクティブレベルの L o レベルから、ノンアクティブレベルの H i レベルに変化する。これにより、第 1 比較器 211 c もまた、動作状態から非動作状態に変化する。

【0103】

時刻 t95 に、ランプ信号供給部 104 は、信号 VRAMP の、時間の経過に伴った電位の変化を終了する。

【0104】

この時刻 t80 から時刻 t95 までの S - AD 期間において、第 1 比較器 211 c が動作状態にある期間は時刻 t80 から時刻 t90 までである。また、第 2 比較器 220 c が動作状態にある期間は、時刻 t85 から時刻 t90 までである。

【0105】

本実施例の撮像装置は、第 1 比較器 211 c を、AD 変換期間の開始から、第 2 比較信号の信号レベルが変化するまでの期間、動作状態とする。他の期間では、本実施例の撮像装置は、第 1 比較器 211 c を非動作状態とする。また、本実施例の撮像装置は、第 2 比較器 220 c を、第 1 比較結果信号の信号レベルが変化してから、第 2 比較信号の信号レベルが変化するまでの期間とする。

【0106】

本実施例の撮像装置は、第 1 比較器 211 c についてもまた、AD 変換期間の一部のみの期間、動作状態とする。これにより、AD 変換期間における、第 1 比較器 211 c の消費電力量を低減することができる。

【0107】

(実施例 3)

本実施例の撮像装置について、実施例 2 と異なる点を中心に説明する。

【0108】

実施例 2 の撮像装置では、各列の列回路 103 が第 1 比較器 211 c と、第 2 比較器 220 c とを備えていた。本実施例では、1 列の画素 201 に、1 つの比較器が対応して設けられている。

【0109】

本実施例の撮像装置は、第 1 動作と第 2 動作とを行う。第 1 動作は、複数列の画素 201 から画素信号を読み出す場合に、各列の比較器が対応する列の画素信号とランプ信号とを比較する動作である。第 2 動作は、複数列のうちの一部のみの列の画素信号を画素 201 から読み出し、他の一部の列の画素信号を画素 201 から読み出さない場合に、一部の列の比較器が第 1 比較器として動作し、他の一部の列の比較器が第 2 比較器として動作する動作である。本実施例の撮像装置は、第 1 動作、第 2 動作以外の動作を含む複数の動作から、第 1 動作、第 2 動作を選択することができるようにすることができる。

【0110】

図 8 (a) は、本実施例の列回路 103 の構成を示した図である。

【0111】

列回路 103 は、信号切替部 801 と、比較回路部 106 とを有する。信号切替部 801 は、比較器 250 (m) に入力する信号を、m 列目の信号 VPIX である信号 VPIX (m) と、m + 1 列目の画素信号 VPIX である画素信号 VPIX (m + 1) とのいずれかに切り替える。信号切替部 801 は、スイッチ SW8010、スイッチ SW8011 を有する。

【0112】

比較回路部 106 は、比較器 250 (m)、比較器 250 (m+1)、オフセット切替部 802、論理回路 212d を有する。

【0113】

オフセット切替部 802 は、スイッチ SW8020、スイッチ SW8021 を有する。

【0114】

論理回路 212d には、不図示のタイミングジェネレータから、信号 ADD_EN が入力される。信号 ADD_EN は、第 1 動作と、第 2 動作とを切り替える信号である。信号 ADD_EN が L レベルの場合には、各列の比較器 250 は第 1 動作を行い、H レベルの場合には、各列の比較器 250 は第 2 動作を行う。

【0115】

また、信号 ADD_EN によって、一部の列の比較器 250 の、動作状態における電流消費量が制御される。つまり、信号 ADD_EN が L レベルの場合には、一部の列の比較器 250 を含め、全ての列の比較器 250 の動作状態における単位時間あたりの電流消費量が、第 2 の電流消費量となる。一方、信号 ADD_EN が H レベルの場合には、一部の列の比較器 250 の動作状態における単位時間あたりの電流消費量が、第 2 の電流消費量よりも少ない第 3 の電流消費量となる。他の一部の列の比較器 250 の動作状態における単位時間あたりの電流消費量は、第 2 の電流消費量である。

【0116】

図 8 (b) は、第 1 動作における、列回路 103 におけるスイッチの接続状態を示している。信号切替部 801 のスイッチ SW8010 は非導通状態であり、スイッチ SW8011 は導通状態である。信号切替部 801 は、各列の画素 201 の信号 VPIX を、対応する列の比較器 250 に入力する。オフセット切替部 802 では、スイッチ SW8020 が非導通状態であり、スイッチ SW8021 が導通状態である。したがって、比較器 250 (m) には、信号 VRAMP がオフセット付与部 215 を介さずに入力される。また、信号 ADD_EN は L レベルである。

【0117】

図 8 (c) は、第 2 動作における、列回路 103 におけるスイッチの接続状態を示している。信号切替部 801 のスイッチ SW8010 は導通状態であり、スイッチ SW8011 は非導通状態である。これにより、信号切替部 801 は、(m+1) 列の画素 201 の信号 VPIX を、m 列の比較器 250 (m) と、m+1 列の比較器 250 (m+1) とに入力する。オフセット切替部 802 では、スイッチ SW8020 が導通状態であり、スイッチ SW8021 が非導通状態である。したがって、比較器 250 (m) には、信号 VRAMP がオフセット付与部 215 を介して入力される。また、信号 ADD_EN は H レベルである。

【0118】

図 8 (c) における比較器 250 (m) の動作は、実施例 2 における第 1 比較器 211c の動作と同じである。また、比較器 250 (m+1) の動作は、実施例 2 における、第 2 比較器 220c の動作と同じである。

【0119】

このように、本実施例の撮像装置においても、実施例 2 と同じ効果を得ることができる。また、本実施例の撮像装置は、1 列の画素 201 に対し、1 つの比較器 250 を有する構成である。したがって、1 列の画素 201 に対し、複数の比較器を備える実施例 1、実施例 2 に対して、比較回路部 106 の回路面積を小さなものすることができる。

【0120】

本実施例では 2 列分の動作切替について説明したが、3 以上の複数列についても適用できる。

【0121】

本実施例では、第 2 動作において、m 列目の比較器 250 (m) が第 1 比較器として動作し、(m+1) 列目の比較器 250 (m+1) が第 2 比較器として動作する例を説明した。本実施例は、この例に限定されるものではなく、第 1 比較器を比較器 250 (m+1)

10

20

30

40

50

）とし、第２比較器を比較器２５０（ｍ）としてもよい。

【０１２２】

また、本実施例では、第２動作を行う場合として、一部のみの列の画素信号を読み出す間引き動作を説明した。他の第２動作を行う例として、複数列の画素信号を加算することで１つの加算画素信号を得るようにしてもよい。この場合には、図８（ｃ）の動作において、たとえば、信号切替部８０１のスイッチＳＷ８０１０と、スイッチＳＷ８０１１とが、ともに導通状態となるようにすればよい。

【０１２３】

（実施例４）

本実施例は、上述した各実施例の撮像装置を有する撮像システムに関する。

10

【０１２４】

撮像システムとして、デジタルスチルカメラやデジタルカムコーダーや監視カメラなどがあげられる。図９に、撮像システムの例としてデジタルスチルカメラに撮像装置を適用した場合の模式図を示す。

【０１２５】

図９に例示した撮像システムは、レンズの保護のためのバリア１５０１、被写体の光学像を撮像装置１５０４に結像させるレンズ１５０２、レンズ１５０２を通過する光量を可変にするための絞り１５０３を有する。レンズ１５０２、絞り１５０３は撮像装置１５０４に光を集光する光学系である。また、図９に例示した撮像システムは撮像装置１５０４より出力される出力信号の処理を行う出力信号処理部１５０５を有する。出力信号処理部１５０５は必要に応じて各種の補正、圧縮を行って信号を出力する動作を行う。

20

【０１２６】

図９に例示した撮像システムはさらに、画像データを一時的に記憶する為のバッファメモリ部１５０６、外部コンピュータ等と通信する為の外部インターフェース部１５０７を有する。さらに撮像システムは、撮像データの記録または読み出しを行う為の半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体１５０９、記録媒体１５０９に記録または読み出しを行うための記録媒体制御インターフェース部１５０８を有する。さらに撮像システムは、各種演算とデジタルスチルカメラ全体を制御する全体制御演算部１５１０、撮像装置１５０４と出力信号処理部１５０５に各種タイミング信号を出力するタイミング供給部１５１１を有する。ここで、タイミング信号などは外部から入力されてもよく、撮像システムは少なくとも撮像装置１５０４と、撮像装置１５０４から出力された出力信号を処理する出力信号処理部１５０５とを有すればよい。

30

【０１２７】

出力信号処理部１５０５は、撮像装置１５０４が形成された第１の半導体基板とは別の第２の半導体基板に設けられている。この第１の半導体基板と第２の半導体基板とはそれぞれ別々のチップとしても良いし、積層して１つのチップとしても良い。

【０１２８】

以上のように、本実施例の撮像システムは、撮像装置１５０４を適用して撮像動作を行うことが可能である。

【０１２９】

なお、上記実施例は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。また、これまで述べた各実施例を種々組み合わせて実施することができる。

40

【符号の説明】

【０１３０】

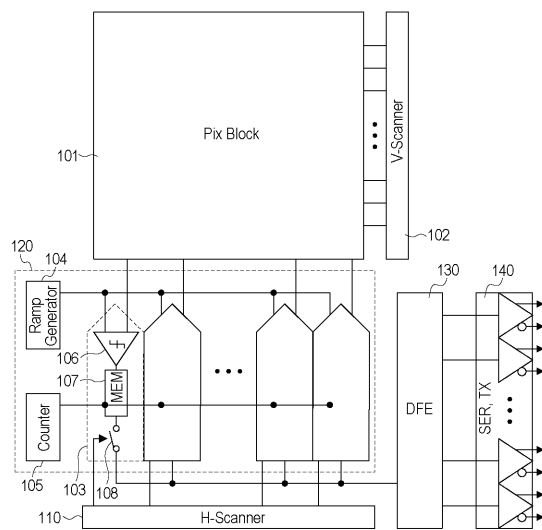
- １０１ 画素ブロック
- １０２ 垂直走査回路（Ｖ－Ｓｃanner）
- １０３ 列回路

50

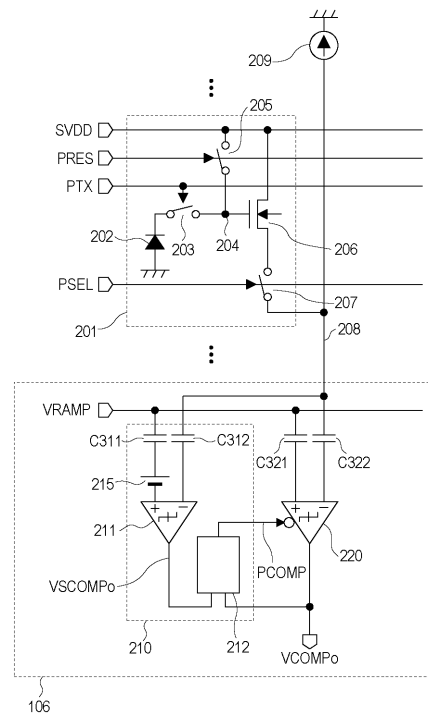
- 104 ランプ信号供給部
- 105 カウンタ
- 106 比較回路部
- 107 メモリ
- 108 スイッチ
- 110 水平走査回路 (H - S c a n n e r)
- 130 デジタルフロントエンド (D F E)
- 140 出力部
- 201 画素
- 202 フォトダイオード
- 203 転送スイッチ
- 205 リセットスイッチ
- 206 増幅トランジスタ
- 207 選択スイッチ
- 208 信号線
- 211 第1比較器
- 212 論理回路
- 215 オフセット付与部
- 220 第2比較器

10

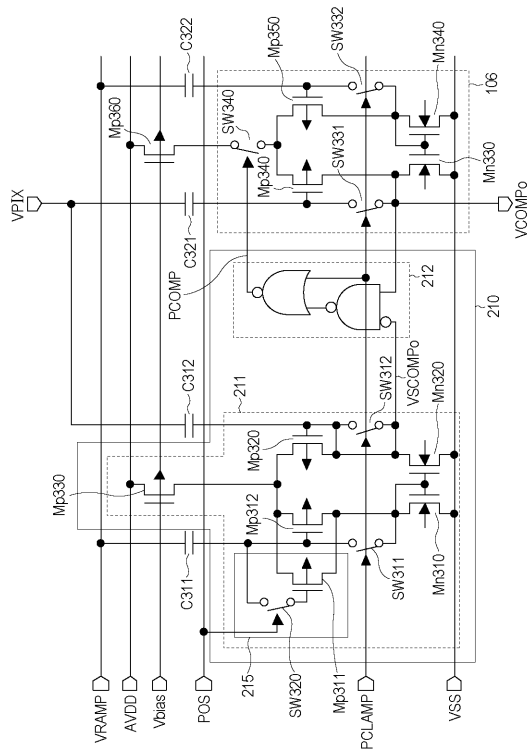
【図1】



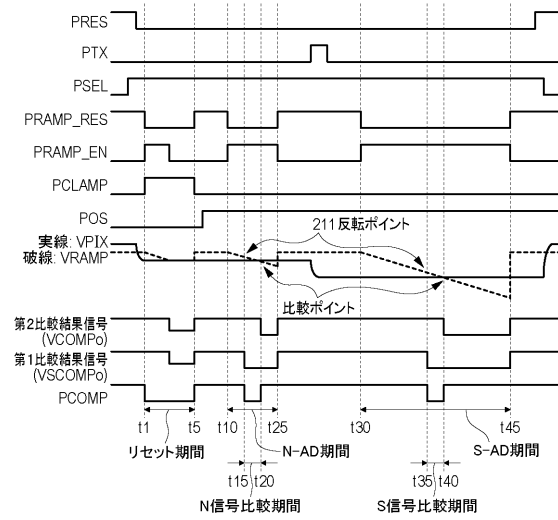
【図2】



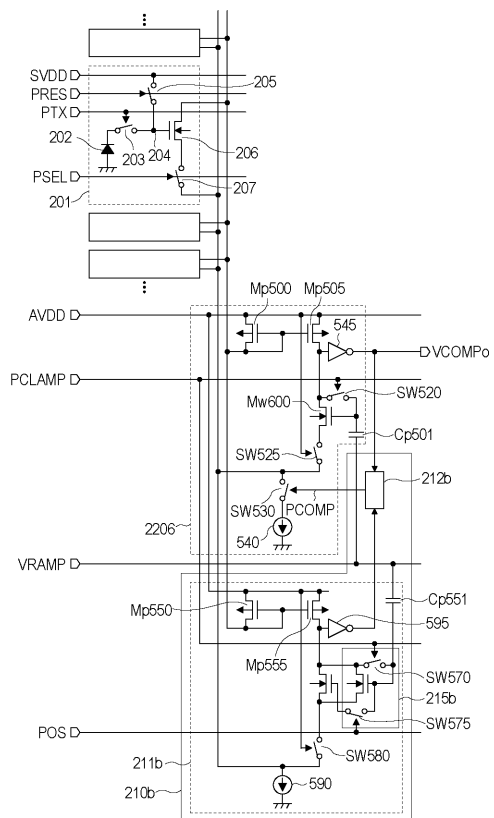
【図3】



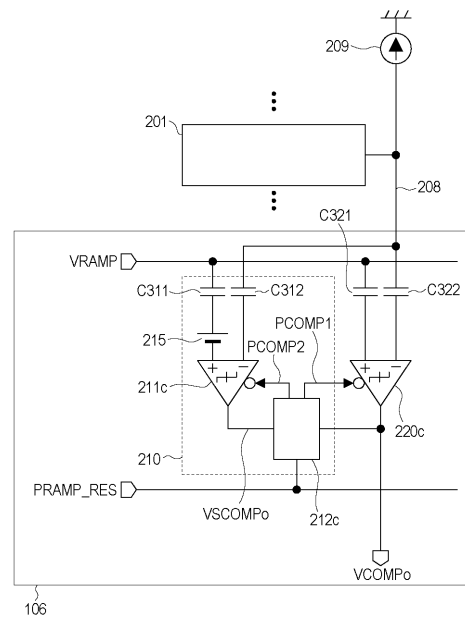
【図4】



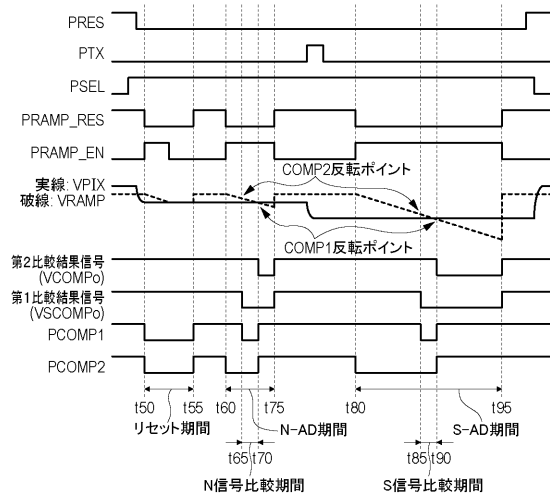
【図5】



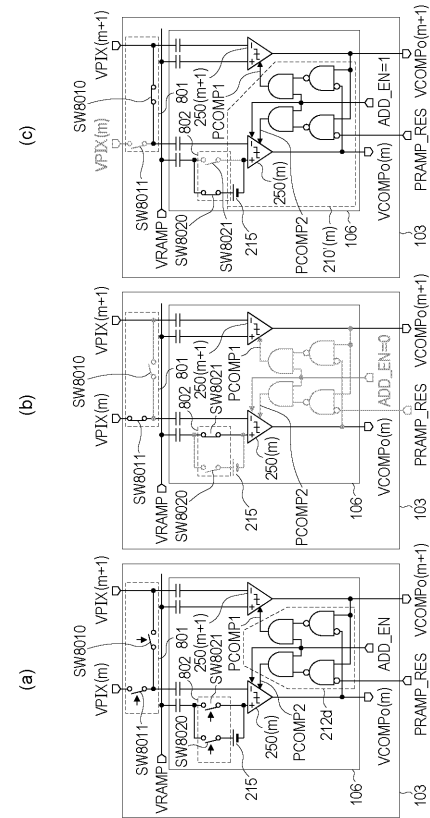
【図6】



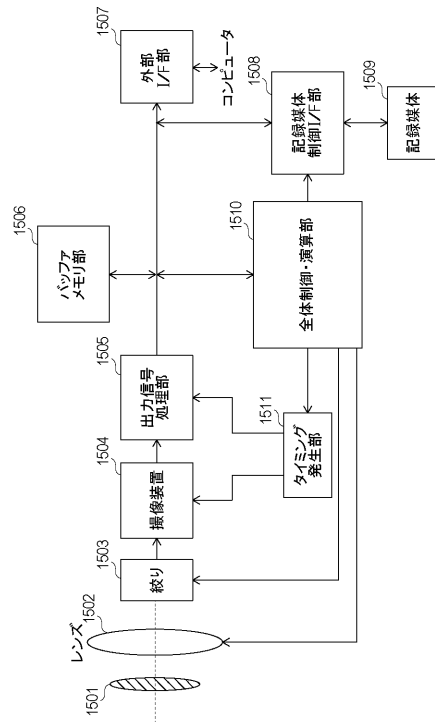
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 1 3 0 6 1 1 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 7 5 6 9 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 5 / 3 7 8
H 0 4 N 5 / 3 7 4