

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】令和2年8月20日(2020.8.20)

【公開番号】特開2019-62398(P2019-62398A)

【公開日】平成31年4月18日(2019.4.18)

【年通号数】公開・登録公報2019-015

【出願番号】特願2017-185502(P2017-185502)

【国際特許分類】

H 04 N 5/355 (2011.01)

H 04 N 5/3745 (2011.01)

H 04 N 5/335 (2011.01)

【F I】

H 04 N 5/355

H 04 N 5/3745

H 04 N 5/335 5 0 0

【手続補正書】

【提出日】令和2年7月7日(2020.7.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

光電変換を行う画素が配置された画素部と、

前記画素部の前記画素から画素信号を読み出す読み出し部と、を有し、

前記画素は、

蓄積期間に光電変換により生成した電荷を蓄積する光電変換素子と、

前記光電変換素子に蓄積された電荷を前記蓄積期間後の転送期間に転送可能な転送素子と、

前記転送素子を通じて前記光電変換素子で蓄積された電荷が転送される出力ノードと、

前記出力ノードの電荷を電荷量に応じた電圧信号に変換し、変換した電圧信号を出力する出力バッファ部と、

前記出力バッファ部による電圧信号と参照電圧とを比較し、デジタル化した比較結果信号を出力する比較処理を行う比較器と、を含み、

前記比較器は、前記読み出し部の制御の下、

前記蓄積期間に前記光電変換素子から前記出力ノードに溢れ出たオーバーフロー電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第1の比較結果信号を出力する第1の比較処理と、

前記蓄積期間後の前記転送期間に前記出力ノードに転送された前記光電変換素子の蓄積電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第2の比較結果信号を出力する第2の比較処理と、を行う

固体撮像装置。

【請求項2】

前記比較器は、前記第1の比較処理において、

前記オーバーフロー電荷の量に応じた時間に対応する前記第1の比較結果信号を出力する

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記比較器は、前記第 1 の比較処理において、

前記オーバーフロー電荷が前記光電変換素子から前記出力ノードに溢れ始める最大サンプリング時間における前記光電変換素子の信号レベルから最小サンプリング時間で得られる信号レベルまでの光レベルに対応可能である

請求項 2 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記蓄積期間は、

前記光電変換素子および前記出力ノードがリセットレベルにリセットされてから、前記転送素子が導通状態に切り替えられて前記転送期間が開始されるまでの期間であり、

前記第 1 の比較処理の期間は、

前記光電変換素子および前記出力ノードがリセットレベルにリセットされてから、前記転送期間が開始される前に、前記出力ノードがリセットレベルにリセットされるまでの期間であり、

前記第 2 の比較処理の期間は、

前記出力ノードがリセットレベルにリセットされた後の期間であって、前記転送期間後の期間を含む期間である

請求項 1 から 3 のいずれか一に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記読み出し部は、

前記第 1 の比較処理と前記第 2 の比較処理を、照度に応じて選択的に行うように制御する

請求項 1 から 4 のいずれか一に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記読み出し部は、

通常の照度の場合、前記第 1 の比較処理と前記第 2 の比較処理を行うように制御する

請求項 5 記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記読み出し部は、

通常の照度より高照度の場合、前記第 1 の比較処理を行うように制御する

請求項 5 または 6 記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記読み出し部は、

通常の照度より低照度の場合、前記第 2 の比較処理を行うように制御する

請求項 5 から 7 のいずれか一に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記読み出し部は、

前記比較器に対して、前記蓄積期間に前記光電変換素子から前記出力ノードに溢れ出ない場合であっても、前記第 1 の比較処理により、電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第 1 の比較結果信号を出力するように制御する

請求項 1 から 8 のいずれか一に記載の固体撮像装置。

【請求項 10】

前記画素は、

前記出力ノードとしてのフローティングディフュージョンと、

リセット期間に前記フローティングディフュージョンを所定の電位にリセットするリセット素子と、を含み、

前記出力バッファ部は、

前記フローティングディフュージョンの電荷を電荷量に応じた電圧信号に変換し、変換した信号を出力するソースフォロワ素子と、

前記ソースフォロワ素子のソースに接続された電流源と、を含む
請求項 1 から 9 のいずれか一に記載の固体撮像装置。

【請求項 1 1】

前記比較器は、

第 1 の入力端子に、前記出力バッファ部による前記電圧信号が供給され、

第 2 の入力端子に、前記参照電圧が供給され、

前記第 1 の入力端子への前記電圧信号の供給ラインに結合キャパシタが接続されている

請求項 1 から 10 のいずれか一に記載の固体撮像装置。

【請求項 1 2】

前記比較器は、

出力端子と前記第 1 の入力端子との間にリセットスイッチが接続され、

前記出力端子側に負荷キャパシタが接続されている

請求項 1 から 11 のいずれか一に記載の固体撮像装置。

【請求項 1 3】

第 1 の基板と、

第 2 の基板と、を含み、

前記画素は、

前記比較器の比較結果信号に応じたデータを記憶するメモリ部を含み、

前記第 1 の基板と前記第 2 の基板は接続部を通して接続された積層構造を有し、

前記第 1 の基板には、

少なくとも、前記画素の前記光電変換素子、前記転送素子、前記出力ノード、および出力バッファ部が形成され、

前記第 2 の基板には、

少なくとも、前記比較器、前記メモリ部、および前記読み出し部の少なくとも一部が形成されている

請求項 1 から 12 のいずれか一に記載の固体撮像装置。

【請求項 1 4】

前記画素は、

前記出力ノードとしてのフローティングディフュージョンと、

リセット期間に前記フローティングディフュージョンを所定の電位にリセットするリセット素子と、を含み、

前記出力バッファ部は、

前記フローティングディフュージョンの電荷を電荷量に応じた電圧信号に変換し、変換した信号を出力するソースフォロワ素子と、

前記ソースフォロワ素子のソースに接続された電流源と、を含み、

前記フローティングディフュージョン、前記リセット素子、および前記ソースフォロワ素子は前記第 1 の基板に形成され、

前記電流源は、前記第 1 の基板または前記第 2 の基板に形成されている

請求項 1 3 記載の固体撮像装置。

【請求項 1 5】

光電変換を行う画素が配置された画素部と、

前記画素部の前記画素から画素信号を読み出す読み出し部と、を有し、

前記画素は、

蓄積期間に光電変換により生成した電荷を蓄積する光電変換素子と、

前記光電変換素子に蓄積された電荷を前記蓄積期間後の転送期間に転送可能な転送素子と、

前記転送素子を通じて前記光電変換素子で蓄積された電荷が転送される出力ノードと、

前記出力ノードの電荷を電荷量に応じた電圧信号に変換し、変換した電圧信号を出力

する出力バッファ部と、

前記出力バッファ部による電圧信号と参照電圧とを比較し、デジタル化した比較結果信号を出力する比較処理を行う比較器と、を含む

固体撮像装置の駆動方法であって、

前記画素の画素信号を読み出す場合、前記比較器において、

前記読み出し部の制御の下、

前記蓄積期間に前記光電変換素子から前記出力ノードに溢れ出たオーバーフロー電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第1の比較結果信号を出力する第1の比較処理を行い、

前記蓄積期間後の前記転送期間に前記出力ノードに転送された前記光電変換素子の蓄積電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第2の比較結果信号を出力する第2の比較処理を行う

固体撮像装置の駆動方法。

【請求項16】

固体撮像装置と、

前記固体撮像装置に被写体像を結像する光学系と、を有し、

前記固体撮像装置は、

光電変換を行う画素が配置された画素部と、

前記画素部の前記画素から画素信号を読み出す読み出し部と、を含み、

前記画素は、

蓄積期間に光電変換により生成した電荷を蓄積する光電変換素子と、

前記光電変換素子に蓄積された電荷を前記蓄積期間後の転送期間に転送可能な転送素子と、

前記転送素子を通じて前記光電変換素子で蓄積された電荷が転送される出力ノードと、

前記出力ノードの電荷を電荷量に応じた電圧信号に変換し、変換した電圧信号を出力する出力バッファ部と、

前記出力バッファ部による電圧信号と参照電圧とを比較し、デジタル化した比較結果信号を出力する比較処理を行う比較器と、を含み、

前記比較器は、前記読み出し部の制御の下、

前記蓄積期間に前記光電変換素子から前記出力ノードに溢れ出たオーバーフロー電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第1の比較結果信号を出力する第1の比較処理と、

前記蓄積期間後の前記転送期間に前記出力ノードに転送された前記光電変換素子の蓄積電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第2の比較結果信号を出力する第2の比較処理と、を行う

電子機器。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

しかしながら、この種のCMOSイメージセンサは、信号の高速転送が可能であるが、グローバルシャッタ読み出しができないという不利益がある。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

本発明の第1の観点の固体撮像装置は、光電変換を行う画素が配置された画素部と、前記画素部の前記画素から画素信号を読み出す読み出し部と、を有し、前記画素は、蓄積期間に光電変換により生成した電荷を蓄積する光電変換素子と、前記光電変換素子に蓄積された電荷を前記蓄積期間後の転送期間に転送可能な転送素子と、前記転送素子を通じて前記光電変換素子で蓄積された電荷が転送される出力ノードと、前記出力ノードの電荷を電荷量に応じた電圧信号に変換し、変換した電圧信号を出力する出力バッファ部と、前記出力バッファ部による電圧信号と参照電圧とを比較し、デジタル化した比較結果信号を出力する比較処理を行う比較器と、を含み、前記比較器は、前記読み出し部の制御の下、前記蓄積期間に前記光電変換素子から前記出力ノードに溢れ出たオーバーフロー電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第1の比較結果信号を出力する第1の比較処理と、前記蓄積期間後の前記転送期間に前記出力ノードに転送された前記光電変換素子の蓄積電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第2の比較結果信号を出力する第2の比較処理と、を行う。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

本発明の第2の観点は、光電変換を行う画素が配置された画素部と、前記画素部の前記画素から画素信号を読み出す読み出し部と、を有し、前記画素は、蓄積期間に光電変換により生成した電荷を蓄積する光電変換素子と、前記光電変換素子に蓄積された電荷を前記蓄積期間後の転送期間に転送可能な転送素子と、前記転送素子を通じて前記光電変換素子で蓄積された電荷が転送される出力ノードと、前記出力ノードの電荷を電荷量に応じた電圧信号に変換し、変換した電圧信号を出力する出力バッファ部と、前記出力バッファ部による電圧信号と参照電圧とを比較し、デジタル化した比較結果信号を出力する比較処理を行う比較器と、を含む固体撮像装置の駆動方法であって、前記画素の画素信号を読み出す場合、前記比較器において、前記読み出し部の制御の下、前記蓄積期間に前記光電変換素子から前記出力ノードに溢れ出たオーバーフロー電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第1の比較結果信号を出力する第1の比較処理を行い、前記蓄積期間後の前記転送期間に前記出力ノードに転送された前記光電変換素子の蓄積電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第2の比較結果信号を出力する第2の比較処理を行う。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

本発明の第3の観点の電子機器は、固体撮像装置と、前記固体撮像装置に被写体像を結像する光学系と、を有し、前記固体撮像装置は、光電変換を行う画素が配置された画素部と、前記画素部の前記画素から画素信号を読み出す読み出し部と、を含み、前記画素は、蓄積期間に光電変換により生成した電荷を蓄積する光電変換素子と、前記光電変換素子に蓄積された電荷を前記蓄積期間後の転送期間に転送可能な転送素子と、前記転送素子を通じて前記光電変換素子で蓄積された電荷が転送される出力ノードと、前記出力ノードの電荷を電荷量に応じた電圧信号に変換し、変換した電圧信号を出力する出力バッファ部と、

前記出力バッファ部による電圧信号と参照電圧とを比較し、デジタル化した比較結果信号を出力する比較処理を行う比較器と、を含み、前記比較器は、前記読み出し部の制御の下、前記蓄積期間に前記光電変換素子から前記出力ノードに溢れ出たオーバーフロー電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第1の比較結果信号を出力する第1の比較処理と、前記蓄積期間後の前記転送期間に前記出力ノードに転送された前記光電変換素子の蓄積電荷に応じた前記電圧信号に対するデジタル化した第2の比較結果信号を出力する第2の比較処理と、を行う。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

各デジタル画素セルPXL_Cは、光Lが照射される第1基板面1101側（たとえば裏面側）と、この第1基板面1101側と対向する側の第2基板面1102側とを有する基板（本例では第1の基板110）に形成され、分離層SPLにより分離されている。

そして、図4のデジタル画素セルPXL_Cは、光電変換読み出し部210を形成するフォトダイオードPD1、転送トランジスタT_{G1-T_r}、フローティングディフュージョンFD1、リセットトランジスタR_{S1-T_r}、分離層SPL、さらには図示しないカラーフィルタ部およびマイクロレンズを含んで構成されている。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0048】

デジタル画素200のADC変換部220は、光電変換読み出し部210により出力されるアナログの電圧信号V_{SL}を、所定の傾きを持たせて変化させたランプ波形または固定電圧の参照電圧V_{REF}と比較して、デジタル信号に変換する機能を有する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0072】

タイムスタンプADCモードは、非常に明るい光に対する光応答を有することができるところから、リニアADCモードは暗いレベルからの光応答を有することができる。たとえば、120dBのダイナミックレンジ性能を実現することができる。

たとえば、上述したように、光変換範囲の飽和信号は900Keに相当する。

リニアADCモードは、ADCを適用した通常の読み出しモード動作のため、2eのノイズレベルから8KeのフォトダイオードPD1とフローティングディフュージョンFD1の飽和までカバーすることができる。

リニアADCモードのカバレッジは、追加のスイッチと容量で30Keに拡張することができる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0099

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0099】

したがって、本第1の実施形態の固体撮像装置10によれば、蓄積期間にフォトダイオードから溢れ出る電荷をリアルタイムに利用することから、広ダイナミックレンジ化、高フレームレート化を実現することが可能となる。

また、本第1の実施形態によれば、実質的に広ダイナミックレンジ化、高フレームレート化を実現することが可能で、しかも低ノイズ化を図れ、有効画素領域を最大限に拡大することができ、コストあたりの価値を最大限に高めることが可能となる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0115

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0115】

本電子機器300は、図20に示すように、本実施形態に係る固体撮像装置10が適用可能なCMOSイメージセンサ310を有する。

さらに、電子機器300は、このCMOSイメージセンサ310の画素領域に入射光を導く(被写体像を結像する)光学系(レンズ等)320を有する。

電子機器300は、CMOSイメージセンサ310の出力信号を処理する信号処理回路(PCR)330を有する。

【手続補正11】

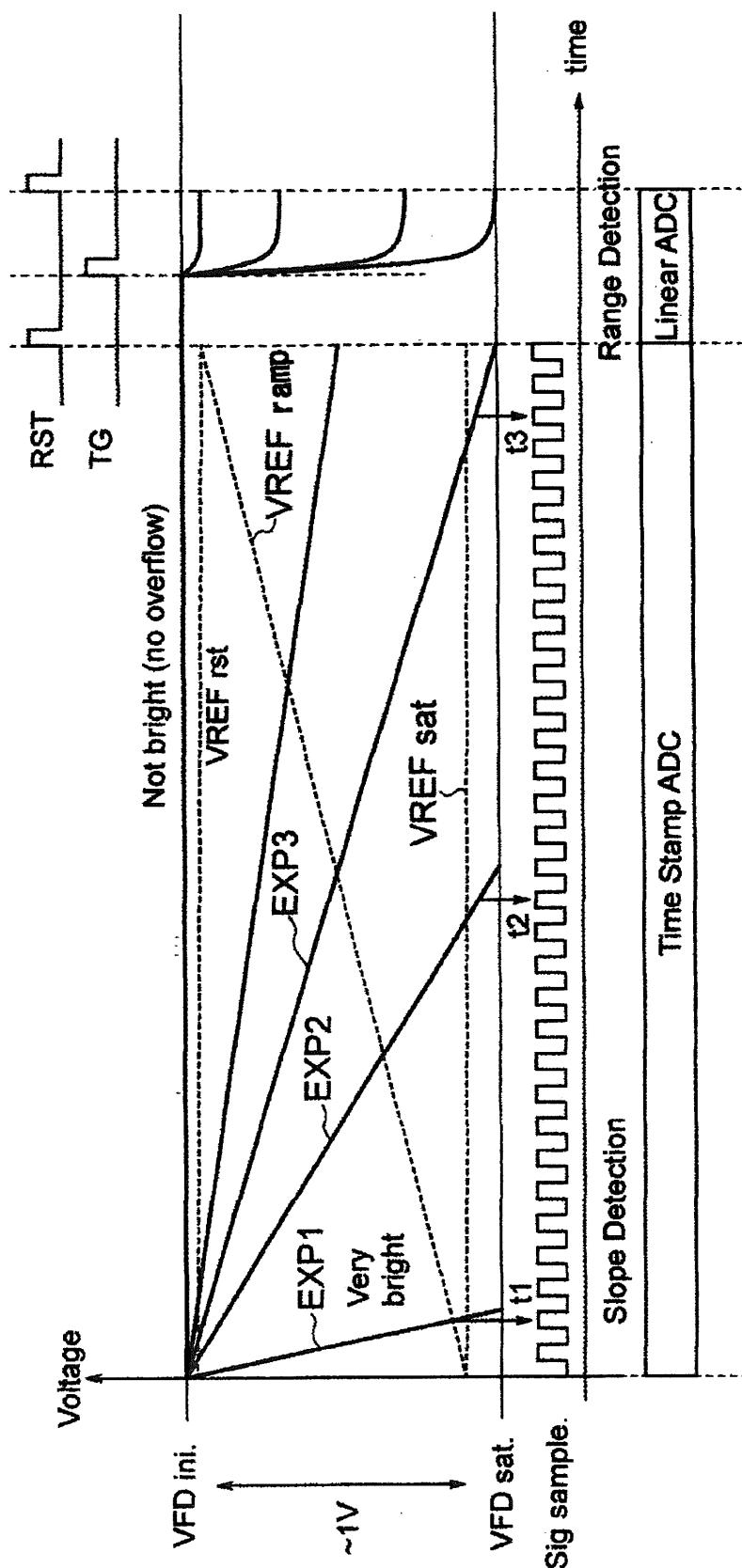
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 5】



【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 6】

