

【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6部門第1区分
 【発行日】令和6年1月11日(2024.1.11)

【国際公開番号】WO2022/210330
 【出願番号】特願2023-511162(P2023-511162)
 【国際特許分類】
 G 0 1 S 7/4863(2020.01)
 【F I】
 G 0 1 S 7/4863

10

【手続補正書】
 【提出日】令和5年9月13日(2023.9.13)
 【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0039
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0039】

さらに、時刻 t_{103} で第1トランジスタ103がオフされた後に、第2トランジスタ131がオンされる。これにより、時刻 t_{104} で第2トランジスタ131がオフされるまでの間において、一次蓄積領域102に保持されている信号電荷、すなわち1回目の露光結果が記憶素子121に蓄積される。

20

【手続補正2】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0040
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0040】

時刻 t_{104} において、第2トランジスタ131がオフされた後、2回目の露光の前に、第3トランジスタ104と第1トランジスタ103が同時にオンされ、アバランシェフォトダイオード101のカソード側の電位がリセットされる。

30

【手続補正3】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0044
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0044】

そして、上記の1つのパルス周期TPでの動作を1セットとして、所定の回数(例えば、1000パルス)繰り返さる。これにより、各記憶素子121, 122に各距離区間D1, D2での信号が蓄積される。例えば、図3では、次のパルス周期TP(時刻 t_{110} ~ t_{120}) において、時刻 t_{112} ~ t_{113} の期間P1で1回目の露光が行われ、時刻 t_{115} ~ t_{116} の期間P2で2回目の露光が行われる。前のパルス周期TPの場合と同様に、1回目の露光では、期間P1までの経過時間に対応する第1距離区間D1に存在する測定対象物からの反射光が1つ目の記憶素子121に蓄積される。また、2回目の露光では、期間P2までの経過時間に対応する第2距離区間D2に存在する測定対象物からの反射光が2つ目の記憶素子122に蓄積される。以後、同様の処理が所定の回数繰り返される。

40

【手続補正4】
 【補正対象書類名】明細書

50

【補正対象項目名】 0 0 7 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 7 6 】

このように、記憶素子 1 2 1 , 1 2 2 の数にあわせた数の第 1 バイアス回路 3 0 0 , 3 1 0 を設けることで、第 1 トランジスタ 1 0 3 の高速動作が実現できる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 2 】

このように、記憶素子 1 2 1 , 1 2 2 の数にあわせた数の第 2 バイアス回路 4 0 0 , 4 1 0 を設けることで、第 3 トランジスタ 1 0 4 の高速動作を可能にすることができる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 1 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 1 8 】

(露光処理)

まずは、図 1 2 に基づいて露光期間における固体撮像装置 1 の動作を説明する。露光期間では、光源 4 からパルス状の出射光が所定のパルス周期 T_P で繰り返し(例えば、1 0 0 0 パルス)発光されているものとする。図 1 2 では、時刻 t_{200} から時刻 t_{210} の間、及び、時刻 t_{210} から時刻 t_{220} の間、1 つのパルス周期 T_P の期間となる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 2 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 2 4 】

時刻 t_{205} において、第 3 トランジスタ 2 4 4 がオフされると、2 回目の露光が開始される。具体的には、第 1 トランジスタ 2 4 3 を介してアバランシェフォトダイオード 2 0 1 で生成された信号電荷が一次蓄積領域 2 4 2 に入力される。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 2 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 2 5 】

そして、時刻 t_{206} において、第 1 トランジスタ 2 4 3 がオフされると、2 回目の露光が完了し、信号電荷は一次蓄積領域 2 4 2 に一時的に保持される。2 回目の露光では、光源 4 が発光された時刻 t_{200} から期間 P_4 までの経過時間に対応する第 2 距離区間 D_4 に存在する測定対象物からの反射光が入射光として画素 1 0 0 に入力される。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 3 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 3 1 】

10

20

30

40

50

時刻 t_{234} において第 2 トランジスタ 231 がオフされた後、時刻 t_{235} において他方の一次蓄積ユニット 212 の第 3 トランジスタ 244 がオンされ、一次蓄積領域 242 がリセットされる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0132

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0132】

時刻 t_{236} において第 3 トランジスタ 244 がオフされた後、時刻 t_{237} において第 2 トランジスタ 261 がオンされると、記憶素子 251 に蓄積された第 2 距離区間 D4 に対応する信号電荷が、一次蓄積領域 242 に読み出される。そして、この読み出された信号電荷が、後段の読出回路に読み出され、信号処理装置 2 において第 2 距離区間 D4 に存在する測定対象物までの距離が算出される。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0151

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0151】

(一次蓄積ユニット 211 の露光処理)

一次蓄積ユニット 211 において、時刻 t_{401} で光源 4 が発光された後、時刻 t_{402} において、第 4 トランジスタ 205 がオンされ、ノード N11 の信号電荷が排出される。これにより、アバランシェフォトダイオード 201 のカソード側の電位がリセットされる。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0152

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0152】

時刻 t_{403} において、一次蓄積ユニット 211 の第 4 トランジスタ 204 がオフされ、第 1 トランジスタ 203 がオンされると、1 回目の露光が開始される。具体的には、アバランシェフォトダイオード 201 で生成された信号電荷が第 1 トランジスタ 203 を介して一次蓄積領域 202 (ノード N21) に入力される。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0154

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0154】

第 1 トランジスタ 203 がオフされた後の時刻 t_{404} では、第 2 トランジスタ 231 と第 4 トランジスタ 205 がともにオンされる。第 2 トランジスタ 231 がオンされることにより、一次蓄積領域 202 に保持されている信号電荷、すなわち 1 回目の露光結果が記憶素子 221 に蓄積される。また、第 4 トランジスタ 205 がオンされることにより、アバランシェフォトダイオード 201 のカソード側の電位がリセットされる。このように、第 4 トランジスタ 205 を設けることで、アバランシェフォトダイオード 201 のカソード側の電位のリセット期間においても、記憶素子 221 への信号電荷の蓄積ができる。

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

10

20

30

40

50

【補正対象項目名】 0 1 5 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 5 5 】

第 2 トランジスタ 2 3 1 及び第 4 トランジスタ 2 0 5 がオフされた後の時刻 t_{405} では、再び第 1 トランジスタ 2 0 3 がオンされて、2 回目の露光が開始される。2 回目の露光でも、アバランシェフォトダイオード 2 0 1 で生成された信号電荷が第 1 トランジスタ 2 0 3 を介して一次蓄積領域 2 0 2 (ノード N 2 1) に入力される。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】 明細書

10

【補正対象項目名】 0 1 5 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 5 9 】

具体的には、時刻 t_{431} において、第 3 トランジスタ 2 4 4 がオンされ、一次蓄積領域 2 4 2 がリセットされる。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 6 1

【補正方法】 変更

20

【補正の内容】

【 0 1 6 1 】

次に、第 2 トランジスタ 2 6 1 がオフされた後の時刻 t_{437} において、第 2 トランジスタ 2 6 2 がオンされると、記憶素子 2 5 2 に蓄積された信号電荷が、一次蓄積領域 2 4 2 に読み出される。そして、この読み出された信号電荷が、後段の読出回路に読み出され、計算機 3 において測定対象物までの距離が算出される。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 7 9

【補正方法】 変更

30

【補正の内容】

【 0 1 7 9 】

画素 1 0 0 は、それぞれ、アバランシェフォトダイオード 1 0 1 と、1 または複数の一次蓄積ユニット 1 7 0 (図 2 0 参照) とを備える。

【手続補正 1 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 8 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 8 3 】

40

図 2 0 には、画素 1 0 0 が、 m 個 (m は任意の整数) の一次蓄積ユニット 1 7 0 で構成された例を示している。また、図 2 0 において、各一次蓄積ユニット 1 7 0 には、 n 個 (n は任意の整数) の記憶素子 1 2 0 が設けられている。すなわち、図 2 0 の画素 1 0 0 は、 $m \times n$ 個の記憶素子 1 2 0 を備えている。また、図 2 0 の画素 1 0 0 において、一次蓄積領域 1 0 2、第 1 トランジスタ 1 0 3 及び第 3 トランジスタ 1 0 4 は、それぞれ m 個である。

【手続補正 1 9】

【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

50

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

距離測定装置であって、
測定対象に向けて出射光を発光する発光部と、
複数の画素が行列上に配列され、前記出射光が前記測定対象で反射された反射光を入射光として受光する画素アレイと、
前記発光部と前記画素アレイを制御し、前記測定対象までの距離を算出する制御部と、
を備え、

10

前記複数の画素のそれぞれは、
前記入射光を光電変換して信号電荷を発生させるアバランシェフォトダイオードと、
前記信号電荷を一時的に保持する一次蓄積領域と、
前記一次蓄積領域に対して並列に設けられ、前記信号電荷を蓄積させるための複数の記憶素子と、
を備え、

前記制御部は、前記発光部から所定周期のパルス状の前記出射光を発光させ、前記出射光の光パルス 1 周期の時間内において、互いに異なる距離区間に対応するタイミングで複数回の露光を行い、それぞれの露光後に生成した信号電荷を互いに異なる前記記憶素子に蓄積させ、前記信号電荷を読みだして前記測定対象までの距離を算出する、
距離測定装置。

20

【請求項 2】

前記アバランシェフォトダイオードのカソードと前記一次蓄積領域との間に設けられ、前記一次蓄積領域への前記信号電荷の転送をオンオフさせる第 1 トランジスタを備える、
請求項 1 に記載の距離測定装置。

【請求項 3】

前記一次蓄積領域とそれぞれの前記記憶素子との間に設けられ、前記記憶素子への前記信号電荷の転送をオンオフさせる複数の第 2 トランジスタを備える、
請求項 2 に記載の距離測定装置。

【請求項 4】

前記一次蓄積領域に接続され、前記一次蓄積領域の信号電荷を排出させる第 3 トランジスタを備える、
請求項 3 に記載の距離測定装置。

30

【請求項 5】

前記一次蓄積領域、前記第 1 トランジスタ、前記複数の記憶素子、前記複数の第 2 トランジスタ及び前記第 3 トランジスタを備える一次蓄積ユニットが複数設けられ、
前記複数の一次蓄積ユニットは、前記アバランシェフォトダイオードのカソードに対して並列に接続される、
請求項 4 に記載の距離測定装置。

【請求項 6】

前記記憶素子数に対応する数の第 1 バイアス回路で構成された第 1 ドライバ回路を備え、

それぞれの前記第 1 バイアス回路は、第 1 スイッチング素子及び第 2 スイッチング素子と、前記第 1 スイッチング素子を介して前記第 1 トランジスタのゲートに接続された第 1 容量と、前記第 2 スイッチング素子を介して前記第 1 トランジスタのゲートに接続された第 2 容量とを備える、
請求項 3 に記載の距離測定装置。

40

【請求項 7】

前記記憶素子数に対応する数の第 2 バイアス回路で構成された第 2 ドライバ回路を備え、

それぞれの前記第 2 バイアス回路は、第 3 スイッチング素子及び第 4 スイッチング素子と、前記第 3 スイッチング素子を介して前記第 3 トランジスタのゲートに接続された第 3 容量と、前記第 4 スイッチング素子を介して前記第 3 トランジスタのゲートに接続された第 4 容量とを備える、
請求項 4 に記載の距離測定装置。

50

【請求項 8】

前記アバランシェフォトダイオードのカソードと前記第 1 トランジスタとの間を接続する第 1 ノードに接続され、前記第 1 ノードを一定電位に初期化する第 4 トランジスタを備える、請求項 2 に記載の距離測定装置。

【請求項 9】

前記記憶素子数に対応する数の第 3 バイアス回路からなる第 3 ドライバ回路を備え、それぞれの前記第 3 バイアス回路は、第 5 スwitching 素子及び第 6 スwitching 素子と、前記第 5 スwitching 素子を介して前記第 4 トランジスタのゲートに接続された第 5 容量と、前記第 6 スwitching 素子を介して前記第 4 トランジスタのゲートに接続された第 6 容量とを備える、請求項 8 に記載の距離測定装置。

10

【請求項 10】

前記アバランシェフォトダイオードのカソードと一定電位の第 1 電位線との間に設けられたクエンチング抵抗を備える、請求項 1 に記載の距離測定装置。

【請求項 11】

前記複数の記憶素子は、前記一次蓄積領域の記憶容量よりも記憶容量が小さい 1 または複数の第 1 記憶素子を含む、請求項 1 に記載の距離測定装置。

【請求項 12】

距離測定装置であって、測定対象に向けて出射光を発光する発光部と、複数の画素が行列上に配列され、前記測定対象からの反射光を受光する画素アレイと、前記発光部と前記画素アレイを制御し、前記測定対象までの距離を算出する制御部とを備え、

20

前記複数の画素のそれぞれは、

受光した光を光電変換して信号電荷を発生させるアバランシェフォトダイオードと、前記信号電荷を一時的に保持する複数の一次蓄積ユニットとを備え、

前記一次蓄積ユニットのそれぞれは、

前記信号電荷を一次的に保持する一次蓄積領域と、

前記一次蓄積領域の前記信号電荷を蓄積させるための記憶素子と、

を備え、

前記制御部は、前記発光部から所定周期のパルス状の前記出射光を発光させ、前記出射光の光パルス 1 周期の時間内において、互いに異なる距離区間に対応するタイミングで複数回の露光を行い、それぞれの露光後に生成した信号電荷を互いに異なる前記記憶素子に蓄積させ、前記信号電荷を読みだして前記測定対象までの距離を算出する、距離測定装置。

30

【請求項 13】

前記一次蓄積ユニットのそれぞれは、前記アバランシェフォトダイオードのカソードと前記一次蓄積領域との間に設けられ、前記一次蓄積領域への前記信号電荷の転送をオンオフするための第 1 トランジスタを備える、請求項 12 に記載の距離測定装置。

【請求項 14】

前記一次蓄積ユニットのそれぞれは、前記一次蓄積領域と前記記憶素子との間に設けられ、前記記憶素子への前記信号電荷の転送をオンオフするための第 2 トランジスタを備える、請求項 13 に記載の距離測定装置。

40

【請求項 15】

前記一次蓄積ユニットのそれぞれは、前記一次蓄積領域に接続され、前記一次蓄積領域の信号電荷を排出するための第 3 トランジスタを備える、請求項 14 に記載の距離測定装置。

【請求項 16】

前記記憶素子と前記第 2 トランジスタとを備える記憶ユニットが複数設けられ、

前記複数の記憶ユニットは、前記一次蓄積領域に対して並列に接続される、請求項 14 に記載の距離測定装置。

50

【請求項 17】

前記アバランシェフォトダイオードのカソードと前記複数の一次蓄積ユニットとの間を接続する第1信号線と一定電位の第1電位線との間に設けられ、前記第1信号線を一定電位に初期化する第4トランジスタを備える、請求項12に記載の距離測定装置。

【請求項 18】

前記アバランシェフォトダイオードのカソードと前記複数の一次蓄積ユニットとの間を接続する第1信号線と一定電位の第1電位線との間に設けられたクエンチング抵抗を備える、請求項12に記載の距離測定装置。

【請求項 19】

前記記憶素子に記憶された信号電荷を読みだすソースフォロア回路を備え、
前記複数の一次蓄積ユニットは、前記ソースフォロア回路と前記一次蓄積領域との間に設けられた第5トランジスタを備える、請求項12に記載の距離測定装置。

10

【請求項 20】

前記複数の画素を所定数の画素ごとのユニットに分け、
前記画素アレイにおいて、前記ユニットが行列上に配置され、
それぞれの前記ユニットにおいて、それぞれの前記画素の前記第1トランジスタのゲートには、互いに異なるドライバ回路が接続される、請求項13に記載の距離測定装置。

【請求項 21】

固体撮像装置であって、
複数の画素が行列上に配列され、入射光を受光する画素アレイを備え、
前記複数の画素のそれぞれは、
前記入射光を光電変換して信号電荷を発生させるアバランシェフォトダイオードと、
前記信号電荷を一時的に保持するための一次蓄積領域と、
前記アバランシェフォトダイオードのカソードと前記一次蓄積領域との間に設けられ、
前記一次蓄積領域への前記信号電荷の転送をオンオフするための第1トランジスタと、
前記一次蓄積領域に対して並列に設けられ、前記信号電荷を蓄積させるための複数の記憶素子と、
を備え、

20

1周期の時間内において、ドライバ回路の互いに異なるバイアス供給素子から互いに異なるタイミングでゲート電圧の供給を受け、前記第1トランジスタのオンオフを切り替えることにより複数回の露光を行い、それぞれの信号電荷を互いに異なる前記記憶素子に蓄積させる、
固体撮像装置。

30

【請求項 22】

前記一次蓄積領域とそれぞれの前記記憶素子との間に設けられ、前記記憶素子への前記信号電荷の転送をオンオフさせる複数の第2トランジスタと、
前記一次蓄積領域に接続され、前記一次蓄積領域の信号電荷を排出させる第3トランジスタとを備える、請求項21に記載の固体撮像装置。

【請求項 23】

前記一次蓄積領域、前記第1トランジスタ、前記複数の記憶素子、前記複数の第2トランジスタ及び前記第3トランジスタを備える一次蓄積ユニットが複数設けられ、
前記複数の一次蓄積ユニットは、前記アバランシェフォトダイオードのカソードに対して並列に接続される、請求項22に記載の固体撮像装置。

40

【請求項 24】

前記記憶素子数に対応する数の第1バイアス回路で構成された第1ドライバ回路を備え、
それぞれの前記第1バイアス回路は、第1スイッチング素子及び第2スイッチング素子と、前記第1スイッチング素子を介して前記第1トランジスタのゲートに接続された第1容量と、前記第2スイッチング素子を介して前記第1トランジスタのゲートに接続された第2容量とを備える、請求項21に記載の固体撮像装置。

50

【請求項 2 5】

前記記憶素子数に対応する数の第 2 バイアス回路で構成された第 2 ドライバ回路を備え

、
 それぞれの前記第 2 バイアス回路は、第 3 スイッチング素子及び第 4 スイッチング素子と、前記第 3 スイッチング素子を介して前記第 3 トランジスタのゲートに接続された第 3 容量と、前記第 4 スイッチング素子を介して前記第 3 トランジスタのゲートに接続された第 4 容量とを備える、請求項 2 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 2 6】

前記アバランシェフォトダイオードのカソードと前記第 1 トランジスタとの間を接続する第 1 ノードに接続され、前記第 1 ノードを一定電位に初期化する第 4 トランジスタを備える、請求項 2 1 に記載の固体撮像装置。

10

【請求項 2 7】

前記記憶素子数に対応する数の第 3 バイアス回路からなる第 3 ドライバ回路を備え、

それぞれの第 3 バイアス回路は、第 5 スイッチング素子及び第 6 スイッチング素子と、前記第 5 スイッチング素子を介して前記第 4 トランジスタのゲートに接続された第 5 容量と、前記第 6 スイッチング素子を介して前記第 4 トランジスタのゲートに接続された第 6 容量とを備える、請求項 2 6 に記載の固体撮像装置。

【請求項 2 8】

前記アバランシェフォトダイオードのカソードと一定電位の第 1 電位線との間に設けられたクエンチング抵抗を備える、請求項 2 1 に記載の固体撮像装置。

20

【請求項 2 9】

前記複数の記憶素子は、前記一次蓄積領域の記憶容量よりも記憶容量が小さい 1 または複数の第 1 記憶素子を含む、請求項 2 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3 0】

前記記憶素子に記憶された信号電荷を読みだすソースフォロア回路を備え、

前記複数の一次蓄積ユニットは、前記ソースフォロア回路と前記一次蓄積領域との間に設けられた第 5 トランジスタを備える、請求項 2 3 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3 1】

前記複数の画素を所定数の画素ごとのユニットに分け、

前記画素アレイにおいて、前記ユニットが行列上に配置され、

それぞれの前記ユニットにおいて、それぞれの前記画素の前記第 1 トランジスタのゲートには、互いに異なるドライバ回路が接続される、請求項 2 1 に記載の固体撮像装置。

30

【請求項 3 2】

前記記憶素子数に対応する数の第 4 バイアス回路からなる第 4 ドライバ回路を備え、

それぞれの前記第 4 バイアス回路は、第 7 スイッチング素子及び第 8 スイッチング素子と、前記第 7 スイッチング素子を介して前記第 2 トランジスタのゲートに接続された第 7 容量と、前記第 8 スイッチング素子を介して前記第 2 トランジスタのゲートに接続された第 8 容量とを備える、請求項 2 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3 3】

前記固体撮像装置は、複数の半導体基板を備え、

前記アバランシェフォトダイオードは、前記一次蓄積領域、前記第 1 トランジスタ、前記記憶素子、前記第 2 トランジスタ、及び前記第 3 トランジスタとは互いに異なる半導体基板に配置され、

40

前記アバランシェフォトダイオードと前記第 1 トランジスタとは、配線を介して接続される、請求項 2 2 に記載の固体撮像装置。

50