

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5968146号  
(P5968146)

(45) 発行日 平成28年8月10日(2016.8.10)

(24) 登録日 平成28年7月15日(2016.7.15)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 5/378 (2011.01)	HO4N 5/335 780
HO1L 27/146 (2006.01)	HO1L 27/14 A
HO4N 5/374 (2011.01)	HO4N 5/335 740

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-170379 (P2012-170379)  
 (22) 出願日 平成24年7月31日 (2012.7.31)  
 (65) 公開番号 特開2014-30148 (P2014-30148A)  
 (43) 公開日 平成26年2月13日 (2014.2.13)  
 審査請求日 平成27年6月29日 (2015.6.29)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康徳  
 (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】 固体撮像装置およびカメラ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

画素ユニットと、前記画素ユニットから信号線を介して信号を読み出す読み出し部と、前記読み出し部によって読み出される信号を保持する保持部とを備え、前記画素ユニットが、入射した光に応じた第1電荷を発生する第1光電変換部と、入射した光に応じた第2電荷を発生する第2光電変換部と、前記第1光電変換部および前記第2光電変換部に対して共通に設けられていて、入力部を有し、前記入力部に与えられた電荷に応じた信号を前記信号線に出力する増幅部と、前記第1光電変換部で発生した前記第1電荷を前記入力部に転送する第1転送トランジスタと、前記第2光電変換部で発生した前記第2電荷を前記入力部に転送する第2転送トランジスタとを有する固体撮像装置であって、

前記読み出し部によって読み出される信号は、前記入力部に対して前記第1転送トランジスタによって前記第1光電変換部から前記第1電荷が転送された状態で読み出される第1光信号と、前記第1光信号が読み出された後に、前記第1光電変換部から転送された前記第1電荷を保持している前記入力部に対して前記第2転送トランジスタによって前記第2光電変換部から前記第2電荷が転送された状態で読み出される第2光信号とを含み、

前記読み出し部が前記第1光信号の読み出しを開始してから、前記保持部への前記第1光信号の書き込みを終了するまでの時間をT1、前記読み出し部が前記第2光信号の読み出しを開始してから、前記保持部への前記第2光信号の書き込みを終了するまでの時間をT2とすると、T1 < T2が成り立つ、

ことを特徴とする固体撮像装置。

**【請求項 2】**

前記画素ユニットが、前記入力部の電位をリセットするリセットトランジスタを更に有し、前記読み出し部によって読み出される信号は、前記入力部の電圧が前記リセットトランジスタによってリセットされた状態で読み出されるノイズ信号を含み、

前記読み出し部が前記ノイズ信号の読み出しを開始してから前記保持部への前記ノイズ信号の書き込みを終了するまでの時間を  $T_0$  とすると、 $T_0 < T_1 < T_2$  が成り立つ、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

**【請求項 3】**

前記読み出し部は、第 1 入力端子、第 2 入力端子および出力端子を有する差動増幅器と、前記入力部と前記第 1 入力端子との間に配置されたクランプ容量と、前記第 1 入力端子と前記出力端子との間に配置されたフィードバック容量と、前記第 1 入力端子と前記出力端子との間に配置されたスイッチとを有し、前記第 2 入力端子に基準電圧が与えられ、

前記保持部は、メモリを含み、前記リセットトランジスタによる前記入力部の電圧のリセットが解除され、かつ、前記スイッチがオンした状態において前記読み出し部によって読み出される信号を前記メモリによって保持した後に、前記メモリによって前記ノイズ信号を保持する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の固体撮像装置。

**【請求項 4】**

前記保持部は、前記ノイズ信号を保持する 2 つのメモリ、前記第 1 光信号を保持するメモリおよび前記第 2 光信号を保持するメモリを含む、

ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の固体撮像装置。

**【請求項 5】**

前記第 2 転送トランジスタによって前記第 2 光電変換部から前記入力部に前記第 2 電荷が転送される際に、前記第 1 転送トランジスタによって前記第 1 光電変換部から前記入力部に再び電荷が転送される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

**【請求項 6】**

前記第 1 光電変換部および前記第 2 光電変換部に対して共通のマイクロレンズが設けられている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

**【請求項 7】**

前記第 1 光電変換部および前記第 2 光電変換部に対してそれぞれ別個のマイクロレンズが設けられている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

**【請求項 8】**

第 2 画素ユニットと、前記第 2 画素ユニットから信号を読み出す第 2 読み出し部と、前記第 2 読み出し部によって読み出される信号を保持する第 2 保持部とを更に備え、前記第 2 画素ユニットが、第 3 光電変換部と、第 4 光電変換部と、前記第 3 光電変換部および前記第 4 光電変換部に対して共通に設けられた第 2 増幅部と、前記第 3 光電変換部で発生した電荷を前記第 2 增幅部の入力部である第 2 入力部に転送する第 3 転送トランジスタと、前記第 4 光電変換部で発生した電荷を前記第 2 入力部に転送する第 4 転送トランジスタと、を有し、

前記第 1 光電変換部および前記第 3 光電変換部に対して共通のマイクロレンズが設けられ、前記第 2 光電変換部および前記第 4 光電変換部に対して共通のマイクロレンズが設けられている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

**【請求項 9】**

前記画素ユニットは、少なくとも 1 つの追加の光電変換部を含み、前記増幅部が前記第 1 光電変換部、前記第 2 光電変換部および前記少なくとも 1 つの追加の光電変換部に対して共通に設けられている、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 1 0】

前記第 2 光信号は、前記第 1 光電変換部から転送された前記第 1 電荷を保持している前記入力部に対して前記第 2 転送トランジスタによって前記第 2 光電変換部から前記第 2 電荷が転送され、かつ、前記第 1 転送トランジスタによって前記第 1 光電変換部から前記入力部に再び電荷が転送された状態で読み出される信号である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置と、  
前記固体撮像装置から出力される信号を処理する処理部と、  
を備えることを特徴とするカメラ。

10

【請求項 1 2】

画素ユニットと、前記画素ユニットから信号線を介して信号を読み出す読み出し部と、  
前記読み出し部によって読み出される信号を保持する保持部とを備え、前記画素ユニットが、入射した光に応じた第 1 電荷を発生する第 1 光電変換部と、入射した光に応じた第 2 電荷を発生する第 2 光電変換部と、前記第 1 光電変換部および前記第 2 光電変換部に対して共通に設けられていて、入力部を有し、前記入力部に与えられた電荷に応じた信号を前記信号線に出力する増幅部と、前記第 1 光電変換部で発生した前記第 1 電荷を前記入力部に転送する第 1 転送トランジスタと、前記第 2 光電変換部で発生した前記第 2 電荷を前記入力部に転送する第 2 転送トランジスタと、を有する固体撮像装置の駆動方法であって、

20

前記読み出し部によって読み出される信号は、前記入力部に対して前記第 1 転送トランジスタによって前記第 1 光電変換部から前記第 1 電荷が転送された状態で読み出される第 1 光信号と、前記第 1 光信号が読み出された後に、前記第 1 光電変換部から転送された前記第 1 電荷を保持している前記入力部に対して前記第 2 転送トランジスタによって前記第 2 光電変換部から前記第 2 電荷が転送された状態で読み出される第 2 光信号とを含み、

前記駆動方法は、前記読み出し部が前記第 1 光信号の読み出しを開始してから、前記保持部への前記第 1 光信号の書き込みを終了するまでの時間を T 1、前記読み出し部が前記第 1 光信号の読み出しを開始してから、前記保持部への前記第 2 光信号の書き込みを終了するまでの時間を T 2 とすると、T 1 < T 2 が成り立つように、前記固体撮像装置を駆動する。

30

ことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 1 3】

前記第 2 光信号は、前記第 1 光電変換部から転送された前記第 1 電荷を保持している前記入力部に対して前記第 2 転送トランジスタによって前記第 2 光電変換部から前記第 2 電荷が転送され、かつ、前記第 1 転送トランジスタによって前記第 1 光電変換部から前記入力部に再び電荷が転送された状態で読み出される信号である、

ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

40

本発明は、固体撮像装置およびカメラに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、固体撮像装置の多画素化、高フレームレート化の要求に伴い、画素からの信号の読み出し時間を短縮する技術の重要性が高まっている。特許文献 1 には、複数の光電変換素子に対して 1 つの増幅素子を設けた固体撮像装置が記載されている。以下、説明の便宜のために、複数の光電変換素子のうちの 1 つを「第 1 光電変換素子」、他の 1 つを「第 2 光電変換素子」として説明する。特許文献 1 に記載された固体撮像装置では、第 1 光電変換素子の電荷を増幅素子の入力部に転送して信号（以下、説明の便宜のために、「第 1 光信号」という。）を読み出した後に、該入力部をリセットすることなく第 2 光電変換素子

50

の電荷を該入力部に転送して信号(以下、説明の便宜のために、「第2光信号」という。)を読み出すことが記載されている。ここで、第2光電変換素子の電荷を入力部に転送した後に読み出される信号は、第1光電変換素子の電荷と第2光電変換素子の電荷との合計に相当する信号である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-134867号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

特許文献1に記載された方式では、第1光信号よりも第2光信号の方が大きい。したがって、第1光信号の収束に要する時間よりも第2光信号の収束に要する時間の方が長い。第1光信号を読み出すための時間と第2光信号を読み出すための時間とを同様に定めるとすれば、第2光信号を十分な精度で読み出すことができるよう当該時間が設定されるべきである。しかしながら、その場合、第1光信号を読み出すための時間は必要以上に長く設定されることになる。あるいは、読み出し時間の短縮を優先しつつ第1光信号を読み出すための時間と第2光信号を読み出すための時間とを同様に定めるとすれば、第2光信号の読み出しの精度は第1光信号の読み出しの精度よりも低くなる。特許文献1には、このような考察やそれに基づく改善に関する思想は記載されていない。

20

【0005】

本発明は、本発明者等による上記の考察に基づいてなされたものであり、読み出し時間の短縮と読み出し精度の向上とに有利な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1つの側面は、固体撮像装置に係り、該固体撮像装置は、画素ユニットと、前記画素ユニットから信号線を介して信号を読み出す読み出し部と、前記読み出し部によって読み出される信号を保持する保持部とを備え、前記画素ユニットが、入射した光に応じた第1電荷を発生する第1光電変換部と、入射した光に応じた第2電荷を発生する第2光電変換部と、前記第1光電変換部および前記第2光電変換部に対して共通に設けられていて、入力部を有し、前記入力部に与えられた電荷に応じた信号を前記信号線に出力する増幅部と、前記第1光電変換部で発生した前記第1電荷を前記入力部に転送する第1転送トランジスタと、前記第2光電変換部で発生した前記第2電荷を前記入力部に転送する第2転送トランジスタとを有し、前記読み出し部によって読み出される信号は、前記入力部に対して前記第1転送トランジスタによって前記第1光電変換部から前記第1電荷が転送された状態で読み出される第1光信号と、前記第1光信号が読み出された後に、前記第1光電変換部から転送された前記第1電荷を保持している前記入力部に対して前記第2転送トランジスタによって前記第2光電変換部から前記第2電荷が転送された状態で読み出される第2光信号とを含み、前記読み出し部が前記第1光信号の読み出しを開始してから、前記保持部への前記第1光信号の書き込みを終了するまでの時間をT1、前記読み出し部が前記第2光信号の読み出しを開始してから、前記保持部への前記第2光信号の書き込みを終了するまでの時間をT2とすると、T1 < T2が成り立つ。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、読み出し時間の短縮と読み出し精度の向上とに有利な技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1実施形態の固体撮像装置の構成を示す図。

【図2】第1乃至第3実施形態の固体撮像装置の動作を示すタイミングチャート。

40

50

【図3】第2実施形態の固体撮像装置の構成を示す図。

【図4】第3実施形態の固体撮像装置の構成を示す図。

【図5】第4実施形態の固体撮像装置の構成を示す図。

【図6】第4実施形態の固体撮像装置の動作を示すタイミングチャート。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

【0010】

図1および図2を参照しながら本発明の第1実施形態の固体撮像装置IS1について説明する。固体撮像装置IS1は、複数の画素ユニット101と、複数の読み出し部113と、複数の保持部150と、水平走査回路134と、アンプ133とを備えうる。固体撮像装置IS1はまた、不図示の垂直走査回路を備えうる。10

【0011】

複数の画素ユニット101は、複数行および複数列を構成するように配置されうるが、図1には1つのみ示されている。各画素ユニット101は、複数の光電変換部として、第1光電変換部102aおよび第2光電変換部102bとを含む。各画素ユニット101はまた、複数の光電変換部としての第1光電変換部102aおよび第2光電変換部102bに対して共通に設けられた増幅部（増幅トランジスタ）105を含む。各画素ユニット101はまた、増幅部105の入力部104であるフローティングディフュージョンに第1光電変換部102a、第2光電変換部102bで発生した電荷をそれぞれ転送する第1転送トランジスタ103a、第2転送トランジスタ103bを含む。各画素ユニット101はまた、増幅部105の入力部104の電位をリセットするリセットトランジスタ106を含みうる。各画素ユニット101はまた、画素ユニット101を列信号線111に接続する選択トランジスタ107を含みうる。画素ユニット101が列信号線111に接続された状態は、画素ユニット101が選択された状態であり、画素ユニット101が列信号線111に接続されていない状態は、画素ユニット101が選択されていない状態である。20

【0012】

第1転送トランジスタ103a、第2転送トランジスタ103b、リセットトランジスタ106および選択トランジスタ107のゲートには、前述の不図示の垂直走査回路によって駆動される駆動線108a、108b、109、110がそれぞれ接続されている。第1実施形態では、画素ユニット101の複数の光電変換部としての第1光電変換部102a、第2光電変換部102bに対して共通のマイクロレンズ135が設けられている。30

【0013】

第1光電変換部102a、第2光電変換部102bに光が入射すると、その光の量に応じた電荷が発生する。第1光電変換部102a、第2光電変換部102bで発生した電荷は、それぞれ第1、第2転送トランジスタ103a、103bによって入力部104に転送される。入力部104の電位は、第1光電変換部102a、第2光電変換部102bから電荷が転送されることによって変化する。増幅部105は、入力部104の電位に応じた信号を列信号線111に出力する。列信号線111に接続された定電流源112と増幅部105とによってソースフォロワが構成されうる。40

【0014】

読み出し部（列アンプ）113は、画素ユニット101から列信号線111に出力される信号を読み出しノードRNに読み出す。読み出し部113は、例えば、差動増幅器（OPアンプ）116と、クランプ容量114と、フィードバック容量115と、スイッチ117とを含みうる。差動増幅器116は、第1入力端子、第2入力端子および出力端子を有し、フィードバック容量115およびスイッチ117は、差動増幅器116の第1入力端子と差動増幅器116の出力端子との間に並列に配置される。クランプ容量114は、差動増幅器116の第1入力端子と読み出し部113の入力端子との間に配置される。差動増幅器116の第2入力端子には、基準電圧源118から基準電圧が供給される。差動

増幅器 116 の出力端子は、読み出しノード RN に接続されている。

【0015】

保持部 150 は、読み出し部 113 によって読み出しノード RN に読み出される信号を保持する。保持部 150 は、メモリ 123、124、125、126 と、スイッチ 119、120、121、122 と、スイッチ 127、128、129、130 とを含む。メモリ 123、124、125、126 は、例えば容量で構成されうる。スイッチ 119、120、121、122 は、それぞれ、読み出しノード RN とメモリ 123、124、125、126 との間に配置されている。スイッチ 127、128 は、それぞれ、水平信号線 131 とメモリ 123、124 との間に配置されている。スイッチ 129、130 は、それぞれ、水平信号線 132 とメモリ 125、126 との間に配置されている。

10

【0016】

アンプ 133 は、差動増幅器であり、水平信号線 131、132 は、アンプ 133 の入力端子に接続されている。各保持部 150 のスイッチ 127、128、129、130 は、水平走査回路 134 によって制御される。

【0017】

以下、図 2 を参照しながら図 1 に示す第 1 実施形態の固体撮像装置 IS1 の動作（駆動方法）を説明する。図 2 の PTXA、PTXB、PRES、PSEL は、駆動線 108a、108b、109、110 にそれぞれ印加される信号ある。PTXA、PTXB、PRES、PSEL がハイレベルであるときに、第 1 転送トランジスタ 103a、第 2 転送トランジスタ 103b、リセットトランジスタ 106 および選択トランジスタ 107 がそれぞれオンする。PCR は、読み出し部（列アンプ）113 のスイッチ 117 を制御する信号である。PCR がハイレベルであるときに、スイッチ 117 がオンする。PH は、水平走査回路 134 を駆動するためのクロック信号である。

20

【0018】

時刻 T201において、第 1 光電変換部 102a、第 2 光電変換部 102b には電荷が蓄積されている。時刻 T201において、第 1、第 2 転送トランジスタ 103a、103b はオフ状態であり、リセットトランジスタ 106 はオン状態であり、増幅部 105 の入力部 104 がリセット電位にリセットされている。また、時刻 T201において、選択トランジスタ 107 はオフ状態であり、画素ユニット 101 は非選択状態である。また、時刻 T201において、読み出し部 113 のスイッチ 117 はオン状態であり、読み出し部 113 は、ユニティゲインバッファとして動作する。基準電圧源 118 が差動増幅器 116 の第 2 入力端子に供給する電圧を基準電圧 VCR とすると、差動増幅器 116 の第 1 入力端子、第 2 入力端子および出力端子の電圧は VCR となっている。また、時刻 T201において、スイッチ 119～122 および 127～130 はオフ状態である。

30

【0019】

時刻 T202において、PSEL がハイレベルとなり、これにより選択トランジスタ 107 がオン状態になる。これによって画素ユニット 101 と列信号線 111 とが接続され、増幅部 105 と定電流源 112 とによってソースフォロワが形成される。

【0020】

時刻 T203において、PRES がローレベルとなり、これによってリセットトランジスタ 106 がオフ状態となり、増幅部 105 の入力部 104 がフローティング状態となる。

40

【0021】

時刻 T204～T205 の期間において、PTN、PTSA、PTSAB がハイレベルとなり、スイッチ 119～122 がオン状態となる。これによって、読み出し部 113 から読み出しノード RN に出力されている信号（VCR）が保持部 150 のメモリ 123～126 によって保持される。

【0022】

時刻 T206において、PCR がローレベルとなり、読み出し部 113 のスイッチ 117 がオフ状態になる。これによって、読み出し部 113 のユニティゲインバッファ状態

50

が解除され、ゲインが $(-C_0/C_f)$ の反転アンプとして動作する。ここで、 $C_0$ はクランプ容量114の値、 $C_f$ はフィードバック容量115の値である。

#### 【0023】

時刻T207～T208の期間において、PTNがハイレベルとなり、これによってスイッチ119、120がオン状態になる。これにより、入力部104に第1光電変換部102a、第2光電変換部102bの電荷が転送されていない状態において読み出し部113から読み出しノードRNに出力される信号（ノイズ信号）がメモリ123、124によって保持される。

#### 【0024】

時刻T209～T210の期間において、PTXAがハイレベルとなり、これによって第1転送トランジスタ103aがオン状態になり、第1光電変換部102aで発生した電荷が増幅部105の入力部104に転送される。増幅部105は、電荷の転送による入力部104の電位の変化に応じた信号を列信号線111に出力する。読み出し部113は、列信号線111に出力された信号を $(-C_0/C_f)$ のゲインで増幅した信号（第1光信号）を読み出しノードRNに出力する動作を開始する。10

#### 【0025】

時刻T211～T212において、PTSAがハイレベルとなり、これによって保持部150のスイッチ121がオン状態になる。これによって、第1光電変換部102aで発生した電荷に応じた第1光信号がメモリ125によって保持される。図2には、時刻T211においてPTSAを立ち上げる例が示されているが、PTSAは、時刻T208～T209の期間における任意の時刻において立ち上げられてもよい。20

#### 【0026】

時刻T213～T214の期間において、PTXAおよびPTXBがハイレベルとなり、これによって第1、第2転送トランジスタ103a、103bがともにオン状態になる。これによって、T210以降に第1光電変換部102aで発生した電荷と、PTXBが最後にハイレベルからローレベルになった以降に第2光電変換部102bで発生した電荷とが増幅部105の入力部104に転送される。増幅部105は、電荷の転送による入力部104の電位の変化に応じた信号を列信号線111に出力する。読み出し部113は、列信号線111に出力された信号を $(-C_0/C_f)$ のゲインで増幅した信号（第2光信号）を読み出しノードRNに出力する動作を開始する。なお、第1光電変換部102aによる電荷蓄積期間と第2光電変換部102bによる電荷蓄積期間とが時間的にずれてもよい場合には、時刻T213～T214の期間において、PTXAおよびPTXBのうちPTXBのみをハイレベルにしてもよい。30

#### 【0027】

時刻T215～T216の期間において、PTSABがハイレベルとなり、これによって保持部150のスイッチ122がオン状態になる。これによって、第1光電変換部102aおよび第2光電変換部102bで発生した電荷の和に応じた信号（第2光信号）がメモリ126によって保持される。図2には、時刻T215においてPTSABを立ち上げた例が示されているが、PTSABは、時刻T212～T213の期間における任意の時刻において立ち上げられてもよい。40

#### 【0028】

時刻T217において、PRESがハイレベルとなり、これによってリセットトランジスタ106がオン状態となり、増幅部105の入力部104がリセット電位にリセットされる。また、時刻T217において、PCORもハイレベルとなり、読み出し部113のスイッチ117がオン状態となり、これによって読み出し部113がユニティゲインバッファ状態となる。

#### 【0029】

時刻T218において、PSELがローレベルとなり、これによって選択トランジスタ107がオフ状態となり、選択されていた画素ユニット101の選択が解除される。時刻T219において、水平走査回路134が動作を開始する。図2には示されていないが、水平50

走査回路 134 は、保持部 150 のスイッチ 127、129 をオン状態にし、メモリ 123、125 に保持された信号を水平信号線 131、132 に転送させる。アンプ 133 は、水平信号線 131、132 に出力された信号を差動増幅した信号を出力する。この差動増幅によって、読み出し部 113 の出力オフセットや、水平信号線 131、132 に共通にのるノイズがキャンセルされる。次に、水平信号線 131、132 がリセットされた後に、水平走査回路 134 は、スイッチ 128、130 をオン状態にし、メモリ 124、126 に保持された信号を水平信号線 131、132 に転送させる。アンプ 133 は、水平信号線 131、132 に出力された信号を差動増幅した信号を出力する。以上の動作が、画素ユニット 101 の各行について実行される。

## 【0030】

10

読み出し部 113 が第 1 光信号の読み出しを開始してから保持部 150 が第 1 光信号の保持を終了するまでの時間を T1、読み出し部 113 が第 1 光信号の読み出しを開始してから保持部 150 が第 2 光信号の保持を終了するまでの時間を T2 とする。この場合において、 $T_1 < T_2$  が成り立つことが好ましい。ここで、第 1 光信号は、第 1 光電変換部 102a で発生した電荷の量に相当する信号であり、より具体的には、第 1 光電変換部 102a で発生した電荷が入力部 104 に転送された状態で読み出し部 113 によって読み出しノード RN に読み出される信号である。第 2 光信号は、第 1 光電変換部 102a および第 2 光電変換部 102b で発生した電荷の量に相当する信号である。より具体的には、第 2 光信号は、第 1 光電変換部 102a および第 2 光電変換部 102b で発生した電荷が入力部 104 に転送された状態で読み出し部 113 によって読み出しノード RN に読み出される信号である。

20

## 【0031】

また、読み出し部 113 がノイズ信号の読み出しを開始してから保持部 150 がノイズ信号の保持を終了するまでの時間を T0 とすると、 $T_0 < T_1 < T_2$  が成り立つことが好ましい。ここで、ノイズ信号は、リセットトランジスタ 106 による入力部 104 のリセットが解除された状態における入力部 104 の電位に相当する信号である。より具体的には、ノイズ信号は、リセットトランジスタ 106 による入力部 104 のリセットが解除された状態で読み出し部 113 によって読み出しノード RN に読み出される信号である。

## 【0032】

30

読み出し部 113 が第 1 光信号の読み出しを開始してから保持部 150 が第 1 光信号の保持を終了するまでの時間 T1 は、時刻 T209 から時刻 T212 までの時間である。ここで、時刻 T209 は、第 1 光電変換部 102a から入力部 104 への電荷の転送が開始される時刻であり、読み出し部 113 は、時刻 209 において、第 1 光信号の読み出しを開始する。読み出し部 113 が第 2 光信号の読み出しを開始してから保持部 150 が第 2 光信号の保持を終了するまでの時間 T2 は、時刻 T213 から時刻 T216 までの時間である。ここで、時刻 213 は、第 2 光電変換部 102b から入力部 104 への電荷の転送が開始される時刻である。読み出し部 113 は、時刻 213 において、第 2 光信号の読み出しを開始する（時刻 213 よりも前では、読み出し部 113 は第 1 光信号の読み出しをしているに過ぎない）。読み出し部 113 がノイズ信号の読み出しを開始してから保持部 150 がノイズ信号の保持を終了するまでの時間 T0 は、時刻 T206 から時刻 T208 までの時間である。ここで、時刻 T206 は、PCR がローレベルになり、読み出し部 113 が (-C0 / Cf) のゲインで増幅を開始する時刻である。

40

## 【0033】

以下、上記のような  $T_1 < T_2$  又は  $T_0 < T_1 < T_2$  を満たす駆動方法が好ましい理由を具体的に説明する。読み出し部 113 などのアンプが動作を開始してからその出力が収束するまでの時間は、セトリング時間と呼ばれる。信号の保持（書き込み）を終了する時刻 T208、T212、T216 において、読み出し部 113 の出力信号の値が許容範囲内に収束している必要がある。読み出し部 113 に小信号が入力された場合、読み出し部 113 の出力信号（出力電圧）の値の変化  $V_{out}$  は、入力電圧の変化  $V_{in}$  に比例し、

50

$$V_{out} = - V_{in} \cdot C_0 / C_f \cdot (1 - \exp(-t/\tau)) \quad \dots \quad (式 1)$$

と表すことができる。ここで、 $V_{in}$  は、読み出し部 113 の差動増幅器 116 を構成するトランジスタの特性と、差動増幅器 116 に流す電流と、差動増幅器 116 の出力端子に接続された負荷とによって決まる時定数であり、 $t$  は時間である。読み出し部 113 に大信号が入力された場合、読み出し部 113 の出力信号（出力電圧）は、入力電圧に依存せず、差動増幅器 116 のスルーレートに従って上昇し、出力電圧の変化  $V_{out}$  は、

$$V_{out} = I_{ss} / C_{out} \cdot t \quad \dots \quad (式 2)$$

と表すことができる。ここで、 $I_{ss}$  は差動増幅器 116 の出力電流、 $C_{out}$  は差動増幅器 116 の出力端子に接続された容量である。出力の変化が入力にフィードバックされ、差動増幅器 116 の 2 つの入力端子の間の電圧が小さくなると、出力電圧は、（式 1）にしたがって変化するようになる。このことから、（式 2）に従う場合、出力電圧が  $V$  だけ小さければ、

$$t = V \cdot C_{out} / I_{ss}$$

だけ、読み出し部 113 のセトリング時間が短くなる。また、（式 1）に従う場合、読み出し部 113 の出力信号があるエラー範囲  $V_{out}$  に収まるまでに要する時間は、

$$t = - \cdot \ln(1 - V_{out}(t))$$

となる。 $V_{out}(t)$  は、 $V_{out}$  が収束する電圧である。この式から、出力電圧が小さいほど読み出し部 113 のセトリング時間が短くなることが分かる。

#### 【0034】

上記のような読み出し方法では、第 2 光信号は、第 1 光信号に対して第 2 光電変換部 102b で発生した電荷の量に相当する信号を加算した信号である。よって、第 2 光信号の値は第 1 光信号の値より常に大きい。したがって、第 1 光信号の読み出し時の読み出し部 113 の出力信号のセトリング時間は、第 2 光信号の読み出し時の読み出し部 113 の出力信号のセトリング時間よりも短い。よって、 $T_0 < T_1 < T_2$  を満たすように固体撮像装置 IS1 を動作させることが好ましい。また、ノイズ信号は、第 1 光信号および第 2 光信号よりも小さいので、 $T_0 < T_1 < T_2$  を満たすように固体撮像装置 IS1 を動作させることが好ましい。これは、読み出し時間を短縮しつつ読み出し精度を向上させるために有利である。

#### 【0035】

更に、図 1 に示す固体撮像装置 IS1 では、第 1 光電変換部 102a、第 2 光電変換部 102b に対して共通のマイクロレンズ 135 が設けられている。このような構成を有する固体撮像装置 IS1 は、位相差方式の焦点検出に応用されうる。第 1 光電変換部 102a、第 2 光電変換部 102b に対して共通のマイクロレンズ 135 を設けることによって、瞳の第 1 領域を通過した光線を第 1 光電変換部 102a に入射させ、該瞳の第 2 領域を通過した光線を第 2 光電変換部 102b に入射させることができる。瞳の第 1 領域を通過した光線によって形成される像を A 像、瞳の第 2 領域を通過した光線によって形成される像を B 像とすると、第 1 光電変換部 102a から読み出された信号が A 像の信号、第 2 光電変換部 102b から読み出された信号が B 像の信号である。

#### 【0036】

前述の第 1 光信号は A 像の信号に相当し、前述の第 2 光信号は、A 像の信号と B 像の信号との和に相当する。したがって、第 2 光信号から第 1 光信号を減じることによって B 像の信号を得ることができる。このようにして得られた A 像の信号と B 像の信号に基づいて焦点検出を行うことができる。また、第 2 光信号を画像信号として利用することができる。

#### 【0037】

撮像用の画像にはノイズの少ない画質が要求され、A 像の信号と B 像の信号とを足し合わせた信号、すなわち第 2 光信号には高い S/N が要求される。しかし、焦点検出用の信号である第 1 光信号（A 像の信号）には焦点検出できる精度があればよく、高い S/N は要求されない。したがって、第 1 光信号の読み出し時間を短くして、第 1 光信号の S/N

10

20

30

40

50

を犠牲にすることで、画像情報を劣化させることなく、高速化することができる。

【0038】

図3を参照しながら本発明の第2実施形態の固体撮像装置IS2について説明する。なお、図1に示された第1実施形態の固体撮像装置IS1における構成要素と同様の構成要素には同様の符号が付されている。また、第2実施形態として言及しない事項は、第1実施形態にしたがいう。第2実施形態の固体撮像装置IS2は、第1画素ユニット101の光電変換部と第2画素ユニット301の光電変換部とに対して共通のマイクロレンズが設けられている。

【0039】

第2実施形態の固体撮像装置IS2は、第1画素ユニット101と第2画素ユニット301からなる単位ユニットを行列状に配置した構成を有する。なお、図3には、簡略化のために1つの単位ユニットのみが示されている。第2実施形態の固体撮像装置IS2は、複数の読み出し部113、313と、複数の保持部150、350と、水平走査回路134と、アンプ133とを備えうる。固体撮像装置IS2はまた、不図示の垂直走査回路を備えうる。

【0040】

第1画素ユニット101は、第1実施形態の第1画素ユニット101と同様の構成を有する。第2画素ユニット301は、第1画素ユニット301と同様の構成要素で構成されているが、第2画素ユニット301の構成要素の配置と第1画素ユニット301の構成要素の配置とはミラー対称でありうる。第2画素ユニット301は、複数の光電変換部として、第3光電変換部302aおよび第4光電変換部302bとを含む。各画素ユニット301はまた、複数の光電変換部としての第3光電変換部302aおよび第4光電変換部302bに対して共通に設けられた第2増幅部305を含む。各画素ユニット301はまた、第2増幅部305の入力部(第2入力部)304に第3光電変換部302a、第4光電変換部302bで発生した電荷をそれぞれ転送する第3転送トランジスタ303a、第4転送トランジスタ303bを含む。各画素ユニット301はまた、第2増幅部305の入力部304の電位をリセットするリセットトランジスタ306を含みうる。各画素ユニット301はまた、画素ユニット301を列信号線311に接続する選択トランジスタ307を含みうる。

【0041】

第1画素ユニット101の第1光電変換部102aと第2画素ユニット301の第3光電変換部302aとには、共通のマイクロレンズ135が設けられている。第1画素ユニット101の第2光電変換部102bと第2画素ユニット301の第4光電変換部302bとには、共通のマイクロレンズ136が設けられている。

【0042】

読み出し部113は、第1実施形態の読み出し部113と同様の構成を有し、画素ユニット101から列信号線111に出力される信号を読み出しノードRNに読み出す。読み出し部(第2読み出し部)313は、読み出し部113と同様の構成を有し、画素ユニット301から列信号線311に出力される信号を読み出しノードRN2に読み出す。読み出し部313は、例えば、差動増幅器(OPアンプ)316と、クランプ容量314と、フィードバック容量315と、スイッチ317とを含みうる。差動増幅器316は、第1入力端子、第2入力端子および出力端子を有し、フィードバック容量315およびスイッチ317は、差動増幅器316の第1入力端子と差動増幅器316の出力端子との間に並列に配置される。クランプ容量314は、差動増幅器316の第1入力端子と読み出し部313の入力端子との間に配置される。差動増幅器316の第2入力端子には、基準電圧源318から基準電圧が供給される。差動増幅器316の出力端子は、読み出しノードRN2に接続されている。

【0043】

保持部(第2保持部)350は、読み出し部313によって読み出しノードRN2に読み出される信号を保持する。保持部350は、メモリ323、324、325、326と

10

20

30

40

50

、スイッチ 319、320、321、322と、スイッチ 327、328、329、330とを含む。メモリ 323、324、325、326は、例えば容量で構成されうる。スイッチ 319、320、321、322は、それぞれ、読み出しノード R N 3 とメモリ 323、324、325、326との間に配置されている。スイッチ 327、328は、それぞれ、水平信号線 131とメモリ 323、324との間に配置されている。スイッチ 329、338は、それぞれ、水平信号線 132とメモリ 325、326との間に配置されている。

#### 【 0 0 4 4 】

第2実施形態の固体撮像装置 I S 2 は、第1実施形態の固体撮像装置 I S 1 と同様に、図2のタイミングチャートによって示されるように動作する。読み出し部 113、313 が第1光信号の読み出しを開始してから保持部 150、350 が第1光信号の保持を終了するまでの時間を T 1 とする。また、読み出し部 113、313 が第2光信号の読み出しを開始してから保持部 150、350 が第2光信号の保持を終了するまでの時間を T 2 とする。この場合において、T 1 < T 2 が成り立つことが好ましい。また、読み出し部 113、313 がノイズ信号の読み出しを開始してから保持部 150、350 がノイズ信号の保持を終了するまでの時間を T 0 とすると、T 0 < T 1 < T 2 が成り立つことが好ましい。

#### 【 0 0 4 5 】

第1実施形態の固体撮像装置 I S 1 では、共通のマイクロレンズ 135 の下に配置された第1光電変換部 102a および第2光電変換部 102b からの信号の読み出しタイミングがわずかに異なる。一方、第2実施形態の固体撮像装置 I S 2 では、共通のマイクロレンズ 135 の下に配置された第1光電変換部 102a および第3光電変換部 302a からの信号の読み出しタイミングが同一である。同様に、第2実施形態の固体撮像装置 I S 2 では、共通のマイクロレンズ 136 の下に配置された第2光電変換部 102b および第4光電変換部 302b からの信号の読み出しタイミングが同一である。したがって、第2実施形態では、共通のマイクロレンズの下に配置された2つの光電変換部からの信号の読み出しタイミングの相違による誤差がなく、例えば、位相差方式の焦点検出の精度を向上させることができる。

#### 【 0 0 4 6 】

図4を参照しながら第3実施形態の固体撮像装置 I S 3 について説明する。第3実施形態の固体撮像装置 I S 3 は、第1光電変換部 102a に対して1つのマイクロレンズ 401 が設けられ、第2光電変換部 102b に対して1つのマイクロレンズ 402 が設けられている点で第1実施形態の固体撮像装置 I S 1 と異なる。つまり、第3実施形態の固体撮像装置 I S 3 では、第1光電変換部 102a および第2光電変換部 102b に対して別個のマイクロレンズが設けられている。他の点に関しては、第3実施形態の固体撮像装置 I S 3 は、第1実施形態の固体撮像装置 I S 1 と同様である。

#### 【 0 0 4 7 】

図5および図6を参照しながら第4実施形態の固体撮像装置 I S 4 について説明する。第4実施形態として言及しない事項は、第1実施形態にしたがうる。第4実施形態の固体撮像装置 I S 4 は、各画素ユニット 101 が少なくとも3つの光電変換部を有しうることを明示的に示すものである。各画素ユニット 101 は、前述の第1光電変換部 102a 、第2光電変換部 102b の他に、少なくとも1つの追加の光電変換部として第3光電変換部 102c を含む。これに応じて、第4実施形態の固体撮像装置 I S 4 は、第3光電変換部 102c で発生した電荷を入力部 104 に転送するための第3転送トランジスタ 103c を含む。第3転送トランジスタ 103c のゲートには、前述の不図示の垂直走査回路によって駆動される駆動線 108c が接続されている。

#### 【 0 0 4 8 】

また、保持部 150 にも、スイッチ 501、502、505、506 と、メモリ 503 、504 が追加されている。スイッチ 501 は P T N で制御され、スイッチ 502 は P T S A B C によって制御される。スイッチ 505、506 は、水平走査回路 134 によって

10

20

30

40

50

制御される。

【0049】

以下では、各画素ユニット101が3つの光電変換部を有する場合における固体撮像装置IS4の動作（駆動方法）を説明する。図6のPTXA、PTXB、PTXC、PRES、PSELは、駆動線108a、108b、108c、109、110にそれぞれ印加される信号ある。PTXA、PTXB、PTXC、PRES、PSELがハイレベルであるときに、第1転送トランジスタ103a、第2転送トランジスタ103b、第3転送トランジスタ103c、リセットトランジスタ106および選択トランジスタ107がそれぞれオンする。

【0050】

図6における時刻T601～T616の動作は、図2の時刻T201～216の動作とほぼ同様である。ただし、時刻T604～T605の期間において、PTN、PTSA、PTSABのほかにPTXABCがハイレベルとなり、スイッチ119～122のほかにスイッチ501、502がオン状態になる。これによって、読み出し部113から読み出しノードRNに出力されている信号（VCOR）が保持部150のメモリ123～126、503、504によって保持される。

【0051】

時刻T617～T618の期間において、PTXA、PTXBおよびPTXCがハイレベルとなり、これによって、転送トランジスタ103a、103b、103cがすべてオン状態になる。これによって、T614以降に第1光電変換部102aおよび第2光電変換部102bで発生した電荷と、PTXCが最後にハイレベルからローレベルになった以降に第3光電変換部102cで発生した電荷とが増幅部105の入力部104に転送される。増幅部105は、電荷の転送による入力部104の電位の変化に応じた信号を列信号線111に出力する。読み出し部113は、列信号線111に出力された信号を（-C0/Cf）のゲインで増幅した信号（第3光信号）を読み出しノードRNに出力する動作を開始する。なお、第1光電変換部102aによる電荷蓄積期間、第2光電変換部102bによる電荷蓄積期間および第3光電変換部102cによる電荷蓄積期間が相互に時間的にずれていてもよい場合もある。この場合には、時刻T617～T618において、PTXA、PTXB、PTXCのうちPTXCのみをハイレベルにしてもよい。

【0052】

時刻T619～T620の期間において、PTSABCがハイレベルとなり、これによって保持部150のスイッチ502がオン状態になる。これによって、第1光電変換部102a、第2光電変換部102b、第3光電変換部102cで発生した電荷の和に応じた信号（第3光信号）がメモリ504によって保持される。図6には、時刻T619においてPTSABCを立ち上げた例が示されているが、PTSABCは、時刻T616～T617の期間における任意の時刻において立ち上げられてもよい。

【0053】

時刻T621～T623における動作は、図2のT217～T219と同じである。ただし、水平走査回路134の走査により、メモリ123、125の信号の差分、メモリ124、126の信号の差分に加えて、メモリ503、504の信号の差分がアンプ133で増幅されて出力される。

【0054】

読み出し部113が第1光信号の読み出しを開始してから保持部150が第1光信号の保持を終了するまでの時間をT1、読み出し部113が第2光信号の読み出しを開始してから保持部150が第2光信号の保持を終了するまでの時間をT2とする。また、読み出し部113が第3光信号の読み出しを開始してから保持部150が第3光信号の保持を終了するまでの時間をT3とする。この場合において、T1 < T2 < T3が成り立つことが好ましい。ここで、第1光信号および第2光信号は、すでに定義されているとおりである。第3光信号は、第1光電変換部102a、第2光電変換部102bおよび第3光電変換部102cで発生した電荷の量に相当する信号である。より具体的には、第3光信号は、

10

20

30

40

50

第1光電変換部102a、第2光電変換部102bおよび第3光電変換部102cで発生した電荷が入力部104に転送された状態で読み出し部113によって読み出しノードRNに読み出される信号である。また、ノイズ信号も考慮すると、T0 < T1 < T2 < T3が成り立つことが好ましい。

【0055】

図6に示す例では、光電変換部から入力部104への電荷の転送を3回にわたって行っているが、これを2回にしてもよい。例えば、時刻T613～T616を省略してもよい。この場合には、水平走査回路134で走査する際に、メモリ124、126から水平信号線131、132への信号の転送を行わない。

【0056】

図5には、3つの光電変換部に対して1つの増幅部が設けられている例が示されているが、4つ以上の光電変換部に対して1つの増幅部が設けられてもよい。増幅部を共有する複数の光電変換部は、共通のマイクロレンズの下に配置されてもよいし、互いに異なるマイクロレンズの下に配置されてもよい。

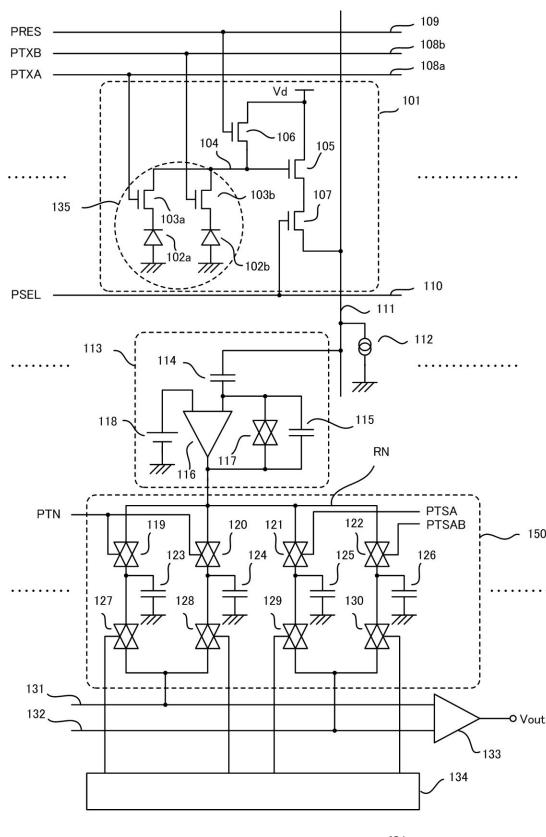
【0057】

以下、上記の各実施形態に係る固体撮像装置の応用例として、該固体撮像装置が組み込まれたカメラについて例示的に説明する。カメラの概念には、撮影を主目的とする装置のみならず、撮影機能を補助的に備える装置（例えば、パーソナルコンピュータ、携帯端末）も含まれる。カメラは、上記の実施形態として例示された本発明に係る固体撮像装置と、該固体撮像装置から出力される信号を処理する処理部とを含む。該処理部は、例えば、A/D変換器、および、該A/D変換器から出力されるデジタルデータを処理するプロセッサを含みうる。

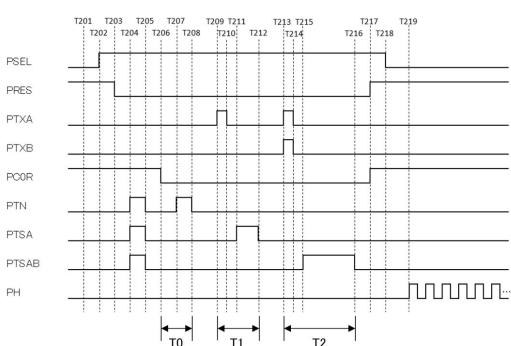
10

20

【図1】

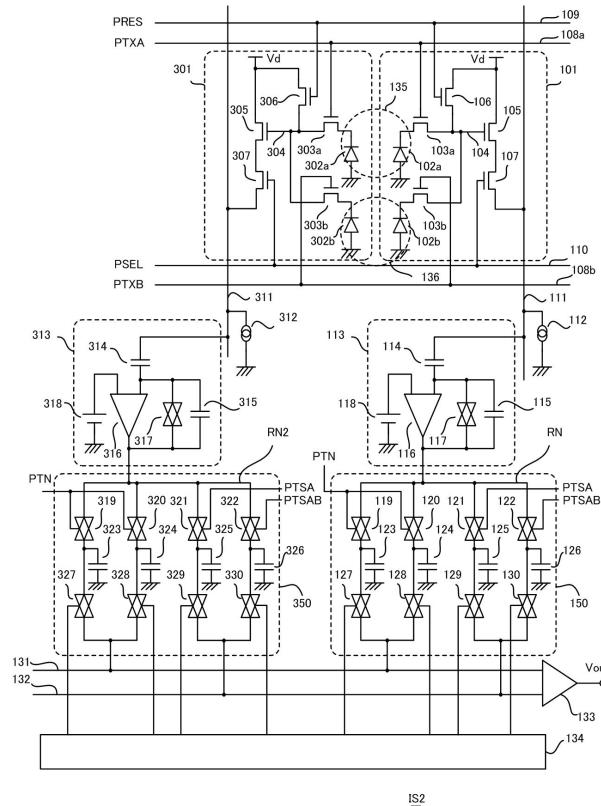


【図2】

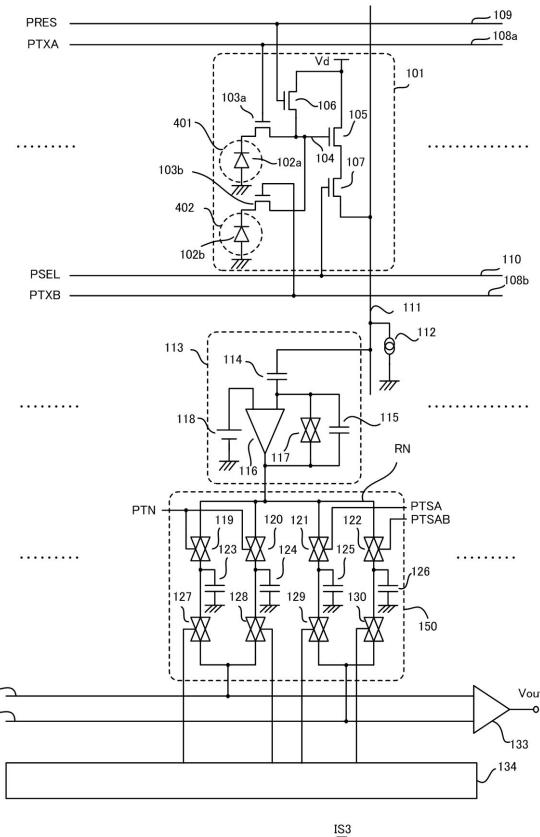


IS1

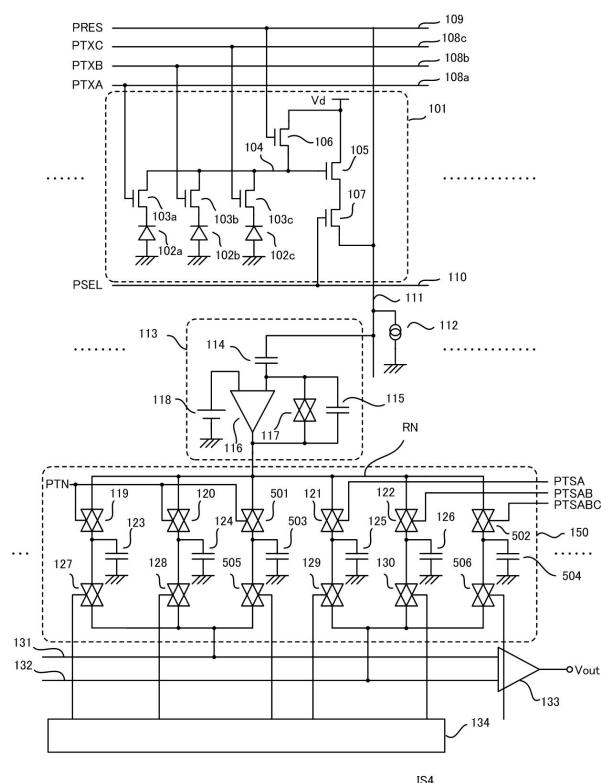
【図3】



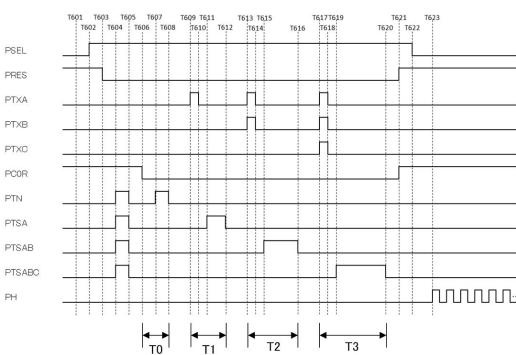
【 図 4 】



【 図 5 】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 箕輪 雅章  
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

(72)発明者 沖田 彰  
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

(72)発明者 有嶋 優  
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

(72)発明者 岩根 正晃  
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

(72)発明者 大下内 和樹  
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2011-009925 (JP, A)  
特開2004-134867 (JP, A)  
特開2010-268529 (JP, A)  
特開2010-171918 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/378  
H01L 27/146  
H04N 5/374