

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-12996

(P2019-12996A)

(43) 公開日 平成31年1月24日(2019.1.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 5/369 (2011.01)	HO4N 5/369	4M118
HO4N 5/3745 (2011.01)	HO4N 5/3745 200	5C024
HO1L 27/146 (2006.01)	HO1L 27/146 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2018-95283 (P2018-95283)	(71) 出願人	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(22) 出願日	平成30年5月17日 (2018.5.17)	(74) 代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(31) 優先権主張番号	特願2017-127582 (P2017-127582)	(74) 代理人	100137235 弁理士 寺谷 英作
(32) 優先日	平成29年6月29日 (2017.6.29)	(74) 代理人	100131417 弁理士 道坂 伸一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	高瀬 雅之 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	宍戸 三四郎 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

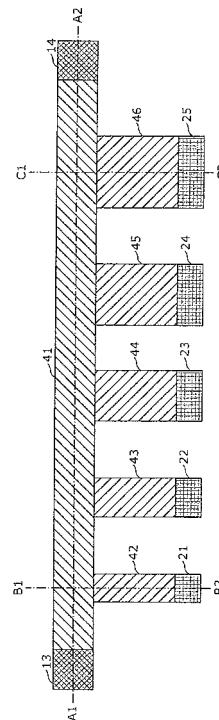
(54) 【発明の名称】 光検出装置、及び撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 光が入射されたタイミングの検出において、さらなる時間分解能の向上が望まれている。

【解決手段】 光電変換部と、光電変換部からの電荷を第1端から第2端に向かう第1方向に転送する第1電荷転送経路と、第1電荷転送経路の第1位置から分岐する第2電荷転送経路と、第1電荷転送経路の、第1位置よりも光電変換部から遠い第2位置から分岐する第3電荷転送経路と、第2電荷転送経路を經由して転送された電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、第3電荷転送経路を經由して転送された電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、第1電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えを行う第1ゲート電極と、第2電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えと、第3電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えとを行う第2ゲート電極と、を備え、平面視において、第3電荷転送経路の幅は、第2電荷転送経路の幅よりも広い、光検出装置。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電荷を生成する光電変換部と、

第 1 端と第 2 端とを有し、前記第 1 端が前記光電変換部と接続され、前記光電変換部からの電荷を前記第 1 端から前記第 2 端に向かう第 1 方向に転送する第 1 電荷転送経路と、前記第 1 電荷転送経路の第 1 位置から分岐する第 2 電荷転送経路と、

前記第 1 電荷転送経路の、前記第 1 方向において前記第 1 位置よりも前記光電変換部から遠い第 2 位置から分岐する第 3 電荷転送経路と、

前記第 1 電荷転送経路から前記第 2 電荷転送経路を經由して転送された電荷を蓄積する第 1 電荷蓄積部と、

前記第 1 電荷転送経路から前記第 3 電荷転送経路を經由して転送された電荷を蓄積する第 2 電荷蓄積部と、

前記第 1 電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えを行う第 1 ゲート電極と、

前記第 2 電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えと、前記第 3 電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えとを行う、少なくとも 1 つの第 2 ゲート電極と、

を備え、

平面視において、前記第 3 電荷転送経路の幅は、前記第 2 電荷転送経路の幅よりも広い

光検出装置。

## 【請求項 2】

前記第 1 電荷転送経路の、前記第 1 方向において前記第 1 位置と前記第 2 位置との間に位置する第 3 位置から分岐する第 4 電荷転送経路と、

前記第 1 電荷転送経路から前記第 4 電荷転送経路を經由して転送された電荷を蓄積する第 3 電荷蓄積部と、

をさらに備え、

前記少なくとも 1 つの第 2 ゲート電極は、前記第 4 電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えを行い、

前記第 1 電荷蓄積部及び前記第 2 電荷蓄積部は、蓄積された電荷を読み出す読み出し回路に接続され、

前記第 3 電荷蓄積部は、蓄積された電荷を読み出す読み出し回路に接続されていない、請求項 1 に記載の光検出装置。

## 【請求項 3】

平面視において、前記第 4 電荷転送経路の幅は、前記第 2 電荷転送経路の幅、及び前記第 3 電荷転送経路の幅よりも狭い、請求項 2 に記載の光検出装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 電荷転送経路の、前記第 1 方向において前記第 1 位置と前記第 2 位置との間に位置する第 3 位置から分岐する第 4 電荷転送経路と、

前記第 1 電荷転送経路から前記第 4 電荷転送経路を經由して転送された電荷を蓄積する第 3 電荷蓄積部と、

前記第 1 電荷蓄積部、前記第 2 電荷蓄積部、及び前記第 3 電荷蓄積部のそれぞれに接続され、蓄積された電荷を読み出す読み出し回路と、

前記読み出し回路に接続された信号処理部と、

をさらに備え、

前記少なくとも 1 つの第 2 ゲート電極は、前記第 4 電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えを行い、

前記信号処理部は、前記第 1 電荷蓄積部及び前記第 2 電荷蓄積部から読み出された電荷の電荷量を利用し、前記第 3 電荷蓄積部から読み出された電荷の電荷量は利用せずに信号処理を行う、請求項 1 に記載の光検出装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 電荷転送経路の前記第 2 端に接続する電荷掃引部をさらに備える、請求項 1 に記載の光検出装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載された光検出装置からなる複数の画素がアレイ状に配置される画素アレイを備える、撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、光を検出する光検出装置に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

光が入射されたタイミングを検出する光検出装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。これらの光検出装置によると、光が入射されたタイミングを、ある程度の精度で検出することができる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2017 - 17583 号公報

## 【発明の概要】

20

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

光が入射されたタイミングの検出において、さらなる時間分解能の向上が望まれている。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本開示の限定的ではないある例示的な実施形態によれば、以下が提供される。

## 【0006】

電荷を生成する光電変換部と、第 1 端と第 2 端とを有し、前記第 1 端が前記光電変換部と接続され、前記光電変換部からの電荷を前記第 1 端から前記第 2 端に向かう第 1 方向に転送する第 1 電荷転送経路と、前記第 1 電荷転送経路の第 1 位置から分岐する第 2 電荷転送経路と、前記第 1 電荷転送経路の、前記第 1 方向において前記第 1 位置よりも前記光電変換部から遠い第 2 位置から分岐する第 3 電荷転送経路と、前記第 1 電荷転送経路から前記第 2 電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第 1 電荷蓄積部と、前記第 1 電荷転送経路から前記第 3 電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第 2 電荷蓄積部と、前記第 1 電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えを行う第 1 ゲート電極と、前記第 2 電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えと、前記第 3 電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えとを行う、少なくとも 1 つの第 2 ゲート電極と、を備え、平面視において、前記第 3 電荷転送経路の幅は、前記第 2 電荷転送経路の幅よりも広い、光検出装置。

30

40

## 【0007】

包括的または具体的な態様は、素子、デバイス、モジュール、システム、集積回路または方法で実現されてもよい。また、包括的または具体的な態様は、素子、デバイス、モジュール、システム、集積回路および方法の任意の組み合わせによって実現されてもよい。

## 【0008】

開示された実施形態の追加的な効果および利点は、明細書および図面から明らかになる。効果および/または利点は、明細書および図面に開示の様々な実施形態または特徴によって個々に提供され、これらの 1 つ以上を得るために全てを必要とはしない。

## 【発明の効果】

## 【0009】

50

光が入射されたタイミングの検出において、時間分解能を従来よりも向上し得る。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、実施の形態1に係る光検出装置の平面図である。

【図2】図2は、実施の形態1に係る光検出装置のX1 - X2線における断面図である。

【図3】図3は、実施の形態1に係る光検出装置のY1 - Y2線における断面図である。

【図4】図4は、実施の形態1に係る光検出装置に形成される電荷転送経路の模式図である。

【図5】図5は、第1電荷転送経路が電荷を転送する様子を示す模式図である。

【図6】図6は、第2電荷転送経路が電荷を転送する様子を示す模式図である。

10

【図7】図7は、第6電荷転送経路が電荷を転送する様子を示す模式図である。

【図8】図8は、各トランジスタTG1 ~ TG5の単位ゲート幅当たりの電流 - 電圧特性を示す特性図である。

【図9】図9は、実施の形態1に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図10】図10は、第1電荷転送経路を走行中の電荷群の分布を示す模式図である。

【図11】図11は、実施の形態2に係る光検出装置10の平面図である。

【図12】図12は、実施の形態2に係る光検出装置に形成される電荷転送経路の模式図である。

【図13】図13は、実施の形態2に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図14】図14は、第1電荷転送経路を走行中の電荷群の分布を示す模式図である。

20

【図15】図15は、実施の形態3に係る光検出装置の平面図である。

【図16】図16は、実施の形態3に係る光検出装置に形成される電荷転送経路の模式図である。

【図17】図17は、実施の形態3に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図18】図18は、実施の形態4に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図19】図19は、参考例に係る光検出装置の構成図である。

【図20】図20は、参考例に係る光検出装置における、走行中の電荷群の分布を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(本開示の一態様を得るに至った知見)

ここでは、まず、参考例の光検出装置について説明する。

30

【0012】

図19は、参考例に係る光検出装置(すなわち、撮像素子101)の構成図である。

【0013】

参考例の光検出装置では、まず、第1ゲート電極111の電位を制御することで、第1ゲート電極111下にチャンネル(転送チャンネルとも呼ぶ)を形成する。そして、受光部113に光が入射したことで生成された電荷群を、その転送チャンネル内において、受光部113側から電荷掃引部114側へと走行させる。そして、電荷群の走行中に、第2ゲート電極112の電位を制御することで、その走行中の電荷群の少なくとも一部を、それぞれ

40

【0014】

ここで、参考例の光検出装置では、図19に示されるように、第1ゲート電極111下に形成されるチャンネルから分岐する各分岐転送チャンネルの幅は等しくなっている。

【0015】

発明者は、上記参考例の光検出装置に関し、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能をさらに向上すべく検討を重ねた。

【0016】

50

図20は、参考例の光検出装置における、走行中の電荷群の分布を示す模式図である。

【0017】

同図に示されるように、走行中の電荷群は、その走行距離が長くなればなるほど、すなわち、受光部113から遠くまで走行すればするほど、その電荷密度の分布が広がっていく。このため、受光部113から遠い位置（例えば、図19におけるTG3、TG4、TG5付近）まで走行した電荷群は、複数の読み出し回路で読み出されてしまうことがある。また、互いに異なる第1の電荷群と第2の電荷群とが、受光部113から遠い位置（例えば、図20におけるTG3、TG4、TG5付近）まで走行した場合に、第1の電荷群の一部と第2の電荷群の一部とが混じり合ってしまう領域が生じることがある。

【0018】

発明者は、光検出装置において、これら現象による影響を抑制することで、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得ることを見出した。

【0019】

発明者は、このような検討を重ねた結果、下記光検出装置、及び撮像装置に想到した。

【0020】

本開示の一態様に係る光検出装置は、電荷を生成する光電変換部と、第1端と第2端とを有し、前記第1端が前記光電変換部と接続され、前記光電変換部からの電荷を前記第1端から前記第2端に向かう第1方向に転送する第1電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路の第1位置から分岐する第2電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路の、前記第1方向において前記第1位置よりも前記光電変換部から遠い第2位置から分岐する第3電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路から前記第2電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第1電荷転送経路から前記第3電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、前記第1電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えを行う第1ゲート電極と、前記第2電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えと、前記第3電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えとを行う、少なくとも1つの第2ゲート電極と、を備え、平面視において、前記第3電荷転送経路の幅は、前記第2電荷転送経路の幅よりも広い。

【0021】

上記構成の光検出装置では、光電変換部（受光部）から、電荷の転送経路において遠い側に位置する第3電荷転送経路の幅のほうが、近い側に位置する第2電荷転送経路の幅よりも広がっている。このため、第1電荷転送経路における第2電荷転送経路への分岐点近傍を走行中の電荷群の電荷分布密度よりも、第1電荷転送経路における第3電荷転送経路への分岐点近傍を走行中の電荷群の電荷密度の方が広がってしまっても、第3電荷転送経路への分岐点近傍を走行中の電荷群の一部の電荷を、第2電荷蓄積部以外の電荷蓄積部に蓄積してしまう可能性を低減し得る。

【0022】

従って、上記構成の光検出装置によると、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得る。

【0023】

本開示の一態様に係る光検出装置は、電荷を生成する光電変換部と、第1端と第2端とを有し、前記第1端が前記光電変換部と接続され、前記光電変換部からの電荷を前記第1端から前記第2端に向かう第1方向に転送する第1電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路の第1位置から分岐する第2電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路の、前記第1方向において前記第1位置よりも前記光電変換部から遠い第2位置から分岐する第3電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路の、前記第1方向において前記第1位置と前記第2位置との間に位置する第3位置から分岐する第4電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路から前記第2電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第1電荷転送経路から前記第3電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、前記第1電荷転送経路から前記第4電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第3電荷蓄積部と、前記第1電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えを

10

20

30

40

50

行う第1ゲート電極と、前記第2電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えと、前記第3電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えと、前記第4電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えとを行う、少なくとも1つの第2ゲート電極と、を備え、記第1電荷蓄積部及び前記第2電荷蓄積部は、蓄積された電荷を読み出す読み出し回路に接続され、前記第3電荷蓄積部は、蓄積された電荷を読み出す読み出し回路に接続されていない。

【0024】

上記構成の光検出装置では、第1電荷転送経路において、第2電荷転送経路への分岐点近傍を走行中の第1の電荷群の一部と、第3電荷転送経路への分岐点近傍を走行中の第2の電荷群の一部とが、第4電荷転送経路への分岐点経路近傍で混じり合ってしまうと、第4電荷転送経路の分岐点近傍で混じり合っている電荷群の一部の電荷が読み出されることはない。これに対して、第2電荷転送経路への分岐点近傍を走行中の第1の電荷群の一部は、第1電荷蓄積部に蓄積された電荷として読み出され、第3電荷転送経路への分岐点近傍を走行中の第2の電荷群の一部は、第2電荷蓄積部に蓄積された電荷として読み出される。

10

【0025】

従って、上記構成の光検出装置によると、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得る。

【0026】

また、例えば、前記第4電荷転送経路の幅は、前記第2電荷転送経路の幅、及び前記第3電荷転送経路の幅よりも狭いとしてもよい。

20

【0027】

これにより、読み出しの対象となる電荷の割合を、より高くすることができる。このため、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能をさらに向上し得る。

【0028】

本開示の一態様に係る光検出装置は、電荷を生成する光電変換部と、第1端と第2端とを有し、前記第1端が前記光電変換部と接続され、前記光電変換部からの電荷を前記第1端から前記第2端に向かう第1方向に転送する第1電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路の第1位置から分岐する第2電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路の、前記第1方向において前記第1位置よりも前記光電変換部から遠い第2位置から分岐する第3電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路の、前記第1方向において前記第1位置と前記第2位置との間に位置する第3位置から分岐する第4電荷転送経路と、前記第1電荷転送経路から前記第2電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第1電荷転送経路から前記第3電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、前記第1電荷転送経路から前記第4電荷転送経路を経由して転送された電荷を蓄積する第3電荷蓄積部と、前記第1電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えを行う第1ゲート電極と、前記第2電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えと、前記第3電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えと、前記第4電荷転送経路における電荷の転送及び遮断の切り替えとを行う、少なくとも1つの第2ゲート電極と、前記第1電荷蓄積部、前記第2電荷蓄積部、及び前記第3電荷蓄積部のそれぞれに接続され、蓄積された電荷を読み出す読み出し回路と、前記読み出し回路に接続された信号処理部と、を備え、前記信号処理部は、前記第1電荷蓄積部及び前記第2電荷蓄積部から読み出された電荷の電荷量を利用し、前記第3電荷蓄積部から読み出された電荷の電荷量は利用せずに信号処理を行う。

30

40

【0029】

上記構成の光検出装置では、第1の電荷転送経路を、第1の電荷群と第2の電荷群とが走行している場合において、第1の電荷群の一部と第2の電荷群の一部とが混じり合ってしまう領域の電荷が読み出されてしまっても、その混じり合ってしまう領域の電荷に対応する信号を利用せずに、信号処理を行うことが可能となる。

【0030】

50

従って、上記構成の光検出装置によると、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得る。

【0031】

本開示の一態様に係る撮像装置は、上記光検出装置からなる複数の画素がアレイ状に配置される画素アレイを備える。

【0032】

上記構成の撮像装置が備える複数の画素は、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得る光検出装置からなる。

【0033】

従って、上記構成の撮像装置によると、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得る。

【0034】

以下、本開示の一態様に係る光検出装置、及び撮像装置の具体例について、図面を参照しながら説明する。ここで示す実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。従って、以下の実施の形態で示される数値、形状、構成要素、構成要素の配置及び接続形態、並びに、ステップ（工程）及びステップの順序等は、一例であって本開示を限定するものではない。以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意に付加可能な構成要素である。また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。

【0035】

（実施の形態1）

以下、実施の形態1に係る撮像装置について、図面を参照しながら説明する。この撮像装置は、実施の形態1に係る光検出装置からなる複数の画素がアレイ状に配置される画素アレイを備える。

【0036】

[1-1.構成]

ここではまず、実施の形態1に係る光検出装置について説明する。

【0037】

図1は、実施の形態1に係る光検出装置10の平面図である。図2は、実施の形態1に係る光検出装置10の、図1に示すX1-X2線における断面図である。図3は、実施の形態1に係る光検出装置10の、図1に示すY1-Y2線における断面図である。

【0038】

図1、図2、図3に示されるように、光検出装置10は、第1ゲート電極11と、第2ゲート電極12と、光電変換部13と、電荷掃引部14と、注入領域15と、第1電荷蓄積部21と、第2電荷蓄積部22と、第3電荷蓄積部23と、第4電荷蓄積部24と、第5電荷蓄積部25とを含んで構成される。

【0039】

図1に示されるように、第5電荷蓄積部25の幅は、第4電荷蓄積部24の幅よりも広く、第4電荷蓄積部24の幅は、第3電荷蓄積部23の幅よりも広く、第3電荷蓄積部23の幅は、第2電荷蓄積部22の幅よりも広く、第2電荷蓄積部22の幅は、第1電荷蓄積部21の幅よりも広くなっている。なお、図1、図2、図3は、あくまでも説明のための模式的な図であり、図面中における各部のサイズは、必ずしも現実のサイズを反映していない。他の図面についても同様に、図面中に示される要素のサイズと、その要素の現実のサイズとが一致しないことがある。

【0040】

光電変換部13は、入射した光を受けて電荷を生成可能な光電変換素子を含む。ここでは、光電変換素子としてフォトダイオードを例示する。

【0041】

図2および図3に示されるように、この例では、光電変換部13、電荷掃引部14、注入領域15、第1電荷蓄積部21、第2電荷蓄積部22、第3電荷蓄積部23、第4電荷

10

20

30

40

50

蓄積部 2 4、及び第 5 電荷蓄積部 2 5 は、シリコン ( S i ) 基板などの半導体基板 2 内に形成されている。半導体基板 2 は、その全体が半導体である基板に限定されず、感光領域が形成される側の表面に半導体層が設けられた絶縁性基板などであってもよい。以下では、半導体基板 2 として p 型シリコン基板を例示する。この例では、p 型シリコン基板に不純物領域 (ここでは N 型領域) を形成することにより、光電変換部 1 3 が形成されている。また、p 型シリコン基板に、光電変換部 1 3 と同等、あるいは高い濃度の不純物領域 (ここでは N 型領域) を形成することにより、注入領域 1 5 が形成されている。そして、p 型シリコン基板に、注入領域 1 5 よりも高い濃度の不純物領域 (ここでは N 型領域) を形成することにより、第 1 電荷蓄積部 2 1、第 2 電荷蓄積部 2 2、第 3 電荷蓄積部 2 3、第 4 電荷蓄積部 2 4、及び第 5 電荷蓄積部 2 5 が形成される。

10

## 【 0 0 4 2 】

図 1 に示されるように、第 5 電荷蓄積部 2 5 の幅は、第 4 電荷蓄積部 2 4 の幅より広く、第 4 電荷蓄積部 2 4 の幅は、第 3 電荷蓄積部 2 3 の幅より広く、第 3 電荷蓄積部 2 3 の幅は、第 2 電荷蓄積部 2 2 の幅より広く、第 2 電荷蓄積部 2 2 の幅は、第 1 電荷蓄積部 2 1 の幅より広い。

## 【 0 0 4 3 】

また、図 1 に示されるように、注入領域 1 5 は、長尺状の主部 3 0 と、第 1 フィンガ部 3 1 と、第 2 フィンガ部 3 2 と、第 3 フィンガ部 3 3 と、第 4 フィンガ部 3 4 と、第 5 フィンガ部 3 5 とから構成される。主部 3 0 の一端は光電変換部 1 3 に接続され、他端は電荷掃引部 1 4 に接続される。第 1 フィンガ部 3 1 は、主部 3 0 から分岐して第 1 電荷蓄積部 2 1 に接続される。第 2 フィンガ部 3 2 は、主部 3 0 から分岐して第 2 電荷蓄積部 2 2 に接続される。第 3 フィンガ部 3 3 は、主部 3 0 から分岐して第 3 電荷蓄積部 2 3 に接続される。第 4 フィンガ部 3 4 は、主部 3 0 から分岐して第 4 電荷蓄積部 2 4 に接続される。第 5 フィンガ部 3 5 は、主部 3 0 から分岐して第 5 電荷蓄積部 2 5 に接続される。

20

## 【 0 0 4 4 】

図 1 に示されるように、第 5 フィンガ部 3 5 の幅は、第 5 電荷蓄積部 2 5 の幅と等しい。第 4 フィンガ部 3 4 の幅は、第 4 電荷蓄積部 2 4 の幅と等しい。第 3 フィンガ部 3 3 の幅は、第 3 電荷蓄積部 2 3 の幅と等しい。第 2 フィンガ部 3 2 の幅は、第 2 電荷蓄積部 2 2 の幅と等しい。第 1 フィンガ部 3 1 の幅は、第 1 電荷蓄積部 2 1 の幅と等しい。すなわち、第 5 フィンガ部 3 5 の幅は、第 4 フィンガ部 3 4 の幅より広い。第 4 フィンガ部 3 4 の幅は、第 3 フィンガ部 3 3 の幅より広い。第 3 フィンガ部 3 3 の幅は、第 2 フィンガ部 3 2 の幅より広い。第 2 フィンガ部 3 2 の幅は、第 1 フィンガ部 3 1 の幅より広い。また、第 5 フィンガ部 3 5 は、第 4 フィンガ部 3 4 よりも、光電変換部 1 3 から遠い位置において主部 3 0 から分岐している。第 4 フィンガ部 3 4 は、第 3 フィンガ部 3 3 よりも、光電変換部 1 3 から遠い位置において主部 3 0 から分岐している。第 3 フィンガ部 3 3 は、第 2 フィンガ部 3 2 よりも、光電変換部 1 3 から遠い位置において主部 3 0 から分岐している。第 2 フィンガ部 3 2 は、第 1 フィンガ部 3 1 よりも、光電変換部 1 3 から遠い位置において主部 3 0 から分岐している。

30

## 【 0 0 4 5 】

図 1 ~ 図 3 に示されるように、第 1 ゲート電極 1 1 は、主部 3 0 の上方に重ねて配置されている。そして、第 2 ゲート電極 1 2 は、第 1 フィンガ部 3 1 ~ 第 5 フィンガ部 3 5 にまたがって、それらの上方に重ねて配置されている。

40

## 【 0 0 4 6 】

ここでは、第 2 ゲート電極 1 2 と第 1 フィンガ部 3 1 とによって形成されるトランジスタを T G 1 と呼ぶ。第 2 ゲート電極 1 2 と第 2 フィンガ部 3 2 とによって形成されるトランジスタを T G 2 と呼ぶ。第 2 ゲート電極 1 2 と第 3 フィンガ部 3 3 とによって形成されるトランジスタを T G 3 と呼ぶ。第 2 ゲート電極 1 2 と第 4 フィンガ部 3 4 とによって形成されるトランジスタを T G 4 と呼ぶ。第 2 ゲート電極 1 2 と第 5 フィンガ部 3 5 とによって形成されるトランジスタを T G 5 と呼ぶ。

## 【 0 0 4 7 】

50



注入領域 15 は、その上部に位置するゲート電極（ここでは、例えば、第 1 ゲート電極 11 又は第 2 ゲート電極 12）に所定電位が印加されることで、その表面部分に、反転層が形成される。この反転層は、光電変換部 13 によって生成された電荷を、電荷掃引部 14、第 1 電荷蓄積部 21、第 2 電荷蓄積部 22、第 3 電荷蓄積部 23、第 4 電荷蓄積部 24、又は第 5 電荷蓄積部 25 のいずれかに転送する電荷転送経路として機能する。

【0048】

図 4 は、第 1 ゲート電極 11 に第 1 の所定電位が印加され、第 2 ゲート電極 12 に第 2 の所定電位が印加される場合において形成される電荷転送経路を模式的に図示する模式図である。ここで、第 1 の所定電位は、第 1 ゲート電極 11 の下に位置する注入領域 15 の表面に反転層を形成するための電位である。また、第 2 の所定電位は、第 2 ゲート電極 12 の下に位置する注入領域 15 の表面に反転層を形成するための電位である。

10

【0049】

図 4 に示されるように、注入領域 15 の表面に形成される電荷転送経路は、第 1 電荷転送経路 41 と、第 2 電荷転送経路 42 と、第 3 電荷転送経路 43 と、第 4 電荷転送経路 44 と、第 5 電荷転送経路 45 と、第 6 電荷転送経路 46 とから構成される。ここで、第 1 電荷転送経路 41 の幅は、主部 30 の幅と略等しくなる。第 6 電荷転送経路 46 の幅は、第 5 フィンガ部 35 の幅と略等しくなる。第 5 電荷転送経路 45 の幅は、第 4 フィンガ部 34 の幅と略等しくなる。第 4 電荷転送経路 44 の幅は、第 3 フィンガ部 33 の幅と略等しくなる。第 3 電荷転送経路 43 の幅は、第 2 フィンガ部 32 の幅と略等しくなる。第 2 電荷転送経路 42 の幅は、第 1 フィンガ部 31 の幅と略等しくなる。ここで、「略等しい」とは、例えば幅の差が 20% 以内であることを意味する。

20

【0050】

このため、第 6 電荷転送経路 46 の幅は、第 5 電荷転送経路 45 の幅よりも広くなる。第 5 電荷転送経路 45 の幅は、第 4 電荷転送経路 44 の幅よりも広くなる。第 4 電荷転送経路 44 の幅は、第 3 電荷転送経路 43 の幅よりも広くなる。第 3 電荷転送経路 43 の幅は、第 2 電荷転送経路 42 の幅よりも広くなる。第 2 電荷転送経路 42 の幅は、第 1 電荷転送経路 41 の幅よりも広くなる。また、第 6 電荷転送経路 46 は、第 5 電荷転送経路 45 よりも、光電変換部 13 から遠い位置において第 1 電荷転送経路 41 から分岐する。第 5 電荷転送経路 45 は、第 4 電荷転送経路 44 よりも、光電変換部 13 から遠い位置において第 1 電荷転送経路 41 から分岐する。第 4 電荷転送経路 44 は、第 3 電荷転送経路 43 よりも、光電変換部 13 から遠い位置において第 1 電荷転送経路 41 から分岐する。第 3 電荷転送経路 43 は、第 2 電荷転送経路 42 よりも、光電変換部 13 から遠い位置において第 1 電荷転送経路 41 から分岐する。

30

【0051】

第 1 電荷転送経路 41 は、電荷掃引部 14 の電位を、光電変換部 13 の電位よりも低い所定の電位とすることで、光電変換部 13 で発生した電荷を電荷掃引部 14 へ転送する。

【0052】

図 5 は、図 4 に示す A1 - A2 線の断面において、第 1 電荷転送経路 41 が、電荷を転送する様子を示す模式図である。実線で示されるのは、図 4 に示す A1 - A2 線の断面におけるポテンシャルである。

40

【0053】

同図に示されるように、電荷掃引部 14 の電位を、光電変換部 13 の電位よりも低い所定の電位とすることで、第 1 電荷転送経路 41 内のポテンシャルは、光電変換部 13 側から電荷掃引部 14 側へと傾斜することとなる。これにより、第 1 電荷転送経路 41 は、光電変換部 13 で発生した電荷を電荷掃引部 14 へ転送する。

【0054】

図 6 は、図 4 に示す B1 - B2 線の断面において、第 2 電荷転送経路 42 が、電荷を転送する様子を示す模式図である。実線で示されるのは、図 4 に示す B1 - B2 線の断面における、トランジスタ TG1 がオフのときのポテンシャルである。破線で示されるのは、図 4 に示す B1 - B2 線の断面における、トランジスタ TG1 がオンのときのポテンシ

50

ルである。

【 0 0 5 5 】

同図に示されるように、第 1 電荷蓄積部 2 1 の電位を、第 1 電荷転送経路 4 1 における第 2 電荷転送経路 4 2 への分岐点の電位よりも低い所定の電位とすることで、第 2 電荷転送経路 4 2 内のポテンシャルは、図 6 中の破線で示されるように、第 1 電荷転送経路 4 1 側から第 1 電荷蓄積部 2 1 側へと傾斜することとなる。このため、第 2 電荷転送経路 4 2 は、第 1 電荷転送経路 4 1 を転送中の電荷群の一部の電荷を、第 1 電荷蓄積部 2 1 へ転送する。

【 0 0 5 6 】

一方で、T G 1 がオフの場合には、第 2 電荷転送経路 4 2 は形成されない。この場合には、第 1 電荷転送経路 4 1 における第 2 電荷転送経路 4 2 への分岐点と第 1 電荷蓄積部 2 1 との間のポテンシャルは、図 6 中の実線に示されるようになる。このため、この場合には、第 1 電荷転送経路 4 1 を走行中の電荷は、第 1 電荷蓄積部 2 1 へ転送されることはない。

10

【 0 0 5 7 】

同様に、第 2 電荷蓄積部 2 2 ~ 第 5 電荷蓄積部 2 5 の電位のそれぞれを、第 1 電荷転送経路 4 1 における第 3 電荷転送経路 4 3 ~ 第 6 電荷転送経路 4 6 への分岐点の電位よりも低い所定の電位とすることで、第 3 電荷転送経路 4 3 ~ 第 6 電荷転送経路 4 6 のそれぞれは、第 1 電荷転送経路 4 1 を転送中の電荷群の一部の電荷を、第 2 電荷蓄積部 2 2 ~ 第 5 電荷蓄積部 2 5 へ転送する。

20

【 0 0 5 8 】

一例として、図 7 は、図 4 に示す C 1 - C 2 線の断面において、第 6 電荷転送経路 4 6 が、電荷を転送する様子を示す模式図である。実線で示されるのは、図 4 に示す C 1 - C 2 線の断面における、トランジスタ T G 5 がオフのときのポテンシャルである。破線で示されるのは、図 4 に示す C 1 - C 2 線の断面における、トランジスタ T G 5 がオンのときのポテンシャルである。

【 0 0 5 9 】

但し、例えば、図 6 と図 7 とを比較しても理解されるように、第 1 電荷転送経路 4 1 における、他の各電荷転送経路への分岐点における電位は、第 2 電荷転送経路 4 2 への分岐点側から第 6 電荷転送経路 4 6 への分岐点側へかけて、順に低くなっている。このため、第 2 電荷転送経路 4 2 から第 6 電荷転送経路 4 6 のそれぞれにおける単位幅当たりの電荷転送量は、第 2 電荷転送経路 4 2 から第 6 電荷転送経路 4 6 にかけて、順に少なくなっている。言い換えると、T G 1 ~ T G 5 における単位ゲート幅当たりの電流駆動能力は、T G 1 ~ T G 5 にかけて、順に低下していく。

30

【 0 0 6 0 】

図 8 に、T G 1 ~ T G 5 のそれぞれについて、第 1 電荷転送経路 4 1 側をソース、第 1 電荷蓄積部 2 1 ~ 第 5 電荷蓄積部 2 5 側をドレインとする場合における、各トランジスタ T G 1 ~ T G 5 の単位ゲート幅当たりの電流 - 電圧特性を示す特性図を示す。

【 0 0 6 1 】

第 1 電荷蓄積部 2 1 は、第 2 電荷転送経路 4 2 を経由して転送された電荷を蓄積する。第 2 電荷蓄積部 2 2 は、第 3 電荷転送経路 4 3 を経由して転送された電荷を蓄積する。第 3 電荷蓄積部 2 3 は、第 4 電荷転送経路 4 4 を経由して転送された電荷を蓄積する。第 4 電荷蓄積部 2 4 は、第 5 電荷転送経路 4 5 を経由して転送された電荷を蓄積する。第 5 電荷蓄積部 2 5 は、第 6 電荷転送経路 4 6 を経由して転送された電荷を蓄積する。

40

【 0 0 6 2 】

図 1 に示されるように、第 1 電荷蓄積部 2 1 ~ 第 5 電荷蓄積部 2 5 のそれぞれは、ソースフォロアトランジスタ 6 0 a ~ ソースフォロアトランジスタ 6 0 e を介して、蓄積された電荷を読み出す読み出し回路 7 0 a ~ 読み出し回路 7 0 e に接続される。

【 0 0 6 3 】

第 1 ゲート電極 1 1 と第 2 ゲート電極 1 2 とは、例えば、不純物が注入されることによ

50

り導電性が付与されたポリシリコンから形成される。

【0064】

第1ゲート電極11は、印加電圧を切り替えることで、第1ゲート電極11の下に位置する注入領域15の表面に反転層を形成されるか否かの切り替えを行うことができる。

【0065】

すなわち、第1ゲート電極11は、印加電圧を切り替えることで、第1電荷転送経路41を經由した、電荷の転送及び遮断の切り替えを行う。

【0066】

同様に、第2ゲート電極12は、印加電圧を切り替えることで、第2ゲート電極12の下に位置する注入領域15の表面に反転層を形成されるか否かの切り替えを行うことができる。

10

【0067】

すなわち、第2ゲート電極12は、印加電圧を切り替えることで、第2電荷転送経路42を經由した、電荷の転送及び遮断の切り替えと、第3電荷転送経路43を經由した、電荷の転送及び遮断の切り替えと、第4電荷転送経路44を經由した、電荷の転送及び遮断の切り替えと、第5電荷転送経路45を經由した、電荷の転送及び遮断の切り替えと、第6電荷転送経路46を經由した、電荷の転送及び遮断の切り替えとを行う。

【0068】

次に、上記構成の光検出装置10を含んで構成される、実施の形態1に係る撮像装置について説明する。

20

【0069】

図9は、実施の形態1に係る撮像装置1の構成を示すブロック図である。

【0070】

同図に示されるように、撮像装置1は、画素アレイ50と、垂直走査回路51と、読み出し回路52と、信号処理部53とを備える。

【0071】

画素アレイ50は、光検出装置10からなる画素が、アレイ状（例えば、行列状）に複数配置されて構成される。

【0072】

各光検出装置10において、第1電荷蓄積部21～第5電荷蓄積部25のそれぞれは、ソースフォロアトランジスタ60a～ソースフォロアトランジスタ60eと、読み出し線61a～読み出し線61eとを介して読み出し回路52に接続される。すなわち、図1における読み出し回路70a～読み出し回路70eは、それぞれ、図9における読み出し回路52に対応する。ここで、読み出し線61a～読み出し線61eは、列単位で共通の信号線となっている。

30

【0073】

また、各光検出装置10は、行単位で共通な複数の制御信号線（図示されず）を介して垂直走査回路51に接続される。

【0074】

垂直走査回路51は、画素アレイ50に対して、行単位で共通な複数の制御信号線（図示されず）を介して、各光検出装置10の動作を、行単位で制御する。

40

【0075】

垂直走査回路51は、画素アレイ50の最上位側の行から最下位側の行に向けて順に、行単位による光検出装置10の制御を、所定周期で繰り返し行う。

【0076】

読み出し回路52は、垂直走査回路51と同期して動作し、画素アレイ50から、垂直走査回路51によって制御される行単位で、その行に位置する各光検出装置10における第1電荷蓄積部21～第5電荷蓄積部25に蓄積された電荷の量に応じた信号を読み出す。そして、読み出した信号を、信号処理部53へ出力する。

【0077】

50

信号処理部 5 3 は、読み出し回路 5 2 から出力された信号に対して、各種信号処理を行う。一例として、信号処理部 5 3 は、プロセッサとメモリとを含んで構成され、メモリに記憶されるプログラムをプロセッサが実行することで実現されてもよいし、専用ハードウェアによって実現されてもよい。

【 0 0 7 8 】

[ 1 - 2 . 考 察 ]

以下、光検出装置 1 0 について考察する。

【 0 0 7 9 】

図 1 0 は、光検出装置 1 0 における、第 1 電荷転送経路 4 1 を走行中の電荷群の分布を示す模式図である。

10

【 0 0 8 0 】

同図に示されるように、第 1 電荷転送経路 4 1 を走行中の電荷群は、その走行距離が長くなればなるほど、すなわち、光電変換部 1 3 から遠くまで走行すればするほど、その電荷密度の分布が広がっていく。

【 0 0 8 1 】

一方で、上述した通り、第 1 電荷転送経路 4 1 から分岐する第 2 電荷転送経路 4 2 ~ 第 6 電荷転送経路 4 6 は、分岐する位置が光電変換部 1 3 から遠くなれば遠くなる程、電荷転送経路の幅が広がっていく。

【 0 0 8 2 】

このため、例えば、第 1 電荷転送経路 4 1 から分岐する位置が、光電変換部 1 3 から比較的近い位置の電荷転送経路（ここでは、例えば、第 2 電荷転送経路 4 2 ）への分岐点近傍を走行中の電荷群の電荷分布密度よりも、光電変換部 1 3 から比較的遠い位置の電荷転送経路（ここでは、例えば、第 6 電荷転送経路 4 6 。以下、「遠方電荷転送経路」とも呼ぶ。）への分岐点近傍を走行中の電荷群の電荷分布密度の方が広がってしまったとする。しかしこの場合でも、その遠方電荷転送経路への分岐点近傍を走行中の電荷群の一部の電荷を、対応する電荷蓄積部（ここでは、例えば、第 5 電荷蓄積部 2 5 ）以外の電荷蓄積部に蓄積してしまう可能性を低減し得る。

20

【 0 0 8 3 】

従って、光検出装置 1 0 によると、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得る。

30

【 0 0 8 4 】

また、上述した通り、図 8 に示されるように、T G 1 ~ T G 5 は、光電変換部 1 3 から遠くなればなるほど、単位ゲート幅当たりの電流駆動能力が低下していく。

【 0 0 8 5 】

一方で、図 1 に示されるように、T G 1 ~ T G 5 は、光電変換部 1 3 から遠くなればなるほど、ゲート幅は広がっていく。

【 0 0 8 6 】

このため、光電変換部 1 3 から比較的遠い位置のトランジスタ（ここでは、例えば、T G 5 ）は、光電変換部 1 3 から比較的近い位置のトランジスタ（ここでは、例えば、T G 1 ）と比べて、単位ゲート幅当たりの電流駆動能力は低下するものの、ゲート幅が広がっていることにより、トランジスタとしての電流駆動能力の低下は抑制されることとなる。

40

【 0 0 8 7 】

これにより、光検出装置 1 0 では、光電変換部 1 3 から比較的遠い位置のトランジスタ（ここでは、例えば、T G 5 ）であっても、読み出しのために必要となる電荷を、対応する電荷蓄積部（ここでは、例えば、第 5 電荷蓄積部 2 5 ）に蓄積するために、そのトランジスタをオンにしておく必要がある期間を短縮し得る。

【 0 0 8 8 】

従って、光検出装置 1 0 によると、電荷を読み出す読み出しサイクルを、短縮し得る。

【 0 0 8 9 】

50

## (実施の形態 2)

ここでは、実施の形態 1 に係る撮像装置 1 から、その構成の一部が変更された実施の形態 2 に係る撮像装置について説明する。

## 【0090】

実施の形態 1 では、撮像装置 1 を構成する光検出装置 10 は、各電荷蓄積部（第 1 電荷蓄積部 21 ~ 第 5 電荷蓄積部 25）に、それぞれ読み出し回路が接続される構成であった。

## 【0091】

これに対して、実施の形態 2 では、実施の形態 2 に係る撮像装置を構成する光検出装置は、一部の電荷蓄積部には読み出し回路が接続される一方で、他の一部の電荷蓄積部には読み出し回路が接続されない構成となっている。

10

## 【0092】

## [2-1.構成]

以下、実施の形態 2 に係る撮像装置について、実施の形態 1 に係る撮像装置 1 との相違点を中心に、図面を参照しながら説明する。

## 【0093】

図 11 は、実施の形態 2 に係る光検出装置 10a の平面図である。

## 【0094】

同図に示されるように、光検出装置 10a は、実施の形態 1 に係る光検出装置 10 から、注入領域 15 が注入領域 15a に変更されている。また、第 1 電荷蓄積部 21 が第 1 電荷蓄積部 21a に変更されている。また、第 2 電荷蓄積部 22 が第 2 電荷蓄積部 22a に変更されている。また、第 3 電荷蓄積部 23 が第 3 電荷蓄積部 23a に変更されている。また、第 4 電荷蓄積部 24 が第 4 電荷蓄積部 24a に変更されている。また、第 5 電荷蓄積部 25 が第 5 電荷蓄積部 25a に変更されている。

20

## 【0095】

そして、第 1 電荷蓄積部 21a、第 3 電荷蓄積部 23a、第 5 電荷蓄積部 25a は、それぞれ、読み出し回路 70a、読み出し回路 70c、読み出し回路 70e に接続される。一方、第 2 電荷蓄積部 22a と第 4 電荷蓄積部 24a とは、読み出し回路に接続されないように変更されている。

## 【0096】

すなわち、光検出装置 10a は、読み出し回路に接続される電荷蓄積部（ここでは、例えば、第 1 電荷蓄積部 21a、第 3 電荷蓄積部 23a、第 5 電荷蓄積部 25a）と、読み出し回路に接続されない電荷蓄積部（ここでは、第 2 電荷蓄積部 22a、第 4 電荷蓄積部 24a）とが、光電変換部 13 側から順に交互に配置される構成となっている。

30

## 【0097】

また、図 11 に示されるように、第 1 電荷蓄積部 21a の幅と、第 2 電荷蓄積部 22a の幅と、第 3 電荷蓄積部 23a の幅と、第 4 電荷蓄積部 24a の幅と、第 5 電荷蓄積部 25a の幅とが等しくなっている。

## 【0098】

注入領域 15a は、実施の形態 1 に係る注入領域 15 から、主部 30 が主部 30a に変更されている。また、第 1 フィンガ部 31 が第 1 フィンガ部 31a に変更されている。また、第 2 フィンガ部 32 が第 2 フィンガ部 32a に変更されている。また、第 3 フィンガ部 33 が第 3 フィンガ部 33a に変更されている。また、第 4 フィンガ部 34 が第 4 フィンガ部 34a に変更されている。また、第 5 フィンガ部 35 が第 5 フィンガ部 35a に変更されている。

40

## 【0099】

上述したように、第 1 電荷蓄積部 21a の幅と、第 2 電荷蓄積部 22a の幅と、第 3 電荷蓄積部 23a の幅と、第 4 電荷蓄積部 24a の幅と、第 5 電荷蓄積部 25a の幅とが等しくなっている。このことから、図 11 に示されるように、第 1 フィンガ部 31a の幅と、第 2 フィンガ部 32a の幅と、第 3 フィンガ部 33a の幅と、第 4 フィンガ部 34a の

50

幅と、第5フィンガ部35aの幅とが等しくなっている。

【0100】

図12は、第1ゲート電極11に第1の所定電位が印加され、第2ゲート電極12に第2の所定電位が印加される場合において形成される電荷転送経路を模式的に図示する模式図である。ここで、第1の所定電位は、第1ゲート電極11の下に位置する注入領域15aの表面に反転層を形成するための電位であり、第2の所定電位は、第2ゲート電極12の下に位置する注入領域15aの表面に反転層を形成するための電位である。

【0101】

図12に示されるように、注入領域15aの表面に形成される電荷転送経路は、実施の形態1に係る電荷転送経路から、第2電荷転送経路42が第2電荷転送経路42aに変更される。また、第3電荷転送経路43が第3電荷転送経路43aに変更される。また、第4電荷転送経路44が第4電荷転送経路44aに変更される。また、第5電荷転送経路45が第5電荷転送経路45aに変更される。また、第6電荷転送経路46が第6電荷転送経路46aに変更されるように形成される。

10

【0102】

ここで、第2電荷転送経路42aの幅は、第1フィンガ部31aの幅と略等しくなる。また、第3電荷転送経路43aの幅は、第2フィンガ部32aの幅と略等しくなる。また、第4電荷転送経路44aの幅は、第3フィンガ部33aの幅と略等しくなる。また、第5電荷転送経路45aの幅は、第4フィンガ部34aの幅と略等しくなる。また、第6電荷転送経路46aの幅は、第5フィンガ部35aの幅と略等しくなる。このため、第2電荷転送経路42aの幅と、第3電荷転送経路43aの幅と、第4電荷転送経路44aの幅と、第5電荷転送経路45aの幅と、第6電荷転送経路46aの幅とが等しくなっている。

20

【0103】

図13は、実施の形態2に係る撮像装置1aの構成を示すブロック図である。

【0104】

同図に示されるように、撮像装置1aは、実施の形態1に係る撮像装置1から、画素アレイ50が画素アレイ50aに変更され、読み出し回路52が読み出し回路52aに変更されている。

【0105】

画素アレイ50aは、実施の形態1に係る画素アレイ50から、アレイ状（ここでは、行列状）に配置される各画素が、実施の形態1に係る光検出装置10から、光検出装置10aへと変更されている。そして、各光検出装置10に対応するソースフォロアトランジスタ60a～ソースフォロアトランジスタ60eのうち、ソースフォロアトランジスタ60bとソースフォロアトランジスタ60dとが削除され、各光検出装置10に対応する読み出し線61a～読み出し線61eのうち、読み出し線61bと読み出し線61dとが削除されるよう変更されている。

30

【0106】

読み出し回路52aは、実施の形態1に係る読み出し回路52から、各光検出装置10aにおいて、電荷を読み出す対象とする電荷蓄積部が、第1電荷蓄積部21aと第3電荷蓄積部23aと第5電荷蓄積部25aとの3つとなるように変更されている。

40

【0107】

[2-2. 考察]

以下、光検出装置10aについて考察する。

【0108】

図14は、光検出装置10aにおける、第1電荷転送経路41を走行中の電荷群の分布を示す模式図である。

【0109】

同図に示されるように、第1電荷転送経路41を走行中の各電荷群は、電荷分布に広がりを持つ。このため、第1の電荷転送経路41を、第1の電荷群と第2の電荷群とが走行

50

している場合において、第 1 の電荷群の一部と、第 2 の電荷群の一部とが、混じり合ってしまうことがある。

【 0 1 1 0 】

光検出装置 1 0 a では、第 1 電荷転送経路 4 1 において、第 2 電荷転送経路 4 2 a への分岐点近傍を走行中の第 1 の電荷群の一部と、第 4 電荷転送経路 4 4 a への分岐点近傍を走行中の第 2 の電荷群の一部とが、第 3 電荷転送経路 4 3 a への分岐点経路近傍で混じり合ってしまったとしても、第 3 電荷転送経路 4 3 a の分岐点近傍で混じり合っている電荷群の一部の電荷が読み出されることはない。これに対して、第 2 電荷転送経路 4 2 a への分岐点近傍を走行中の第 1 の電荷群の一部は、第 1 電荷蓄積部 2 1 a に蓄積された電荷として読み出され、第 4 電荷転送経路 4 4 a への分岐点近傍を走行中の第 2 の電荷群の一部は、第 3 電荷蓄積部 2 3 a に蓄積された電荷として読み出される。第 2 電荷転送経路 4 2 a を第 4 電荷転送経路 4 4 a と読み替え、第 4 電荷転送経路 4 4 a を第 6 電荷転送経路 4 6 a と読み替え、第 3 電荷転送経路 4 3 a を第 5 電荷転送経路 4 5 a と読み替え、第 1 電荷蓄積部 2 1 a を第 3 電荷蓄積部 2 3 a と読み替え、第 3 電荷蓄積部 2 3 a を第 5 電荷蓄積部 2 5 a と読み替えても同様である。

10

【 0 1 1 1 】

従って、光検出装置 1 0 a によると、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得る。

【 0 1 1 2 】

また、上述した通り、読み出し回路に接続される電荷蓄積部（ここでは、例えば、第 1 電荷蓄積部 2 1 a、第 3 電荷蓄積部 2 3 a、第 5 電荷蓄積部 2 5 a）間には、読み出し回路に接続されない電荷蓄積部（ここでは、第 2 電荷蓄積部 2 2 a、第 4 電荷蓄積部 2 4 a）が配置されている。

20

【 0 1 1 3 】

これにより、読み出しに用いられる電荷間で、電荷発生 の 時間差 が 大きくなる。しかし、各電荷群の間で電荷の混じり合いを抑制することができるため、電荷群の分離性能を向上し得る。

【 0 1 1 4 】

従って、光検出装置 1 0 a によると、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能を向上し得る。

30

【 0 1 1 5 】

（実施の形態 3）

ここでは、実施の形態 2 に係る撮像装置 1 a から、その構成の一部が変更された実施の形態 3 に係る撮像装置について説明する。

【 0 1 1 6 】

実施の形態 3 では、実施の形態 3 に係る撮像装置を構成する光検出装置は、実施の形態 2 に係る撮像装置 1 a を構成する光検出装置 1 0 a に対して、読み出し回路に接続されない電荷蓄積部の幅、及びその電荷蓄積部に接続される電荷転送経路の幅が、読み出し回路に接続される電荷蓄積部の幅、及びその電荷蓄積部に接続される電荷転送路の幅よりも狭くなるように変更されて構成される。

40

【 0 1 1 7 】

[ 3 - 1 . 構成 ]

以下、実施の形態 3 に係る撮像装置について、実施の形態 2 に係る撮像装置 1 a との相違点を中心に、図面を参照しながら説明する。

【 0 1 1 8 】

図 1 5 は、実施の形態 3 に係る光検出装置 1 0 b の平面図である。

【 0 1 1 9 】

同図に示されるように、光検出装置 1 0 b は、実施の形態 2 に係る光検出装置 1 0 a から、注入領域 1 5 a が注入領域 1 5 b に変更され、第 2 電荷蓄積部 2 2 a が第 2 電荷蓄積部 2 2 b に変更され、第 4 電荷蓄積部 2 4 a が第 4 電荷蓄積部 2 4 b に変更されている。

50

## 【0120】

第2電荷蓄積部22bは、実施の形態2に係る第2電荷蓄積部22aから、その幅が狭くなるように変更されている。

## 【0121】

第4電荷蓄積部24bは、実施の形態2に係る第4電荷蓄積部24aから、その幅が狭くなり、第2電荷蓄積部22bの幅と等しくなるように変更されている。

## 【0122】

その結果、図15に示されるように、第2電荷蓄積部22bの幅と第4電荷蓄積部24bの幅とが等しくなっており、さらに、第2電荷蓄積部22bの幅と第4電荷蓄積部24bの幅とが、第1電荷蓄積部21aの幅と第3電荷蓄積部23aの幅と第5電荷蓄積部25aの幅とよりも狭くなっている。

10

## 【0123】

注入領域15bは、実施の形態2に係る注入領域15aから、第2フィンガ部32aが第2フィンガ部32bに変更され、第4フィンガ部34aが第4フィンガ部34bに変更されている。

## 【0124】

上述したように、第2電荷蓄積部22bの幅と第4電荷蓄積部24bの幅とが等しくなっており、さらに、第2電荷蓄積部22bの幅と第4電荷蓄積部24bの幅とが、第1電荷蓄積部21aの幅と第3電荷蓄積部23aの幅と第5電荷蓄積部25aの幅とよりも狭くなっている。このことから、図15に示されるように、第2フィンガ部32bの幅と第4フィンガ部34bの幅とが等しくなっており、さらに、第2フィンガ部32bの幅と第4フィンガ部34bの幅とが、第1フィンガ部31aの幅と第3フィンガ部33aの幅と第5フィンガ部35aの幅とよりも狭くなっている。

20

## 【0125】

図16は、第1ゲート電極11に第1の所定電位が印加され、第2ゲート電極12に第2の所定電位が印加される場合において形成される電荷転送経路を模式的に図示する模式図である。ここで、第1の所定電位は、第1ゲート電極11の下に位置する注入領域15bの表面に反転層を形成するための電位であり、第2の所定電位は、第2ゲート電極12の下に位置する注入領域15bの表面に反転層を形成するための電位である。

## 【0126】

図16に示されるように、注入領域15bの表面に形成される電荷転送経路は、実施の形態2に係る電荷転送経路から、第3電荷転送経路43aが第3電荷転送経路43bに変更され、第5電荷転送経路45aが第5電荷転送経路45bに変更される。

30

## 【0127】

ここで、第3電荷転送経路43bの幅は、第2フィンガ部32bの幅と略等しく、第5電荷転送経路45bの幅は、第4フィンガ部34bの幅と略等しくなる。このため、図16に示されるように、第3電荷転送経路43bの幅と第5電荷転送経路45bの幅とが等しくなっている。さらに、第3電荷転送経路43bの幅と第5電荷転送経路45bの幅とが、第2電荷転送経路42aの幅と第4電荷転送経路44aの幅と第6電荷転送経路46aの幅とよりも狭くなっている。

40

## 【0128】

図17は、実施の形態3に係る撮像装置1bの構成を示すブロック図である。

## 【0129】

同図に示されるように、撮像装置1bは、実施の形態2に係る撮像装置1aから、画素アレイ50aが画素アレイ50bに変更されている。

## 【0130】

画素アレイ50bは、実施の形態2に係る画素アレイ50aから、アレイ状（ここでは、行列状）に配置される各画素が、実施の形態2に係る光検出装置10aから、光検出装置10bへと変更されている。

## 【0131】

50



## [ 3 - 2 . 考察 ]

以下、光検出装置 1 0 b について考察する。

## 【 0 1 3 2 】

上述したように、光検出装置 1 0 b は、読み出し回路に接続されない電荷蓄積部の幅、及びその電荷蓄積部に接続される電荷転送経路の幅が、読み出し回路に接続される電荷蓄積部の幅、及びその電荷蓄積部に接続される電荷転送路の幅よりも狭くなっている。これにより、読み出しの対象となる電荷の割合を、より高くすることができる。

## 【 0 1 3 3 】

従って、光検出装置 1 0 b によると、光が入射されたタイミングの検出における時間分解能をさらに向上し得る。

## 【 0 1 3 4 】

( 実施の形態 4 )

ここでは、実施の形態 2 に係る撮像装置 1 a から、その構成の一部が変更された実施の形態 4 に係る撮像装置について説明する。

## 【 0 1 3 5 】

実施の形態 4 では、実施の形態 4 に係る撮像装置は、各光検出装置 1 0 a における 5 つの電荷蓄積部が読み出し回路 5 2 に接続される。そして、その一方で、実施の形態 4 に係る撮像装置は、読み出された電荷に対応する信号を用いて行う信号処理において、第 1 電荷蓄積部 2 1 a と第 3 電荷蓄積部 2 3 a と第 5 電荷蓄積部 2 5 a とから読み出された電荷に対応する信号を利用し、第 2 電荷蓄積部 2 2 b と第 4 電荷蓄積部 2 4 b とから読み出された電荷に対応する信号を利用しないように、信号処理において利用する信号を選択して信号処理を行う構成となっている。

## 【 0 1 3 6 】

[ 4 - 1 . 構成 ]

以下、実施の形態 4 に係る撮像装置について、実施の形態 2 に係る撮像装置 1 a との相違点を中心に、図面を参照しながら説明する。

## 【 0 1 3 7 】

図 1 8 は、実施の形態 4 に係る撮像装置 1 c の構成を示すブロック図である。

## 【 0 1 3 8 】

同図に示されるように、撮像装置 1 c は、実施の形態 2 に係る撮像装置 1 a から、画素アレイ 5 0 a が画素アレイ 5 0 c に変更され、読み出し回路 5 2 a が、実施の形態 1 に係る読み出し回路 5 2 に変更され、信号処理部 5 3 が信号処理部 5 3 c に変更されている。

## 【 0 1 3 9 】

画素アレイ 5 0 c は、実施の形態 2 に係る画素アレイ 5 0 a に対して、各光検出装置 1 0 a における第 2 電荷蓄積部 2 2 a と第 4 電荷蓄積部 2 4 a とが、それぞれ読み出し回路 5 2 に接続されるように、ソースフォロアトランジスタ 6 0 b とソースフォロアトランジスタ 6 0 d と読み出し線 6 1 b と読み出し線 6 1 d とが追加されるように変更されている。

## 【 0 1 4 0 】

信号処理部 5 3 c は、実施の形態 2 に係る信号処理部 5 3 から、読み出し回路 5 2 から読み出された電荷に対応する信号のうち、信号処理において利用する信号を選択して信号処理を行うように変更されている。

## 【 0 1 4 1 】

ここでは、信号処理部 5 3 c は、読み出し回路 5 2 から読み出された電荷量のうち、第 1 電荷蓄積部 2 1 a と第 3 電荷蓄積部 2 3 a と第 5 電荷蓄積部 2 5 a とから読み出された電荷に対応する信号を利用し、第 2 電荷蓄積部 2 2 a と第 4 電荷蓄積部 2 4 a とから読み出された電荷に対応する信号を利用しないように、信号処理において利用する信号を選択する。

## 【 0 1 4 2 】

すなわち、信号処理部 5 3 c は、複数の電荷蓄積部（ここでは、第 1 電荷蓄積部 2 1 a

10

20

30

40

50

～第5電荷蓄積部25a)のうち、少なくとも一部の電荷蓄積部(ここでは、第2電荷蓄積部22a、第4電荷蓄積部24a)を除く他の電荷蓄積部(ここでは、第1電荷蓄積部21a、第3電荷蓄積部23a、第5電荷蓄積部25a)から読み出された電荷に対応する信号を利用して信号処理を行う。

【0143】

[4-2.考察]

以下、撮像装置1cについて考察する。

【0144】

上述した通り、撮像装置1cでは、実施の形態2に係る撮像装置1aと同様に、各光検出装置10aのうち、第1電荷蓄積部21aと第3電荷蓄積部23aと第5電荷蓄積部25aとから読み出された電荷に対応する信号を利用し、第2電荷蓄積部22aと第4電荷蓄積部24aとから読み出された電荷に対応する信号を利用せずに、信号処理が行われる。

10

【0145】

これにより、撮像装置1cは、実施の形態2に係る撮像装置1aと同様の信号処理を行うことができる。

【0146】

従って、撮像装置1cは、実施の形態2に係る撮像装置1aと同様の効果を奏する。

【0147】

(補足)

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態1～実施の形態4について説明した。しかしながら、本開示による技術は、これらに限定されず、本開示の趣旨を逸脱しない限り、適宜、変更、置き換え、付加、省略等を行った実施の形態にも適用可能である。

20

【0148】

以下に、本開示における変形例の一例について列記する。

【0149】

(1)実施の形態1において、光検出装置10は、備える電荷蓄積部の数が5つであるとして説明した。しかしながら、光検出装置10が備える電荷蓄積部の数は、2つ以上であれば、必ずしも5つである例に限定されない。

30

【0150】

(2)実施の形態1において、光検出装置10は、備える第2ゲート電極12の数が1つの構造体であるとして説明した。しかしながら、第2ゲート電極12は、必ずしも1つの構造体である必要はなく、複数に分割されて構成されていてもよい。つまり、第2ゲート電極12は、印加電圧を切り替えることで、第2電荷転送経路42を経由した、電荷の転送及び遮断の切り替えと、第3電荷転送経路43を経由した、電荷の転送及び遮断の切り替えと、第4電荷転送経路44を経由した、電荷の転送及び遮断の切り替えと、第5電荷転送経路45を経由した、電荷の転送及び遮断の切り替えと、第6電荷転送経路46を経由した、電荷の転送及び遮断の切り替えとを実現することができればよい。

40

【0151】

(3)実施の形態2において、光検出装置10aは、第1電荷蓄積部21a～第5電荷蓄積部25a幅が等しく、第1フィンガ部31a～第5フィンガ部35aの幅が等しいとして説明した。しかしながら、光検出装置10aは、必ずしも、上記構成に限られる必要はない。一例として、光検出装置10aは、実施の形態1に係る光検出装置10と同様に、第1電荷蓄積部21a～第5電荷蓄積部25aの幅が、光電変換部13から遠くなればなるほど広くなり、第1フィンガ部31a～第5フィンガ部35aの幅が、光電変換部13から遠くなればなるほど広くなるように構成される例等も考えらえる。

【0152】

(4)実施の形態4において、信号処理部53cは、信号処理において利用する信号の選択が、読み出し回路52から読み出された電荷に対応する信号のうち、第1電荷蓄積部

50

2 1 a と第 3 電荷蓄積部 2 3 a と第 5 電荷蓄積部 2 5 a とから読み出された電荷に対応する信号を利用し、第 2 電荷蓄積部 2 2 a と第 4 電荷蓄積部 2 4 a とから読み出された電荷に対応する信号を利用しないように選択するとして説明した。しかしながら、どの電荷蓄積部から読み出された電荷に対応する信号を利用し、どの電荷蓄積部から読み出された電荷に対応する信号を利用しないかの選択は、上記選択の例に限定されず、どのような選択であってもよい。他の一例として、信号処理部 5 3 c は、第 2 電荷蓄積部 2 2 a と第 4 電荷蓄積部 2 4 a とから読み出された電荷に対応する信号を利用し、第 1 電荷蓄積部 2 1 a と第 3 電荷蓄積部 2 3 a と第 5 電荷蓄積部 2 5 a とから読み出された電荷に対応する信号を利用しないように選択する構成の例等が考えられる。

#### 【0153】

(5) 実施の形態 4 において、読み出し回路 5 2 は、第 1 電荷蓄積部 2 1 a ~ 第 5 電荷蓄積部 2 5 a から電荷を読み出して信号として出力し、信号処理部 5 3 c は、読み出し回路 5 2 から読み出された信号のうち、一部を選択して信号処理を行う構成であった。しかしながら、信号処理において利用する信号を選択することができれば、必ずしも上記構成によって実現される例に限定されない。他の一例として、読み出し回路 5 2 は、読み出した電荷量から、出力する信号量を選択して出力を行い、信号処理部 5 3 c は、読み出し回路 5 2 から出力された信号を利用して信号処理を行う構成の例等が考えられる。より具体的に言えば、例えば、読み出し回路 5 2 は、読み出した電荷量のうち、第 1 電荷蓄積部 2 1 a と第 3 電荷蓄積部 2 3 a と第 5 電荷蓄積部 2 5 a とから読み出された電荷の量に対応する信号を出力し、第 2 電荷蓄積部 2 2 a と第 4 電荷蓄積部 2 4 a とから読み出された電荷の量に対応する信号を出力しないように選択して出力する構成であってもよい。

#### 【0154】

(6) 実施の形態 1 において、光電変換素子の例としてフォトダイオードを例示した。しかしながら光電変換素子は、入射した光を受けて電荷を生成することができれば、必ずしもフォトダイオードに限定される必要はない。一例として、光電変換素子は、光電変換膜が積層されて構成される素子であってもよい。

#### 【0155】

本開示に係る光検出装置、及び撮像装置は、入力された光を検出する装置に広く利用可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0156】

- 1、1 a、1 b、1 c 撮像装置
- 1 0、1 0 a、1 0 b 光検出装置
- 1 1 第 1 ゲート電極
- 1 2 第 2 ゲート電極
- 1 3 光電変換部
- 1 4 電荷掃引部
- 2 1、2 1 a 第 1 電荷蓄積部
- 2 2、2 2 a、2 2 b 第 2 電荷蓄積部
- 2 3、2 3 a 第 3 電荷蓄積部
- 2 4、2 4 a、2 4 b 第 4 電荷蓄積部
- 2 5、2 5 a 第 5 電荷蓄積部
- 4 1 第 1 電荷転送経路
- 4 2、4 2 a、4 2 b 第 2 電荷転送経路
- 4 3、4 3 a、4 3 b 第 3 電荷転送経路
- 4 4、4 4 a、4 4 b 第 4 電荷転送経路
- 4 5、4 5 a、4 5 b 第 5 電荷転送経路
- 4 6、4 6 a、4 6 b 第 6 電荷転送経路
- 5 0、5 0 a、5 0 b、5 0 c 画素アレイ
- 5 1 垂直走査回路

10

20

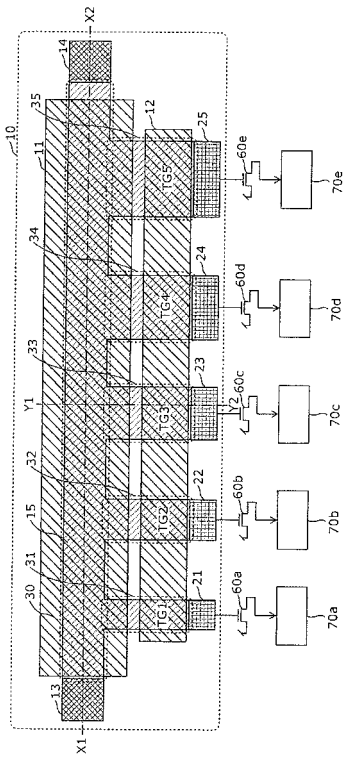
30

40

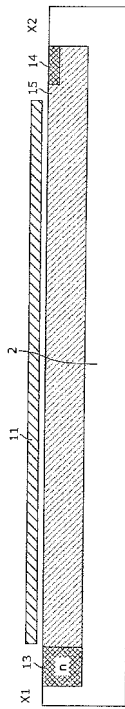
50

- 5 2、5 2 a 読み出し回路
- 5 3、5 3 c 信号処理部

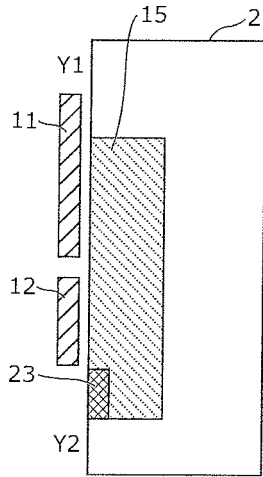
【図 1】



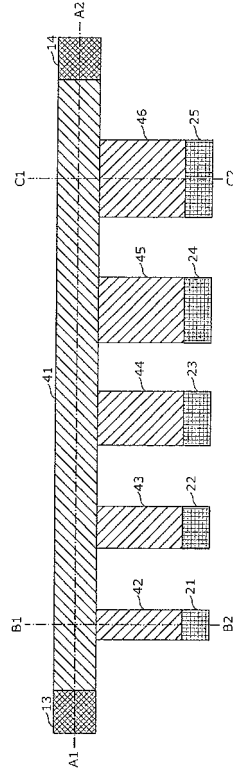
【図 2】



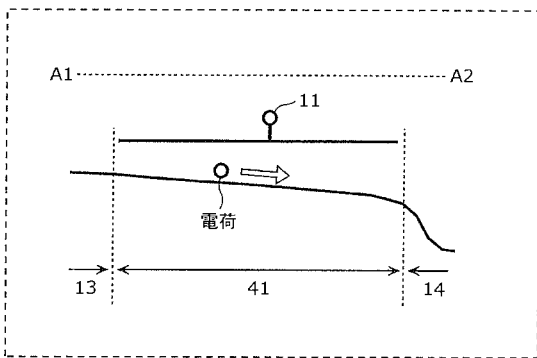
【 図 3 】



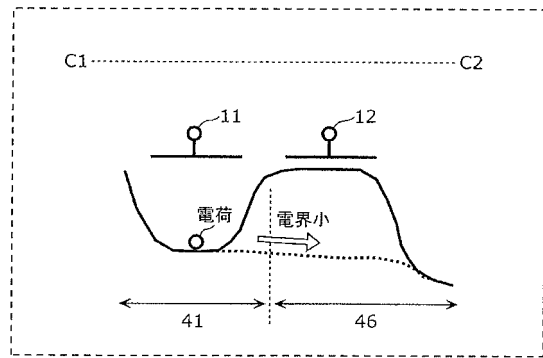
【 図 4 】



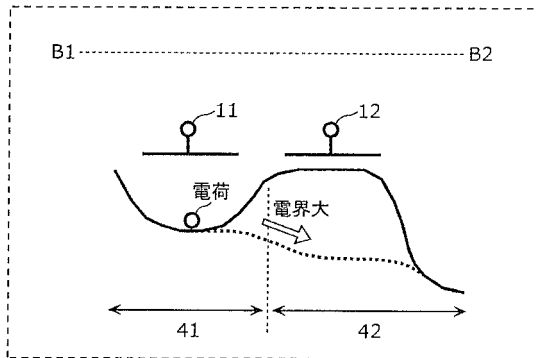
【 図 5 】



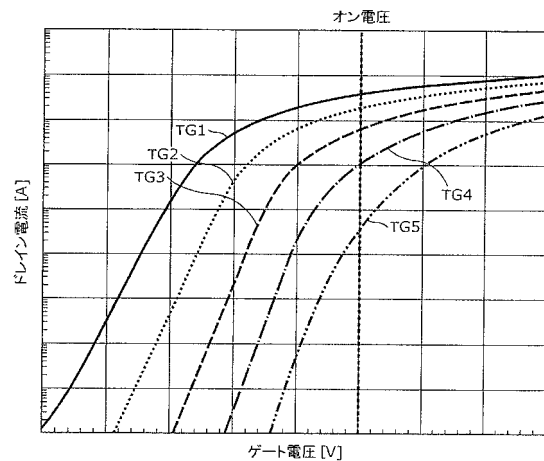
【 図 7 】



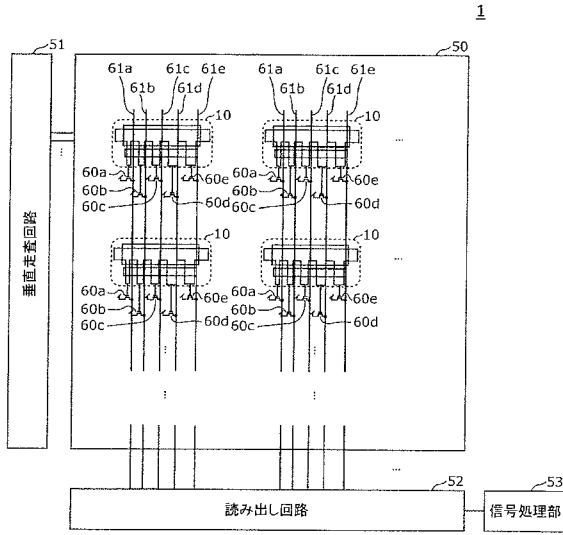
【 図 6 】



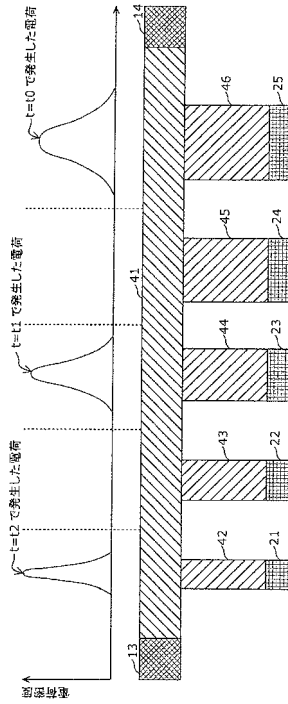
【 図 8 】



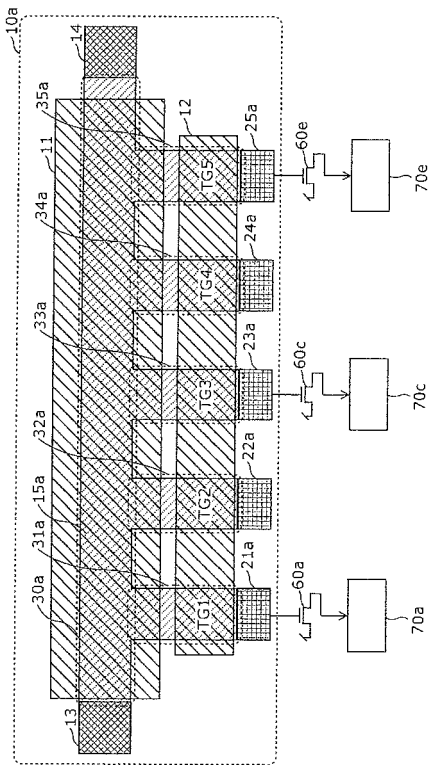
【図9】



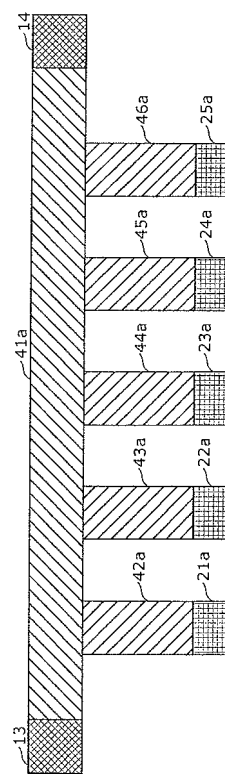
【図10】



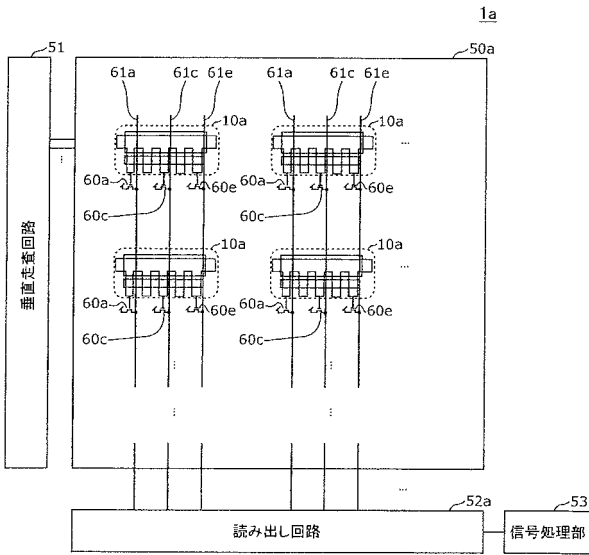
【図11】



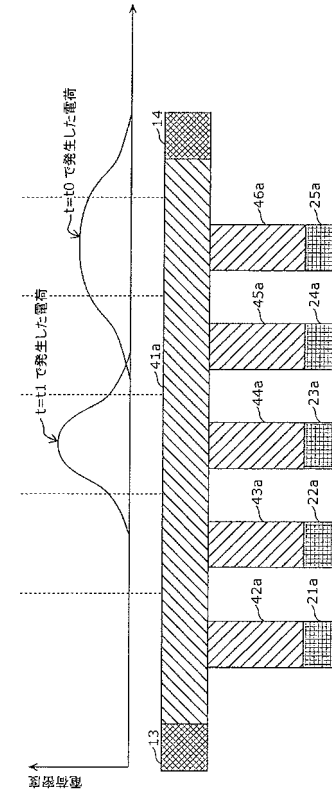
【図12】



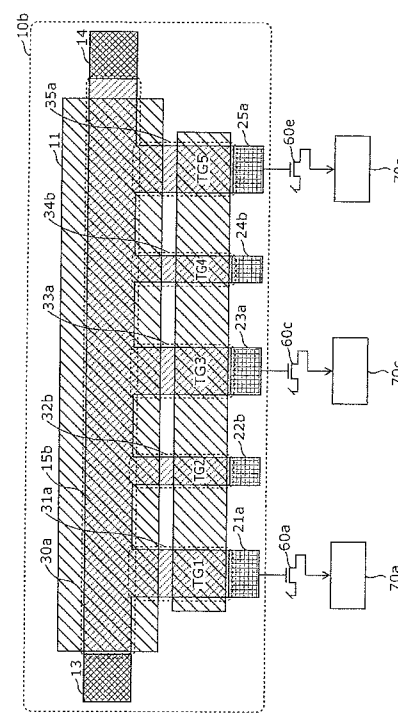
【図 13】



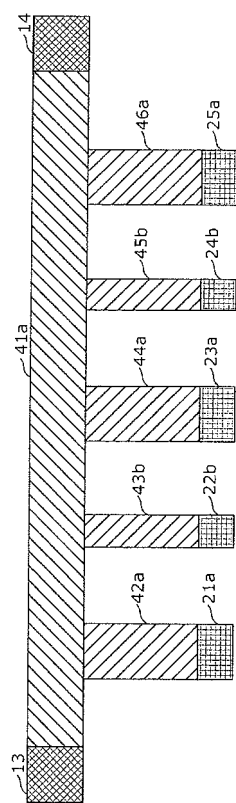
【図 14】



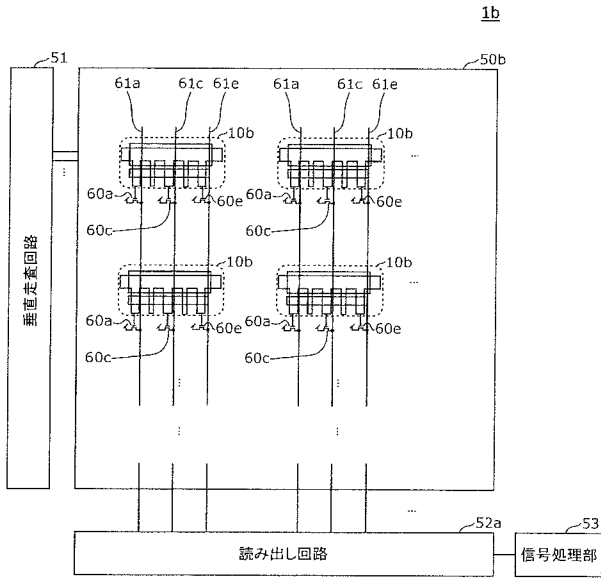
【図 15】



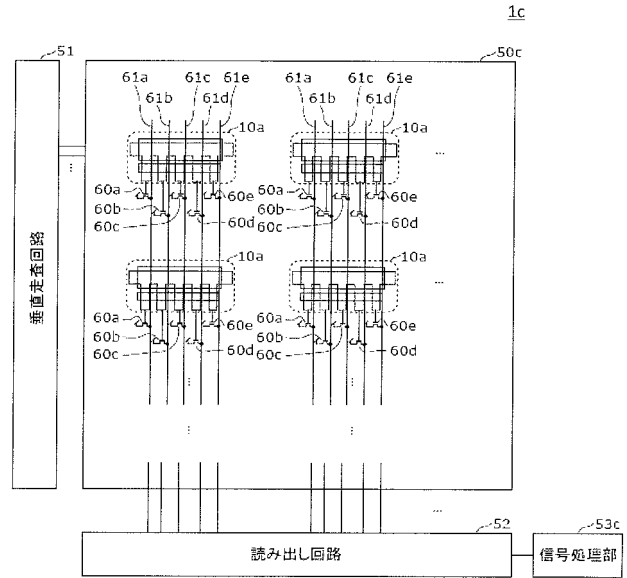
【図 16】



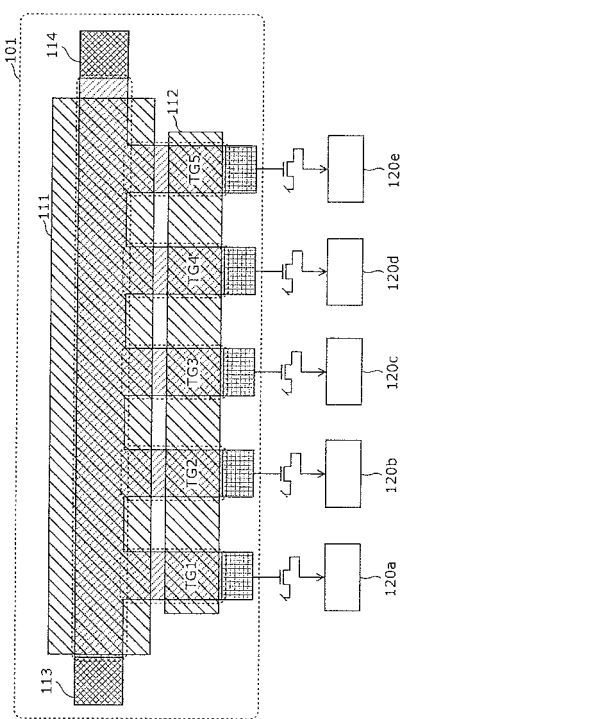
【図 17】



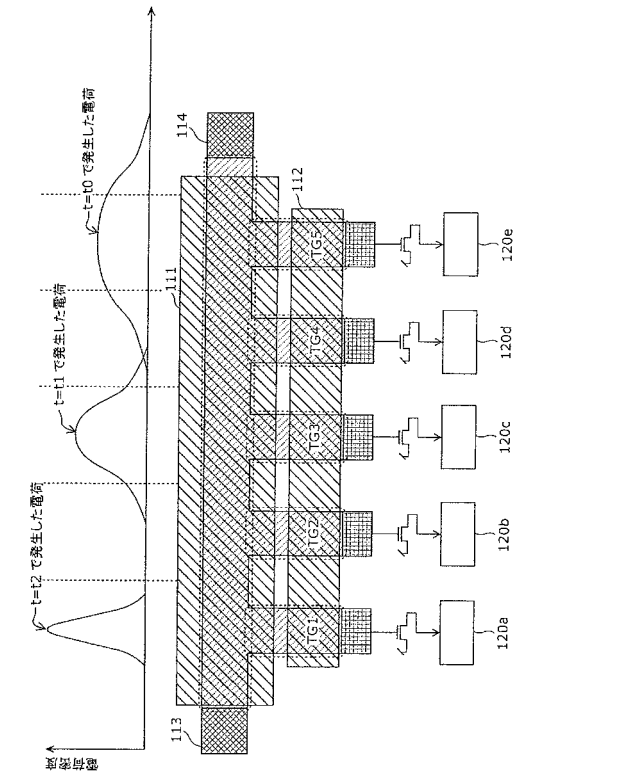
【図 18】



【図 19】



【図 20】





---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA10 AB01 BA07 BA09 CA03 CA14 FA06 FA33 HA25  
5C024 CX37 GX03 GX16 GX18 GY39 GY41