

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6701108号
(P6701108)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月8日(2020.5.8)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 L	27/146	(2006.01)	HO 1 L	27/146	A
HO 4 N	5/3745	(2011.01)	HO 1 L	27/146	D
HO 4 N	5/359	(2011.01)	HO 4 N	5/3745	2 0 0
			HO 4 N	5/359	

請求項の数 20 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-54074 (P2017-54074)	(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
(22) 出願日	平成29年3月21日(2017.3.21)	(74) 代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(65) 公開番号	特開2018-157127 (P2018-157127A)	(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(43) 公開日	平成30年10月4日(2018.10.4)	(74) 代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司
審査請求日	平成29年12月26日(2017.12.26)	(74) 代理人	100128668 弁理士 齋藤 正巳
		(72) 発明者	池田 一 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及び撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光電変換により電荷を生成する光電変換部と、前記光電変換部から転送される電荷を保持する第1の保持部と、前記第1の保持部から転送される電荷を保持する第2の保持部と、前記第2の保持部が保持する電荷の量に基づく信号を出力する増幅部と、をそれぞれが含む複数の画素を有する固体撮像装置であって、

前記光電変換部は、生成された電荷を蓄積する第2導電型の第2の半導体領域と、前記第2の半導体領域の下部に設けられた第1導電型の第3の半導体領域と、前記第3の半導体領域の下部に設けられた前記第2導電型の第4の半導体領域と、を有し、

前記第1の保持部は、前記第2の半導体領域から離間して設けられた前記第2導電型の第5の半導体領域と、前記第5の半導体領域の下部であって、前記第3の半導体領域が設けられた深さに設けられた前記第1導電型の第6の半導体領域と、を有し、

前記第3の半導体領域と前記第6の半導体領域との間に、前記第3の半導体領域と前記第6の半導体領域のそれぞれよりもポテンシャルが低い半導体領域を有し、

前記第3の半導体領域と前記第6の半導体領域のそれぞれよりもポテンシャルが低い前記半導体領域は、平面視において前記第2の半導体領域及び前記第4の半導体領域と重なる領域であって、平面視における前記光電変換部の中心部と前記第1の保持部との間の範囲内に配されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】

前記第 2 の半導体領域と前記第 4 の半導体領域とは少なくとも一部が繋がっていることを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記第 3 の半導体領域と前記第 6 の半導体領域のそれぞれよりもポテンシャルが低い前記半導体領域は、前記第 2 導電型を有する

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記第 3 の半導体領域と前記第 6 の半導体領域のそれぞれよりもポテンシャルが低い前記半導体領域は、平面視における前記光電変換部の前記中心部と隣接する他の画素の前記第 1 の保持部との間の範囲内にも配されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 の保持部を覆う遮光膜を更に有し、

前記遮光膜は、前記第 3 の半導体領域と前記第 6 の半導体領域のそれぞれよりもポテンシャルが低い前記半導体領域の上に延在している

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 4 の半導体領域は、前記第 6 の半導体領域の下部に延在して設けられている

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 3 の半導体領域と前記第 6 の半導体領域とは、半導体基板の同じ深さに設けられており、不純物濃度が同じである

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

20

【請求項 8】

一の画素の前記光電変換部と他の画素の前記光電変換部とが隣接して配されており、前記一の画素の前記第 3 の半導体領域と前記他の画素の前記第 3 の半導体領域とが繋がっている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記第 3 の半導体領域は、全体が空乏化することのないように不純物濃度が設定されており、

前記第 4 の半導体領域は、前記第 2 の半導体領域に電荷が蓄積されているときにも空乏化するように不純物濃度が設定されている

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。

30

【請求項 10】

前記光電変換部及び前記第 1 の保持部は、前記第 1 導電型の第 7 の半導体領域に設けられており、

前記第 3 の半導体領域及び前記第 6 の半導体領域は、前記第 7 の半導体領域と繋がっている

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。

40

【請求項 11】

前記第 3 の半導体領域及び前記第 6 の半導体領域は、前記第 7 の半導体領域よりも不純物濃度が高い

ことを特徴とする請求項 10 記載の固体撮像装置。

【請求項 12】

前記第 1 の保持部は、半導体基板の表面部に設けられた前記第 1 導電型の第 8 の半導体領域を更に有し、

前記第 5 の半導体領域は、前記第 8 の半導体領域の下部に設けられている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 13】

50

光電変換により電荷を生成する光電変換部と、前記光電変換部から転送される電荷を保持する第1の保持部と、前記第1の保持部から転送される電荷を保持する第2の保持部と、前記第2の保持部が保持する電荷の量に基づく信号を出力する増幅部と、をそれぞれが含む複数の画素を有する固体撮像装置であって、

前記光電変換部は、生成された電荷を蓄積する第2導電型の第2の半導体領域を有し、

前記第1の保持部は、前記第2の半導体領域から離間して設けられた前記第2導電型の第5の半導体領域を有し、

前記第2の半導体領域及び前記第5の半導体領域の下部に設けられた第1導電型の第3の半導体領域と、前記第3の半導体領域の下部に設けられた前記第2導電型の第4の半導体領域と、を更に有し、

前記第2の半導体領域と前記第4の半導体領域とは少なくとも一部が繋がっており、

前記第2の半導体領域と前記第4の半導体領域とが繋がる部分は、平面視において前記第2の半導体領域と前記第4の半導体領域とが重なる領域であって、平面視において前記光電変換部の中心部と前記第1の保持部との間の範囲内に配されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項14】

前記第2の半導体領域と前記第4の半導体領域とが繋がる前記部分は、前記第3の半導体領域よりもポテンシャルが低い半導体領域を有する

ことを特徴とする請求項13記載の固体撮像装置。

【請求項15】

前記第3の半導体領域よりもポテンシャルが低い前記半導体領域は、前記第2導電型を有する

ことを特徴とする請求項14記載の固体撮像装置。

【請求項16】

平面視において、前記光電変換部の前記中心部は、前記第2の半導体領域の重心に位置している

ことを特徴とする請求項1乃至15のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

【請求項17】

前記光電変換部の上に配された光導波路を更に有し、

平面視において、前記光電変換部の前記中心部は、前記光導波路の中心に位置している

ことを特徴とする請求項1乃至16のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

【請求項18】

半導体基板の表面部に設けられた前記第1導電型の第1の半導体領域を更に有し、

前記第2の半導体領域は、前記第1の半導体領域の下部に設けられている

ことを特徴とする請求項1乃至17のいずれか1項に記載の固体撮像装置。

【請求項19】

請求項1乃至18のいずれか1項に記載の固体撮像装置と、

前記固体撮像装置の前記画素から出力される信号を処理する信号処理部と

を有することを特徴とする撮像システム。

【請求項20】

移動体であって、

請求項1乃至18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の信号に基づく視差画像から、対象物までの距離情報を取得する距離情報取得手段と、

前記距離情報に基づいて前記移動体を制御する制御手段と

を有することを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置及び撮像システムに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサに代表される固体撮像装置において、信号キャリアを生成する光電変換部の感度や電荷蓄積量を向上するための様々な検討がなされている。固体撮像装置の光電変換部としては、半導体基板の表面部に設けられたp型半導体領域と電荷蓄積領域をなすn型半導体領域とのpn接合からなる埋め込みフォトダイオード構造を用いるのが主流になっている。この場合、光電変換部で生成される信号キャリアは電子である。

【0003】

特許文献1には、電荷蓄積領域をなすn型半導体領域の下部にウェルよりも高濃度のp型半導体領域を配置してpn接合容量を増加することにより、光電変換部の電荷蓄積量を増加することが記載されている。また、特許文献1には、電荷蓄積領域としてのn型半導体領域の下部にp型半導体領域を設けたことによる感度の低下を防ぐために、p型半導体領域に開口部を設けることが記載されている。

10

【0004】

近年、CMOSイメージセンサにおいて、グローバル電子シャッタ動作により撮像を行うことが提案されている。グローバル電子シャッタ動作とは、複数の画素の間で露光期間が一致するように撮像を行う駆動方法であり、動きの速い被写体を撮影する場合でも被写体像が歪みにくいという利点がある。上述した光電変換部の感度や電荷蓄積量を向上する課題は、グローバル電子シャッタの機能を備えた固体撮像装置においても同様である。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2014-165286号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

グローバル電子シャッタの機能を備えた固体撮像装置の画素は、光電変換部とは別に、信号キャリアを一時的に保持するための保持部を備えている。この保持部は、光電変換部が保持する信号キャリアとは異なる露光期間の間に生成された信号キャリアを保持するため、光電変換部から保持部への信号キャリアの漏れ込みを抑制することは非常に重要である。

30

【0007】

しかしながら、特許文献1では、グローバル電子シャッタの機能を備えた固体撮像装置への適用については考慮されていなかった。このため、特許文献1に記載の構成は、グローバル電子シャッタの機能を備えた固体撮像装置において、光電変換部から保持部への信号キャリアの漏れ込みを抑制するには不十分であった。

【0008】

本発明の目的は、光電変換部から別の保持部に信号キャリアが漏れ込むことによるノイズを低減しつつ光電変換部の感度や電荷蓄積量を向上しうる固体撮像装置及び撮像システムを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一観点によれば、光電変換により電荷を生成する光電変換部と、前記光電変換部から転送される電荷を保持する第1の保持部と、前記第1の保持部から転送される電荷を保持する第2の保持部と、前記第2の保持部が保持する電荷の量に基づく信号を出力する増幅部と、をそれぞれが含む複数の画素を有する固体撮像装置であって、前記光電変換部は、生成された電荷を蓄積する第2導電型の第2の半導体領域と、前記第2の半導体領域の下部に設けられた第1導電型の第3の半導体領域と、前記第3の半導体領域の下部に設けられた前記第2導電型の第4の半導体領域と、を有し、前記第1の保持部は、前記第

50

2の半導体領域から離間して設けられた前記第2導電型の第5の半導体領域と、前記第5の半導体領域の下部であって、前記第3の半導体領域が設けられた深さに設けられた前記第1導電型の第6の半導体領域と、を有し、前記第3の半導体領域と前記第6の半導体領域との間に、前記第3の半導体領域と前記第6の半導体領域のそれぞれよりもポテンシャルが低い半導体領域を有し、前記第3の半導体領域と前記第6の半導体領域のそれぞれよりもポテンシャルが低い前記半導体領域は、平面視において前記第2の半導体領域及び前記第4の半導体領域と重なる領域であって、平面視における前記光電変換部の中心部と前記第1の保持部との間の範囲内に配されている固体撮像装置が提供される。

また、本発明の他の一観点によれば、光電変換により電荷を生成する光電変換部と、前記光電変換部から転送される電荷を保持する第1の保持部と、前記第1の保持部から転送される電荷を保持する第2の保持部と、前記第2の保持部が保持する電荷の量に基づく信号を出力する増幅部と、をそれぞれが含む複数の画素を有する固体撮像装置であって、前記光電変換部は、生成された電荷を蓄積する第2導電型の第2の半導体領域を有し、前記第1の保持部は、前記第2の半導体領域から離間して設けられた前記第2導電型の第5の半導体領域を有し、前記第2の半導体領域及び前記第5の半導体領域の下部に設けられた第1導電型の第3の半導体領域と、前記第3の半導体領域の下部に設けられた前記第2導電型の第4の半導体領域と、を更に有し、前記第2の半導体領域と前記第4の半導体領域とは少なくとも一部が繋がっており、前記第2の半導体領域と前記第4の半導体領域とが繋がる部分は、平面視において前記第2の半導体領域と前記第4の半導体領域とが重なる領域であって、平面視において前記光電変換部の中心部と前記第1の保持部との間の範囲内に配されている固体撮像装置が提供される。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、光電変換部の感度及び飽和電荷量を向上するとともに、意図しない電荷が保持部に漏れ込みノイズの原因になることを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の画素の等価回路図である。

【図3】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の画素の平面図（その1）である。

【図4】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の画素の断面図である。

【図5】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の画素の平面図（その2）である。ある。

【図6】本発明の第2実施形態による固体撮像装置の画素の平面図である。

【図7】本発明の第2実施形態による固体撮像装置の画素の断面図である。

【図8】本発明の第2実施形態の変形例による固体撮像装置の画素の平面図である。

【図9】本発明の第3実施形態による固体撮像装置の画素の平面図である。

【図10】本発明の第3実施形態による固体撮像装置の画素の断面図である。

【図11】本発明の第4実施形態による撮像システムの概略構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第5実施形態による撮像システム及び移動体の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[第1実施形態]

本発明の第1実施形態による固体撮像装置について、図1乃至図5を用いて説明する。図1は、本実施形態による固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。図2は、本実施形態による固体撮像装置の画素の等価回路図である。図3及び図5は、本実施形態による固体撮像装置の画素の平面図である。図4は、本実施形態による固体撮像装置の画素の断面図である。

【 0 0 1 3 】

本実施形態による固体撮像装置 1 0 0 は、図 1 に示すように、画素領域 1 0 と、垂直走査回路 2 0 と、列読み出し回路 3 0 と、水平走査回路 4 0 と、制御回路 5 0 と、出力回路 6 0 とを有している。

【 0 0 1 4 】

画素領域 1 0 には、複数行及び複数列に渡ってマトリクス状に配された複数の画素 1 2 が設けられている。画素領域 1 0 の画素アレイの各行には、行方向（図 1 において横方向）に延在して、制御信号線 1 4 が配されている。制御信号線 1 4 は、行方向に並ぶ画素 1 2 にそれぞれ接続され、これら画素 1 2 に共通の信号線をなしている。また、画素領域 1 0 の画素アレイの各列には、列方向（図 1 において縦方向）に延在して、垂直出力線 1 6 が配されている。垂直出力線 1 6 は、列方向に並ぶ画素 1 2 にそれぞれ接続され、これら画素 1 2 に共通の信号線をなしている。

10

【 0 0 1 5 】

各行の制御信号線 1 4 は、垂直走査回路 2 0 に接続されている。垂直走査回路 2 0 は、画素 1 2 から画素信号を読み出す際に画素 1 2 内の読み出し回路を駆動するための制御信号を、制御信号線 1 4 を介して画素 1 2 に供給する回路部である。各列の垂直出力線 1 6 の一端は、列読み出し回路 3 0 に接続されている。画素 1 2 から読み出された画素信号は、垂直出力線 1 6 を介して列読み出し回路 3 0 に入力される。列読み出し回路 3 0 は、画素 1 2 から読み出された画素信号に対して所定の信号処理、例えば増幅処理や A D 変換処理等の信号処理を実施する回路部である。列読み出し回路 3 0 は、差動増幅回路、サンプル・ホールド回路、A D 変換回路等を含み得る。

20

【 0 0 1 6 】

水平走査回路 4 0 は、列読み出し回路 3 0 において処理された画素信号を列毎に順次、出力回路 6 0 に転送するための制御信号を、列読み出し回路 3 0 に供給する回路部である。制御回路 5 0 は、垂直走査回路 2 0、列読み出し回路 3 0 及び水平走査回路 4 0 の動作やそのタイミングを制御する制御信号を供給するための回路部である。出力回路 6 0 は、バッファアンプ、差動増幅器などから構成され、列読み出し回路 3 0 から読み出された画素信号を固体撮像装置 1 0 0 の外部の信号処理部に出力するための回路部である。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、画素領域 1 0 を構成する画素回路の一例を示す回路図である。図 2 には、画素領域 1 0 を構成する画素 1 2 のうち、2 行×2 列に配列された 4 個の画素 1 2 を示しているが、画素領域 1 0 を構成する画素 1 2 の数は、特に限定されるものではない。

30

【 0 0 1 8 】

複数の画素 1 2 の各々は、光電変換部 D と、転送トランジスタ M 1、M 2 と、リセットトランジスタ M 3 と、増幅トランジスタ M 4 と、選択トランジスタ M 5 と、オーバーフロートトランジスタ M 6 とを含む。光電変換部 D は、例えばフォトダイオードである。光電変換部 D のフォトダイオードは、アノードが接地電圧線に接続され、カソードが転送トランジスタ M 1 のソース及びオーバーフロートトランジスタ M 6 のソースに接続されている。転送トランジスタ M 1 のドレインは、転送トランジスタ M 2 のソースに接続されている。転送トランジスタ M 1 のドレインと転送トランジスタ M 2 のソースとの接続ノードに寄生する容量は、電荷の保持部としての機能を備える。図 2 には、この容量を容量素子（C 1）で表している。以後の説明では、この容量素子を、保持部 C 1 と表記することがある。

40

【 0 0 1 9 】

転送トランジスタ M 2 のドレインは、リセットトランジスタ M 3 のソース及び増幅トランジスタ M 4 のゲートに接続されている。転送トランジスタ M 2 のドレイン、リセットトランジスタ M 3 のソース及び増幅トランジスタ M 4 のゲートの接続ノードは、いわゆる浮遊拡散（フローティングディフュージョン：F D）領域である。F D 領域に寄生する容量（浮遊拡散容量）は、電荷の保持部としての機能を備える。図 2 には、この容量を、F D 領域に接続された容量素子（C 2）で表している。以後の説明では、F D 領域を、保持部 C 2 と表記することがある。リセットトランジスタ M 3 のドレイン及び増幅トランジスタ

50

M4のドレインは、電源電圧線(VDD)に接続されている。なお、リセットトランジスタM3のドレインに供給される電圧と増幅トランジスタM4のドレインに供給される電圧とは、同じであってもよいし、異なってもよい。増幅トランジスタM4のソースは、選択トランジスタM5のドレインに接続されている。選択トランジスタM5のソースは、垂直出力線16に接続されている。

【0020】

画素領域10の画素アレイの各行には、行方向(図2において横方向)に延在して、制御信号線14が配されている。各行の制御信号線14は、制御線GS、制御線TX、制御線RES、制御線SEL、制御線OFGを含む。制御線GSは、行方向に並ぶ画素12の転送トランジスタM1のゲートにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。制御線TXは、行方向に並ぶ画素12の転送トランジスタM2のゲートにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。制御線RESは、行方向に並ぶ画素12のリセットトランジスタM3のゲートにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。制御線SELは、行方向に並ぶ画素12の選択トランジスタM5のゲートにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。制御線OFGは、行方向に並ぶ画素12のオーバーフロートランジスタM6のゲートにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。なお、図2には、各制御線の名称に、対応する行番号をそれぞれ付記している(例えば、GS(n)、GS(n+1))。

【0021】

制御線GS、制御線TX、制御線RES、制御線SEL、制御線OFGは、垂直走査回路20に接続されている。制御線GSには、垂直走査回路20から、転送トランジスタM1を制御するための駆動パルスが出力される。制御線TXには、垂直走査回路20から、転送トランジスタM2を制御するための駆動パルスが出力される。制御線RESには、垂直走査回路20から、リセットトランジスタM3を制御するための駆動パルスが出力される。制御線SELには、垂直走査回路20から、選択トランジスタM5を制御するための駆動パルスが出力される。制御線OFGには、垂直走査回路20から、オーバーフロートランジスタM6を制御するための駆動パルスが出力される。これら制御信号は、制御回路50からの所定のタイミング信号に応じて、垂直走査回路20から供給される。垂直走査回路20には、シフトレジスタやアドレスデコーダなどの論理回路が用いられる。

【0022】

画素領域10の画素アレイの各列には、列方向(図2において縦方向)に延在して、垂直出力線16が配されている。垂直出力線16は、列方向に並ぶ画素12の選択トランジスタM5のソースにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。垂直出力線16には、電流源18が接続されている。

【0023】

光電変換部Dは、入射光をその光量に応じた量の電荷に変換(光電変換)するとともに、生じた電荷を蓄積する。オーバーフロートランジスタM6は、光電変換部Dに蓄積された電荷をドレインに排出する。この際、オーバーフロートランジスタM6のドレインOFDは、電源電圧線(VDD)に接続されていてもよい。

【0024】

転送トランジスタM1は、光電変換部Dが保持する電荷を保持部C1に転送する。転送トランジスタM1が、グローバル電子シャッタとして動作する。保持部C1は、光電変換部Dで生成された電荷を、光電変換部Dとは異なる場所で保持する。転送トランジスタM2は、保持部C1が保持する電荷を保持部C2に転送する。保持部C2は、保持部C1から転送された電荷を保持するとともに、増幅部の入力ノード(増幅トランジスタM4のゲート)の電圧を、その容量と転送された電荷の量とに応じた電圧に設定する。

【0025】

リセットトランジスタM3は、保持部C2を電圧VDDに応じた所定の電圧にリセットする。その際、転送トランジスタM2もオンにすることで、保持部C1をリセットするこ

10

20

30

40

50

とも可能である。更には、転送トランジスタM1もオンにすることで、光電変換部Dをリセットすることも可能である。

【0026】

選択トランジスタM5は、垂直出力線16に信号を出力する画素12を選択する。増幅トランジスタM4は、ドレインに電圧VDDが供給され、ソースに選択トランジスタM5を介して電流源18からバイアス電流が供給される構成となっており、ゲートを入力ノードとする増幅部(ソースフォロワ回路)を構成する。これにより増幅トランジスタM4は、入射光によって生じた電荷に基づく信号Voutを、垂直出力線16に出力する。なお、図2には、信号Voutに、対応する列番号をそれぞれ付記している(Vout(m), Vout(m+1))。

10

【0027】

このような構成により、保持部C1が電荷を保持している間に光電変換部Dで生じた電荷は、光電変換部Dに蓄積することができる。これにより、複数の画素12の間で露光期間が一致するような撮像動作、いわゆるグローバル電子シャッタ動作を行うことが可能となる。なお、電子シャッタとは、入射光によって生じた電荷の蓄積を電氣的に制御することである。

【0028】

図3は、本実施形態による固体撮像装置における画素12の平面レイアウトの一例を示している。図3では簡略化のため、画素12の各要素が設けられる領域をそれぞれ矩形のブロックで記載しているが、これらは各要素の形状を表すものではなく、各領域内に対応する要素の少なくとも一部が配置されていることを表している。例えば、転送トランジスタM1, M2及びオーバーフロートランジスタM6に対応する領域は、概ね各トランジスタのゲートが配される領域に相当する。また、リセットトランジスタM3、増幅トランジスタM4及び選択トランジスタM5が設けられる領域は、1つの領域として表している。

20

【0029】

光電変換部D、転送トランジスタM1、保持部C1、転送トランジスタM2、保持部C2は、この順番で隣接するように画素12の単位領域内に配されている。オーバーフロートランジスタM6は、光電変換部Dに隣接して配されている。図3に記載の矢印は、転送トランジスタM1, M2及びオーバーフロートランジスタM6を駆動したときの電荷の転送方向を示している。すなわち、転送トランジスタM1を駆動することにより、光電変換部Dの電荷は保持部C1に転送される。転送トランジスタM2を駆動することにより、保持部C1の電荷は保持部C2に転送される。オーバーフロートランジスタM6を駆動することにより、光電変換部Dの電荷はオーバーフロートランジスタM6のドレインOFDに転送(排出)される。

30

【0030】

図4は、図3のA-A線に沿った概略断面図である。n型の半導体基板110の表面部には、ウェルを構成するp型半導体領域112(第7の半導体領域)が設けられている。なお、一例では、p型が第1導電型であり、n型が第2導電型である。p型半導体領域112の表面部には、光電変換部Dと、保持部C1と、n型半導体領域122と、n型半導体領域124とが、互いに離間して配されている。なお、ここでは、図4の断面に現れないリセットトランジスタM3、増幅トランジスタM4及び選択トランジスタM5の説明は省略する。

40

【0031】

光電変換部Dは、半導体基板110の表面に接するp型半導体領域114(第1の半導体領域)と、p型半導体領域114の下部に設けられたn型半導体領域116(第2の半導体領域)とを含む埋め込みフォトダイオードである。n型半導体領域116は、光電変換部Dで生じた信号電荷(電子)を蓄積するための電荷蓄積層である。保持部C1は、半導体基板110の表面に接するp型半導体領域118(第8の半導体領域)と、p型半導体領域118の下部に設けられたn型半導体領域120(第5の半導体領域)とを含む埋め込みダイオード構造を有している。n型半導体領域122は、保持部C2を構成する。

50

n型半導体領域124は、オーバーフロートランジスタM6のドレインOFDを構成する。

【0032】

n型半導体領域116とn型半導体領域120との間の半導体基板110の上には、ゲート絶縁膜126を介してゲート電極128が設けられている。これにより、n型半導体領域116をソース、n型半導体領域120をドレイン、ゲート電極128をゲートとする転送トランジスタM1が構成されている。また、n型半導体領域120とn型半導体領域122との間の半導体基板110の上には、ゲート絶縁膜130を介してゲート電極132が設けられている。これにより、n型半導体領域120をソース、n型半導体領域122をドレイン、ゲート電極132をゲートとする転送トランジスタM2が構成されている。また、n型半導体領域116とn型半導体領域124との間の半導体基板110の上には、ゲート絶縁膜134を介してゲート電極136が設けられている。これにより、n型半導体領域116をソース、n型半導体領域124をドレイン、ゲート電極136をゲートとするオーバーフロートランジスタM6が構成されている。

10

【0033】

光電変換部Dは、n型半導体領域116の下部に設けられたp型半導体領域138（第3の半導体領域）を更に有している。また、保持部C1は、n型半導体領域120の下部に設けられたp型半導体領域138（第6の半導体領域）を更に有している。p型半導体領域138は、n型半導体領域116、120から下方に空乏層が広がるのを抑制するための空乏化抑制層としての役割を備えており、p型半導体領域112よりも不純物濃度が高い。p型半導体領域138（第3の半導体領域）には、平面視においてn型半導体領域116と重なる領域の一部に開口部140が設けられている。なお、本明細書において平面視とは、固体撮像装置の各構成部分を半導体基板110の表面に平行な面に投影することにより得られる2次元平面図であり、例えば図3の平面レイアウト図に対応する。

20

【0034】

p型半導体領域138は、その電位を固定できるように構成されていることが好ましい。このような観点から、本実施形態では、p型半導体領域138を半導体基板110の表面に平行な方向に延在し、p型半導体領域138とp型半導体領域112とを接続している。このように構成することで、p型半導体領域138を、ウェルとしてのp型半導体領域112の電位、例えばグラウンド電位に固定することができる。なお、p型半導体領域138とp型半導体領域112とを接続する態様は、本実施形態の例に限定されるものではない。例えば、p型半導体領域138の底面の一部を、n型半導体領域142を貫くように深さ方向に伸ばし、p型半導体領域112に接続するようにしてもよい。

30

【0035】

図5(a)は、図3の平面図にp型半導体領域138が設けられた領域を重ねて示したものである。p型半導体領域138は概ね、光電変換部D、保持部C1、転送トランジスタM1、M2及びオーバーフロートランジスタM6のゲート部の下方に配される。開口部140は、光電変換部Dの中心部144よりも保持部C1側に配されていることが望ましい。なお、ここでいう光電変換部Dの中心部144とは、平面視におけるn型半導体領域116の重心でもよく、配線等により遮られていない開口領域の中心でもよく、光電変換部Dの上に光導波路が配される場合にあっては光導波路の中心でもよい。通常、いずれの定義でも光電変換部Dの中心部144はほぼ同じ位置になる。画素12に入射する光は、光電変換部Dの上方に設けられる不図示のマイクロレンズによって光電変換部Dの中心部144に集められる。

40

【0036】

光電変換部Dは、p型半導体領域138の下部に設けられたn型半導体領域142（第4の半導体領域）を更に有している。n型半導体領域142は、少なくとも平面視においてn型半導体領域116と重なる領域に設けられている。図4に示す例では、n型半導体領域142は、平面視においてn型半導体領域116と重なる領域から、平面視において保持部C1のn型半導体領域120に重なる領域まで延在するように設けられている。n

50

型半導体領域 1 1 6 と n 型半導体領域 1 4 2 とは、開口部 1 4 0 を介して繋がっており、連続する 1 つの n 型半導体領域を構成している。一方、n 型半導体領域 1 2 0 と n 型半導体領域 1 4 2 とは、p 型半導体領域 1 3 8 によって互いに分離されている。隣接する画素 1 2 の n 型半導体領域 1 4 2 は、p 型半導体領域 1 1 2 によって分離されている。

【 0 0 3 7 】

光電変換部 D 以外の部位は、光電変換部 D になるべく近い位置から遮光膜 1 4 6 によって遮光されていることが好ましい。図 4 には、半導体基板 1 1 0 の上に設けられた、遮光膜 1 4 6 を示している。例えば、光電変換部 D の少なくとも中心部 1 4 4 を含む中心領域に開口部 1 4 8 を有する金属膜で、少なくとも保持部 C 1 の全体を覆うように遮光膜 1 4 6 を配置する。なお、ゲート電極 1 2 8 , 1 3 2 , 1 3 6 や n 型半導体領域 1 2 2 , 1 2 4 に接続するコンタクト部の近傍は遮光膜 1 4 6 で覆うことができず光が漏れる虞があるので、このような遮光膜 1 4 6 の隙間はなるべく保持部 C 1 から離すことが好ましい。

【 0 0 3 8 】

図 5 (b) は、図 3 の平面図に遮光膜 1 4 6 が設けられた領域を重ねて示したものである。なお、図 5 (b) では、ゲート電極 1 2 8 , 1 3 2 , 1 3 6 や n 型半導体領域 1 2 2 , 1 2 4 に接続するコンタクト部の記載は省略している。本実施形態による固体撮像装置において、p 型半導体領域 1 3 8 に設けられた開口部 1 4 0 は、例えば図 5 (b) に示すように、遮光膜 1 4 6 で覆われていることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

本実施形態による固体撮像装置において、n 型半導体領域 1 4 2 は、n 型半導体領域 1 1 6 に電子が蓄積されている場合であっても大部分が空乏化するように濃度設計をする。一方、p 型半導体領域 1 3 8 は、全体が空乏化することのないように濃度設計をする。例えば、各部の不純物濃度は、以下のように設定することができる。p 型半導体領域 1 1 2 は、不純物濃度（硼素濃度）を $1.0 \times 10^{15} [\text{cm}^{-3}]$ とする。n 型半導体領域 1 1 6 は、不純物濃度（砒素濃度）を $2.5 \times 10^{17} [\text{cm}^{-3}]$ 、不純物濃度のピーク位置を深さ $0.2 [\mu\text{m}]$ とする。n 型半導体領域 1 2 0 は、不純物濃度（砒素濃度）を $2.5 \times 10^{17} [\text{cm}^{-3}]$ 、不純物濃度のピーク位置を深さ $0.2 [\mu\text{m}]$ とする。p 型半導体領域 1 3 8 は、不純物濃度（硼素濃度）を $1.0 \times 10^{16} [\text{cm}^{-3}]$ 、不純物濃度のピーク位置を深さ $0.7 [\mu\text{m}]$ 、厚さを $0.8 [\mu\text{m}]$ とする。n 型半導体領域 1 4 2 は、不純物濃度（燐濃度）を $4.0 \times 10^{14} [\text{cm}^{-3}]$ 、底部（p 型半導体領域 1 1 2 との界面）の深さを $3.0 [\mu\text{m}]$ とする。このように各部の不純物濃度を設定することで、n 型半導体領域 1 4 2 の大部分が空乏化し、p 型半導体領域 1 3 8 の全体が空乏化しない状態を実現することができる。

【 0 0 4 0 】

このように、本実施形態による固体撮像装置は、光電変換部 D の電荷蓄積層を構成する n 型半導体領域 1 1 6 の下部に、p 型半導体領域 1 3 8 を設けている。p 型半導体領域 1 3 8 を設けることの 1 つの目的は、電荷蓄積層としての n 型半導体領域 1 1 6 の飽和電荷量を増加することである。

【 0 0 4 1 】

n 型半導体領域 1 1 6 の下部に p 型半導体領域 1 3 8 を設けることで、n 型半導体領域 1 1 6 と p 型半導体領域 1 3 8 との間には p n 接合容量が形成される。 $Q = CV$ で表される関係式から明らかのように、光電変換部 D の p n 接合にある決まった逆バイアス電圧 V を印加した場合、p n 接合容量 C が大きいほどに蓄積電荷量 Q は大きくなる。n 型半導体領域 1 1 6 に蓄積された信号電荷は信号出力部に転送されるが、n 型半導体領域 1 1 6 の電位が電源電圧等によって決まるある所定の電位に達すると、n 型半導体領域 1 1 6 の信号電荷は転送されなくなる。つまり、信号電荷の転送に伴う電圧 V の変動量は決まっているので、光電変換部 D の p n 接合容量に比例して飽和電荷量は大きくなる。したがって、p 型半導体領域 1 3 8 を設けることで、電荷蓄積層としての n 型半導体領域 1 1 6 の飽和電荷量を増加することができる。

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

ただし、保持部C1を有する固体撮像装置においては、p型半導体領域138を設けることによって保持部C1に漏れ込むノイズ成分が増加する懸念がある。例えば、保持部C1は、光電変換部Dの露光期間の間、前のフレームの信号電荷を蓄積していることがある。このため、光電変換部Dに入射した光に基づく信号電荷がn型半導体領域120に漏れ込むと、前のフレームの信号にノイズとして重畳することになる。

【0043】

光電変換部Dの中心部144に集められた光は、波長と同程度の広がりをもつ。デバイス内に侵入した光は、その大部分が光電変換部Dのn型半導体領域116とp型半導体領域114とで吸収されるが、無視できない量の光がp型半導体領域138に入射する。その結果、p型半導体領域138でも光電変換により電子・正孔対が発生する。p型半導体領域138の内部は中性領域であり電界は存在しないが、p型半導体領域138で発生した電子のうちごく一部は拡散して保持部C1に漏れ込む。p型半導体領域138で発生した電子が保持部C1に漏れ込むと、ノイズが生じる原因となる。このため、保持部C1を有する固体撮像装置においては、p型半導体領域138から保持部C1に漏れ込む信号電荷を如何にして低減するかが重要である。

10

【0044】

このような観点から、本実施形態による固体撮像装置においては、p型半導体領域138の下部にn型半導体領域142を設けている。前述のように、本実施形態による固体撮像装置では、n型半導体領域142の大部分が空乏化するように濃度設計されている。また、p型半導体領域138は全体が空乏化することのないように濃度設計されている。その結果、p型半導体領域138とn型半導体領域142との間には半導体基板110の表面に垂直な方向に電界が生じ、p型半導体領域138で生じた電子はn型半導体領域116又はn型半導体領域142に引き寄せられ、保持部C1に到達する割合が減る。これにより、保持部C1に漏れ込むノイズ成分を低減することができる。

20

【0045】

なお、特許文献1には、光電変換部の電荷蓄積層を構成するn型半導体領域の下にp型半導体領域を配置することが記載されている。しかしながら、特許文献1では、このp型半導体領域の下はp型半導体領域（p型ウェル）であり、これらp型半導体領域は空乏化しない。そのため、特許文献1に記載の構造をそのまま保持部C1を有する固体撮像装置に適用した場合、電荷蓄積層の下にp型半導体領域で発生した電子が拡散により保持部C1に漏れ込むのを防止することはできない。

30

【0046】

開口部140は、n型半導体領域116よりも深い領域、例えばn型半導体領域142内で発生した信号電荷をn型半導体領域116に集める際の信号電荷の移動経路となる。したがって、p型半導体領域138に開口部140を設けることにより、開口部140を設けない場合よりも受光感度を向上することができる。

【0047】

開口部140は、平面視において、光電変換部Dの中心部144を含まず、保持部C1に近い場所に配置するのが好ましい。光電変換部Dの中心部144には最も強い光が入るため、p型半導体領域138で発生する電荷も多い。光電変換部Dの中心部144よりも保持部C1に近い場所に開口部140を設けることで、光電変換部Dの中心部144の近傍のp型半導体領域138で発生した電子は、保持部C1に到達する前に開口部140の電位に引き込まれる。開口部140の電位に引き込まれた電子は、n型半導体領域116又はn型半導体領域142に捕獲される。したがって、このような配置とすることで、保持部C1に漏れ込むノイズ成分を更に低減することができる。

40

【0048】

同様の観点から、開口部140は、光が入射する領域とは重ならない場所に配置すると更に好ましい。例えば、本実施形態による固体撮像装置のように、開口部140の上を遮光膜146や配線等により遮光する構成とすることが好ましい。

【0049】

50

n型半導体領域142は、前述の通り、保持部C1の下まで延在するように配置してもよい。画素12に入射した光のうちごくわずかな光は散乱等によって保持部C1の下にも入射する。n型半導体領域142を保持部C1の下まで延在することで深部の光電変換領域が広がり、保持部C1の下で発生した電荷をもn型半導体領域116に収集することが可能となる。これにより、受光感度を更に向上することができる。

【0050】

p型半導体領域138をn型半導体領域120の下部に延在することには、n型半導体領域116の場合と同様、保持部C1における電荷蓄積層としてのn型半導体領域120の飽和電荷量を増加する効果がある。ただし、n型半導体領域120とn型半導体領域142との間のp型半導体領域138には開口部は設けず、n型半導体領域120はn型半導体領域142から分離する。このように構成することで、n型半導体領域142及びそれよりも深い領域で生じた電荷がn型半導体領域120に流入することを防止することができる。

10

【0051】

p型半導体領域138は、所定の領域を開口するフォトリソグラフィをマスクとして不純物イオンをイオン注入することにより形成することができる。この際、平面視においてn型半導体領域116と重なる領域の一部をフォトリソグラフィで覆っておくことにより、開口部140を形成することができる。n型半導体領域116の下の領域とn型半導体領域120の下の領域とで、p型半導体領域138の不純物濃度や深さを変えるようにしてもよい。このようにすることで、光電変換部D及び保持部C1に求められる特性に応じてp型半導体領域138をそれぞれ設計することができ、設計の自由度が向上する。ただし、この場合には2度のフォトリソグラフィ工程が必要となるため、製造コストを低減する観点からはn型半導体領域116の下の領域とn型半導体領域120の下の領域とに同時にp型半導体領域138を形成する方が好ましい。この場合、n型半導体領域116の下のp型半導体領域138とn型半導体領域120の下のp型半導体領域138とは、半導体基板の同じ深さに同じ不純物濃度で形成されることになる。

20

【0052】

このように、本実施形態によれば、p型半導体領域138で生じた電荷を光電変換部Dのn型半導体領域116に収集することができる。これにより、光電変換部Dの感度を向上するとともに、意図しない電荷が保持部C1に漏れ込むことを防止することができる。

30

【0053】

[第2実施形態]

本発明の第2実施形態による固体撮像装置について、図6乃至図8を用いて説明する。図6は、本実施形態による固体撮像装置の画素の平面図である。図7は、本実施形態による固体撮像装置の画素の断面図である。図8は、本実施形態の変形例による固体撮像装置の画素の平面図である。第1実施形態による固体撮像装置と同様の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。

【0054】

第1実施形態では1つの画素12内におけるp型半導体領域138から保持部C1への信号電荷の漏れ込みを考慮したが、p型半導体領域138から保持部C1への信号電荷の漏れ込みは、隣接する画素12の間でも発生しうる。本実施形態では、一の画素(画素12A)のp型半導体領域138から、これに隣接する他の画素(画素12B)の保持部C1への信号電荷の漏れ込みを抑制しうる固体撮像装置を示す。

40

【0055】

本実施形態による固体撮像装置においては、図6に示すように、図3に示す平面レイアウトの画素12が図面において縦方向に隣接して配置されている。図6において上側の画素12を画素12A、下側の画素12を画素12Bと表記すると、画素12Aの光電変換部Dと画素12Bの保持部C1とは隣接して配置されることになる。このようなレイアウトの場合、画素12Aの光電変換部Dのp型半導体領域138から画素12Bの保持部C1への信号電荷の漏れ込みが起りうる。

50

【 0 0 5 6 】

このような観点から、本実施形態による固体撮像装置では、一の画素（画素 1 2 A）の光電変換部 D の中心部 1 4 4 と、これに隣接する他の画素（画素 1 2 B）の保持部 C 1 との間にも、開口部 1 4 0 を設けている。図 7 は、図 6 の B - B 線に沿った概略断面図である。図 7 に示すように、n 型半導体領域 1 1 6 は、光電変換部 D の中心部 1 4 4 よりも外側において、2 つの開口部 1 4 0 を介して n 型半導体領域 1 4 2 に接続されている。このように構成することで、光電変換部 D の下の p 型半導体領域 1 3 8 から保持部 C 1 への電荷の漏れ込みをより確実に低減することができる。

【 0 0 5 7 】

なお、本実施形態では平面視において n 型半導体領域 1 1 6 に重なる領域内に 2 つの開口部 1 4 0 を配置したが、例えば図 8 に示すように、平面視において光電変換部 D の中心部 1 4 4 を含む領域を囲うように開口部 1 4 0 を配置してもよい。この場合、p 型半導体領域 1 3 8 への固定電圧の供給は、第 1 実施形態で述べたように、p 型半導体領域 1 3 8 の底部の一部を深さ方向に延伸して p 型半導体領域 1 1 2 に接続することにより、実現できる。

【 0 0 5 8 】

このように、本実施形態によれば、p 型半導体領域 1 3 8 で生じた電荷を光電変換部 D の n 型半導体領域 1 1 6 に収集することができる。これにより、光電変換部 D の感度を向上するとともに、意図しない電荷が保持部 C 1 に漏れ込むことを防止することができる。

【 0 0 5 9 】

[第 3 実施形態]

本発明の第 3 実施形態による固体撮像装置について、図 9 及び図 1 0 を用いて説明する。図 9 は、本実施形態による固体撮像装置の画素の平面図である。図 1 0 は、本実施形態による固体撮像装置の画素の断面図である。第 1 及び第 2 実施形態による固体撮像装置と同様の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。

【 0 0 6 0 】

本実施形態による固体撮像装置においては、図 9 に示すように、図 3 に示す平面レイアウトの画素 1 2 が図面において横方向に隣接して鏡像対称に配置されている。図 9 において左側の画素を画素 1 2 A、右側の画素を画素 1 2 B と表記すると、画素 1 2 A の光電変換部 D と画素 1 2 B の光電変換部 D とは隣接して配置されることになる。

【 0 0 6 1 】

平面視において光電変換部 D の中心部 1 4 4 を含む領域を囲うように開口部 1 4 0 を配置した場合、第 2 実施形態の変形例で説明したように、p 型半導体領域 1 3 8 の底部を深さ方向に延伸して p 型半導体領域 1 1 2 に接続するなどの工夫が必要である。

【 0 0 6 2 】

一方、図 9 に示すレイアウトのように隣接する画素 1 2 の光電変換部 D が向き合って配置される場合、これら 2 つの画素 1 2 の光電変換部 D に設けられた p 型半導体領域 1 3 8 は、連続する 1 つのパターンで形成することができる。画素 1 2 A と画素 1 2 B との間には画素間を分離するための図示しない p 型半導体領域が設けられているため、画素 1 2 を跨いで形成される p 型半導体領域 1 3 8 は、分離用の p 型半導体領域を介して或いは直接に p 型半導体領域 1 1 2 に接続することができる。図 1 0 は、図 9 の C - C 線に沿った概略断面図である。図 1 0 には、画素 1 2 A と画素 1 2 B との境界部分で、p 型半導体領域 1 3 8 と p 型半導体領域 1 1 2 とが接続された状態を示している。

【 0 0 6 3 】

なお、本実施形態のレイアウトは、焦点検出用の画素に適用することも可能である。この場合、画素 1 2 に光を集光する図示しないマイクロレンズは、画素 1 2 A の光電変換部 D 及び画素 1 2 B の光電変換部 D に対して 1 つ配置する。マイクロレンズで集光される光の中心部 1 5 0 は、画素 1 2 A の光電変換部 D と画素 1 2 B の光電変換部 D との間に配置する。このようにすることで、画素 1 2 A 及び画素 1 2 B から、光学系の異なる瞳領域を通過した光に基づく信号を検出することができ、焦点検出用信号として利用することがで

10

20

30

40

50

きる。

【0064】

このように、本実施形態によれば、p型半導体領域138で生じた電荷を光電変換部Dのn型半導体領域116に収集することができる。これにより、光電変換部Dの感度を向上するとともに、意図しない電荷が保持部C1に漏れ込むことを防止することができる。

【0065】

[第4実施形態]

本発明の第4実施形態による撮像システムについて、図11を用いて説明する。第1乃至第3実施形態による固体撮像装置と同様の構成要素には同一の符号を付し説明を省略し或いは簡潔にする。図11は、本実施形態による撮像システムの概略構成を示すブロック図である。

10

【0066】

上記第1乃至第3実施形態で述べた固体撮像装置100は、種々の撮像システムに適用可能である。適用可能な撮像システムの例としては、デジタルスチルカメラ、デジタルカムコーダ、監視カメラ、複写機、ファックス、携帯電話、車載カメラ、観測衛星などが挙げられる。また、レンズなどの光学系と撮像装置とを備えるカメラモジュールも、撮像システムに含まれる。図11には、これらのうちの一例として、デジタルスチルカメラのブロック図を例示している。

【0067】

図11に例示した撮像システム200は、撮像装置201、被写体の光学像を撮像装置201に結像させるレンズ202、レンズ202を通過する光量を可変にするための絞り204、レンズ202の保護のためのバリア206を有する。レンズ202及び絞り204は、撮像装置201に光を集光する光学系である。撮像装置201は、第1乃至第3実施形態で説明した固体撮像装置100であって、レンズ202により結像された光学像を画像データに変換する。

20

【0068】

撮像システム200は、また、撮像装置201より出力される出力信号の処理を行う信号処理部208を有する。信号処理部208は、撮像装置201が出力するアナログ信号をデジタル信号に変換するAD変換を行う。また、信号処理部208はその他、必要に応じて各種の補正、圧縮を行って画像データを出力する動作を行う。信号処理部208の一部であるAD変換部は、撮像装置201が設けられた半導体基板に形成されていてもよいし、撮像装置201とは別の半導体基板に形成されていてもよい。また、撮像装置201と信号処理部208とが同一の半導体基板に形成されていてもよい。

30

【0069】

撮像システム200は、さらに、画像データを一時的に記憶するためのメモリ部210、外部コンピュータ等と通信するための外部インターフェース部(外部I/F部)212を有する。さらに撮像システム200は、撮像データの記録又は読み出しを行うための半導体メモリ等の記録媒体214、記録媒体214に記録又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(記録媒体制御I/F部)216を有する。なお、記録媒体214は、撮像システム200に内蔵されていてもよく、着脱可能であってもよい。

40

【0070】

さらに撮像システム200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218、撮像装置201と信号処理部208に各種タイミング信号を出力するタイミング発生部220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200は少なくとも撮像装置201と、撮像装置201から出力された出力信号を処理する信号処理部208とを有すればよい。

【0071】

撮像装置201は、撮像信号を信号処理部208に出力する。信号処理部208は、撮像装置201から出力される撮像信号に対して所定の信号処理を実施し、画像データを出力する。信号処理部208は、撮像信号を用いて、画像を生成する。

50

【 0 0 7 2 】

第 1 乃至第 3 実施形態による固体撮像装置 1 0 0 を適用することにより、高感度で飽和信号量が大きい良質な画像を取得しうる撮像システムを実現することができる。

【 0 0 7 3 】

[第 5 実施形態]

本発明の第 5 実施形態による撮像システム及び移動体について、図 1 2 を用いて説明する。図 1 2 は、本実施形態による撮像システム及び移動体の構成を示す図である。

【 0 0 7 4 】

図 1 2 (a) は、車載カメラに関する撮像システムの一例を示したものである。撮像システム 3 0 0 は、撮像装置 3 1 0 を有する。撮像装置 3 1 0 は、上記第 1 乃至第 3 実施形態のいずれかに記載の固体撮像装置 1 0 0 である。撮像システム 3 0 0 は、撮像装置 3 1 0 により取得された複数の画像データに対し、画像処理を行う画像処理部 3 1 2 と、撮像システム 3 0 0 により取得された複数の画像データから視差（視差画像の位相差）の算出を行う視差算出部 3 1 4 を有する。また、撮像システム 3 0 0 は、算出された視差に基づいて対象物までの距離を算出する距離計測部 3 1 6 と、算出された距離に基づいて衝突可能性があるか否かを判定する衝突判定部 3 1 8 と、を有する。ここで、視差算出部 3 1 4 や距離計測部 3 1 6 は、対象物までの距離情報を取得する距離情報取得手段の一例である。すなわち、距離情報とは、視差、デフォーカス量、対象物までの距離等に関する情報である。衝突判定部 3 1 8 はこれらの距離情報のいずれかを用いて、衝突可能性を判定してもよい。距離情報取得手段は、専用に設計されたハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアモジュールによって実現されてもよい。また、FPGA (Field Programmable Gate Array) やASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等によって実現されてもよいし、これらの組合せによって実現されてもよい。

【 0 0 7 5 】

撮像システム 3 0 0 は車両情報取得装置 3 2 0 と接続されており、車速、ヨーレート、舵角などの車両情報を取得することができる。また、撮像システム 3 0 0 は、衝突判定部 3 1 8 での判定結果に基づいて、車両に対して制動力を発生させる制御信号を出力する制御装置である制御 ECU 3 3 0 が接続されている。また、撮像システム 3 0 0 は、衝突判定部 3 1 8 での判定結果に基づいて、ドライバーへ警報を発する警報装置 3 4 0 とも接続されている。例えば、衝突判定部 3 1 8 の判定結果として衝突可能性が高い場合、制御 ECU 3 3 0 はブレーキをかける、アクセルを戻す、エンジン出力を抑制するなどして衝突を回避、被害を軽減する車両制御を行う。警報装置 3 4 0 は音等の警報を鳴らす、カーナビゲーションシステムなどの画面に警報情報を表示する、シートベルトやステアリングに振動を与えるなどしてユーザに警告を行う。

【 0 0 7 6 】

本実施形態では、車両の周囲、例えば前方又は後方を撮像システム 3 0 0 で撮像する。図 1 2 (b) に、車両前方（撮像範囲 3 5 0 ）を撮像する場合の撮像システムを示した。車両情報取得装置 3 2 0 が、撮像システム 3 0 0 ないしは撮像装置 3 1 0 に指示を送る。このような構成により、測距の精度をより向上させることができる。

【 0 0 7 7 】

上記では、他の車両と衝突しないように制御する例を説明したが、他の車両に追従して自動運転する制御や、車線からはみ出さないように自動運転する制御などにも適用可能である。さらに、撮像システムは、自車両等の車両に限らず、例えば、船舶、航空機あるいは産業用ロボットなどの移動体（移動装置）に適用することができる。加えて、移動体に限らず、高度道路交通システム（ITS）等、広く物体認識を利用する機器に適用することができる。

【 0 0 7 8 】

[変形実施形態]

本発明は、上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

【 0 0 7 9 】

例えば、いずれかの実施形態の一部の構成を他の実施形態に追加した例や、他の実施形態の一部の構成と置換した例も、本発明の実施形態である。

【0080】

また、上記実施形態では、信号電荷として電子を生成する光電変換部Dを用いた固体撮像装置を例にして説明したが、信号電荷として正孔を生成する光電変換部Dを用いた固体撮像装置についても同様に適用可能である。この場合、画素12の各部を構成する半導体領域の導電型は、逆導電型になる。なお、上記実施形態に記載したトランジスタのソースとドレインの呼称は、トランジスタの導電型や着目する機能等に応じて異なることもあり、上述のソース及びドレインの全部又は一部が逆の名称で呼ばれることもある。

【0081】

また、上記実施形態では、保持部C1をp型半導体領域118とn型半導体領域120とを含む埋め込みダイオード構造としたが、保持部C1の構成はこれに限定されるものではない。例えば、半導体基板110の表面部にp型半導体領域118を配置せず、半導体基板110の上に絶縁膜を介して電極を配置し、当該電極とn型半導体領域120との間にMOS容量を形成するように構成してもよい。この電極は、転送トランジスタM1のゲート電極128に接続することもできる。

【0082】

また、上記実施形態では、グローバル電子シャッタの機能を備えた固体撮像装置を例に挙げて説明したが、本発明は、光電変換部とは別に信号キャリアを一時的に保持するための保持部を備えた固体撮像装置に広く適用可能である。

【0083】

また、上記実施形態に示した撮像システムは、本発明の固体撮像装置を適用しうる撮像システム例を示したものであり、本発明の固体撮像装置を適用可能な撮像システムは図11及び図12に示した構成に限定されるものではない。

【0084】

なお、上記実施形態は、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。

【符号の説明】

【0085】

D...光電変換部

C1, C2...保持部

110...半導体基板

112, 114, 118, 138...p型半導体領域

116, 118, 122, 124, 142...n型半導体領域

140...開口部

144...光電変換部の中心部

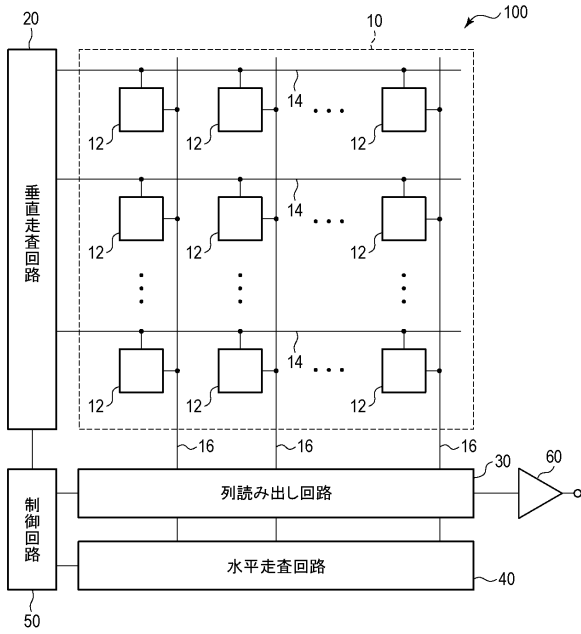
146...遮光膜

10

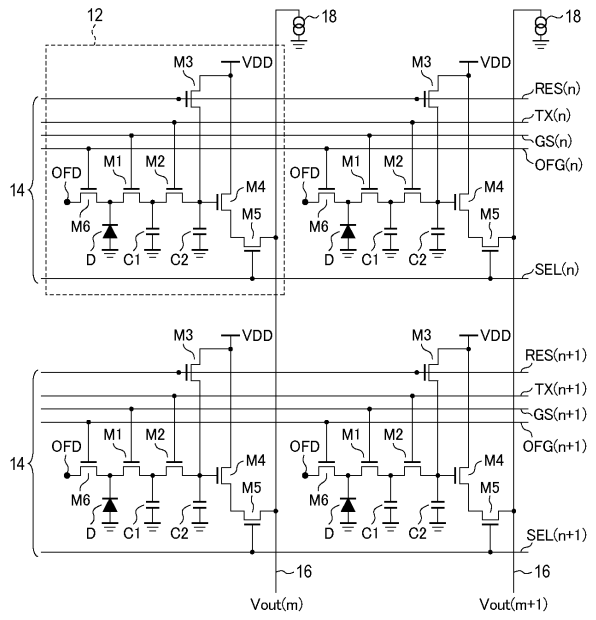
20

30

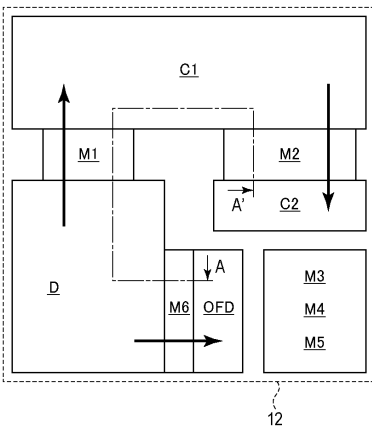
【図1】



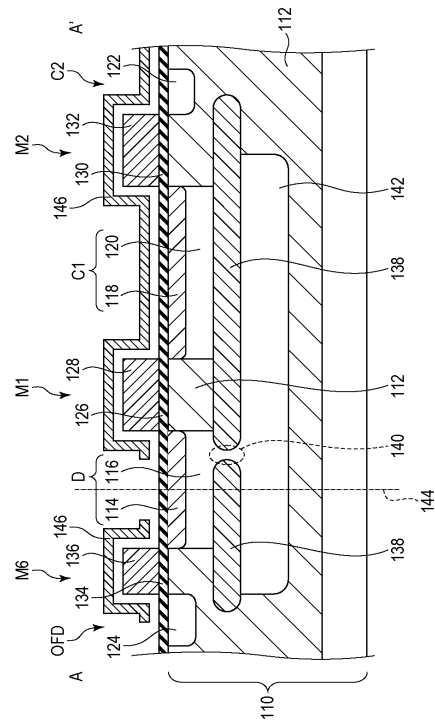
【図2】



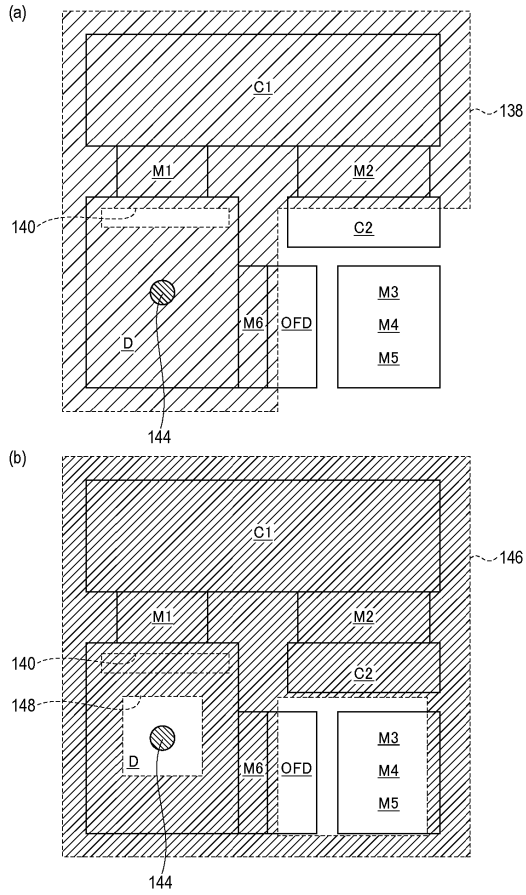
【図3】



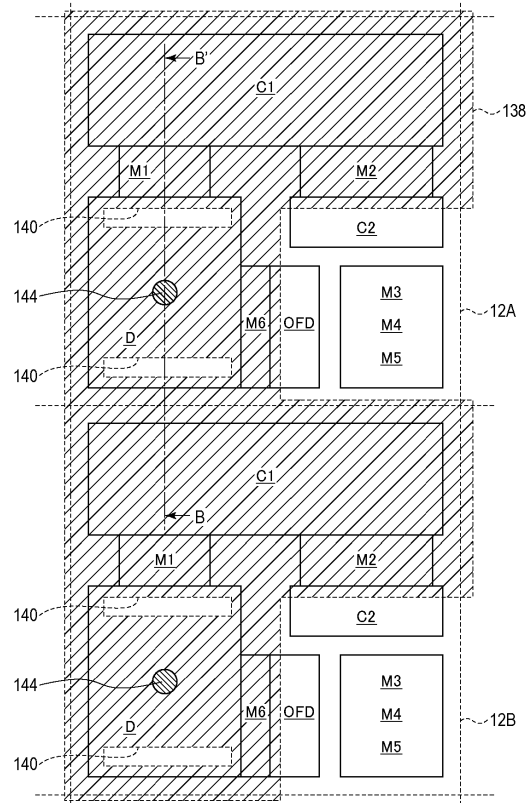
【図4】



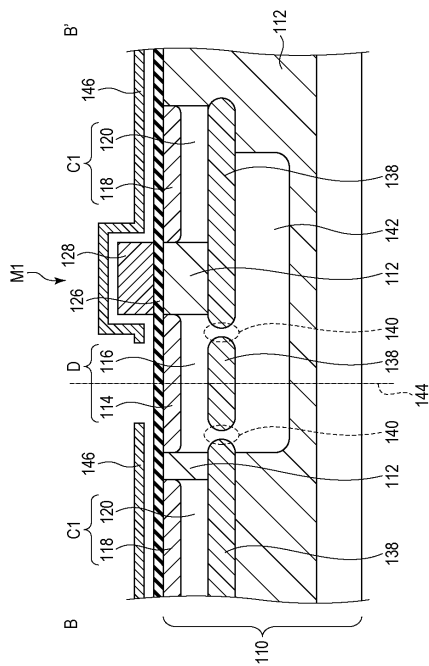
【 図 5 】



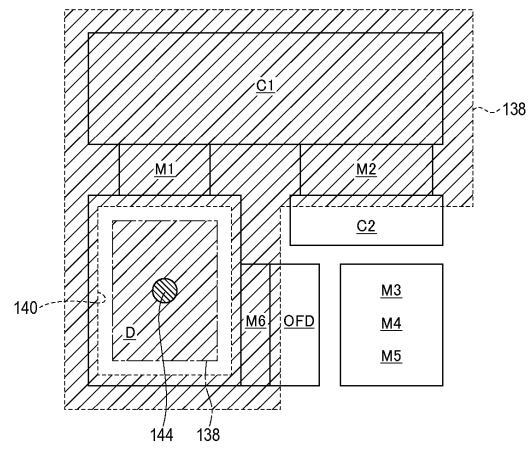
【 図 6 】



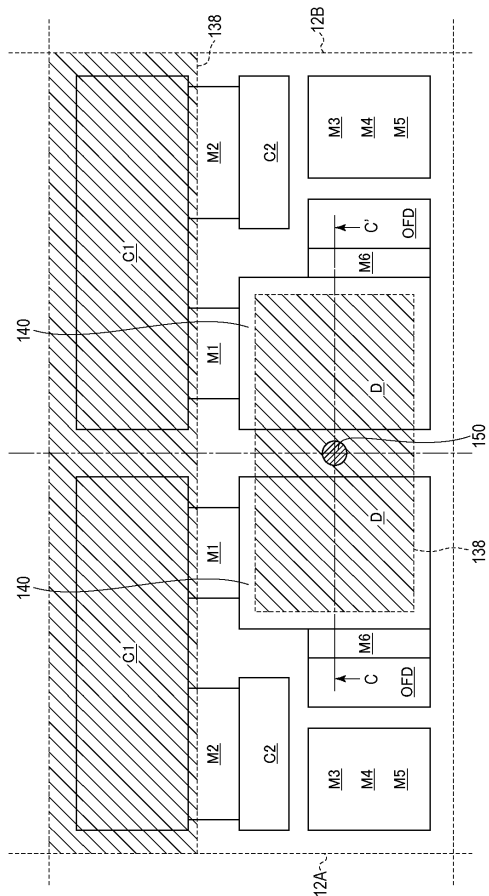
【 図 7 】



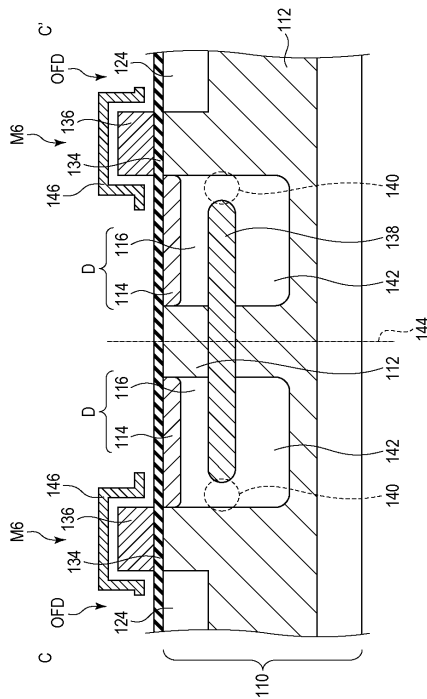
【 図 8 】



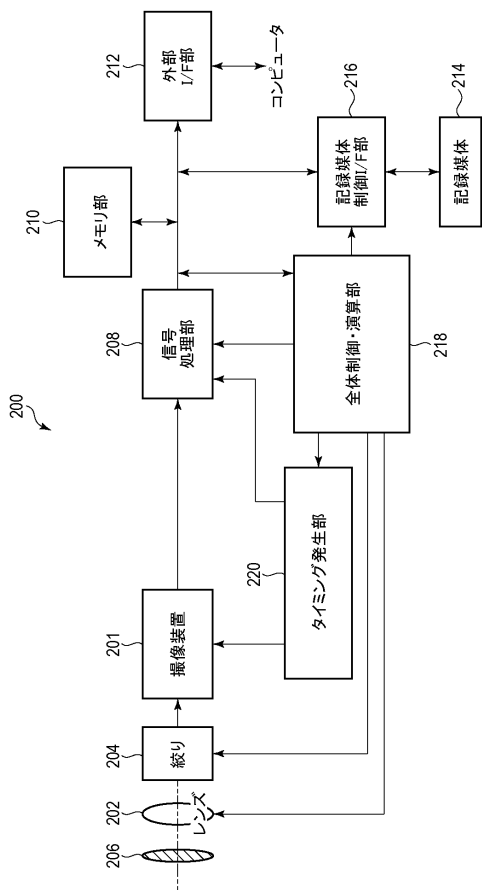
【図9】



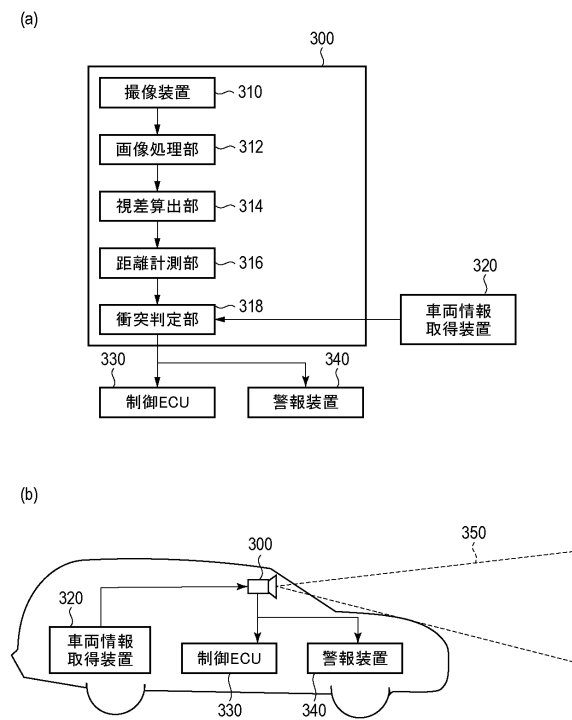
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 昌弘
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 田邊 顕人

(56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0060951(US, A1)
国際公開第2016/203974(WO, A1)
中国実用新案第205883411(CN, U)
米国特許出願公開第2015/0054997(US, A1)
米国特許出願公開第2015/0237276(US, A1)
米国特許出願公開第2012/0273653(US, A1)
米国特許出願公開第2014/0247380(US, A1)
特開2008-004692(JP, A)
特開2010-182887(JP, A)
特開2011-222708(JP, A)
特開2016-207791(JP, A)
特開2013-172208(JP, A)
特開2014-165286(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/146
H04N 5/359
H04N 5/3745