

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7346072号
(P7346072)

(45)発行日 令和5年9月19日(2023.9.19)

(24)登録日 令和5年9月8日(2023.9.8)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 27/146(2006.01)

H 0 1 L 27/146

D

A

請求項の数 19 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-85947(P2019-85947)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	平成31年4月26日(2019.4.26)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2020-181947(P2020-181947 A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和2年11月5日(2020.11.5)	(74)代理人	110002860
審査請求日	令和4年4月13日(2022.4.13)		弁理士法人秀和特許事務所
		(72)発明者	中田 靖
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(72)発明者	キヤノン株式会社 内
			虎島 和敏
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(72)発明者	キヤノン株式会社 内
			清水 伸一郎
			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	脇水 佳弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光電変換装置、撮像システム、および、移動体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光の入射する第1面と前記第1面とは反対側の第2面とを有する半導体基板と、
前記半導体基板に配された浮遊拡散領域と、

前記半導体基板に配され、入射した光を電荷に変換する光電変換部と、
前記半導体基板に配され、前記光電変換部から転送された電荷を保持する電荷保持部と、
前記半導体基板のうち前記光電変換部と前記電荷保持部の間に設けられた溝に配された遮光部と、

前記半導体基板の前記第2面の側に形成され、前記光電変換部の電荷を前記電荷保持部に転送する転送ゲートと、

を有し、
平面視において前記遮光部と前記転送ゲートとが重なり、
前記遮光部と前記光電変換部との距離は、前記遮光部と前記電荷保持部との距離より短い、

ことを特徴とする光電変換装置。

【請求項2】

前記光電変換部は、前記電荷保持部の保持する電荷と同じ極性の電荷を多数キャリアとする第1導電型の第1半導体領域を含み、

前記電荷保持部は、前記第1導電型の第2半導体領域を含み、

前記遮光部と前記光電変換部の前記第1半導体領域との距離が、前記遮光部と前記電荷

保持部の前記第 2 半導体領域との距離より短い、

請求項 1 に記載の光電変換装置。

【請求項 3】

前記第 1 面または前記第 2 面に対する平面視において前記転送ゲートと重なる領域の少なくとも一部において、前記半導体基板に設けられた前記溝が前記第 2 面から離間している、

請求項 1 または 2 に記載の光電変換装置。

【請求項 4】

光の入射する第 1 面と前記第 1 面とは反対側の第 2 面とを有する半導体基板と、遮光部と、を有する光電変換装置であって、

前記半導体基板は、入射した光を電荷に変換する光電変換部が配される第 1 半導体領域と、前記光電変換部から転送された電荷を保持する電荷保持部が配される第 2 半導体領域と、を含み、

前記第 1 半導体領域と前記第 2 半導体領域とを通る断面において、前記遮光部は前記光電変換部と前記電荷保持部の間に配され、

前記半導体基板の前記第 2 面の側に形成され、前記光電変換部の電荷を前記電荷保持部に転送する転送ゲートを有し、

平面視において前記遮光部と前記転送ゲートとが重なり、

前記遮光部と前記光電変換部との距離は、前記遮光部と前記電荷保持部との距離より短い、

ことを特徴とする光電変換装置。

【請求項 5】

前記遮光部は、前記光電変換部と前記電荷保持部の中間よりも前記光電変換部に近い領域に配置される、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 6】

前記遮光部は、前記転送ゲートの直下以外の領域に配された部分を含み、

前記遮光部は、前記転送ゲートの直下以外の領域の少なくとも一部において、前記半導体基板の前記第 2 面まで延在する、

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 7】

前記遮光部は、前記転送ゲートの直下以外の領域に配された部分を含み、

前記遮光部の配された前記溝は、転送ゲートの直下以外の領域の少なくとも一部において、前記半導体基板の前記第 1 面から前記第 2 面まで貫通する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 8】

前記半導体基板の前記第 1 面の側に、少なくとも電荷保持部の一部を覆うように第 1 の遮光膜が配置される、

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 9】

前記第 1 の遮光膜は、前記光電変換部を除く全ての領域を覆うように配置される、

請求項 8 に記載の光電変換装置。

【請求項 10】

前記遮光部と前記第 1 の遮光膜は導電性材料で形成され、前記遮光部と前記第 1 の遮光膜の少なくとも一つには電圧が供給されている、

請求項 8 または 9 に記載の光電変換装置。

【請求項 11】

前記半導体基板の前記第 2 面の側に形成された配線層をさらに有し、

前記転送ゲートと前記配線層内の配線との間に、第 2 の遮光膜が配置される、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記第 2 の遮光膜は、前記配線層のうちの最も前記転送ゲートの近くに配された配線と前記転送ゲートとの間に配置される、

請求項 1 1 に記載の光電変換装置。

【請求項 1 3】

前記第 2 の遮光膜は、前記光電変換部を透過し前記配線層で反射した光が、前記光電変換部に近い側の前記遮光部の下端に到達する反射光線を遮る位置に形成される、

請求項 1 1 または 1 2 に記載の光電変換装置。

【請求項 1 4】

前記第 2 の遮光膜の幅は、前記転送ゲートのゲート幅以上である、

請求項 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 1 5】

前記第 2 の遮光膜は、前記電荷保持部を覆う、

請求項 1 1 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 1 6】

前記第 1 面または前記第 2 面に対する平面視において、前記第 2 の遮光膜は前記転送ゲートに少なくとも部分的に重なる、

請求項 1 1 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 1 7】

前記第 2 の遮光膜は、導電性材料で形成され、かつ、電圧が供給されている、

請求項 1 1 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 から 1 7 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置と、

前記光電変換装置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 1 9】

移動体であって、

請求項 1 から 1 7 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置と、

移動装置と、

前記光電変換装置から出力される信号から情報を取得する処理装置と、

前記情報に基づいて前記移動装置を制御する制御装置と、

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、光電変換装置、撮像システム、および、移動体に関する。

【背景技術】**【0002】**

C M O S イメージセンサや C C D イメージセンサ等の撮像装置（光電変換装置）は、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等に広く用いられている。光電変換装置は、光電変換部にて変換された電荷を光電変換部とは別の場所で一時的に保持する電荷保持部を備えている。具体的には、増幅回路の入力ノードであるフローティングディフュージョン部（以下、F D 部）や、グローバルシャッタ動作のために全ての画素の電荷を同時に保持しておくための素子として、電荷保持部が用いられる。

【0003】

光電変換部と同一の半導体基板に電荷保持部を設ける場合、電荷保持中の電荷保持部に光が入射することにより、光学的なノイズが発生することがある。特許文献 1 では、光学的なノイズ発生に対する解決策が開示されている。具体的には、光電変換部と電荷保持部の間に遮光部を設けることが開示されている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【文献】特開 2 0 1 3 - 6 5 6 8 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら特許文献 1 に開示されている構成では遮光が十分ではなく、電荷保持中の電荷保持部に光が漏れ込む可能性がある。電荷保持部に入射した光が光電変換されることで、ノイズの原因となる電荷が発生し、結果として、画素信号が劣化することがある。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、より良好な画素信号を得ることができる光電変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の第一の態様は、光の入射する第 1 面と前記第 1 面とは反対側の第 2 面とを有する半導体基板と、前記半導体基板に配された浮遊拡散領域と、前記半導体基板に配され、入射した光を電荷に変換する光電変換部と、前記半導体基板に配され、前記光電変換部から転送された電荷を保持する電荷保持部と、前記半導体基板のうち前記光電変換部と前記電荷保持部の間に設けられた溝に配された遮光部と、前記半導体基板の前記第 2 面の側に形成され、前記光電変換部の電荷を前記電荷保持部に転送する転送ゲートと、を有し、平面視において前記遮光部と前記転送ゲートとが重なり、前記遮光部と前記光電変換部との距離は、前記遮光部と前記電荷保持部との距離より短い、ことを特徴とする光電変換装置である。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、より良好な画素信号を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】実施形態 1 に係る画素の断面的な構成例を示す図である。

【図 2】実施形態 1 に係る画素の平面的な構成例を示す図である。

【図 3】図 2 における B B ' 間の断面的な構成例を示す図である。

【図 4】実施形態 1 に係る遮光膜および遮光部の電位固定方法例を示す図である。

【図 5】実施形態 1 における遮光部の配置例を示す図である。

【図 6】実施形態 2 に係る画素の断面的な構成例を示す図である。

【図 7】実施形態 2 に係る画素の平面的な構成例を示す図である。

【図 8】実施形態 3 に係る撮像システムの構成例を表す図である。

【図 9】実施形態 4 に係る撮像システムおよび移動体の構成例を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、実施例に係る半導体装置について図面を参照しながら説明する。なお、これらの実施例により本発明が限定されるものではない。

【 0 0 1 1 】

[実施形態 1]

本実施形態の光電変換装置は、CMOS イメージセンサである。一般的に、CMOS イメージセンサは、画素アレイ部、垂直駆動部、カラム処理部、水平駆動部、システム制御部等を含んで構成される。画素アレイ部には、入射光量に応じた電荷量の光電荷が発生して内部に蓄積する光電変換素子を有する単位画素が二次元配置されている。今後、単位画素を単に画素と記述し、光電変換部領域と電荷保持部領域を抜粋して説明する。なお、イメージセンサではなく単に光センサとして光電変換装置が用いられる場合、光電変換装置は少なくとも 1 つの画素を有していればよく、複数の画素を有していなくてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

図 1 は、実施形態 1 に係る画素の断面的な構成例を示す図である。図 2 は、光の入射方向から見た実施形態 1 に係る画素の平面的な構成例を示す図である。なお、図 1 は、図 2 における A A ' 間の断面図を示している。

【 0 0 1 3 】

図 1 のように、画素 1 1 は、図 1 の下側から順に、配線層 5 1、酸化膜 5 2、半導体基板 5 3、誘電材料層 5 4、カラーフィルタ層 5 5、およびオンチップレンズ 1 0 9 が積層されて構成されている。図 1 は、1 つの画素 1 1 を示しているが、複数の画素 1 1 が図 1 に示された構造を有していてもよい。また、半導体基板 5 3 に光電変換部 1 0 4 が形成されている領域を光電変換部領域 5 6 と称し、半導体基板 5 3 に電荷保持部 1 0 5 が形成されている領域を電荷保持部領域 5 7 と称する。画素 1 1 は、また、浮遊拡散領域（以下、F D）、F D に蓄積されている電荷に応じた信号を出力する増幅トランジスタ（いずれも不図示）を有する。なお、一般に半導体基板 5 3 は 2 つの表面を持つ。本実施形態では、便宜的に、図 1 における上側の表面が第 1 面である。一方、図 1 における下側の表面が第 2 面である。図 1 が示す通り、半導体基板 5 3 の第 2 面の側には配線層 5 1 が配される。一方、半導体基板 5 3 には、第 1 面の側から光が入射する。すなわち、本実施形態の光電変換装置は、半導体基板 5 3 の配線層が配される側の表面とは反対の表面から入射光が照射される、いわゆる裏面照射型 C M O S イメージセンサである。

10

【 0 0 1 4 】

光電変換部 1 0 4 は、オンチップレンズ 1 0 9 を介して受光した光を電荷に変換する。電荷保持部 1 0 5 は、光電変換部 1 0 4 から転送された電荷を一時的に保持する。転送ゲート 1 0 3 に供給される電圧によって、光電変換部 1 0 4 から電荷保持部への電荷の転送が制御される。本実施形態では、電荷保持部 1 0 5 は電子を信号電荷として保持する。そのため、光電変換部 1 0 4 および電荷保持部 1 0 5 は、それぞれ、半導体基板 5 3 に配された N 型の半導体領域を含んで構成される。N 型は、信号電荷と同じ極性である、電子を多数キャリアとする半導体領域の導電型である。ホールを信号電荷として扱う場合には、光電変換部 1 0 4 および電荷保持部 1 0 5 は、それぞれ、半導体基板 5 3 に配された P 型の半導体領域を含んで構成される。

20

【 0 0 1 5 】

配線層 5 1 は、複数層の配線 1 0 1 を含み、光電変換部 1 0 4 の受光面と反対側に形成される。光電変換部 1 0 4 の受光面は、半導体基板 5 3 の第 1 面の一部である。配線層 5 1 は、複数の配線 1 0 1 が層間絶縁膜 1 0 2 に埋めこまれて構成されている。複数の配線 1 0 1 は、光電変換部 1 0 4 の電荷の読み出しに用いられる制御信号や光電変換部 1 0 4 の電荷に基づく信号を、伝達したり保持したりする。

30

【 0 0 1 6 】

配線層 5 1 の下側に、基板支持材（不図示）が配置されもよい。例えば、配線層 5 1 および半導体基板 5 3 に形成されたトランジスタなどの素子（不図示）が、電荷の読み出し回路を構成し、読み出し後の A D 変換回路およびその後段の回路が基板支持材に形成される。すなわち、本実施形態の光電変換装置は、いわゆる積層型のイメージセンサであってもよい。このような構成により、イメージセンサを高速に駆動させることや高機能化を実現することができる。

40

【 0 0 1 7 】

また、配線層 5 1 のうち、光電変換部 1 0 4 および電荷保持部 1 0 5 の間の領域に、半導体基板 5 3 に対して酸化膜 5 2 を介して、転送ゲート 1 0 3 が配置されている。転送ゲート 1 0 3 は、半導体基板 5 3 の第 2 面の側に配されている。転送ゲート 1 0 3 に所定の電圧が印加されることにより、光電変換部 1 0 4 に蓄積されている電荷が電荷保持部 1 0 5 に転送される。酸化膜 5 2 は、絶縁性を備えており、転送ゲート 1 0 3 のゲート絶縁膜を構成する。すなわち、光電変換部 1 0 4 の N 型半導体領域、転送ゲート 1 0 3、および、電荷保持部 1 0 5 の N 型半導体領域は、M O S トランジスタを構成する。

【 0 0 1 8 】

50

誘電材料層 54 には、遮光膜 108 と遮光部 106 と遮光部 107 とが、埋め込まれて形成されている。遮光膜 108、遮光部 106、および遮光部 107 はいずれも、遮光性を有する材料により形成されている。

【0019】

遮光膜 108 は、半導体基板 53 の受光面側（図の上側）に形成され、電荷保持部 105 への光の入射を遮蔽する。遮光膜 108 は、少なくとも電荷保持部 105 の一部を覆うように形成され、好ましくは、電荷保持部 105 の全部を覆うように形成される。遮光膜 108 が電荷保持部 105 を覆うとは、平面視において遮光膜 108 の領域の中に電荷保持部 105 の領域が含まれることを意味する。さらに好ましくは、遮光膜 108 は、光電変換部 104 の領域を除く全ての領域を覆うように形成される。これにより、電荷保持部 105 への入射光をより低減することができる。また、遮光膜 108 は、タングステンやアルミ、銅等の材料で形成することで、電荷保持部 105 への入射光の侵入をより効果的に防ぐことができる。なお、遮光膜 108 が省略され、第 2 面側からの平面視において電荷保持部 105 が露出しているてもよい。電荷保持部 105 が露出しているても、遮光部 106 によって、より良好な画素信号を得るという効果を得ることができる。

10

【0020】

遮光部 106 および遮光部 107 は、光電変換部 104 および電荷保持部 105 の周囲を囲い、遮光膜 108 と直交する方向（遮光膜 108 の法線方向）に延在するように、所定の深さまで形成されている。また、半導体基板 53 には、遮光部 106 および遮光部 107 を配置するための溝が設けられている。遮光部 106 および遮光部 107 が導電性材料で構成される場合、溝には、遮光部 106 または遮光部 107 に加えて、当該遮光部 106 または遮光部 107 と半導体基板 53 とを絶縁するための絶縁材料が埋め込まれていてもよい。なお、光電変換部 104 と電荷保持部 105 の間に形成されている遮光部を遮光部 107 と称し、それ以外を遮光部 106 と称する。なお、遮光部 107 と遮光部 106 とを区別して説明している場合を除き、遮光部 107 および遮光部 106 の一方についての説明は、他方にも適用される。

20

【0021】

半導体基板 53 に設けられた溝の内部に遮光部 107 を形成する場合、当該溝が半導体基板 53 の第 2 面（転送ゲート 103 の配された面）まで到達していると電荷転送ができなくなる。そのため、少なくとも光電変換部 104 と電荷保持部 105 との間で転送チャネルが形成されるべき領域においては、遮光部 107 の配された溝、ならびに、遮光部 107 が半導体基板 53 の第 2 面から離間している。遮光部 107 の全ての部分を転送ゲート 103 あるいは半導体基板 53 の第 2 面から離して設けてもよい。また、同様に、遮光部 106 を半導体基板 53 の第 2 面から離して設けていてもよい。このように、遮光部 106 および遮光部 107 の全部が同程度の深さまで形成される構成は、製造工程の増加を招くことがない点で有利である。

30

【0022】

しかし遮光部 107 が半導体基板 53 の第 2 面から離れて設けられる場合、遮光部 107 と半導体基板 53 の第 2 面の間等から、入射光が電荷保持部 105 に侵入することがある。そこで、電荷保持部 105 への入射光の侵入を抑制するために、図 2、図 3 に示すように、転送ゲート 103 直下以外の領域の少なくとも一部において、遮光部 107 を半導体基板 53 の第 2 面まで延在するように設けることが望ましい。この場合、遮光部 107 の配された溝は、半導体基板 53 の第 1 面から第 2 面まで貫通する。本構成により、斜め入射光が電荷保持部 105 に侵入することを低減することができる。

40

【0023】

図 1 の例では、遮光部 106 を半導体基板 53 の第 2 面から離して設けているが、遮光部 106 も同様に、半導体基板 53 の第 2 面に接するように設けてもよい。このような構成により、隣接画素に入射した光のクロストーク等による光学的なノイズを低減することができる。

【0024】

50

遮光部 107 の一部および遮光部 106 を半導体基板 53 の表面に接するように配置した構成例を図 3 に示す。図 3 は図 2 における B B' 間の断面図である。

【0025】

また、遮光部 106 と遮光部 107 と遮光膜 108 には、任意の電圧が供給されてもよい。例えば、遮光部 106 と遮光部 107 と遮光膜 108 は、接地電位 (GND) に固定される。遮光部 106 の電位が変化すると、遮光部 106 等に対して寄生のカップリング容量を持つ他のノードの電位も変化する、つまり、クロストークが生じる可能性がある。遮光部 106 等の電位変化は、遮光部 106 等の電位が制御されている場合、制御回路によって生じうる。また、遮光部 106 等の電位変化は、遮光部 106 等がフローティングの場合、他のノードの電位変動によって生じることもある。これに対して、遮光部 106 等の電位を固定することにより、遮光部 106 と遮光部 107 と遮光膜 108 の電位変化に起因するクロストーク等の影響を低減することができる。

10

【0026】

図 4 に、遮光部 106 と遮光部 107 と遮光膜 108 に電圧を供給する方法の一例を示す。図 4 の例では、配線 101 と遮光部 106 とが、コンタクト部 110 を介して直接接続されている。別の例では、誘電材料層 54 側で遮光膜 108 と配線とを接続して、遮光膜 108 に電圧を供給することもできる。ただしこの場合、誘電材料層 54 側に追加で配線を配置する必要があり、画素レイアウトが制限され、開口率が小さくなり、画素性能が低下する可能性がある。更に別の例では、半導体基板 53 の第 2 面付近に高濃度の拡散層を設け、当該拡散層を介してコンタクト部 110 と遮光部 106 とを電気的に接続することもできる。本構成においては、深い遮光部 106 を形成する必要がなく、製造が容易となる。

20

【0027】

なお、電位固定は、画素ごとに実施することが望ましい。画素ごとの電位固定により、遮光部 106 と遮光部 107 と遮光膜 108 の画素間の電位変動が小さくなり、配線 101 との容量カップリングによるクロストーク等の影響をより低減させることができる。また、本構成は、配線層 51 下に基板支持材を配置する積層構成にすることが望ましい。これにより、誘電材料層 54 側に追加で配線を配置する必要がなく、画素レイアウトの自由度が向上し、開口率を大きくすることができる。

【0028】

本実施形態において、遮光部 106 および遮光部 107 は、遮光膜 108 と同様に、タングステンやアルミ、銅等の材料により形成する。それにより、隣接画素に入射した光のクロストークや、電荷保持部 105 への入射光の侵入を効果的に防ぎ、光学的なノイズを低減することができる。

30

【0029】

本実施形態において、光電変換部 104 と電荷保持部 105 との間に配置される遮光部 107 は、電荷保持部 105 より光電変換部 104 に近い位置に配置されている。換言すると、遮光部 107 と光電変換部 104 との距離は、遮光部 107 と電荷保持部 105 との距離より短い。より具体的には、遮光部 107 と光電変換部 104 の N 型半導体領域との距離が、遮光部 107 と電荷保持部 105 の N 型半導体領域との距離より短い。遮光部 107 の少なくとも一部がこの条件を満たす限り、遮光部 107、遮光部 106、および遮光膜 108 の配置は特定の形態に限定されない。上述したように、遮光部 106 および遮光膜 108 は配置されていなくてもよい。以下、遮光部 107 の配置について、図 5 A ~ 5 C を参照して説明する。図 5 A ~ 図 5 C は、光電変換部 104、電荷保持部 105、遮光部 107 のみを示した平面図である。

40

【0030】

図 5 A は、図 1、図 2 に示した例と同一の構成であり、遮光部 107 の全ての部分が、光電変換部 104 と電荷保持部 105 の隣接方向 (X 方向) に関して、光電変換部 104 と電荷保持部 105 の中間よりも光電変換部 104 に近い領域内に配置されている。

【0031】

50

しかしながら、図 5 B に示すように、遮光部 107 の X 方向についての中心が、光電変換部 104 と電荷保持部 105 の中間よりも光電変換部 104 側に位置していればよい。言い換えると、遮光部 107 の一部が光電変換部 104 と電荷保持部 105 の中間よりも電荷保持部 105 に近い領域に位置してもよい。

【0032】

また、図 5 A , 図 5 B に示す例では、Y 方向の全ての位置において、光電変換部 104 から遮光部 107 までの X 方向に沿った距離が、電荷保持部 105 から遮光部 107 までの X 方向に沿った距離よりも小さい。しかし、これは必須ではない。図 5 C に示すように、遮光部 107 の Y 方向位置の少なくとも一部において、光電変換部 104 から遮光部 107 までの X 方向に沿った距離が、電荷保持部 105 から遮光部 107 までの X 方向に沿った距離よりも小さいという構成としてもよい。このような構成でも、入射光の侵入を防止する効果が得られる。なお、画素の中心に光が多く入射することから、遮光部 107 の Y 方向中央部分 107 a は、電荷保持部 105 よりも光電変換部 104 に近い位置に配置されることが好ましい。遮光部 107 の周辺部分 107 b , 107 c は、光電変換部 104 と電荷保持部 105 の中間に配置されてもよいし、電荷保持部 105 に近い領域に配置されてもよい。また、転送ゲート 103 と重なる位置では、遮光部 107 は電荷保持部 105 よりも光電変換部 104 に近い位置に配置されることが好ましい。

10

【0033】

本実施形態によれば、入射光が電荷保持部 105 へ侵入することを効果的に防止できる。画素に対して斜め方向から光が入射した場合、入射光は、オンチップレンズ 109 により集光され、カラーフィルタ層 55、誘電材料層 54、半導体基板 53、光電変換部 104 を透過する。この透過光は、図 1 の白抜きの矢印で示すように、遮光部 107 によって遮光される。本実施形態では、遮光部 107 の少なくとも一部が、光電変換膜 104 の近くに配置される。結果として、電荷保持部領域 57 への入射光が減少し、従来に比べさらに光学的なノイズを低減することができる。

20

【0034】

なお、半導体基板 53 の光電変換部 104 に入射した光を少なくとも部分的に遮光することができれば、本実施形態の効果は得られる。他の経路から電荷保持部 105 に入射する光が多少にかかわらず存在することは、本実施形態の解決すべき課題とは関係がない。例えば、電荷保持部 105 が、特定の方向からの光に対して遮蔽され、他の方向からの光を受けると構成されることが望ましい場合がある。

30

【0035】

[実施形態 2]

図 6 は、実施形態 2 に係る画素の断面的な構成例を示す図である。図 7 は、光の入射方向から見た実施形態 2 に係る画素の平面的な構成例を示す図である。図 6 は、図 7 における C C' 間の断面図を示している。図 1 ~ 図 5 と同じ機能を有する部分には、同じ符号を付している。図 1 ~ 図 5 の同様の要素についての説明は、適宜、図 6 および図 7 に援用される。

【0036】

図 6 のように、画素 14 は、図 6 の下側から順に、配線層 51、酸化膜 52、半導体基板 53、誘電材料層 54、カラーフィルタ層 55、およびオンチップレンズ 109 が積層されて構成されている。図 6 は、1つの画素 14 を示しているが、複数の画素 14 が図 6 に示された構造を有していてもよい。また、半導体基板 53 に光電変換部 104 が形成されている領域を光電変換部領域 56 と称し、半導体基板 53 に電荷保持部 105 が形成されている領域を電荷保持部領域 57 と称する。本実施形態の光電変換装置は、半導体基板 53 の配線層が配される側の表面とは反対の面から入射光が照射される、いわゆる裏面照射型 CMOS イメージセンサである。

40

【0037】

配線層 51 は、複数層の配線 101 を含み、光電変換部 104 の受光面と反対側に形成される。光電変換部 104 の受光面は、半導体基板 53 の第 1 面の一部である。配線層 5

50

1 は、複数の配線 1 0 1 が層間絶縁膜 1 0 2 に埋めこまれて構成されている。複数の配線 1 0 1 は、光電変換部 1 0 4 の電荷の読み出しに用いられる制御信号や光電変換部 1 0 4 の電荷に基づく信号を、伝達したり保持したりする。

【 0 0 3 8 】

また、配線層 5 1 のうち、光電変換部 1 0 4 および電荷保持部 1 0 5 の間の領域に、半導体基板 5 3 に対して酸化膜 5 2 を介して、転送ゲート 1 0 3 が配置されている。転送ゲート 1 0 3 は、半導体基板 5 3 の第 2 面の側に配されている。転送ゲート 1 0 3 に所定の電圧が印加されることにより、光電変換部 1 0 4 に蓄積されている電荷が電荷保持部 1 0 5 に転送される。酸化膜 5 2 は、絶縁性を備えており、転送ゲート 1 0 3 のゲート絶縁膜を構成する。すなわち、光電変換部 1 0 4 の N 型半導体領域、転送ゲート 1 0 3、および電荷保持部 1 0 5 の N 型半導体領域は、MOS トランジスタを構成する。

10

【 0 0 3 9 】

誘電材料層 5 4 には、遮光性を有する材料により形成されている遮光膜 1 0 8 と遮光部 1 0 6 と遮光部 1 0 7 とが、埋め込まれて形成されている。遮光膜 1 0 8、遮光部 1 0 6、および遮光部 1 0 7 はいずれも、遮光性を有する材料により形成されている。

【 0 0 4 0 】

遮光膜 1 0 8 は、少なくとも電荷保持部 1 0 5 を覆うように形成されている。遮光部 1 0 6 および遮光部 1 0 7 は、光電変換部 1 0 4 および電荷保持部 1 0 5 の周囲を囲い、遮光膜 1 0 8 と直交する方向（遮光膜 1 0 8 の法線方向）に延在するように、所定の深さまで形成されている。また、半導体基板 5 3 には、遮光部 1 0 6 および遮光部 1 0 7 を配置するための溝が設けられている。遮光部 1 0 6 および遮光部 1 0 7 が導電性材料で構成される場合、溝には、遮光部 1 0 6 または遮光部 1 0 7 に加えて、当該遮光部 1 0 6 または遮光部 1 0 7 と半導体基板 5 3 とを絶縁するための絶縁材料が埋め込まれていてもよい。なお、光電変換部 1 0 4 と電荷保持部 1 0 5 の間に形成されている遮光部を遮光部 1 0 7 と称し、それ以外を遮光部 1 0 6 と称する。なお、遮光部 1 0 7 と遮光部 1 0 6 とを区別して説明している場合を除き、遮光部 1 0 7 および遮光部 1 0 6 の一方についての説明は、他方にも適用される。

20

【 0 0 4 1 】

半導体基板 5 3 に設けられた溝の内部に遮光部 1 0 7 を形成する場合、当該溝が半導体基板 5 3 の第 2 面（転送ゲート 1 0 3 の配された面）まで到達していると電荷転送ができなくなる。そのため、少なくとも光電変換部 1 0 4 と電荷保持部 1 0 5 との間で転送チャネルが形成されるべき領域においては、遮光部 1 0 7 の配された溝、ならびに、遮光部 1 0 7 が半導体基板 5 3 の第 2 面から離間している。遮光部 1 0 7 の全ての部分を転送ゲート 1 0 3 あるいは半導体基板 5 3 の第 2 面から離して設けてもよい。また、同様に、遮光部 1 0 6 を半導体基板 5 3 の第 2 面から離して設けていてもよい。このように、遮光部 1 0 6 および遮光部 1 0 7 の全部が同程度の深さまで形成される構成は、製造工程の増加を招くことがない点で有利である。

30

【 0 0 4 2 】

しかし遮光部 1 0 7 が半導体基板 5 3 の第 2 面から離れて設けられる場合、遮光部 1 0 7 と半導体基板 5 3 の表面の間等から、入射光が電荷保持部 1 0 5 に侵入することがある。そこで、電荷保持部 1 0 5 への入射光の侵入を抑制するために、図 2 に示すように、転送ゲート 1 0 3 直下以外の領域の少なくとも一部において、遮光部 1 0 7 を半導体基板 5 3 の表面まで延在するように設けることが望ましい。この場合、遮光部 1 0 7 の配された溝は、半導体基板 5 3 の第 1 面から第 2 面まで貫通する。本構成により、斜め入射光が電荷保持部 1 0 5 に侵入することを低減することができる。

40

【 0 0 4 3 】

図 6 の例では、遮光部 1 0 6 を半導体基板 5 3 から離して設けているが、遮光部 1 0 6 においても同様に、半導体基板 5 3 の表面に接するよう設けてもよい。このような構成により、隣接画素に入射した光のクロストーク等による光学的なノイズを低減することができる。

50

【 0 0 4 4 】

また、遮光部 1 0 6 と遮光部 1 0 7 と遮光膜 1 0 8 には、任意の電圧が供給されてもよい。例えば、遮光部 1 0 6 と遮光部 1 0 7 と遮光膜 1 0 8 は、接地電位 (G N D) に固定される。遮光部 1 0 6 の電位が変化すると、遮光部 1 0 6 等に対して寄生のカップリング容量を持つ他のノードの電位も変化する、つまり、クロストークが生じる可能性がある。遮光部 1 0 6 等の電位変化は、遮光部 1 0 6 等の電位が制御されている場合、制御回路によって生じうる。また、遮光部 1 0 6 等の電位変化は、遮光部 1 0 6 等がフローティングの場合、他のノードの電位変動によって生じることもある。これに対して、遮光部 1 0 6 等の電位を固定することにより、遮光部 1 0 6 と遮光部 1 0 7 と遮光膜 1 0 8 の電位変化に起因するクロストーク等の影響を低減することができる。電位固定方法については、実施形態 1 に記載しているため、省略する。

10

【 0 0 4 5 】

遮光部 1 0 6 および遮光部 1 0 7 は、遮光膜 1 0 8 と同様に、タングステンやアルミ、銅等の材料により形成する。それにより、隣接画素に入射した光のクロストークや、電荷保持部 1 0 5 への入射光の侵入を効果的に防ぎ、光学的なノイズを低減することができる。

【 0 0 4 6 】

また、光電変換部 1 0 4 と電荷保持部 1 0 5 との間に配置される遮光部 1 0 7 は、電荷保持部 1 0 5 より前記光電変換部に近い位置に配置されている。遮光部 1 0 7 の配置の詳細については、実施形態 1 に記載しているため、省略する。

【 0 0 4 7 】

実施形態 1 で説明したように、光電変換部 1 0 4 への斜め入射光が、電荷保持部 1 0 5 に侵入する可能性がある。この経路以外に、半導体基板 5 3 を透過した光が配線層 5 1 で反射し、その反射光が電荷保持部 1 0 5 に侵入することがある。具体的には、画素 1 4 への斜め方向からの光が光電変換部 1 0 4、酸化膜 5 2 を透過して、配線層 5 1 に入射することがある。そして、特に光電変換部領域 5 6 に配置される配線 1 0 1 において入射光が反射すると、転送ゲート 1 0 3 と遮光部 1 0 7 あるいは半導体基板 5 3 の表面との間から、その反射光が電荷保持部 1 0 5 に侵入することがある。

20

【 0 0 4 8 】

実施形態 2 では、転送ゲート 1 0 3 と、配線層内の層間絶縁膜 1 0 2 に埋め込まれている複数の配線 1 0 1 のうち転送ゲート 1 0 3 に最も近い配線との間に、遮光膜 1 1 1 が配置されている。図 6 では、転送ゲート 1 0 3 と最上層の配線 1 0 1 の間に遮光膜 1 1 1 が配置されている。本構成により、光電変換部 1 0 4 を透過し、層間絶縁膜 1 0 2 に埋め込まれている配線 1 0 1 で反射した光を、遮光膜 1 1 1 で遮り、電荷保持部領域 5 7 に入射することを防止することができる。遮光膜 1 1 1 が設けられていない構成では、配線 1 0 1 で反射した光が電荷保持部 1 0 5 に入射し、光学的なノイズが発生することが想定される。本実施形態では、このようなノイズの発生を防止できる。

30

【 0 0 4 9 】

さらに、遮光膜 1 1 1 は、配線 1 0 1 で反射した光が、図 6 の点線で示している通り、光電変換部 1 0 4 に近い側の遮光部 1 0 7 の下端に到達する反射光線を遮る位置に形成されることが望ましい。本構成により、配線 1 0 1 からの反射光をより効果的に遮ることができる。

40

【 0 0 5 0 】

また、遮光膜 1 1 1 は、遮光膜 1 1 1 が少なくとも電荷保持部領域 5 7 を覆うように広く配置することができる。遮光膜 1 1 1 が電荷保持部領域 5 7 を覆うとは、平面視において遮光膜 1 1 1 の領域の中に電荷保持部領域 5 7 すなわち電荷保持部 1 0 5 の領域が含まれることを意味する。遮光膜 1 1 1 を広く配置することにより、配線層 5 1 に配置されている複数の配線 1 0 1 からの反射光を遮ることができる。

【 0 0 5 1 】

一方、光電変換部領域 5 6 に配置する遮光膜 1 1 1 は、電荷保持部 1 0 5 への反射光を発生させる要因となったり、配線 1 0 1 と遮光膜 1 1 1 との間の寄生容量が大きくなる原

50

因となったりすることもある。よって、なるべく遮光膜 111 の配置領域を小さくすることが望ましい。このために、遮光膜 111 と遮光部 107 とを次のような構成とするとよい。遮光部 107 は、実施形態 1 の図 3 に示したように、転送ゲート 103 直下を除き、半導体基板 53 の表面に接するように設ける。遮光膜 111 は、光電変換部 104 の一部を覆い、かつ、転送ゲート 103 を覆うように配置する。転送ゲート 103 を覆うので、遮光膜 111 の幅はゲート幅 W と等しい。遮光部 107 と転送ゲート 103 の間に隙間があると、転送ゲート 103 の直下すなわち、遮光部 107 と転送ゲート 103 の間が反射光の侵入経路となり得る。そこで、遮光膜 111 を上記のように設けることで、電荷保持部 105 への反射光の侵入を防止できる。さらに、遮光膜 111 の幅をゲート幅 W より大きくし、転送ゲート 103 が配置されておらず、かつ、遮光部 107 が半導体基板 53 の表面に接していない領域の下部にも遮光膜 111 が配置することでさらに高い効果が得られる。

10

【0052】

本構成では、遮光膜 111 からの反射光の侵入を限りなく小さくし、導電性材料の遮光膜 111 による寄生容量を低下させることができる。

【0053】

また、上記の例では、遮光膜 111 の幅が転送ゲート 103 のゲート幅以上であり転送ゲート 103 を覆う構成であるが、遮光膜 111 は転送ゲート 103 の少なくとも一部を覆うように形成されればよい。したがって、遮光膜 111 は、光電変換部 104 の一部を覆い、かつ転送ゲート 103 のゲート幅未満とすることもできる。本構成では、配線 101 からの反射光の侵入を少なくとも部分的に遮ることができ、かつ、導電性材料の遮光膜 111 による寄生容量を最小限にすることができる。

20

【0054】

なお、図 6 には図示していないが、遮光膜 111 と配線 101 との容量カップリングによるクロストーク等の影響を避けるため、任意の固定電位、例えば GND に設定されている。

【0055】

本実施形態によれば、入射光が電荷保持部 105 へ侵入することをさらに効果的に防止できる。画素に対して斜め方向から光が入射した場合、入射光は、オンチップレンズ 109 により集光され、カラーフィルタ層 55、誘電材料層 54、半導体基板 53、光電変換部 104、酸化膜 52 を透過する。この透過光が光電変換部領域 56 の配線 101 によって反射しても、遮光膜 111 によって効果的に遮光することができる。結果として、電荷保持部領域 57 への入射光が減少し、光学的なノイズを低減することができる。

30

【0056】

[実施形態 3]

本発明の実施形態 3 による撮像システムについて、図 8 を用いて説明する。図 8 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。

【0057】

上記実施形態 1, 2 で述べた固体撮像装置（光電変換装置）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としては、特に限定されるものではないが、例えば、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、医療用カメラなどの各種の機器が挙げられる。また、レンズなどの光学系と固体撮像装置（光電変換装置）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 8 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。

40

【0058】

撮像システム 2000 は、図 8 に示すように、撮像装置 100、撮像光学系 2002、CPU 2010、レンズ制御部 2012、撮像装置制御部 2014、画像処理部 2016、絞りシャッター制御部 2018 を備える。撮像システム 2000 は、また、表示部 2020、操作スイッチ 2022、記録媒体 2024 を備える。

50

【 0 0 5 9 】

撮像光学系 2 0 0 2 は、被写体の光学像を形成するための光学系であり、レンズ群、絞り 2 0 0 4 等を含む。絞り 2 0 0 4 は、その開口径を調節することで撮影時の光量調節を行なう機能を備えるほか、静止画撮影時には露光秒時調節用シャッターとしての機能も備える。レンズ群及び絞り 2 0 0 4 は、光軸方向に沿って進退可能に保持されており、これらの連動した動作によって変倍機能（ズーム機能）や焦点調節機能を実現する。撮像光学系 2 0 0 2 は、撮像システムに一体化されていてもよいし、撮像システムへの装着が可能な撮像レンズでもよい。

【 0 0 6 0 】

撮像光学系 2 0 0 2 の像空間には、その撮像面が位置するように撮像装置 1 0 0 が配置されている。撮像装置 1 0 0 は、実施形態 1 , 2 で説明した固体撮像装置（光電変換装置）であり、C M O S センサ（画素部）とその周辺回路（周辺回路領域）とを含んで構成される。撮像装置 1 0 0 は、複数の光電変換部を有する画素が 2 次元配置され、これらの画素に対してカラーフィルタが配置されることで、2 次元単板カラーセンサを構成している。撮像装置 1 0 0 は、撮像光学系 2 0 0 2 により結像された被写体像を光電変換し、画像信号や焦点検出信号として出力する。

10

【 0 0 6 1 】

レンズ制御部 2 0 1 2 は、撮像光学系 2 0 0 2 のレンズ群の進退駆動を制御して変倍操作や焦点調節を行うためのものであり、その機能を実現するように構成された回路や処理装置により構成されている。絞りシャッター制御部 2 0 1 8 は、絞り 2 0 0 4 の開口径を変化して（絞り値を可変として）撮影光量を調節するためのものであり、その機能を実現するように構成された回路や処理装置により構成される。

20

【 0 0 6 2 】

C P U 2 0 1 0 は、カメラ本体の種々の制御を司るカメラ内の制御装置であり、演算部、R O M、R A M、A / D コンバータ、D / A コンバータ、通信インターフェイス回路等を含む。C P U 2 0 1 0 は、R O M 等に記憶されたコンピュータプログラムに従ってカメラ内の各部の動作を制御し、撮像光学系 2 0 0 2 の焦点状態の検出（焦点検出）を含む A F、撮像、画像処理、記録等の一連の撮影動作を実行する。C P U 2 0 1 0 は、信号処理部でもある。

【 0 0 6 3 】

撮像装置制御部 2 0 1 4 は、撮像装置 1 0 0 の動作を制御するとともに、撮像装置 1 0 0 から出力された信号を A / D 変換して C P U 2 0 1 0 に送信するためのものであり、それら機能を実現するように構成された回路や制御装置により構成される。A / D 変換機能は、撮像装置 1 0 0 が備えていてもかまわない。画像処理部 2 0 1 6 は、A / D 変換された信号に対して 変換やカラー補間等の画像処理を行って画像信号を生成する処理装置であり、その機能を実現するように構成された回路や制御装置により構成される。表示部 2 0 2 0 は、液晶表示装置（L C D）等の表示装置であり、カメラの撮影モードに関する情報、撮影前のプレビュー画像、撮影後の確認用画像、焦点検出時の合焦状態等を表示する。操作スイッチ 2 0 2 2 は、電源スイッチ、レリーズ（撮影トリガ）スイッチ、ズーム操作スイッチ、撮影モード選択スイッチ等で構成される。記録媒体 2 0 2 4 は、撮影済み画像等を記録するためのものであり、撮像システムに内蔵されたものでもよいし、メモリカード等の着脱可能なものでもよい。

30

40

【 0 0 6 4 】

このようにして、実施形態 1 , 2 による撮像装置 1 0 0 を適用した撮像システム 2 0 0 0 を構成することにより、高性能の撮像システムを実現することができる。

【 0 0 6 5 】

[実施形態 4]

本発明の実施形態 4 による撮像システム及び移動体について、図 9 A 及び図 9 B を用いて説明する。図 9 A 及び図 9 B 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。

50

【 0 0 6 6 】

図 9 A は、車載カメラに関する撮像システム 2 1 0 0 の一例を示したものである。撮像システム 2 1 0 0 は、撮像装置 2 1 1 0 を有する。撮像装置 2 1 1 0 は、上述の実施形態 1 , 2 に記載の固体撮像装置（光電変換装置）のいずれかである。撮像システム 2 1 0 0 は、画像処理部 2 1 1 2 と視差取得部 2 1 1 4 を有する。画像処理部 2 1 1 2 は、撮像装置 2 1 1 0 により取得された複数の画像データに対し、画像処理を行う処理装置である。視差取得部 2 1 1 4 は、撮像装置 2 1 1 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）の算出を行う処理装置である。また、撮像システム 2 1 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処理装置である距離取得部 2 1 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処理装置である衝突判定部 2 1 1 8 と、を有する。ここで、視差取得部 2 1 1 4 や距離取得部 2 1 1 6 は、対象物までの距離情報等の情報を取得する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 2 1 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。上述の処理装置は、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基づいて演算を行う汎用のハードウェアによって実現されてもよい。また、処理装置は F P G A（Field Programmable Gate Array）、A S I C（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。

10

【 0 0 6 7 】

撮像システム 2 1 0 0 は、車両情報取得装置 2 1 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 2 1 0 0 は、衝突判定部 2 1 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 E C U 2 1 3 0 が接続されている。すなわち、制御 E C U 2 1 3 0 は、距離情報に基づいて移動体を制御する移動体制御手段の一例である。また、撮像システム 2 1 0 0 は、衝突判定部 2 1 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 2 1 4 0 とも接続されている。例えば、衝突判定部 2 1 1 8 の判定結果として衝突可能性が高い場合、制御 E C U 2 1 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 2 1 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。

20

30

【 0 0 6 8 】

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 2 1 0 0 で撮像する。図 9 B に、車両前方（撮像範囲 2 1 5 0）を撮像する場合の撮像システム 2 1 0 0 を示した。車両情報取得装置 2 1 2 0 は、撮像システム 2 1 0 0 を動作させ撮像を実行させるように指示を送る。上述の実施形態 1 , 2 の撮像装置を撮像装置 2 1 1 0 として用いることにより、本実施形態の撮像システム 2 1 0 0 は、測距の精度をより向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

以上の説明では、他の車両と衝突しないように制御する例を述べたが、他の車両に追従して自動運転する制御、車線からはみ出さないように自動運転する制御等にも適用可能である。更に、撮像システムは、自動車等の車両に限らず、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（輸送機器）に適用することができる。移動体（輸送機器）における移動装置はエンジン、モーター、車輪、プロペラなどの各種の駆動源である。加えて、移動体に限らず、高度道路交通システム（I T S）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。

40

【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

5 1 配線層

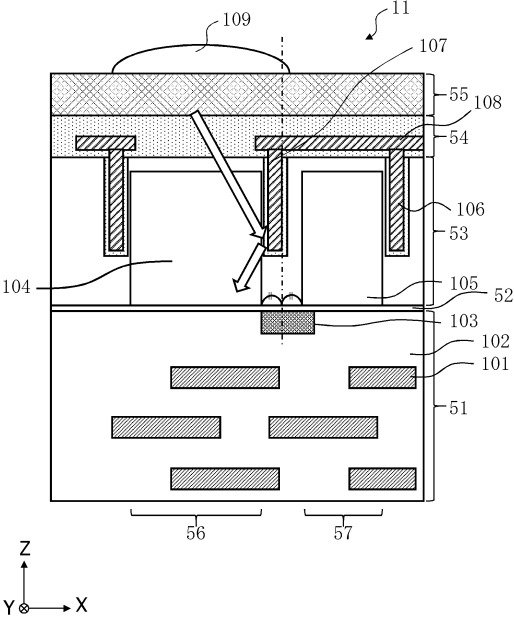
1 0 3 転送ゲート

50

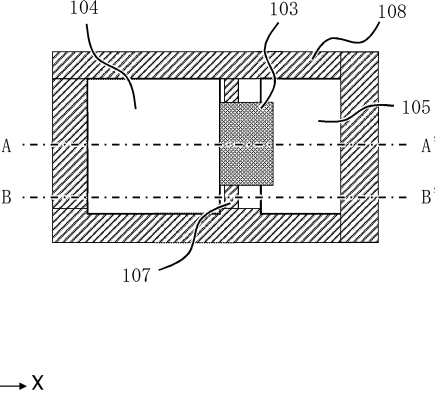
- 1 0 4 光電変換部
- 1 0 5 電荷保持部
- 1 0 7 遮光部

【図面】

【図 1】



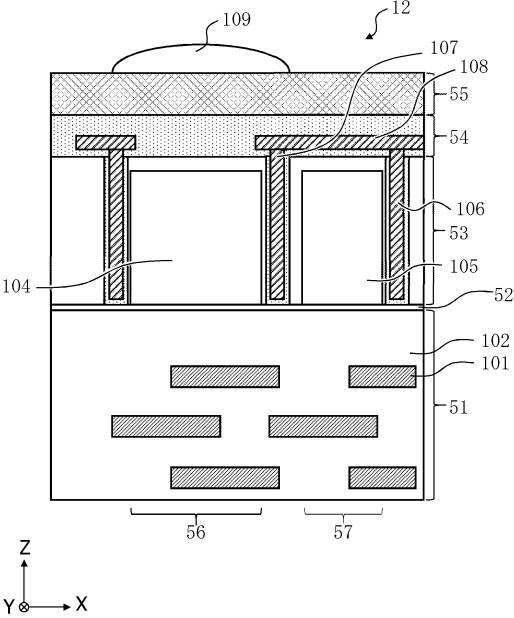
【図 2】



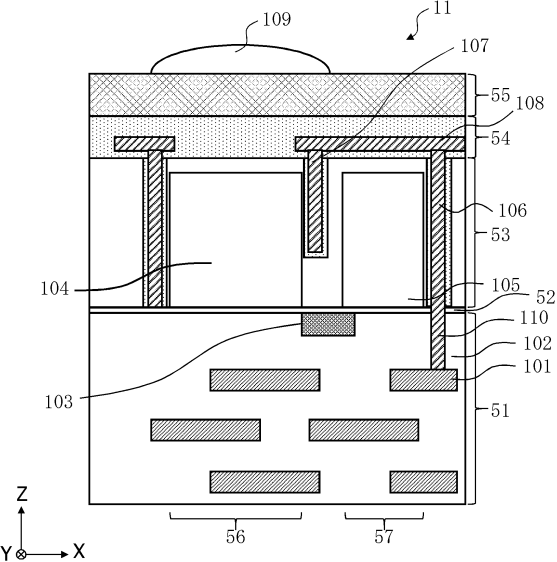
10

20

【図 3】



【図 4】

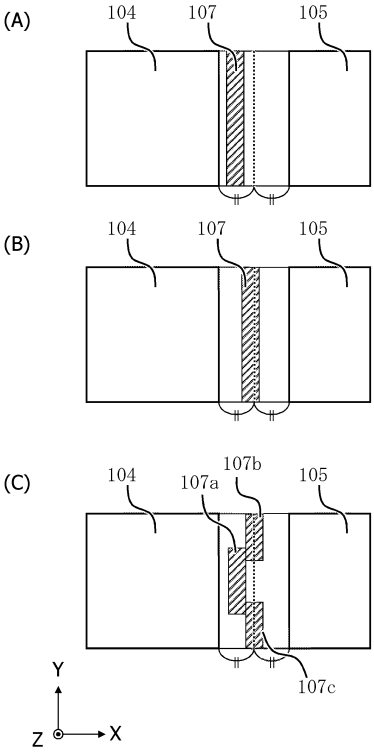


30

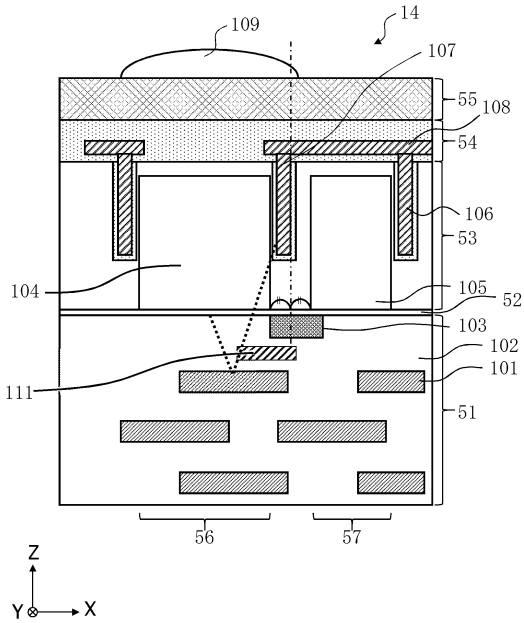
40

50

【図 5】



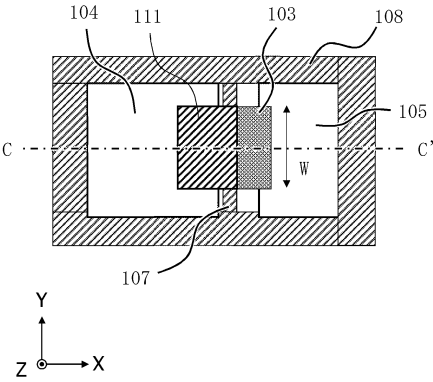
【図 6】



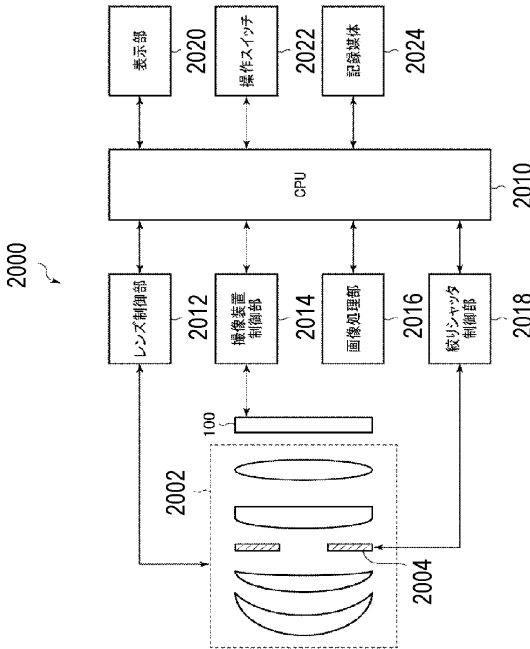
10

20

【図 7】



【図 8】

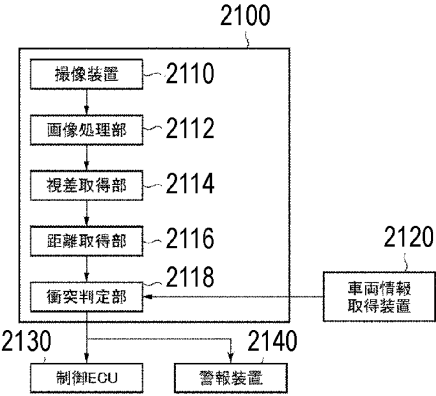


30

40

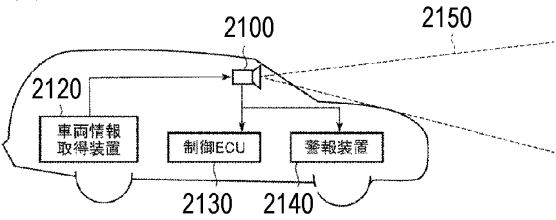
50

【図 9】
(A)



10

(B)



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 0 6 5 6 8 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 0 8 0 7 3 2 (U S , A 1)
特開 2 0 1 0 - 1 1 8 4 1 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 8 / 0 0 8 6 1 4 (W O , A 1)
特開 2 0 1 7 - 1 6 8 5 6 6 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 6 9 5 3 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 7 / 1 4 6
H 0 4 N 2 5 / 7 6
H 0 4 N 2 5 / 7 0
H 0 4 N 2 5 / 6 2