

(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2017-168566
(P2017-168566A)

(43) 公開日 平成29年9月21日 (2017.9.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/14 A	4 M 1 1 8
HO 1 L 27/14 (2006.01)	HO 1 L 27/14 D	5 C O 2 4
HO 4 N 5/369 (2011.01)	HO 4 N 5/335 6 9 0	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-50964 (P2016-50964)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成28年3月15日 (2016.3.15)		ソニー株式会社
			東京都港区港南1丁目7番1号
		(74) 代理人	100121131
			弁理士 西川 孝
		(74) 代理人	100082131
			弁理士 稲本 義雄
		(72) 発明者	水田 恭平
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
			式会社内
		(72) 発明者	丸山 卓哉
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
			式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子、および電子機器

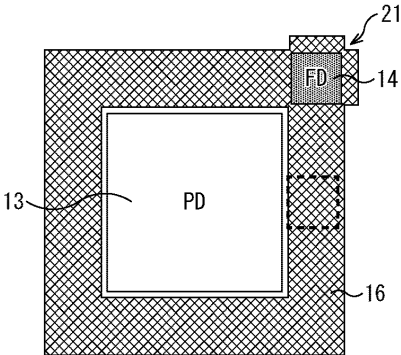
(57) 【要約】

FIG. 2

【課題】 F D などの電荷蓄積部に対する迷光を抑止する。

【解決手段】 本開示の一側面は、多数の画素から成る固体撮像素子において、前記画素毎に形成され、入射光を電荷に変換する光電変換部と、変換された前記電荷を一時的に保持する電荷蓄積部と、前記画素間に形成され、基板の厚さ方向に所定の長さを有する第1の遮光部とを備え、前記電荷蓄積部は、縦方向に隣接する画素間に形成された前記第1の遮光部と横方向に隣接する画素間に形成された前記第1の遮光部とが交差するクロス部の下方に形成されている。本開示は、例えば、裏面照射型CMOSイメージセンサに適用できる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

多数の画素から成る固体撮像素子において、
前記画素毎に形成され、入射光を電荷に変換する光電変換部と、
変換された前記電荷を一時的に保持する電荷蓄積部と、
前記画素間に形成され、基板の厚さ方向に所定の長さを有する第 1 の遮光部と
を備え、

前記電荷蓄積部は、縦方向に隣接する画素間に形成された前記第 1 の遮光部と横方向に
隣接する画素間に形成された前記第 1 の遮光部とが交差するクロス部の下方に形成されて
いる

10

固体撮像素子。

【請求項 2】

前記クロス部の光入射面側を覆う第 2 の遮光部をさらに備える
請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 3】

前記クロス部は、円柱状または多角形柱状に形成されている
請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 4】

前記クロス部は、円筒状または多角形筒状に形成されている
請求項 2 に記載の固体撮像素子。

20

【請求項 5】

前記電荷蓄積部は、筒状に形成されている前記クロス部の筒内で基板の厚さ方向に延伸
されている

請求項 4 に記載の固体撮像素子。

【請求項 6】

前記第 1 の遮光部と前記クロス部は、異なるエッチングレートで個別に形成されている
請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 7】

TG トランジスタ、AMP トランジスタ、SEL トランジスタ、OFG トランジスタ、および RST
トランジスタをさらに備え、

30

前記電荷蓄積部と前記 RST トランジスタのソースは、一体的に形成されている

請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 8】

リセットノイズを抑える FBEN トランジスタをさらに備える

請求項 7 に記載の固体撮像素子。

【請求項 9】

前記 AMP トランジスタと前記 RST トランジスタのドレインは、配線を共有して VDD に接続
されている

請求項 7 に記載の固体撮像素子。

【請求項 10】

40

前記光電変換部に対する入射光を乱反射するモスアイ構造部をさらに備える

請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 11】

前記第 1 の遮光部は、隣接する画素の領域における基板の面方向の長さが異なる

請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 12】

前記第 1 の遮光部は、隣接する画素の領域における基板の厚さ方向の長さが異なる

請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 13】

各画素の前記光電変換部は、隣接する画素の前記光電変換部と体積が異なる

50

請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 1 4】

前記画素は、少なくとも、第 1 の波長の光に対して感度を有する第 1 の画素、前記第 1 の波長よりも長波長の第 2 の波長に対して感度を有する第 2 の画素、および、前記第 2 の波長よりも長波長の第 3 の波長に対して感度を有する第 3 の画素を含む

請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 1 5】

前記第 1 または第 2 の画素と前記第 3 の画素と間に形成されている前記第 1 の遮光部は、基板の面方向の長さが、前記第 1 または第 2 の画素の領域に比較して前記第 3 の画素の領域の方が長く形成されている

10

請求項 1 4 に記載の固体撮像素子。

【請求項 1 6】

前記第 1 または第 2 の画素と前記第 3 の画素と間に形成されている前記第 1 の遮光部は、基板の厚さ方向の長さが、前記第 1 または第 2 の画素の領域に比較して前記第 3 の画素の領域の方が長く形成されている

請求項 1 4 に記載の固体撮像素子。

【請求項 1 7】

前記第 3 の画素の前記光電変換部は、前記第 1 または第 2 の画素の前記光電変換部に比較して体積が縮小されている

請求項 1 4 に記載の固体撮像素子。

20

【請求項 1 8】

前記第 1 または第 2 の画素と前記第 3 の画素と間に形成されている前記電荷蓄積部は、前記第 1 または第 2 の画素側に寄せた位置に形成されている

請求項 1 4 に記載の固体撮像素子。

【請求項 1 9】

前記電荷蓄積部は、複数の画素により共有されている

請求項 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 2 0】

多数の画素から成る固体撮像素子が搭載された電子機器において、

前記固体撮像素子は、

30

前記画素毎に形成され、入射光を電荷に変換する光電変換部と、

変換された前記電荷を一時的に保持する電荷蓄積部と、

前記画素間に形成され、基板の厚さ方向に所定の長さを有する第 1 の遮光部と

を備え、

前記電荷蓄積部は、縦方向に隣接する画素間に形成された前記第 1 の遮光部と横方向に隣接する画素間に形成された前記第 1 の遮光部とが交差するクロス部の下方に形成されている

電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0 0 0 1】

本開示は、固体撮像素子、および電子機器に関し、特に、光電変換部が生成した電荷を一時的に保持する F D (フローティングディフュージョン) 等に対する迷光を抑止するようにした固体撮像素子、および電子機器に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、CMOSに代表される固体撮像素子においてグローバルシャッタを実現する場合、P D (フォトダイオード) などによって光電変換された電荷を F D 等の電荷蓄積部に一時的に保持した後に読み出す手法が知られている。

【0 0 0 3】

50

また、F Dに対する迷光を抑止するため、画素間に設けた遮光壁の下方（光入射方向）にF Dを配置する構成が知られている（例えば、特許文献１参照）。

【０００４】

図１は、遮光壁の下方にF Dを配置した、従来の固体撮像素子の構成の一例を示す断面図である。

【０００５】

該固体撮像素子１０は、*i*基板１１の各画素間に金属材料などが埋め込まれた遮光壁１６が形成されている。*S i*基板１１の各画素領域の内部には、P D １３が形成されており、遮光壁１６の下方（光入射方向）にはF D １４が形成されている。また、*S i*基板１１の上方にはカラーフィルタ１２およびオンチップレンズ（不図示）が形成されている。

10

【０００６】

該固体撮像素子１０においては、オンチップレンズで集光され、カラーフィルタ１２を介してP D １３に入射した光が電荷に変換される。変換された電荷はF D １４に蓄積された後、所定のタイミングで読み出されて画素信号に変換される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２０１４－９６４９０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【０００８】

図１に示されたような構成ではF D １４に対する遮光が不十分である場合があり、F D自体が迷光に応じて光電変換を行ってしまい、偽信号を発生させてしまうことがあった。

【０００９】

本開示はこのような状況に鑑みてなされたものであり、F Dなどの電荷蓄積部に対する迷光を従来に比較してより一層抑止できるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本開示の第１の側面である固体撮像素子は、多数の画素から成る固体撮像素子において、前記画素毎に形成され、入射光を電荷に変換する光電変換部と、変換された前記電荷を一時的に保持する電荷蓄積部と、前記画素間に形成され、基板の厚さ方向に所定の長さを有する第１の遮光部とを備え、前記電荷蓄積部は、縦方向に隣接する画素間に形成された前記第１の遮光部と横方向に隣接する画素間に形成された前記第１の遮光部とが交差するクロス部の下方に形成されている。

30

【００１１】

本開示の第１の側面である固体撮像素子は、前記クロス部の光入射面側を覆う第２の遮光部をさらに備えることができる。

【００１２】

前記クロス部は、円柱状または多角形柱状に形成されているようにすることができる。

【００１３】

40

前記クロス部は、円筒状または多角形筒状に形成されているようにすることができる。

【００１４】

前記電荷蓄積部は、筒状に形成されている前記クロス部の筒内で基板の厚さ方向に延伸されているようにすることができる。

【００１５】

前記第１の遮光部と前記クロス部は、異なるエッチングレートで個別に形成されているようにすることができる。

【００１６】

本開示の第１の側面である固体撮像素子は、T Gトランジスタ、AMPトランジスタ、SELトランジスタ、OFGトランジスタ、およびRSTトランジスタをさらに備えることができ、前

50

記電荷蓄積部と前記RSTトランジスタのソースは、一体的に形成されているようにすることができる。

【0017】

本開示の第1の側面である固体撮像素子は、リセットノイズを抑えるFBENトランジスタをさらに備えることができる。

【0018】

前記AMPトランジスタと前記RSTトランジスタのドレインは、配線を共有してVDDに接続されているようにすることができる。

【0019】

本開示の第1の側面である固体撮像素子は、前記光電変換部に対する入射光を乱反射するモスアイ構造部をさらに備えることができる。

10

【0020】

前記第1の遮光部は、隣接する画素の領域における基板の面方向の長さが異なるようにすることができる。

【0021】

前記第1の遮光部は、隣接する画素の領域における基板の厚さ方向の長さが異なるようにすることができる。

【0022】

各画素の前記光電変換部は、隣接する画素の前記光電変換部と体積が異なるようにすることができる。

20

【0023】

前記画素は、少なくとも、第1の波長の光に対して感度を有する第1の画素、前記第1の波長よりも長波長の第2の波長に対して感度を有する第2の画素、および、前記第2の波長よりも長波長の第3の波長に対して感度を有する第3の画素を含むようにすることができる。

【0024】

前記第1または第2の画素と前記第3の画素と間に形成されている前記第1の遮光部は、基板の面方向の長さが、前記第1または第2の画素の領域に比較して前記第3の画素の領域の方が長く形成されているようにすることができる。

【0025】

30

前記第1または第2の画素と前記第3の画素と間に形成されている前記第1の遮光部は、基板の厚さ方向の長さが、前記第1または第2の画素の領域に比較して前記第3の画素の領域の方が長く形成されているようにすることができる。

【0026】

前記第3の画素の前記光電変換部は、前記第1または第2の画素の前記光電変換部に比較して体積が縮小されているようにすることができる。

【0027】

前記第1または第2の画素と前記第3の画素と間に形成されている前記電荷蓄積部は、前記第1または第2の画素側に寄せた位置に形成されているようにすることができる。

【0028】

40

前記電荷蓄積部は、複数の画素により共有されているようにすることができる。

【0029】

本開示の第2の側面である電子機器は、多数の画素から成る固体撮像素子が搭載された電子機器において、前記固体撮像素子が、前記画素毎に形成され、入射光を電荷に変換する光電変換部と、変換された前記電荷を一時的に保持する電荷蓄積部と、前記画素間に形成され、基板の厚さ方向に所定の長さを有する第1の遮光部とを備え、前記電荷蓄積部は、縦方向に隣接する画素間に形成された前記第1の遮光部と横方向に隣接する画素間に形成された前記第1の遮光部とが交差するクロス部の下方に形成されている。

【発明の効果】

【0030】

50

本開示の第 1 および第 2 の側面によれば、光電変換部に対する迷光を抑止でき、偽信号の発生を減少できる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図 1】従来の固体撮像素子の構成の一例を示す断面図である。

【図 2】本開示を適用した固体撮像素子の第 1 の構成例を示す平面図である。

【図 3】本開示を適用した固体撮像素子の第 1 の構成例を示す断面図である。

【図 4】固体撮像素子の第 1 の構成例の製造過程を説明するための図である。

【図 5】固体撮像素子の第 1 の構成例の変形例を示す平面図である。

【図 6】固体撮像素子の第 1 の構成例の変形例を示す平面図である。

10

【図 7】固体撮像素子の第 1 の構成例の変形例を示す平面図である。

【図 8】本開示を適用した固体撮像素子の第 2 の構成例を示す断面図である。

【図 9】固体撮像素子の第 2 の構成例の製造過程を説明するための図である。

【図 10】固体撮像素子の第 2 の構成例の変形例を示す平面図である。

【図 11】固体撮像素子の第 2 の構成例の変形例を示す平面図である。

【図 12】固体撮像素子の第 2 の構成例の変形例を示す平面図である。

【図 13】固体撮像素子の第 2 の構成例の変形例を示す平面図である。

【図 14】固体撮像素子の第 2 の構成例の変形例を示す平面図である。

【図 15】遮光壁とクロス部とを別々に形成する場合の平面図である。

【図 16】遮光壁とクロス部とを一体的に形成する場合の平面図である。

20

【図 17】本開示を適用した固体撮像素子の第 3 の構成例を示す断面図である。

【図 18】本開示を適用した固体撮像素子の第 3 の構成例を示す平面図である。

【図 19】固体撮像素子の第 3 の構成例の等価回路図である。

【図 20】本開示を適用した固体撮像素子の第 4 の構成例を示す平面図である。

【図 21】固体撮像素子の第 4 の構成例の等価回路図である。

【図 22】本開示を適用した固体撮像素子の第 5 の構成例を示す平面図である。

【図 23】固体撮像素子の第 3 の構成例の変形例を示す断面図である。

【図 24】固体撮像素子の第 3 の構成例の変形例を示す断面図である。

【図 25】固体撮像素子の第 3 の構成例の変形例を示す断面図である。

【図 26】本開示を適用した固体撮像素子の第 6 の構成例を示す断面図である。

30

【図 27】固体撮像素子の第 6 の構成例の変形例を示す断面図である。

【図 28】本開示を適用した固体撮像素子の第 7 の構成例を示す断面図である。

【図 29】本開示を適用した固体撮像素子の第 8 の構成例を示す断面図である。

【図 30】本開示を適用した固体撮像素子の第 9 の構成例を示す断面図である。

【図 31】固体撮像素子の使用例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、本開示を実施するための最良の形態（以下、実施の形態と称する）について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0033】

40

< 第 1 の実施の形態 >

図 2 は、本開示を適用した固体撮像素子の第 1 の構成例（第 1 の実施の形態）を示す平面図である。なお、図 1 に示された従来の固体撮像素子 10 と共通する構成要素には同一の符号を付しているため、その説明は適宜省略する。

【0034】

固体撮像素子 10 では、隣接する画素間の遮光壁 16 の下部の位置（図 2 に破線で示す位置）に FD 14 が形成されていた。これに対して、第 1 の実施の形態の固体撮像素子は、画素間の遮光壁 16 が交わる位置（以下、クロス部 21 とも称する）の下方に FD 14 が形成されている。換言すれば、FD 14 は、画素の対角方向、すなわち、斜め方向に隣接する画素間に形成されているクロス部 16 の下方に FD 14 は形成されている。

50

【0035】

F D 1 4 をクロス部の下方に形成することにより、遮光壁 1 6 の下方に形成されていた場合に比較して、その位置を光学中心から離すことができる。よって、迷光の発生をより抑止することができる。

【0036】

なお、F D 1 4 については、画素毎に設けてもよいし、複数の画素で F D 1 4 を共有してもよい。ただし、F D 1 4 を複数の画素で共有した場合、グローバルシャッタを実現するためには、各画素に F D 以外のメモリ等の電荷蓄積部を設ける必要がある。

【0037】

図 3 は、図 2 に示された第 1 の実施の形態である固体撮像素子の断面図を示している。上述したように、第 1 の実施の形態である固体撮像素子における F D 1 4 は、クロス部 2 1 の（光入射面から見て）下方に形成される。

10

【0038】

クロス部 2 1 は、例えば円柱状に形成される。ただし、クロス部 2 1 は、円柱状に限らず、楕円柱状でもよいし、四角形以上の多角形柱状でもよい。

【0039】

遮光壁 1 6 およびクロス部 2 1 は、エッチングによって開けた穴に金属材料を埋め込むことにより形成する。なお、金属材料の代わりに、酸化膜などの反射防止膜材や絶縁膜材などを埋め込んでもよい。

【0040】

20

反射防止膜材としては、例えば、酸化ハフニウム (HfO_2)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化タンタル (Ta_2O_5)、酸化チタン (TiO_2)、酸化ランタン (La_2O_3)、酸化プラセオジウム (Pr_2O_3)、酸化セリウム (CeO_2)、酸化ネオジウム (Nd_2O_3)、酸化プロメチウム (Pm_2O_3)、酸化サマリウム (Sm_2O_3)、酸化ユウロピウム (Eu_2O_3)、酸化ガドリニウム (Gd_2O_3)、酸化テルビウム (Tb_2O_3)、酸化ジスプロシウム (Dy_2O_3)、酸化ホルミウム (Ho_2O_3)、酸化ツリウム (Tm_2O_3)、酸化イッテルビウム (Yb_2O_3)、酸化ルテチウム (Lu_2O_3)、酸化イットリウム (Y_2O_3)、窒化シリコン (SiN) を挙げることができる。

【0041】

30

反射防止膜材を用いた場合、S i 基板 1 1 との屈折率差から光の全反射が生じさせることができる。また、遮光壁 1 6 およびクロス部 2 1 の厚さを薄くすることができるので、固体撮像素子の微細化に効果が期待できる。

【0042】

絶縁膜としては、例えば、S i 化合物（酸化シリコン/窒化シリコン/酸窒化シリコン/炭化シリコン等）を挙げることができる。

【0043】

クロス部 2 1 の上方（光入射面側）には、遮光蓋 2 2 がタングステン (W) 等の金属材料により形成される。遮光蓋 2 2 のサイズは、クロス部 2 1 を覆い、P D 1 3 に対する光の入射を妨げない程度とする。遮光蓋 2 2 の形状は、円、楕円、または四角形以上の多角形の何れでもよい。

40

【0044】

次に、図 4 は、第 1 の実施の形態である固体撮像素子の製造過程を示している。

【0045】

始めに、同図 A に示すように、P D 1 3 および F D 1 4 を形成した S i 基板 1 1 が準備される。次に、同図 B に示すように、S i 基板 1 1 の光入射面側からドライエッチングにより、遮光壁 1 6 およびクロス部 2 1 を形成する位置に柱状の穴が掘り込まれる。

【0046】

次に、同図 C に示すように、掘り込んだ穴に対して、金属材料、反射防止膜材、または絶縁膜材が充填された後、同図 D に示すように、P D 1 3 の上方の金属材料などが削り取られ

50

、最後に、同図 E に示すように、クロス部 2 1 の上方に遮光蓋 2 2 が形成される。この後、S i 基板 1 1 の光入射面側にカラーフィルタやオンチップレンズが載置される。

【 0 0 4 7 】

図 5 乃至図 7 は、第 1 の実施の形態である固体撮像素子の変形例を示している。

【 0 0 4 8 】

図 5 は、STI(Shallow Trench Isolation)により素子分離部 3 1 を追加、形成した変形例である。図 6 は、縦型トランジスタ 3 2 を追加、形成した変形例である。図 7 は、素子分離部 3 1、および縦型トランジスタ 3 2 を追加、形成した変形例である。

【 0 0 4 9 】

< 第 2 の実施の形態 >

次に、図 8 は、本開示を適用した固体撮像素子の第 2 の構成例（第 2 の実施の形態）の断面図を示している。

【 0 0 5 0 】

第 2 の実施の形態である固体撮像素子は、図 3 に示された第 1 の実施の形態のクロス部 2 1 の形状を、円柱から円筒に変形したものである。なお、クロス部 2 1 の形状は、楕円や四角形以上の多角形の円筒状であってもよい。

【 0 0 5 1 】

図 9 は、第 2 の実施の形態である固体撮像素子の製造過程を示している。

【 0 0 5 2 】

始めに、同図 A に示すように、P D 1 3 および F D 1 4 を形成した S i 基板 1 1 が準備される。次に、同図 B に示すように、S i 基板 1 1 の光入射面側からドライエッチングにより、遮光壁 1 6 およびクロス部 2 1 を形成する位置に柱状の溝が掘り込まれる。

【 0 0 5 3 】

次に、同図 C に示すように、掘り込んだ溝に対して、金属材料、反射防止膜材、または絶縁膜材が充填された後、同図 D に示すように、P D 1 3 の上方の金属材などが削り取られ、最後に、同図 E に示すように、クロス部 2 1 の上方に遮光蓋 2 2 が形成される。この後、S i 基板 1 1 の光入射面側にカラーフィルタやオンチップレンズが載置される。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 乃至図 1 4 は、第 2 の実施の形態である固体撮像素子の変形例を示している。

【 0 0 5 5 】

図 1 0 は、筒形状のクロス部 2 1 の外側に STI により素子分離部 3 1 を追加、形成した変形例である。図 1 1 は、筒形状のクロス部 2 1 の外側に縦型トランジスタ 3 2 を追加、形成した変形例である。図 1 2 は、筒形状のクロス部 2 1 の外側に素子分離部 3 1、および縦型トランジスタ 3 2 を追加、形成した変形例である。図 1 3 は、筒形状のクロス部 2 1 の内側に素子分離部 3 1、および縦型トランジスタ 3 2 を追加、形成した変形例である。

【 0 0 5 6 】

図 1 4 は、筒形状のクロス部 2 1 の内側に縦型トランジスタ 3 2 を追加、形成し、F D 1 4 をクロス部 2 1 の内側に縦方向に延伸した変形例である。F D 1 4 を縦方向に延伸することにより、横方向の面積を増加させることなく、その容量を確保したり、増加させたりすることができる。

【 0 0 5 7 】

なお、上述した説明では、画素間の遮光壁 1 6 とそれが交わるクロス部 2 1 については、同時に形成するように説明したが、図 1 5 に示すように、これらを別々に分離して形成してもよい。遮光壁 1 6 とクロス部 2 1 を別々に形成する場合、それぞれのエッチングレート（深さ）を別々に設定することが可能となる。

【 0 0 5 8 】

もちろん、図 1 6 に示すように、遮光壁 1 6 とクロス部 2 1 を一体的に形成してもよい。この場合、遮光壁 1 6 とクロス部 2 1 のエッチングレート（深さ）は共通の値に設定する必要がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

< 第 3 の実施の形態 >

次に、本開示を適用した固体撮像素子の第 3 の構成例（第 3 の実施の形態）について、図 1 7 乃至図 1 9 を参照して説明する。

【 0 0 6 0 】

図 1 7 は、第 3 の実施の形態である固体撮像素子の 1 画素分の断面図である。同図から明らかなように、第 3 の実施の形態は、図 3 に示された第 1 の実施の形態に有った遮光蓋 2 2 が省かれている。ただし、遮光蓋 2 2 が有ってもよい。

【 0 0 6 1 】

図 1 8 は、第 3 の実施の形態である固体撮像素子の 6 画素分の平面図である。ただし、図 1 8 においては、遮光壁 1 6 およびクロス部 2 1 の図示を省略しており、一点鎖線で囲まれた領域が 1 画素分の構成要素である。

10

【 0 0 6 2 】

図 1 9 は、第 3 の実施の形態である固体撮像素子の 1 画素分の等価回路を示している。図 1 9 に示されるように、第 3 の実施の形態である固体撮像素子は、P D 1 3 および F D 1 4 の他に 5 個のトランジスタ（MOS FET）（T G 9 2 , AMP 9 4 , SEL 9 5 , OFG 9 6 , RST 9 7 ）を用い、RST 9 7 のソースと F D 1 4 を一体的に形成した構成を有する。

【 0 0 6 3 】

第 3 の実施の形態である固体撮像素子においては、RST 9 7 のソースと F D 1 4 を共通化したことにより偽信号の発生個所を 1 か所に集約した上で、RST 9 7 のソースも F D 1 4 とともにクロス部 2 1 の下方に配置したので、迷光による偽信号の発生を抑止できる。

20

【 0 0 6 4 】

< 第 4 の実施の形態 >

次に、本開示を適用した固体撮像素子の第 4 の構成例（第 4 の実施の形態）について、図 2 0 および図 2 1 を参照して説明する。

【 0 0 6 5 】

第 4 の実施の形態である固体撮像素子の断面は、図 7 に示された第 3 の実施の形態と同様に構成される。第 4 の実施の形態についても、図 3 に示された第 1 の実施の形態に有った遮光蓋 2 2 が有ってもよいし、省いてもよい。

【 0 0 6 6 】

図 2 0 は、第 4 の実施の形態である固体撮像素子の 6 画素分の平面図である。ただし、図 2 0 においては、遮光壁 1 6 およびクロス部 2 1 の図示を省略しており、一点鎖線で囲まれた領域が 1 画素分の構成要素である。

30

【 0 0 6 7 】

図 2 1 は、第 4 の実施の形態である固体撮像素子の 1 画素分の等価回路を示している。図 2 1 に示されるように、第 4 の実施の形態は、図 1 9 に示された第 3 の実施の形態に対して FBEN (Feed Back Enable) トランジスタ 1 1 1 とそれを制御する電圧フィードバック制御回路 1 1 3 を追加した構成を有する。

【 0 0 6 8 】

すなわち、第 4 の実施の形態である固体撮像素子は、P D 1 3 および F D 1 4 の他に 6 個のトランジスタ（MOS FET）（T G 9 2 , AMP 9 4 , SEL 9 5 , OFG 9 6 , RST 9 7 , FBEN 1 1 1 ）を用い、RST 9 7 のソースと F D 1 4 を一体的に形成した構成を有する。

40

【 0 0 6 9 】

第 4 の実施の形態である固体撮像素子においては、RST 9 7 のソースと F D 1 4 を共通化したことにより偽信号の発生個所を 1 か所に集約した上で、RST 9 7 のソースも F D 1 4 とともにクロス部 2 1 の下方に配置したので、迷光による偽信号の発生を抑止できる。

【 0 0 7 0 】

また、第 4 の実施の形態である固体撮像素子においては、FBEN 1 1 1 および電圧フィードバック制御回路 1 1 3 を設けたことにより、kTc ノイズ（リセットノイズ）を抑えることができる。

50

【 0 0 7 1 】

< 第 5 の実施の形態 >

次に、本開示を適用した固体撮像素子の第 5 の構成例（第 5 の実施の形態）について、図 2 2 を参照して説明する。

【 0 0 7 2 】

第 5 の実施の形態である固体撮像素子の断面は、図 7 に示された第 3 の実施の形態と同様に構成される。第 5 の実施の形態についても、図 3 に示された第 1 の実施の形態に有った遮光蓋 2 2 が有ってもよいし、省いてもよい。

【 0 0 7 3 】

図 2 2 は、第 5 の実施の形態である固体撮像素子の 6 画素分の平面図である。ただし、図 2 2 においては、遮光壁 1 6 およびクロス部 2 1 の図示を省略しており、一点鎖線で囲まれた領域が 1 画素分の構成要素である。

10

【 0 0 7 4 】

第 5 の実施の形態である固体撮像素子の等価回路については、図 1 9 に示された第 3 の実施の形態の等価回路と同一なので、図示は省略する。

【 0 0 7 5 】

図 2 2 に示されるように、第 5 の実施の形態である固体撮像素子は、第 3 の実施の形態と同様、P D 1 3 および F D 1 4 の他に 5 個のトランジスタ（MOS FET）（T G 9 2 , AMP 9 4 , SEL 9 5 , OFG 9 6 , RST 9 7 ）を用い、RST 9 7 のソースと F D 1 4 を一体的に形成した構成を有する。

20

【 0 0 7 6 】

第 5 の実施の形態である固体撮像素子においては、RST 9 7 のソースと F D 1 4 を共通化したことにより偽信号の発生個所を 1 か所に集約した上で、RST 9 7 のソースも F D 1 4 とともにクロス部 2 1 の下方に配置したので、迷光による偽信号の発生を抑止できる。

【 0 0 7 7 】

さらに、第 5 の実施の形態である固体撮像素子においては、AMP 9 4 と SEL 9 5 が RST 9 6 の隣に配置され、AMP 9 4 と RST 9 7 のドレインが 1 本の配線を共有して VDD 1 0 1 に接続されているので、1 画素当たりの面積における P D 1 3 が占める面積を拡大することができ、受光感度と飽和電荷量を上げることができる。

【 0 0 7 8 】

30

< 第 3 乃至第 5 の実施の形態に対する変形例 >

次に、図 1 7 に示された第 3 の実施の形態である固体撮像素子に対する変形例について図 2 3 乃至図 2 5 を参照して説明する。

【 0 0 7 9 】

図 2 3 は、S i 基板 1 1 の表面にモスアイ構造部 1 3 1 を追加した変形例である。

【 0 0 8 0 】

モスアイ構造部 1 3 1 には、微細な突起加工が施されており、入射光を乱反射することができる。これにより、入射光は、P D 1 3 を S i 基板 1 1 の厚さ方向に直進するだけでなく、横方向にも進んで遮光壁 1 6 やクロス部 2 1 で反射されることになるので、F D 1 4 までの光路長を伸ばすことができる。よって、F D 1 4 に到達できる光量を抑制できる（迷光を抑止できる）。

40

【 0 0 8 1 】

図 2 4 は、S i 基板 1 1 の厚みを増し、それに伴って S i 基板 1 1 の厚さ方向の P D 1 3 の長さを増した変形例である。

【 0 0 8 2 】

P D 1 3 の長さを増すことにより、P D 1 3 の受光感度と飽和電荷量を上げることができることに加え、F D 1 4 までの光路長を伸ばすことができる。よって、F D 1 4 に到達できる光量を抑制できる（迷光を抑止できる）。

【 0 0 8 3 】

図 2 5 は、P D 1 3 と T G 9 2 の間に V G 電極 1 4 1 を追加した変形例である。

50

【0084】

V G 電極 1 4 1 を設けたことにより、F D 1 4 までの光路長を伸ばすことができるので、F D 1 4 に到達できる光量を抑制できる。また、V G 電極 1 4 1 が F D 1 4 に対する迷光を遮光することができる。

【0085】

なお、図 2 3 乃至図 2 5 に示された変形例は、適宜組み合わせることができる。また、それらは、第 3 の実施の形態に対してだけでなく、その他の実施の形態やその変形例にも適用することができる。

【0086】

< 遮光壁 1 6 およびクロス部 2 1 のデメリットについて >

以上に説明した第 1 乃至第 5 の実施の形態は、クロス部 2 1 の下方に F D 1 4 を形成することにより、F D 1 4 に対する迷光を抑止する効果を奏していた。ただし、クロス部 2 1 や遮光壁 1 6 を設けるデメリットも存在する。

【0087】

例えば、S i 基板における 1 画素当たりの体積が決まっている場合、遮光壁 1 6 やクロス部 2 1 を形成すると P D 1 3 の体積が減少してしまうので、受光感度の低下や飽和電荷量の減少につながってしまう。

【0088】

以下には、遮光壁 1 6 やクロス部 2 1 を設けながらも、P D 1 3 の体積減少の影響を最小限に抑えることができる構成例について説明するが、その前に P D 1 3 の特性について説明する。

【0089】

P D 1 3 による光の吸収係数は波長依存を有し、波長 400 n m の青色光 (B) では $8 \times 10^4 [\text{cm}^{-1}]$ 、波長 500 n m の緑色光 (G) では $6 \times 10^3 [\text{cm}^{-1}]$ 、波長 700 n m の赤色光 (R) では $2 \times 10^3 [\text{cm}^{-1}]$ である。すなわち、R, G, B の各光のうち、波長が長い赤色光は P D 1 3 における吸収率が最も悪く、波長が短い青色光は P D 1 3 における吸収率が最も良い。

【0090】

換言すれば、青色光は P D 1 3 の浅い位置で吸収され、緑色光は P D 1 3 の中ほどの位置で吸収され、赤色光は P D 1 3 の深い位置で吸収される。このため、長波長の光を受光する画素ほど、F D 1 4 に対する迷光のリスクが高いといえる。

【0091】

そこで、以下に説明する実施の形態では、P D 1 3 の体積減少の影響を最小限に抑えるため、画素が受光しようとする光の波長 (すなわち、色) に応じて、遮光壁 1 6 やクロス部 2 1 の位置、幅、深さを変更する。

【0092】

< 第 6 の実施の形態 >

次に、本開示を適用した固体撮像素子の第 6 の構成例 (第 6 の実施の形態) について、図 2 6 を参照して説明する。

【0093】

第 6 の実施の形態である固体撮像素子では、図 3 に示された第 1 の実施の形態と同様に、画素間に遮光蓋 1 5 と柱状の遮光壁 1 6 (クロス部 2 1 を含む) が形成され、遮光壁 1 6 の下方に F D 1 4 が形成されている。ただし、F D 1 4 に対する迷光のリスクが最も高い R の画素 (赤色光を受光する画素) については、遮光壁 1 6 の位置が P D 1 3 側に拡大して形成されており、遮光壁 1 6 の拡大分だけ P D 1 3 の体積が縮小されている。

【0094】

なお、第 6 の実施の形態の場合、遮光壁 1 6 には S i よりも屈折率が低い絶縁膜材が埋め込まれている。ただし、絶縁膜材の代わりに反射防止膜材を用いてもよい。

【0095】

すなわち、第 6 の実施の形態における R の画素に注目した場合、遮光壁 1 6 の端とその

10

20

30

40

50

下方のFD14の中心との距離aが、隣接するGの画素（緑色光を受光する画素）における遮光壁16の端とその下方のFD14の中心との距離bよりも長くなっている。これにより、Rの画素内を透過してFD14に到達する迷光を抑止できる。また、PD13はその浅い位置と中ほどの位置の体積が縮小されるものの、赤色光を主に吸収（光電変換）するPD13の深い位置の体積は縮小されないので、PD13の体積の縮小の影響を抑止できる。

【0096】

一方、Gの画素に注目した場合、遮光壁16の端とその下方のFD14の中心との距離は、Rの画素のそれよりも短くなるが、緑色光は主にPD13の中ほどで吸収されるので、Gの画素内を透過してFD14に到達する迷光の影響は少ないと考えられる。また、Gの画素では、Rの画素に比較して、PD13の体積を大きくすることができる。

10

【0097】

なお、Bの画素（青色光を受光する画素）については図示していないが、Gの画素と同様に構成されるものとする。

【0098】

図27は、第6の実施の形態の変形例を示している。該変形例は柱状の遮光壁16を形成している絶縁膜材の中に金属材151を埋め込んだものである。該変形例も、第6の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0099】

< 第7の実施の形態 >

20

次に、本開示を適用した固体撮像素子の第7の構成例（第7の実施の形態）について、図28を参照して説明する。

【0100】

第7の実施の形態である固体撮像素子では、図8に示された第2の実施の形態と同様に、画素間に遮光蓋15と筒状の遮光壁16（クロス部21を含む）が形成され、遮光壁16の下方にFD14が形成されている。遮光壁16の材質については、第6の実施の形態と同様である。ただし、FD14に対する迷光のリスクが最も高いRの画素については、遮光壁16の位置がPD13側に拡大して形成されており、遮光壁16の拡大分だけPD13の体積が縮小されている。

【0101】

30

すなわち、第7の実施の形態におけるRの画素に注目した場合、遮光壁16の端とその下方のFD14の中心との横方向の距離aが、隣接するGの画素における遮光壁16の端とその下方のFD14の中心との横方向の距離bよりも長くなっている。これにより、Rの画素内を透過してFD14に到達する迷光を抑止できる。また、PD13はその浅い位置と中ほどの位置の体積が縮小されるものの、赤色光を主に吸収（光電変換）するPD13の深い位置の体積は縮小されないので、PD13の体積の縮小の影響を抑止できる。

【0102】

一方、Gの画素に注目した場合、遮光壁16の端とその下方のFD14の中心との距離は、Rの画素のそれよりも短くなるが、緑色光は主にPD13の中ほどで吸収されるので、Gの画素内を透過してFD14に到達する迷光の影響は少ないと考えられる。また、Gの画素では、Rの画素に比較して、PD13の体積を大きくすることができる。

40

【0103】

なお、Bの画素については図示していないが、Gの画素と同様に構成されるものとする。

【0104】

第7の実施の形態の変形例として、筒状の遮光壁16の中に金属材を埋め込んでもよい。該変形例も、第7の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0105】

< 第8の実施の形態 >

次に、本開示を適用した固体撮像素子の第8の構成例（第8の実施の形態）について、

50

図 29 を参照して説明する。

【0106】

第 8 の実施の形態である固体撮像素子では、各色の画素の PD 13、遮光蓋 15、および遮光壁 16（クロス部 21 を含む）が共通の形状で形成されており、遮光壁 16 の下方に FD 14 が形成されている。遮光壁 16 の材質については、第 6 の実施の形態と同様である。

【0107】

ただし、FD 14 に対する迷光のリスクが最も高い R の画素の領域に係る FD 14 については、隣接する G の画素側に寄せた位置に形成されている。

【0108】

すなわち、第 8 の実施の形態における R の画素に注目した場合、遮光壁 16 の端とその下方の FD 14 の中心との横方向の距離 a が、隣接する G の画素における遮光壁 16 の端とその下方の FD 14 の中心との横方向の距離 b よりも長くなっている。これにより、R の画素内を透過して FD 14 に到達する迷光を抑止できる。一方、G の画素に注目した場合、遮光壁 16 の端とその下方の FD 14 の中心との距離は、R の画素のそれよりも短くなるが、緑色光は主に PD 13 の中ほどで吸収されるので、G の画素内を透過して FD 14 に到達する迷光の影響は少ないと考えられる。

【0109】

なお、B の画素については図示していないが、G の画素と同様に構成されるものとする。

【0110】

第 8 の実施の形態の変形例として、柱状の遮光壁 16 の中に金属材料を埋め込んでもよい。該変形例も、第 7 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0111】

< 第 9 の実施の形態 >

次に、本開示を適用した固体撮像素子の第 9 の構成例（第 9 の実施の形態）について、図 30 を参照して説明する。

【0112】

第 9 の実施の形態である固体撮像素子では、図 8 に示された第 2 の実施の形態と同様に、画素間に遮光蓋 15 と筒状の遮光壁 16（クロス部 21 を含む）が形成され、遮光壁 16 の下方に FD 14 が形成されている。遮光壁 16 の材質については、第 6 の実施の形態と同様である。ただし、遮光壁 16 の深さが、FD 14 に対する迷光のリスクが最も高い R の画素側と G の画素側とで異なり、R の画素側の方が G の画素側よりも深く形成されている。また、R の画素と G の画素の遮光壁 16 の深さの違いに応じて PD 13 の形状が異なり、遮光壁 13 が存在する深さまで PD 13 の形状が縮小されている。

【0113】

すなわち、第 9 の実施の形態における R の画素と G の画素は、遮光壁 16 の端とその下方の FD 14 の中心との横方向の距離 a は共通であるが、遮光壁 16 の深さは R の画素の方が深いので、上述した第 6 乃至第 8 の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

【0114】

< 固体撮像素子の使用例 >

上述した第 1 乃至第 9 の実施の形態とその変形例については適宜組み合わせることが可能である。

【0115】

図 31 は、上述した第 1 乃至第 9 の実施の形態である固体撮像素子を使用する使用例を示す図である。

【0116】

上述した固体撮像素子は、例えば、以下のように、可視光や、赤外光、紫外光、X線等の光をセンシングする様々なケースに使用することができる。

【0117】

・デジタルカメラや、カメラ機能付きの携帯機器等の、鑑賞の用に供される画像を撮影する装置

・自動停止等の安全運転や、運転者の状態の認識等のために、自動車の前方や後方、周囲、車内等を撮影する車載用センサ、走行車両や道路を監視する監視カメラ、車両間等の測距を行う測距センサ等の、交通の用に供される装置

・ユーザのジェスチャを撮影して、そのジェスチャに従った機器操作を行うために、TVや、冷蔵庫、エアコンディショナ等の家電に供される装置

・内視鏡や、赤外光の受光による血管撮影を行う装置等の、医療やヘルスケアの用に供される装置

・防犯用途の監視カメラや、人物認証用途のカメラ等の、セキュリティの用に供される装置 10

・肌を撮影する肌測定器や、頭皮を撮影するマイクロスコープ等の、美容の用に供される装置

・スポーツ用途等向けのアクションカメラやウェアラブルカメラ等の、スポーツの用に供される装置

・畑や作物の状態を監視するためのカメラ等の、農業の用に供される装置

【0118】

なお、本開示の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0119】

20

本開示は以下のような構成も取ることができる。

(1)

多数の画素から成る固体撮像素子において、
前記画素毎に形成され、入射光を電荷に変換する光電変換部と、
変換された前記電荷を一時的に保持する電荷蓄積部と、
前記画素間に形成され、基板の厚さ方向に所定の長さを有する第1の遮光部と
を備え、

前記電荷蓄積部は、縦方向に隣接する画素間に形成された前記第1の遮光部と横方向に隣接する画素間に形成された前記第1の遮光部とが交差するクロス部の下方に形成されている

30

固体撮像素子。

(2)

前記クロス部の光入射面側を覆う第2の遮光部をさらに備える
前記(1)に記載の固体撮像素子。

(3)

前記クロス部は、円柱状または多角形柱状に形成されている
前記(1)または(2)に記載の固体撮像素子。

(4)

前記クロス部は、円筒状または多角形筒状に形成されている
前記(1)または(2)に記載の固体撮像素子。

40

(5)

前記電荷蓄積部は、筒状に形成されている前記クロス部の筒内で基板の厚さ方向に延伸されている

前記(1)、(2)、または(4)に記載の固体撮像素子。

(6)

前記第1の遮光部と前記クロス部は、異なるエッチングレートで個別に形成されている
前記(1)から(5)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(7)

TGトランジスタ、AMPトランジスタ、SELトランジスタ、OFGトランジスタ、およびRSTトランジスタをさらに備え、

50

前記電荷蓄積部と前記RSTトランジスタのソースは、一体的に形成されている
前記(1)から(6)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(8)

リセットノイズを抑えるFBENトランジスタをさらに備える
前記(1)から(7)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(9)

前記AMPトランジスタと前記RSTトランジスタのドレインは、配線を共有してVDDに接続されている

前記(7)または(8)に記載の固体撮像素子。

(10)

10

前記光電変換部に対する入射光を乱反射するモスアイ構造部をさらに備える
前記(1)から(9)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(11)

前記第1の遮光部は、隣接する画素の領域における基板の面方向の長さが異なる
前記(1)から(10)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(12)

前記第1の遮光部は、隣接する画素の領域における基板の厚さ方向の長さが異なる
前記(1)から(11)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(13)

各画素の前記光電変換部は、隣接する画素の前記光電変換部と体積が異なる
前記(1)から(12)のいずれかに記載の固体撮像素子。

20

(14)

前記画素は、少なくとも、第1の波長の光に対して感度を有する第1の画素、前記第1の波長よりも長波長の第2の波長に対して感度を有する第2の画素、および、前記第2の波長よりも長波長の第3の波長に対して感度を有する第3の画素を含む

前記(1)から(13)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(15)

前記第1または第2の画素と前記第3の画素と間に形成されている前記第1の遮光部は、基板の面方向の長さが、前記第1または第2の画素の領域に比較して前記第3の画素の領域の方が長く形成されている

30

前記(14)に記載の固体撮像素子。

(16)

前記第1または第2の画素と前記第3の画素と間に形成されている前記第1の遮光部は、基板の厚さ方向の長さが、前記第1または第2の画素の領域に比較して前記第3の画素の領域の方が長く形成されている

前記(14)または(15)に記載の固体撮像素子。

(17)

前記第3の画素の前記光電変換部は、前記第1または第2の画素の前記光電変換部に比較して体積が縮小されている

前記(14)から(16)のいずれかに記載の固体撮像素子。

40

(18)

前記第1または第2の画素と前記第3の画素と間に形成されている前記電荷蓄積部は、前記第1または第2の画素側に寄せた位置に形成されている

前記(14)から(17)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(19)

前記電荷蓄積部は、複数の画素により共有されている

前記(14)から(18)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(20)

多数の画素から成る固体撮像素子が搭載された電子機器において、
前記固体撮像素子は、

50

前記画素毎に形成され、入射光を電荷に変換する光電変換部と、
変換された前記電荷を一時的に保持する電荷蓄積部と、
前記画素間に形成され、基板の厚さ方向に所定の長さを有する第１の遮光部と
を備え、

前記電荷蓄積部は、縦方向に隣接する画素間に形成された前記第１の遮光部と横方向に
隣接する画素間に形成された前記第１の遮光部とが交差するクロス部の下方に形成されて
いる

電子機器。

【符号の説明】

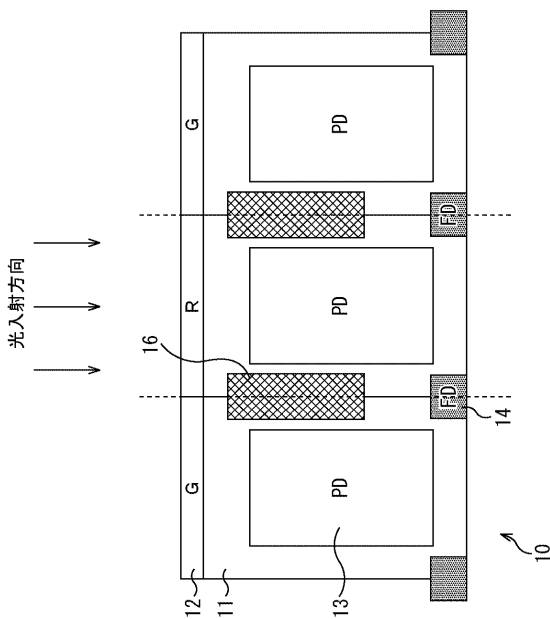
【 0 1 2 0 】

10

1 1 S i 基板 , 1 2 カラーフィルタ , 1 3 P D , 1 4 F D , 1 5 遮
光蓋 , 1 6 遮光壁 , 2 1 クロス部 , 2 2 遮光蓋 , 3 1 素子分離部 , 3
2 縦型トランジスタ , 1 3 1 モスアイ構造部 , 1 4 1 V G 電極

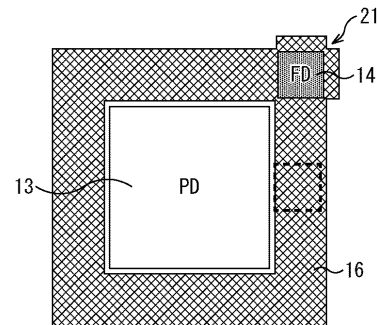
【 図 1 】

FIG. 1



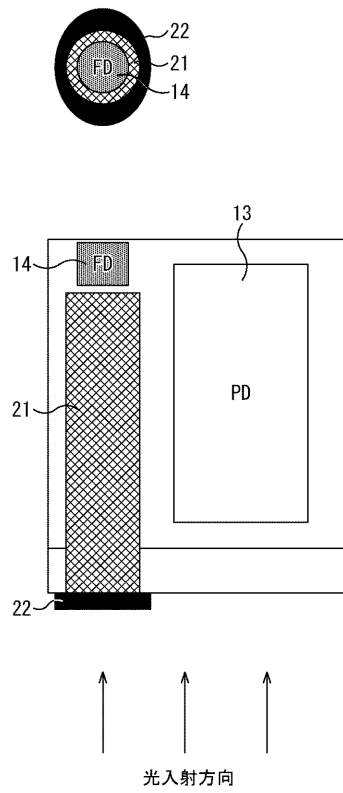
【 図 2 】

FIG. 2



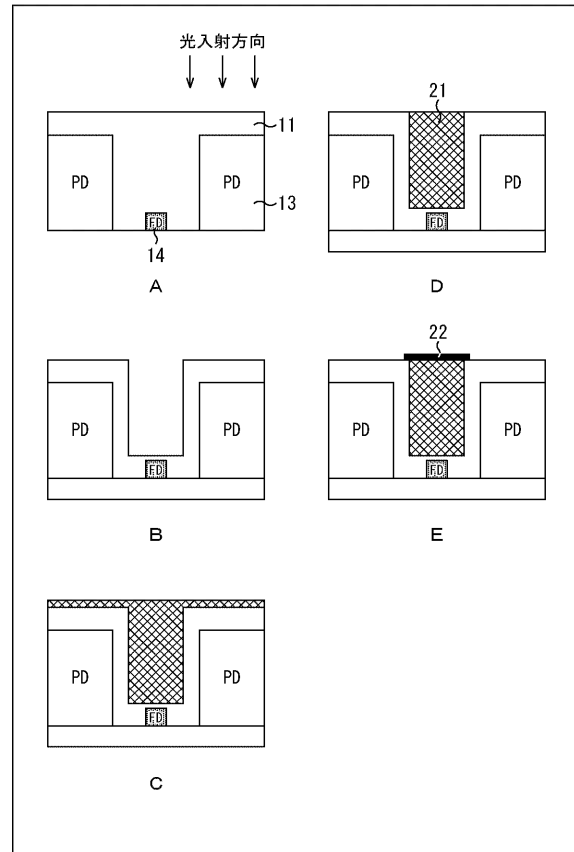
【 図 3 】

FIG. 3



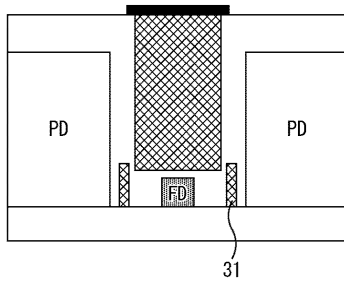
【 図 4 】

FIG. 4



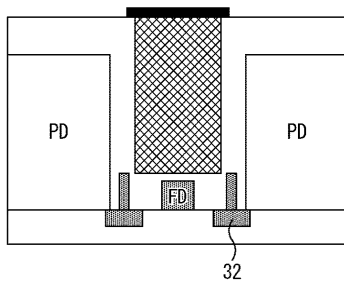
【 図 5 】

FIG. 5



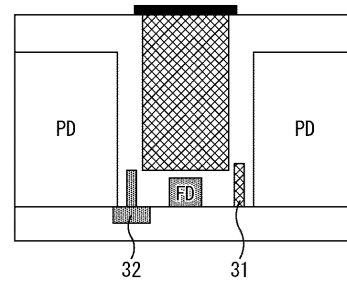
【 図 6 】

FIG. 6



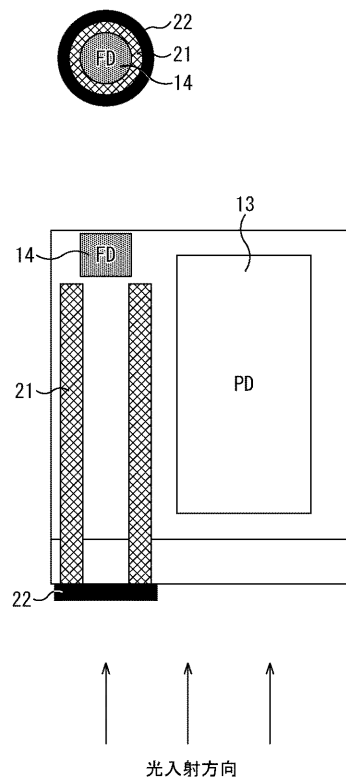
【 図 7 】

FIG. 7



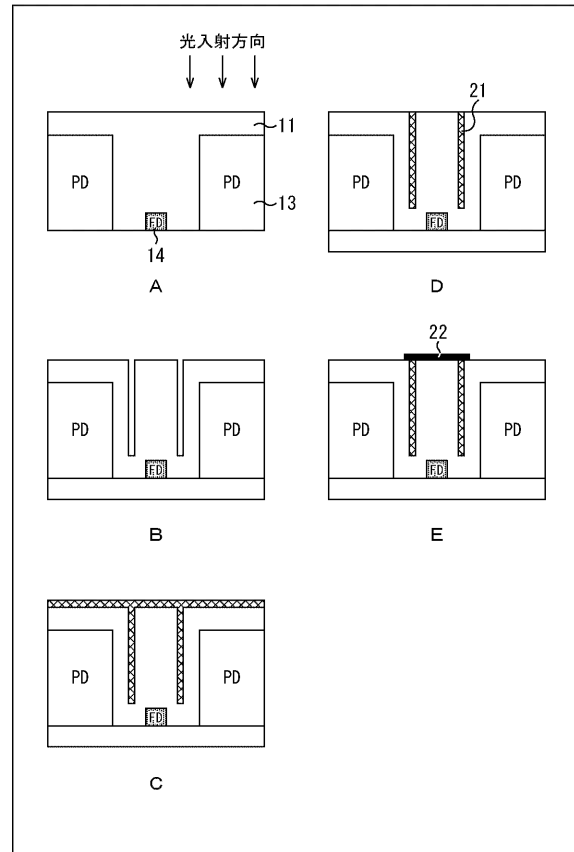
【図 8】

FIG. 8



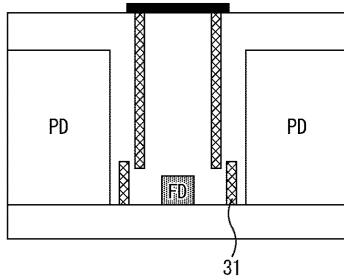
【図 9】

FIG. 9



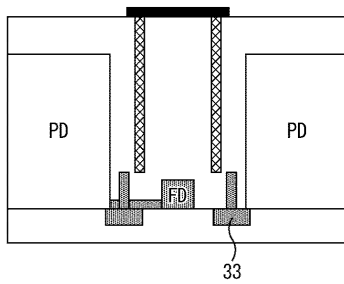
【図 10】

FIG. 10



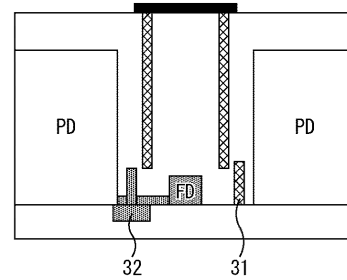
【図 11】

FIG. 11



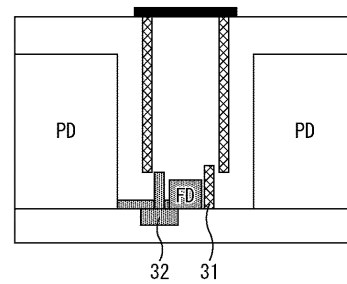
【図 12】

FIG. 12



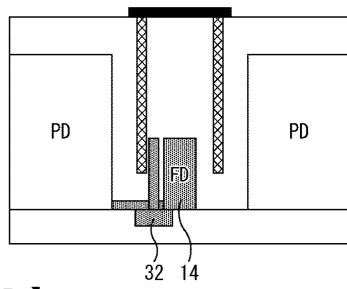
【図 13】

FIG. 13



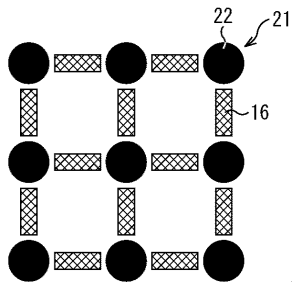
【図 14】

FIG. 14



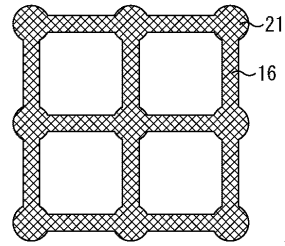
【図 15】

FIG. 15



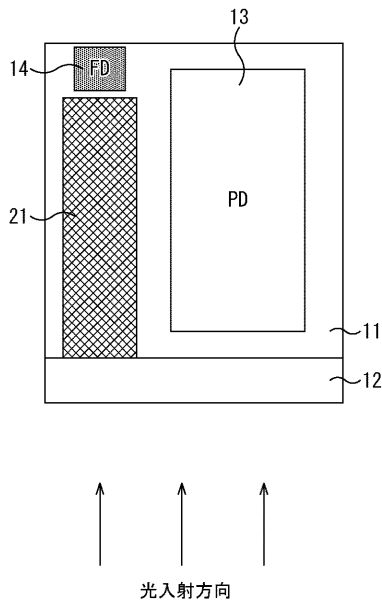
【図 16】

FIG. 16



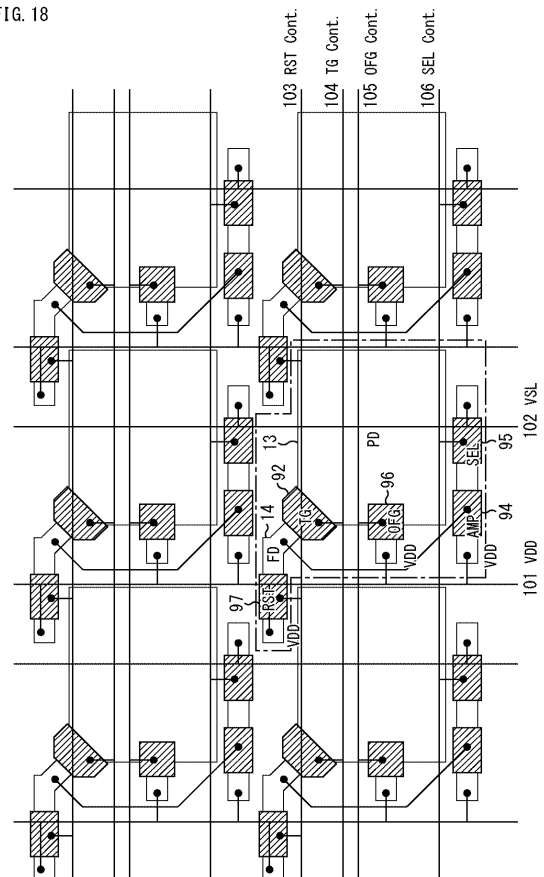
【図 17】

FIG. 17



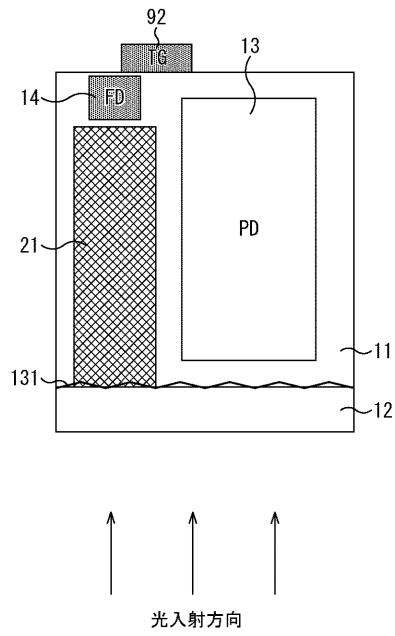
【図 18】

FIG. 18



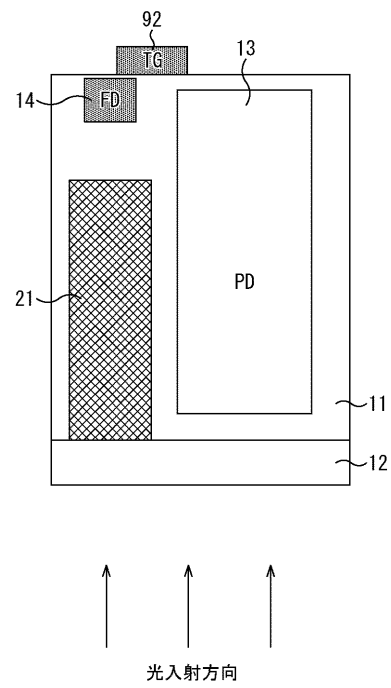
【図 23】

FIG. 23



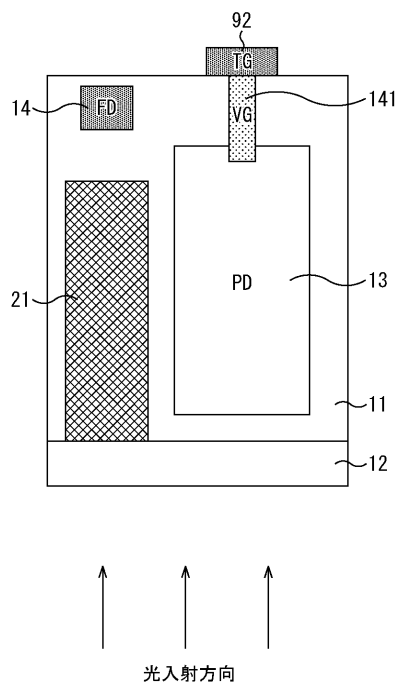
【図 24】

FIG. 24



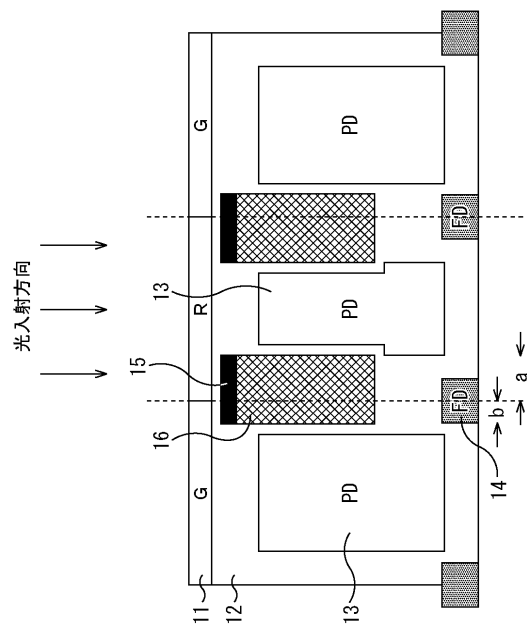
【図 25】

FIG. 25

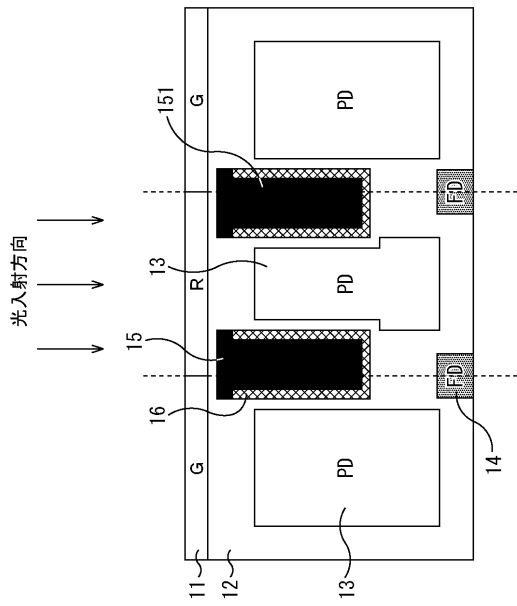


【図 26】

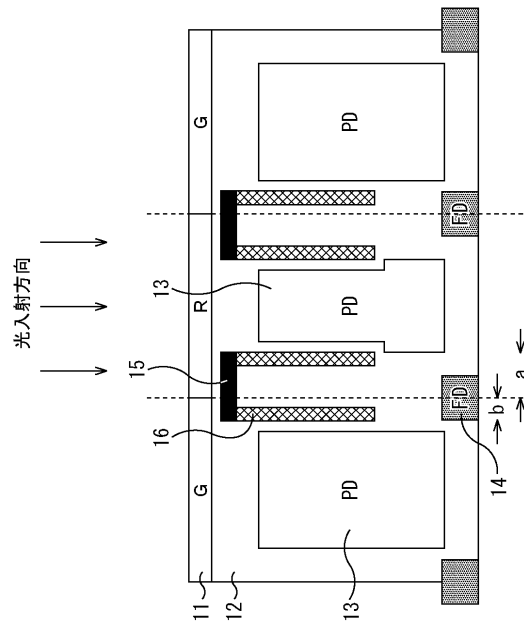
FIG. 26



【 図 27 】
FIG. 27



【 図 28 】
FIG. 28



【 図 29 】
FIG. 29

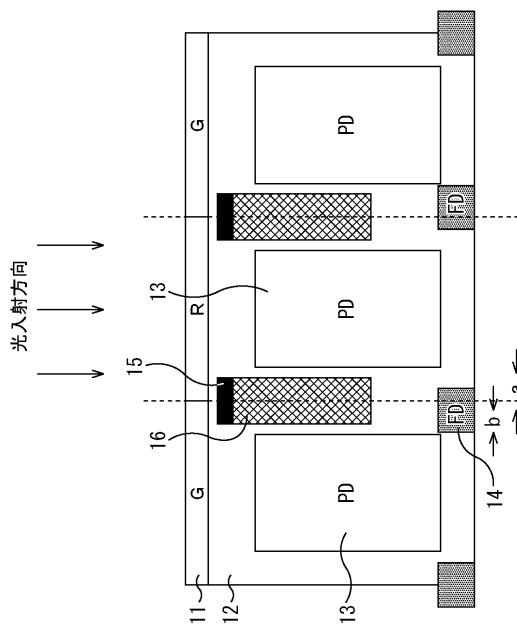
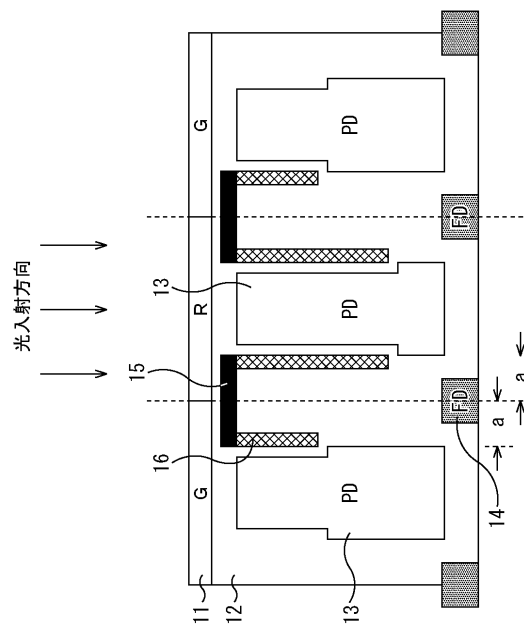
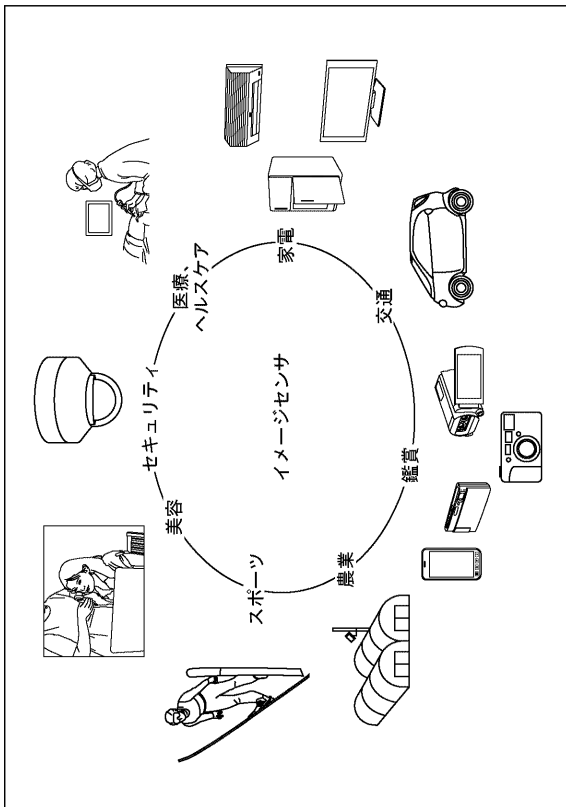


FIG. 30



【図 3 1】

FIG. 31



フロントページの続き

(72)発明者 安藤 幸弘

東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 4M118 AA05 AB01 BA14 CA02 CA27 CA34 DD04 FA28 GB07 GB10

GB11 GC07 GD04

5C024 CY47 GX03 GX16 GX24 GY31