

(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2017-126671
(P2017-126671A)

(43) 公開日 **平成29年7月20日(2017.7.20)**

(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	4M118
HO 4 N 5/361 (2011.01)	HO 4 N 5/335 610	5C024
HO 4 N 5/369 (2011.01)	HO 4 N 5/335 690	
HO 4 N 5/374 (2011.01)	HO 4 N 5/335 740	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-5411 (P2016-5411)
(22) 出願日 平成28年1月14日 (2016.1.14)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 110002147
特許業務法人酒井国際特許事務所
(72) 発明者 田中 長孝
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
Fターム(参考) 4M118 AA05 AB01 BA14 CA03 CA24
CA34 DD04 FA06 FA26 FA28
GA02 GB03 GB09 GC08 GD04
GD07
5C024 CX32 CY47 GX03 GX16 GX24
GY31 GZ36 HX47

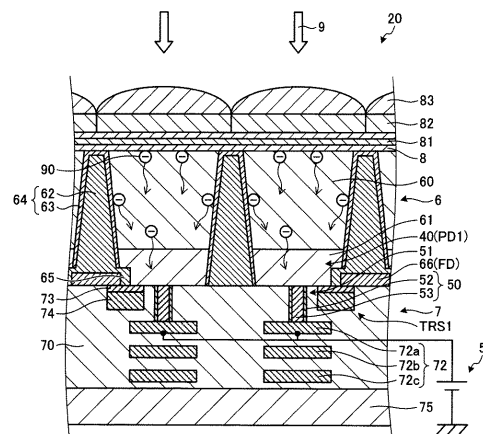
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 撮像画像の画質特性を向上させることができる固体撮像装置を提供すること。

【解決手段】 一つの実施形態によれば、固体撮像装置が提供される。実施形態に係る固体撮像装置は、オプティカルブラック領域とコンタクトプラグと電圧印加部とを備える。オプティカルブラック領域は、半導体層に設けられ、被写体からの光が遮光される。コンタクトプラグは、オプティカルブラック領域における半導体層に電気的に接続する。電圧印加部は、コンタクトプラグへ所定の電圧を印加する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体層に設けられ、被写体からの光が遮光されるオプティカルブラック領域と、前記オプティカルブラック領域における前記半導体層に電氣的に接続するコンタクトプラグと、

前記コンタクトプラグへ所定の電圧を印加する電圧印加部とを備えることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

前記コンタクトプラグは、

前記オプティカルブラック領域における前記半導体層で発生した電荷を排出することを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

10

【請求項 3】

前記半導体層は、

電荷蓄積領域を有する複数の光電変換素子を備え、

前記コンタクトプラグは、

前記複数の光電変換素子の前記電荷蓄積領域に電氣的に接続することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記半導体層の受光面側とは逆の面側に配線層を備え、

前記コンタクトプラグは、

前記配線層の配線と前記半導体層とを電氣的に接続する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の固体撮像装置。

20

【請求項 5】

前記オプティカルブラック領域は、

被写体からの光を受光する有効画素領域の外縁に設けられる

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記オプティカルブラック領域における前記半導体層から電荷を読み出す読み出しトランジスタを備え、

前記読み出しトランジスタは、

ゲートに所定の電圧が印加されることで電圧レベルが固定される

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の固体撮像装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、固体撮像装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、固体撮像装置は、被写体からの光を受光する有効画素領域に配置された画素と被写体からの光が遮光されるオプティカルブラック領域に配置された画素とを備える。また、オプティカルブラック(OB)領域には、フォトダイオード(PD)有りOBと、PD無しOBの二種類の画素とを備える。

40

【0003】

かかる固体撮像装置では、オプティカルブラック領域に配置されたPD有りOBから読み出された信号と、PD無しOBから読み出された信号との差分に基づきフォトダイオードの暗電流を算出し、それに応じて、有効画素領域における画素の画像信号の暗電流補正を行っている。このため、PD無しOBの暗電流をゼロにすることが望ましい。

【0004】

しかしながら、かかる固体撮像装置は、PD無し画素においてフォトダイオード近傍で発生する暗電流を完全にゼロにすることは困難で、フォトダイオードの暗電流成分を正確

50

に得られることができず、撮像画像の画質特性が不十分であった。例えば、裏面照射型の固体撮像装置では、PD無しOBでは光入射面側の暗電流をゼロにすることは困難である。また、表面照射型の固体撮像装置においても、シリコン基板の奥深くで発生する暗電流をゼロにすることは困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-120076号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一つの実施形態は、撮像画像の画質特性を向上させることができる固体撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

一つの実施形態によれば、固体撮像装置が提供される。実施形態に係る固体撮像装置は、オプティカルブラック領域とコンタクトプラグと電圧印加部とを備える。オプティカルブラック領域は、半導体層に設けられ、被写体からの光が遮光される。コンタクトプラグは、オプティカルブラック領域における半導体層に電気的に接続する。電圧印加部は、コンタクトプラグへ所定の電圧を印加する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、実施形態に係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】図2は、実施形態に係る画素アレイにおけるコンタクトプラグ付きPD有りOB領域に配置された画素の模式的な断面図である。

【図3】図3は、実施形態に係る固体撮像装置が備えるコンタクトプラグ付きPD有りOB領域に配置された画素の回路構成の一例を示す模式図である。

【図4】図4は、実施形態に係る固体撮像装置が実行する処理手順を示すフローチャートである。

【図5】図5は、実施形態の他の変形例に係る画素アレイにおけるコンタクトプラグ付きPD無しOB領域に配置された画素の模式的な断面図である。

【図6】図6は、実施形態の他の変形例に係る固体撮像装置が実行する処理手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に添付図面を参照して、実施形態に係る固体撮像装置について詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではない。

【0010】

図1は、実施形態に係る固体撮像装置10の概略構成を示すブロック図である。図1に示すように、固体撮像装置10は、画素アレイ2と垂直走査回路11と負荷回路12とコラムADC(Analog Digital Converter)回路13と水平走査回路14と基準電圧発生回路15とタイミング制御回路16と後段処理部17とを備える。

【0011】

画素アレイ2には、画素20が水平方向(行方向)RDおよび垂直方向(列方向)CDへ2次元アレイ(行列)状に配置される。画素20は、画素アレイ2における撮像画像の1画素に相当する。

【0012】

また、画素アレイ2は、入射光を光電変換して画像信号が生成される有効画素領域3と、入射光を遮光して黒レベルの基準信号である暗電流成分が生成されるオプティカルブラック領域(以下、「OB領域」とする)4とを有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

この実施形態では、画素アレイ 2 の 1 行目から 2 行目までの画素 2 0 が O B 領域 4 の画素 2 0 であり、画素アレイ 2 の 3 行目から n 行目までの画素 2 0 が有効画素領域 3 の画素 2 0 である。つまり、O B 領域 4 は、画素アレイ 2 における一方の側縁部に配置される。なお、画素アレイ 2 における O B 領域 4 の他の配置としては、例えば、O B 領域 4 を、有効画素領域 3 の外縁を囲むように配置してもよい。

【 0 0 1 4 】

また、O B 領域 4 は、フォトダイオード（以下、「P D」と記載する）有り O B 領域 4 1 とコンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 とを有する。P D 有り O B 領域 4 1 は、O B 領域 4 1 の画素 2 0 で発生した黒レベルの基準信号である暗電流成分と電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分とが生成される領域である。コンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 は、かかる領域 4 2 の画素 2 0 で発生した暗電荷をコンタクトプラグから排出した後の電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分が生成される領域である。なお、コンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 に配置された画素 2 0 の構造については、図 2 を参照して後述する。

【 0 0 1 5 】

また、画素アレイ 2 には、水平方向 R D に画素 2 0 の読み出し制御を行う水平制御線 H l i n が設けられ、垂直方向 C D に画素 2 0 から読み出された電圧信号を伝送する垂直信号線 V l i n が設けられる。

【 0 0 1 6 】

垂直走査回路 1 1 は、読み出し対象となる画素 2 0 を行単位で順次選択する。負荷回路 1 2 は、画素 2 0 から垂直信号線 V l i n に列毎に電圧信号を読み出す。カラム A D C 回路 1 3 は、各画素 2 0 の電圧信号を C D S (Correlated Double Sampling) にて列毎にサンプリングする。

【 0 0 1 7 】

水平走査回路 1 4 は、読み出し対象となる画素 2 0 を列単位で順次選択する。基準電圧発生回路 1 5 は、カラム A D C 回路 1 3 に基準電圧 V R E F を出力する。この基準電圧 V R E F は、垂直信号線 V l i n を介してカラム A D C 回路 1 3 へ入力される電圧信号と比較するために用いられる。

【 0 0 1 8 】

タイミング制御回路 1 6 は、垂直走査回路 1 1 に対して各画素 2 0 の電圧信号の読み出しのタイミングを制御する。後段処理部 1 7 は、サンプリングされた種々の電圧信号に基づいて暗電流補正を行って画素信号を算出する。また、後段処理部 1 7 は、算出した画素信号を出力 (V o u t) する。

【 0 0 1 9 】

かかる固体撮像装置 1 0 では、垂直走査回路 1 1 によって垂直方向 C D に画素 2 0 が行毎に選択されるとともに、水平走査回路 1 4 によって水平方向 R D に画素 2 0 が列毎に選択される。そして、負荷回路 1 2 において、選択された画素 2 0 との間でソースフォロア動作が行われることにより、画素 2 0 から読み出された電圧信号が垂直信号線 V l i n を介してカラム A D C 回路 1 3 に送られる。

【 0 0 2 0 】

ここで、従来の固体撮像装置では、被写体からの光を受光する有効画素領域に配置された画素と被写体からの光が遮光されるオプティカルブラック領域に配置された画素とを備える。また、オプティカルブラック (O B) 領域には、フォトダイオード (P D) 有り O B と、P D 無し O B の二種類の画素とを備える。

【 0 0 2 1 】

そのため、かかる固体撮像装置では、オプティカルブラック領域に配置された P D 有り O B から読み出された信号と、実際には暗電流が残存している P D 無し O B から読み出された信号との差分に基づきフォトダイオードの暗電流を算出し、それに応じて、有効画素領域における画素の画像信号の暗電流補正を行うことになり、撮像画像の画質特性が不十

10

20

30

40

50

分であった。

【0022】

そこで、本実施形態に係る固体撮像装置10では、OB領域4に、PD無しOBの代わりにコンタクトプラグ付きPD有りOB領域42を設けて、かかる領域42における画素20を用いて電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分を別に生成するようにした。

【0023】

そして、かかる固体撮像装置10では、PD有りOB領域41の画素20の電圧信号からノイズ成分に対応した電圧信号を減算して、正確な暗電流成分を算出することで、撮像画像の画質特性を向上させた。

【0024】

次に、図2を参照して、コンタクトプラグ付きPD有りOB領域42に配置された画素20の構造について説明する。かかる画素20の構造は、2つのフォトダイオードによって1つのフローティングディフュージョンを共有した2画素1セル構造である。

【0025】

図2は、実施形態に係る画素アレイ2におけるコンタクトプラグ付きPD有りOB領域42に配置された画素20の模式的な断面図である。なお、ここでは、便宜上、画素20の光9が入射する側を上として、画素20の光9が入射する側とは逆側を下として説明する。

【0026】

図2に示すように、画素20は、半導体層6内に光電変換素子40と素子分離領域64とを備える。また、画素20は、半導体層6の受光面上に順次積層される遮光膜81が埋め込まれた反射防止層8、カラーフィルタ82、およびマイクロレンズ83を備える。

【0027】

光電変換素子40は、例えば、ボロン等のP型の低濃度の不純物がドーパされたP型のSi層60と、P型のSi層60の内部に、例えば、リン等のN型の高濃度の不純物がドーパされたN型のSi領域61とのPN接合によって形成されるフォトダイオードである。

【0028】

この実施形態では、光電変換素子40が半導体層6における受光面側とは反対側の界面に形成される。つまり、かかる光電変換素子40は、P型のSi層60の深部(下層部)に電荷蓄積領域となるN型のSi領域61を形成することで形成される。

【0029】

素子分離領域64は、DTI(Deep Trench Isolation)であり、半導体層6の上面から半導体層6の深さ方向に形成されるトレンチに埋め込まれたP型の不純物がドーパされた領域62と、かかる領域62の側面および上面に設けられる絶縁部材63とを備える。

【0030】

また、素子分離領域64は、P型の不純物がドーパされた領域62における受光面側とは反対側の幅広部65にフローティングディフュージョン66(以下、「FD」と記載する)を備える。

【0031】

反射防止層8は、例えば、Si窒化膜からなり、カラーフィルタ82を透過する入射光の反射を防止する。また、OB領域4に設けられる反射防止層8には、遮光膜81が埋め込まれる。かかる遮光膜81は、光電変換素子40への光9の入射を防止する。

【0032】

つまり、OB領域4では、遮光膜81により半導体層6の受光面側が被覆されており、光電変換素子40へ光9が入射しない。一方、有効画素領域3では、半導体層6の受光面側に遮光膜81が被覆されておらず、光電変換素子40へ光9が入射する。

【0033】

カラーフィルタ82は、例えば、赤、緑、青の3原色のうち、いずれか一色の入射光を

10

20

30

40

50

透過させる。マイクロレンズ 83 は、平凸レンズであり、画素アレイ 2 へ入射する光 9 を光電変換素子 40 へ集光する。

【0034】

また、画素 20 は、半導体層 6 の受光面側とは逆の面側に多層配線層 7 を備える。多層配線層 7 は、支持基板 75 上に設けられる。また、多層配線層 7 は、層間絶縁膜 70 と、層間絶縁膜 70 の内部に設けられる多層配線 72 とコンタクトプラグ 50 と転送ゲート 74 とを備える。

【0035】

多層配線 72 は、この例では、第 1 の配線 72 a、第 2 の配線 72 b、および第 3 の配線 72 c の 3 層の配線からなる。かかる 3 層の配線 72 a, 72 b, 72 c は、半導体層 6 の受光面側とは逆側の面にこの順に積層される。

10

【0036】

コンタクトプラグ 50 は、第 1 の配線 72 a と光電変換素子 40 の電荷蓄積領域となる N 型の Si 領域 61 とを電氣的に接続する。かかるコンタクトプラグ 50 は、多層配線層 7 の上面から第 1 の配線 72 a の上面まで形成されるコンタクトホール 51 の内部表面に絶縁膜 52 を形成し、コンタクトホール 51 の内部に、例えば、タングステン等の導電性部材 53 を埋め込むことで形成される。

【0037】

転送ゲート 74 は、半導体層 6 の受光面側とは逆側の面における FD 66 を備える素子分離領域 64 に近接する位置にゲート絶縁膜 73 を介して設けられる。この例では、光電変換素子 40、FD 66、ゲート絶縁膜 73、および転送ゲート 74 によって転送トランジスタ TRS1 が構成される。

20

【0038】

また、画素 20 は、固体撮像装置 10 における任意の位置に電圧印加部 5 を備える。電圧印加部 5 は、多層配線層 7 の第 1 の配線 72 a を介してコンタクトプラグ 50 へ接続され、コンタクトプラグ 50 に所定の正の電圧を印加することによって光電変換素子 40 の電荷蓄積領域である N 型の Si 領域 61 に蓄積された暗電荷 90 を排出する。

【0039】

ここで、OB 領域 4 の画素 20 で発生する暗電荷 90 について説明する。OB 領域 4 では、遮光膜 81 により半導体層 6 の受光面側が被覆されて光電変換素子 40 へ光 9 が入射しないにもかかわらず、半導体層 6 に、入射光を光電変換することで生じる電荷以外の電荷が生じることがある。

30

【0040】

かかる電荷は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) による半導体層 6 の受光面側の研磨や RIE (Reactive Ion Etching) による素子分離領域 64 用のトレンチの形成等によって半導体層 6 がダメージを受けることで、結晶欠陥に起因して生じる電荷であり、一般的に暗電荷 90 と呼ばれる。

【0041】

また、半導体層 6 に生じた暗電荷 90 は、半導体層 6 の下層部に形成された光電変換素子 40 の電荷蓄積領域である N 型の Si 領域 61 に引き寄せられて、N 型の Si 領域 61 に蓄積される。

40

【0042】

コンタクトプラグ付き PD 有り OB 領域 42 に配置された画素 20 では、電圧印加部 5 によってコンタクトプラグ 50 に所定の正の電圧を印加することで、N 型の Si 領域 61 に蓄積された暗電荷 90 が多層配線層 7 を介して外部へ排出される。

【0043】

すなわち、かかる OB 領域 42 に配置された画素 20 は、半導体層 6 がダメージを受けることで生じる暗電荷 90 を全く含まない基準用あるいは比較用の画素として用いられる。

【0044】

50

上述の実施形態に係る固体撮像装置 10 は、画素アレイ 2 の OB 領域 4 にコンタクトプラグ付き PD 有り OB 領域 42 を備える。かかる領域 42 に配置される画素 20 は、半導体層 6 がダメージを受けることで生じる暗電荷 90 を全く含まない基準用あるいは比較用の画素として用いられる。

【0045】

これにより、かかる固体撮像装置 10 は、かかる領域 42 における画素 20 を用いて電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分を別に生成することができる。

【0046】

したがって、かかる固体撮像装置 10 は、PD 有り OB 領域 41 の画素 20 の電圧信号からコンタクトプラグ付き PD 有り OB 領域 42 の画素 20 により生成したノイズ成分に対応した電圧信号を減算することで、正確な暗電流成分を算出することができる。

10

【0047】

そのため、かかる固体撮像装置 10 は、算出した正確な暗電流成分に基づいて暗電流補正を行うことができ、撮像画像の画質特性を向上させることができる。

【0048】

次に、コンタクトプラグ付き PD 有り OB 領域 42 に配置される画素 20 の回路構成について説明する。図 3 は、実施形態に係る固体撮像装置 10 が備えるコンタクトプラグ付き PD 有り OB 領域 42 に配置される画素 20 の回路構成の一例を示す模式図である。

【0049】

図 3 に示すように、画素 20 は、2つのフォトダイオード PD1, PD2、2つの転送トランジスタ TRS1, TRS2 を備える。さらに、画素 20 は、フローティングディフュージョン FD、増幅トランジスタ AMP、リセットトランジスタ RST、アドレストランジスタ ADR を備える。なお、上述した図 2 には、2画素 1セル構造におけるフォトダイオード PD1、転送トランジスタ TRS1、およびフローティングディフュージョン FD の物理的な配置を示している。

20

【0050】

各フォトダイオード PD1, PD2 は、アノードがグランドに接続され、カソードが転送トランジスタ TRS1, TRS2 のソースに接続される。また、各フォトダイオード PD1, PD2 のカソードには、電圧印加部 5 から延設された配線が接続される。2つの転送トランジスタ TRS1, TRS2 の各ドレインは、1つのフローティングディフュージョン FD に接続される。

30

【0051】

各転送トランジスタ TRS1, TRS2 は、転送ゲートに転送信号が入力されると、フォトダイオード PD1, PD2 からの電荷読み出し動作が行われる。フローティングディフュージョン FD には、リセットトランジスタ RST のソースが接続される。

【0052】

また、リセットトランジスタ RST のドレインは、電源電圧線 VDD に接続される。かかるリセットトランジスタ RST は、ゲートヘリセット信号が入力されると、フローティングディフュージョン FD の電位を電源電圧の電位にリセットする。

【0053】

また、フローティングディフュージョン FD には、増幅トランジスタ AMP のゲートが接続される。かかる増幅トランジスタ AMP のソースは、垂直信号線 Vlin に接続され、ドレインがアドレストランジスタ ADR のソースに接続される。垂直信号線 Vlin は、電流源 T に接続される。また、アドレストランジスタ ADR のドレインは、電源電圧線 VDD に接続される。

40

【0054】

次に、上述したコンタクトプラグ付き PD 有り OB 領域 42 に配置される画素 20 を用いた暗電流補正について説明する。図 4 は、実施形態に係る固体撮像装置 10 が実行する処理手順を示すフローチャートである。なお、図 4 に示すフローチャートは、一例である。

50

【 0 0 5 5 】

図 4 に示すように、固体撮像装置 1 0 は、まず、画素アレイ 2 における全ての画素 2 0 に対して同一のタイミングで露光を行う（ステップ S 1 0 1）。次に、固体撮像装置 1 0 は、コンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 の画素 2 0 で発生した暗電荷 9 0（図 2 参照）を排出する（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 5 6 】

具体的には、上述した図 2 に示すように、電圧印加部 5 から多層配線層 7 の第 1 の配線 7 2 a を介してコンタクトプラグ 5 に所定の正の電圧を印加することによって光電変換素子 4 0 の電荷蓄積領域である N 型の S i 領域 6 1 に蓄積された暗電荷 9 0 を排出する。なお、暗電荷 9 0 の排出（ステップ S 1 0 2）は、コンタクトプラグ 5 に常に一定の電圧を印加することにより、グローバルシャッタ（ステップ S 1 0 1）の期間中全てのタイミングで排出することで代用することもできる。

10

【 0 0 5 7 】

より具体的には、上述した図 3 に示すように、まず、転送トランジスタ T R S 1, T R S 2、リセットトランジスタ R S T、アドレストランジスタ A D R、および増幅トランジスタ A M P の各電位を同電位にする。そして、転送トランジスタ T R S 1, T R S 2 の転送ゲートに所定の電圧を印加して、転送トランジスタ T R S 1, T R S 2 の電圧レベルを固定して、フォトダイオード P D 1, P D 2 と転送トランジスタ T R S 1, T R S 2 との電氣的接続を遮断する。その後、電圧印加部 5 によって所定の正の電圧を印加することによってフォトダイオード P D 1, P D 2 から暗電荷 9 0 を排出する。

20

【 0 0 5 8 】

このように、固体撮像装置 1 0 は、フォトダイオード P D 1, P D 2 と転送トランジスタ T R S 1, T R S 2 との電氣的接続を遮断することで、フォトダイオード P D 1, P D 2 内の暗電荷 9 0 を確実に排出することができる。

【 0 0 5 9 】

続いて、固体撮像装置 1 0 は、画素アレイ 2 における全ての画素 2 0 の信号電荷の読み出しを行う（ステップ S 1 0 3）。これにより、P D 有り O B 領域 4 1 の画素 2 0 では、黒レベルの基準信号である暗電流成分と電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分とがフローティングディフュージョン 6 6（F D）に流入する。また、コンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 の画素 2 0 では、電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分がフローティングディフュージョン 6 6（F D）に流入する。

30

【 0 0 6 0 】

そして、固体撮像装置 1 0 は、コンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 の画素 2 0 からの電荷読み出し動作によって生じたノイズ成分に対応した電圧信号 S 1 を算出する（ステップ S 1 0 4）。

【 0 0 6 1 】

また、固体撮像装置 1 0 は、P D 有り O B 領域 4 1 の画素 2 0 における暗電流成分とノイズ成分との混合成分に対応した電圧信号 S 2 を算出する。

【 0 0 6 2 】

次に、固体撮像装置 1 0 は、P D 有り O B 領域 4 1 の画素 2 0 の電圧信号 S 2 からコンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 の画素 2 0 のノイズ成分に対応した電圧信号 S 1 を減算して、暗電流成分 T を算出する（ステップ S 1 0 5）。

40

【 0 0 6 3 】

その後、固体撮像装置 1 0 は、有効画素領域 3 の画素 2 0 の電圧信号 S 3 から暗電流成分 T を減算して暗電流補正を行って、有効画素領域 3 の画素 2 0 の画素信号 P を算出する（ステップ S 1 0 6）。なお、暗電流補正は、この実施形態では後段処理部 1 7 で行われる（図 1 参照）。

【 0 0 6 4 】

このように、固体撮像装置 1 0 は、P D 有り O B 領域 4 1 の画素 2 0 の電圧信号 S 2 からコンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 の画素 2 0 のノイズ成分に対応した電圧信

50

号 S 1 を減算して、暗電流成分 T を算出する。このため、固体撮像装置 1 0 は、正確な暗電流成分 T を算出することができる。

【 0 0 6 5 】

したがって、固体撮像装置 1 0 は、算出した正確な暗電流成分 T に基づいて暗電流補正を行うことができ、撮像画像の画質特性を向上させることができる。

【 0 0 6 6 】

次に、実施形態の他の変形例に係る画素アレイ 2 について説明する。かかる画素アレイ 2 は、上述したコンタクトプラグ付き P D 有り O B 領域 4 2 に配置される画素 2 0 において、フォトダイオードが設けられていないところが異なる。以下、かかる画素が配置されるオプティカルブラック領域をコンタクトプラグ付き P D 無し O B 領域と呼ぶ。

10

【 0 0 6 7 】

図 5 は、実施形態の他の変形例に係る画素アレイ 2 におけるコンタクトプラグ付き P D 無し O B 領域に配置された画素 2 0 a の模式的な断面図である。なお、図 5 に示す構成要素のうち、図 2 に示す構成要素と同様の構成要素については、図 2 に示す符号と同一の符号を付すことにより、その説明を省略する。

【 0 0 6 8 】

図 5 に示すように、画素 2 0 a におけるコンタクトプラグ 5 0 は、第 1 の配線 7 2 a と P 型の S i 層 6 0 とを電氣的に接続する。かかる画素 2 0 a は、P 型の S i 層 6 0 の内部にフォトダイオードの電荷蓄積領域となる N 型の S i 領域が設けられていない。

【 0 0 6 9 】

20

かかる画素 2 0 a は、P 型の S i 層 6 0 の内部に N 型の S i 領域を形成するための N 型の高濃度の不純物がドーピングされていないことから、イオン注入による結晶欠陥に起因して暗電荷 9 0 が生じることがない。

【 0 0 7 0 】

つまり、かかる画素 2 0 a は、半導体層 6 が受けるダメージをより少なく抑えて、暗電荷 9 0 の量を少なくしているため、電圧印加部 5 から所定の正の電圧をコンタクトプラグ 5 0 に印加した場合に、画素 2 0 a からの暗電荷 9 0 の排出時間が短くなる。

【 0 0 7 1 】

上述の実施形態に係る固体撮像装置 1 0 は、画素アレイ 2 の O B 領域 4 にコンタクトプラグ付き P D 無し O B 領域を備える。かかる領域に配置される画素 2 0 a は、半導体層 6 がダメージを受けることで生じる暗電荷 9 0 を全く含まない基準用あるいは比較用の画素として用いられる。

30

【 0 0 7 2 】

これにより、かかる固体撮像装置 1 0 は、コンタクトプラグ付き P D 無し O B 領域における画素 2 0 a を用いて電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分を別に生成することができる。

【 0 0 7 3 】

したがって、かかる固体撮像装置 1 0 は、P D 有り O B 領域 4 1 の画素 2 0 の電圧信号からコンタクトプラグ付き P D 無し O B 領域の画素 2 0 a により生成したノイズ成分に対応した電圧信号を減算することで、正確な暗電流成分を算出することができる。

40

【 0 0 7 4 】

そのため、かかる固体撮像装置 1 0 は、算出した正確な暗電流成分に基づいて暗電流補正を行うことができ、撮像画像の画質特性を向上させることができる。

【 0 0 7 5 】

次に、上述したコンタクトプラグ付き P D 無し O B 領域に配置される画素 2 0 a を用いた暗電流補正について説明する。図 6 は、実施形態に係る固体撮像装置 1 0 が実行する処理手順を示すフローチャートである。なお、図 6 に示すフローチャートは、一例である。

【 0 0 7 6 】

図 6 に示すように、固体撮像装置 1 0 は、まず、画素アレイ 2 における全ての画素 2 0 , 2 0 a に対して同一のタイミングで露光を行う (ステップ S 2 0 1) 。次に、固体撮像

50

装置 10 は、コンタクトプラグ付き PD 無し OB 領域の画素 20 a で発生した暗電荷 90 (図 5 参照) を排出する (ステップ S 202)。

【0077】

具体的には、上述した図 5 に示すように、電圧印加部 5 から多層配線層 7 の第 1 の配線 72 a を介してコンタクトプラグ 50 に所定の正の電圧を印加することによって P 型の Si 層 60 に存在する暗電荷 90 を排出する。

【0078】

続いて、固体撮像装置 10 は、画素アレイ 2 における全ての画素 20, 20 a の信号電荷の読み出しを行う (ステップ S 203)。これにより、PD 有り OB 領域 41 の画素 20 では、黒レベルの基準信号である暗電流成分と電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分とがフローティングディフュージョン 66 (FD) に流入する。また、コンタクトプラグ付き PD 無し OB 領域の画素 20 a では、電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分がフローティングディフュージョン 66 (FD) に流入する。

10

【0079】

そして、固体撮像装置 10 は、コンタクトプラグ付き PD 無し OB 領域の画素 20 a からの電荷読み出し動作によって生じたノイズ成分に対応した電圧信号 S1 を算出する (ステップ S 204)。

【0080】

また、固体撮像装置 10 は、PD 有り OB 領域 41 の画素 20 における暗電流成分とノイズ成分との混合成分に対応した電圧信号 S2 を算出する。

20

【0081】

次に、固体撮像装置 10 は、PD 有り OB 領域 41 の画素 20 の電圧信号 S2 からコンタクトプラグ付き PD 無し OB 領域の画素 20 a のノイズ成分に対応した電圧信号 S1 を減算して、暗電流成分 T を算出する (ステップ S 205)。

【0082】

その後、固体撮像装置 10 は、有効画素領域 3 の画素 20 の電圧信号 S3 から暗電流成分 T を減算して暗電流補正を行って、有効画素領域 3 の画素 20 の画素信号 P を算出する (ステップ S 206)。なお、暗電流補正は、この実施形態では後段処理部 17 で行われる (図 1 参照)。

【0083】

このように、固体撮像装置 10 は、PD 有り OB 領域 41 の画素 20 の電圧信号 S2 からコンタクトプラグ付き PD 無し OB 領域の画素 20 a のノイズ成分に対応した電圧信号 S1 を減算して、暗電流成分 T を算出する。このため、固体撮像装置 10 は、正確な暗電流成分 T を算出することができる。

30

【0084】

したがって、固体撮像装置 10 は、算出した正確な暗電流成分 T に基づいて暗電流補正を行うことができ、撮像画像の画質特性を向上させることができる。

【0085】

また、上述した実施形態に係る固体撮像装置 10 が行う暗電流補正は、有効画素領域 3 の画素 20 の電圧信号 S3 から暗電流成分 T を減算して、有効画素領域 3 の画素 20 の画素信号 P を算出しているが、この形態に限られない。

40

【0086】

他の形態として、固体撮像装置 10 は、まず、有効画素領域 3 の画素 20 の電圧信号 S3 からコンタクトプラグ付き PD 有り (無し) OB 領域の画素 20, 20 a のノイズ成分に対応した電圧信号 S1 を減算する。そして、固体撮像装置 10 は、減算した電圧信号 (S3 - S1) から暗電流成分 T を減算して、有効画素領域 3 の画素 20 の画素信号 P を算出する。

【0087】

かかる形態では、例えば、有効画素領域 3 の画素 20 の電圧信号 S3 内に、かかる画素 20 からの電荷読み出し動作によって生じたノイズ成分に対応した電圧信号が含まれてい

50

る場合に、予め電圧信号 S 3 内のノイズ成分を取り除くことができる。

【0088】

したがって、かかる固体撮像装置 10 は、コンタクトプラグ付き PD 有り（無し）OB 領域の画素 20, 20a を用いることで、有効画素領域 3 の画素 20 の電圧信号 S 3 内のノイズ成分を取り除くことができ、撮像画像の画質特性をより向上させることができる。

【0089】

また、上述した実施形態に係る固体撮像装置 10 が裏面照射型の固体撮像装置である場合について説明したが、上記したコンタクトプラグ 50 および電圧印加部 5 の構成は、表面照射型の固体撮像装置に採用することができる。

【0090】

かかる場合においても、表面照射型の固体撮像装置は、コンタクトプラグ付き PD 無し OB 領域における画素を用いて電荷の読み出し動作によって生じたノイズ成分を別に生成することができる。

【0091】

したがって、かかる固体撮像装置は、PD 有り OB 領域の画素の電圧信号からコンタクトプラグ付き PD 無し OB 領域の画素により生成したノイズ成分に対応した電圧信号を減算することで、正確な暗電流成分を算出することができる。

【0092】

そのため、かかる固体撮像装置は、算出した正確な暗電流成分に基づいて暗電流補正を行うことができ、撮像画像の画質特性を向上させることができる。

【0093】

また、上述した実施形態に係る画素 20, 20a は、Si 層 60 を P 型とし、Si 領域 61 を N 型としているが、これに限られず、Si 層 60 を N 型とし、Si 領域 61 を P 型として、画素 20, 20a を構成するようにしてもよい。

【0094】

また、上述の実施形態では、2 画素 1 セル構造の画素 20, 20a を例にとって説明したが、1 画素 1 セル構造または 4 画素 1 セル構造などのその他の構造の画素であっても同様である。

【0095】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0096】

10 固体撮像装置、 11 垂直走査回路、 12 負荷回路、 13 カラム A/D 回路、 14 水平走査回路、 15 基準電圧発生回路、 16 タイミング制御回路、 17 後段処理部、 2 画素アレイ、 20 画素、 3 有効画素領域、 4 オプティカルブラック領域、 40 光電変換素子、 41 PD 有り OB 領域、 42 コンタクトプラグ付き PD 有り OB 領域、 5 電圧印加部、 50 コンタクトプラグ、 51 コンタクトホール、 52 絶縁膜、 53 導電性部材、 6 半導体層、 60 P 型の Si 層、 61 N 型の Si 領域、 62 P 型の不純物がドーパされた領域、 63 絶縁部材、 64 素子分離領域、 65 幅広部、 66 フローティングディフュージョン、 7 多層配線層、 70 層間絶縁膜、 72 多層配線、 73 ゲート絶縁膜、 74 転送ゲート、 75 支持基板、 8 反射防止層、 81 遮光膜、 82 カラーフィルタ、 83 マイクロレンズ、 9 光、 90 暗電荷、 CD 垂直方向、 RD 水平方向、 H1in 水平制御線、 V1in 垂直信号線、 PD1, PD2 フォトダイオード、 TRS1, TRS2 転送トラ

10

20

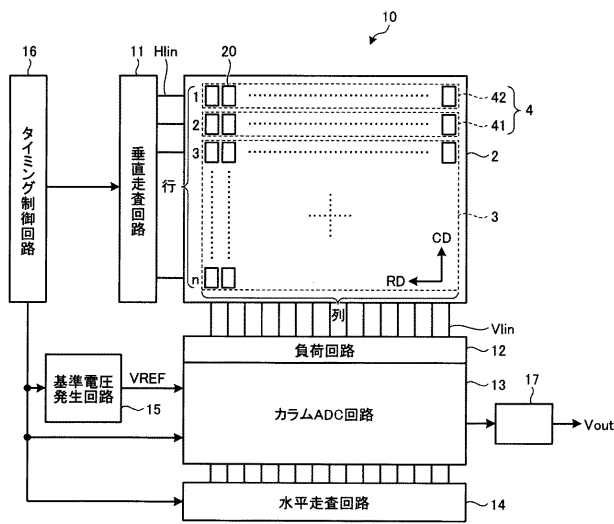
30

40

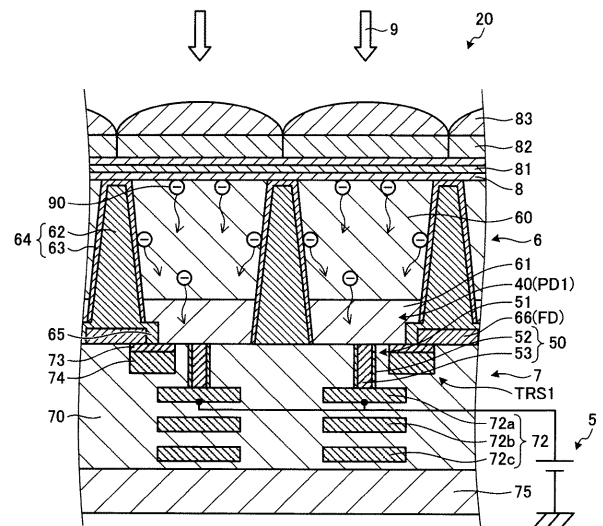
50

ンジスタ、 R S T リセットトランジスタ、 A M P 増幅トランジスタ、 T 電流源

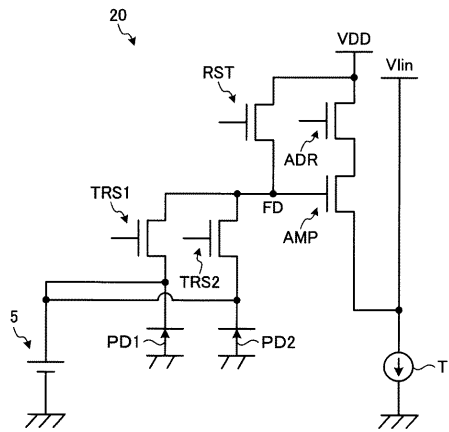
【図1】



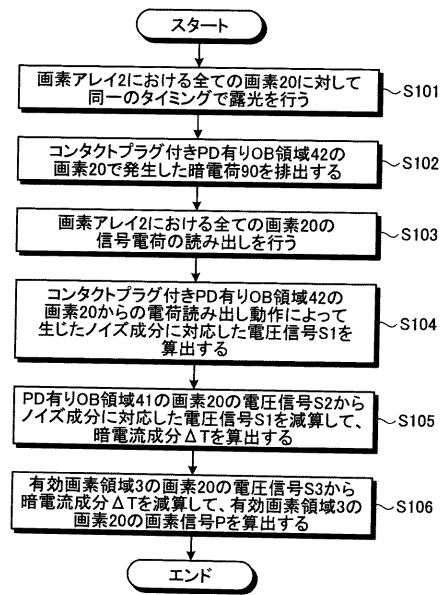
【図2】



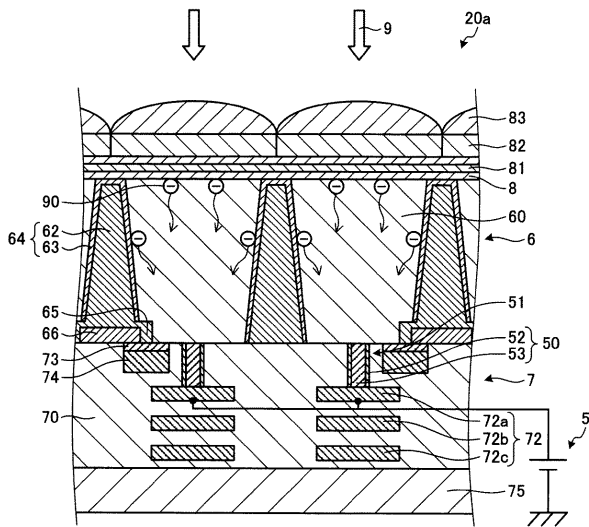
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

