

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4457325号
(P4457325)

(45) 発行日 平成22年4月28日(2010.4.28)

(24) 登録日 平成22年2月19日(2010.2.19)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 27/146 (2006.01)

H O 1 L 27/14 A

H O 1 L 27/14 (2006.01)

H O 1 L 27/14 D

H O 4 N 5/335 (2006.01)

H O 4 N 5/335 E

H O 4 N 9/07 (2006.01)

H O 4 N 5/335 U

H O 4 N 9/07 A

請求項の数 2 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2009-245346 (P2009-245346)
 (22) 出願日 平成21年10月26日(2009.10.26)
 (62) 分割の表示 特願2009-511829 (P2009-511829)
 の分割
 原出願日 平成20年4月16日(2008.4.16)
 (65) 公開番号 特開2010-63120 (P2010-63120A)
 (43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)
 審査請求日 平成21年10月28日(2009.10.28)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-108869 (P2007-108869)
 (32) 優先日 平成19年4月18日(2007.4.18)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 307012067
 株式会社 Rosnes
 京都府京都市右京区山ノ内糞老町5番地の
 1
 (74) 代理人 100125450
 弁理士 河野 広明
 (72) 発明者 山口 琢己
 京都府京都市右京区山ノ内糞老町5番地の
 1 株式会社Rosnes内
 (72) 発明者 太田 宗吾
 京都府京都市右京区山ノ内糞老町5番地の
 1 株式会社Rosnes内

審査官 恩田 春香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板上に、光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードが行列状 (i, j) に複数配置され、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための電荷転送ゲートと、前記電荷転送ゲートを介して読み出した前記フォトダイオードで光電変換された前記信号電荷を電位に変換するフローティングディフュージョンとが設けられ、前記信号電荷をリセットするリセットトランジスタ及び読出した信号電荷を増幅する増幅用トランジスタを複数の前記フォトダイオードで共有する固体撮像装置において、

前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタとを共有する共有領域内の第1フォトダイオード (i, j) と第2フォトダイオード ($i, j+1$) の間に配置された前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタの一方を備え、

前記第1フォトダイオード (i, j) と第2フォトダイオード ($i, j+1$) の間に配置されていない他方の前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタが、第3フォトダイオード ($i+1, j+n$) と第4フォトダイオード ($i+1, j+n+1$) の間に配置され、かつ

前記 n が -1 又は $+1$ であることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

半導体基板上に、光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードが行列状 (i, j) に複数配置され、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための電荷転送ゲートと、前記電荷転送ゲートを介して読み出した前記フォトダイオードで光電変

10

20

換された前記信号電荷を電位に変換するフローティングディフュージョンとが設けられ、前記信号電荷をリセットするリセットトランジスタ及び読出した信号電荷を増幅する増幅用トランジスタを複数のフォトダイオードで共有する固体撮像装置において、

前記リセットトランジスタ、前記増幅用トランジスタを共有する共有領域内の第1フォトダイオード(i, j)と第2フォトダイオード($i+1, j$)の間に配置された前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタの一方を備え、

前記第1フォトダイオード(i, j)と第2フォトダイオード($i+1, j$)の間に配置されていない他方の前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタが、第3フォトダイオード($i+n, j+1$)と第4フォトダイオード($i+n+1, j+1$)の間に配置され、かつ

前記 n が -1 又は $+1$ であることを特徴とする固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置に係わり、特に複数の画素が増幅用トランジスタとリセットトランジスタを共有する固体撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ビデオカメラや電子カメラが広く普及している。これらのカメラには、CCD (Charge Coupled Device) や、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサなどの固体撮像素子が用いられている。固体撮像素子の撮像部には、フォトダイオードからなる光電変換部が複数個2次元アレイ状に配置され、各フォトダイオードを中心的機能部として単位領域(単位画素)が形成されている。

【0003】

CCDは、各单位画素に入射した光をフォトダイオードによって光電変換し、生じた信号電荷を、垂直CCD転送レジスタ及び水平CCD転送レジスタを介して、出力部に設けたフローティングディフュージョン(FD)部に転送する。その後、CCDは、このFD部の電位変動をMOSトランジスタによって検出し、それを増幅することにより、撮像信号として出力する。

【0004】

一方、CMOSイメージセンサは、各单位画素内にFD部や転送、増幅などのための各種MOSトランジスタを有することから、電荷転送が不要である。従って、CMOSイメージセンサは、CCD型固体撮像素子よりも低電圧で動作可能であり、省電力化に適している。また、CMOSイメージセンサは、複雑な信号処理機能を容易にワンチップ化できるため、撮像素子の小型化に適している。

【0005】

図12は、従来のCMOSイメージセンサの撮像部の構成と単位画素1個分の等価回路の一例を示す説明図である。図12に示すCMOSイメージセンサでは、各单位画素100は、フォトダイオード102からなる光電変換部と、信号電荷を電圧信号に変換して出力するための4つのMOSトランジスタ103及び105~107とを備えている。(例えば、特許文献1参照。)

【0006】

受光動作時には、フォトダイオード102に蓄積された信号電荷(電子)は、読み出し信号線109から電荷転送ゲート103のゲート電極に印加される読み出しパルスに基づいて、電荷転送ゲート103を介してフローティングディフュージョン(FD)部104に転送される。FD部104は、増幅用トランジスタ105のゲート電極に接続されており、信号電荷(電子)によるFD部104の電位変化が、増幅用トランジスタ105によってインピーダンス変換された後、垂直信号線15に出力される。垂直選択用トランジスタ106は、垂直選択線13からゲート電極に印加される垂直選択パルスに基づいてON

10

20

30

40

50

、OFFし、所定の期間だけ増幅用トランジスタ105を駆動する働きをする。リセットトランジスタ107は、垂直リセット線14からゲート電極に印加される垂直リセットパルスに基づいて、FD部104の電位を電源線108の電位にリセットする働きをする。

【0007】

各单位画素100は、垂直シフトレジスタ11及び水平シフトレジスタ12によって1サイクルの間に1度ずつ、次のように走査される。すなわち、1サイクルの間の一定期間、垂直シフトレジスタ11から1つの垂直選択線13に垂直選択パルスが出力されると、この垂直選択線13に対応する行の画素が選択されると、各画素の出力信号がそれぞれの垂直信号線15に出力される。そして、この一定期間の間に水平シフトレジスタ12から各水平選択線17に水平選択パルスが順次出力され、対応する各垂直信号線15の出力信号が、水平選択用トランジスタ16を介して、水平信号線18に順次取り出される。1つの行の全画素の走査が終了すると、次の行の垂直選択線13に垂直選択パルスが出力され、上記と同様にしてこの新しい行の各画素が走査される。以上の動作を繰り返して、1サイクルの間に全ての行の全画素が1度ずつ走査され、その出力信号が時系列的に水平信号線18に取り出される。

10

【0008】

図13は、従来のCMOSイメージセンサの撮像部の構造を示す断面図である。図14は、図13の断面図だけでは表しきれないFD部104と周辺の不純物層の接続関係を概念的に示す説明図である。

【0009】

図13に示すように、シリコン基板101表面層には埋め込みフォトダイオードからなるフォトダイオード部102が形成されている。また、その周囲には電荷転送ゲート103などのMOSトランジスタを構成するn型不純物層が形成されている。図14に示すように、埋め込みフォトダイオード102、FD部104、及びリセットトランジスタ107を形成するn型不純物層は、ゲート電極下部のチャンネル領域によって連結されるように設けられており、効率的な信号電荷の転送と消去ができるようになっている。

20

【0010】

MOSトランジスタからなる回路部に光が漏れ入ると、光電変換が起こり、その結果生じた電子によって発生した偽信号がノイズとなる。

【0011】

シリコン基板101の上部には、酸化シリコンなどからなる絶縁層124を介して、例えばアルミニウムなどからなる多層配線が形成されている。この多層配線において、例えば、1層目の配線121は画素トランジスタ間などを接続する局所的な配線であり、2層目の配線122及び3層目の配線123は、上記トランジスタを駆動する垂直選択線13などの制御信号線や、増幅用トランジスタ105によって増幅された電気信号を伝達する垂直信号線15などの信号線や、電源線などの大域的な配線である。

30

【0012】

さらにその上部には、窒化シリコンなどからなるパッシベーション膜125や平坦化膜などが形成され、その上に画素色フィルタ126及びオンチップレンズ127が配置されている。オンチップレンズ127は、フォトダイオード102に入射光を集光するために用いられる。通常、これらのオンチップレンズ127は、一定のピッチで等間隔に形成される。

40

【0013】

上記のCMOSイメージセンサでは、各单位画素100における、フォトダイオード102、MOSトランジスタ103、105～107や画素内配線、及びオンチップレンズ127の相対的な位置関係は、各单位画素100で共通である。すなわち、各部材は同じ並進対称性をもつように同じピッチで等間隔に配列されている。この結果、入射光は、各单位画素100でフォトダイオード102に同じように入射することになり、各单位画素100ごとのばらつきの小さい良質な画像を得ることができる。

【0014】

50

ところで、CMOSイメージセンサなどの増幅型固体撮像素子では、上記のように少なくとも2層、望ましくは3層以上の多層配線が必要であり、フォトダイオード102の上部に厚く形成される。例えば、フォトダイオード102の表面から最上部の3層目配線までの高さは2～5 μmになり、これは画素サイズと同程度である。このため、被写体をレンズにより結像して撮像する固体撮像装置においては、撮像領域の周辺部寄りの領域でシェーディングが大きいう問題、すなわち、斜めに入射する光が遮光膜や配線によって遮られ、フォトダイオードに集光される光量が減少し、画質劣化が顕著になるという問題がある。

【0015】

そこで、撮像領域の周辺部寄りの領域においては、斜めに入射する光もフォトダイオードに集光されるように、瞳補正と称してオンチップレンズや遮光膜の開口部の位置を補正し、シェーディングを軽減することがある。具体的には、フォトダイオードから見て光が入射して来る方向にオンチップレンズ及び遮光膜開口部を配置する。また、後述の特許文献2では、撮像領域の中心部から周辺部に行くに従って各单位画素に対する信号線（配線）の相対位置が撮像領域の中心に近づく方向にずれていることを特徴とする固体撮像素子が提案されている。

10

【0016】

なお、本出願でいう単位領域（単位画素）とは、1つのフォトダイオード部を中心的機能部として、その機能を実現するための部分が配置された基板上の領域を指すものとする。また、単位領域の配列の並進対称性とは、同じ大きさの単位領域中の一定位置（例えば中心の位置）を占める点の集合によって形成される配列の規則性を指すものとする。

20

【0017】

さて、近年、携帯電話などのモバイル機器へのカメラ機能搭載の目的から、固体撮像素子の小型化に対する要求が強まっている。この固体撮像素子の小型化と高画素数化による単位画素の縮小化にともない、単位画素あたりの受光領域が減少し、飽和信号量や感度などの固体撮像素子の特性が低下するという問題が生じている。

【0018】

従来、この特性低下を防止するために、単位画素内のトランジスタの面積を減少させることで、フォトダイオードの面積の減少を抑える方法などが用いられてきた。しかし、そのような方法によって固体撮像素子の特性を良好に保つことは困難であった。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0019】

【特許文献1】特開2006-303468

【特許文献2】特開2003-273342

【特許文献3】特開2005-198001

【特許文献4】USP6, 043, 478

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

40

特許文献3及び4では、次世代へのブレークスルーとして、各画素に必須であるフォトダイオード及び電荷転送ゲート以外の、従来すべての画素に設けられていたFD部、増幅用トランジスタ、垂直選択用トランジスタ、及びリセットトランジスタを複数の隣接単位画素間で共有するCMOSイメージセンサが提案されている。

【0021】

このCMOSイメージセンサでは、単位画素当りのトランジスタ数及び配線数を減らすことができ、その結果として、十分なフォトダイオードの面積が確保される。また、配線によるケラレ（以降、ケラレとは、光の入射光路内に障害物があって光を遮られる現象を意味する。）を減少させることができるので、単位画素の縮小化に有効な場合がある。

【0022】

50

しかしながら、この場合、単位画素内に、画素固有のフォトダイオードと、複数の単位画素に共有される共有領域とが混在することになる。共有領域が単位画素内で占める相対位置は、隣接単位画素間では必ず異なるから、フォトダイオードが単位画素内で占める相対位置も、自ずと隣接単位画素間で異なることになる。すなわち、共有領域を有するCMOSイメージセンサでは、従来の通常のCMOSイメージセンサ（図13参照）と違って、フォトダイオードを単位画素と同じ並進対称性をもつように同じピッチで配置することはできない。以下、前述の問題点、及びそのような基板に従来と同様のオンチップレンズを形成した場合の問題点について図を用いて説明する。

【0023】

図15は、上記のフォトダイオード2やトランジスタが形成されたシリコン基板1の上に、従来と同様のオンチップレンズ27が形成されたCMOSイメージセンサの撮像部の構造を示す断面図である。図15は、主として3個の単位画素を示しており、左側の単位画素10と中央の単位画素20とは境界位置28において互いにFD部4を共有しているが、右側の単位画素30と中央の単位画素20とはFD部4を共有していない。

【0024】

上述の通り、フォトダイオード2のn型領域及びFD部4のn型領域は、効率的な信号電荷の転送を行うことができるように、電荷転送ゲート3のチャンネル領域を介して連結されている。従って、フォトダイオード2は、FD部4の中心から離れ、境界位置29に近づく方向に偏位して設けられている。

【0025】

この結果、図15の横方向において各単位画素のフォトダイオード2の配列には、（FD部4を共有し合う単位画素間における）ピッチが大きい区間と、（FD部4を共有しない単位画素間における）ピッチが小さい区間とが交互に現れる。すなわち、図13を用いて先述した、通常のCMOSイメージセンサにおける並進対称性をもった等間隔の配列とは異なる。

【0026】

一方、図15に示すように、シリコン基板1の上部には酸化シリコンなどからなる絶縁層24が形成され、これを介して、多層配線（1層目配線21、2層目配線22、3層目配線23）が形成されている。多層配線は、フォトダイオード2にできるだけ多くの光を導入できるように、フォトダイオード2の上方を避けるようにレイアウトする。

【0027】

さらにその上部には、窒化シリコンなどからなるパッシベーション膜25や平坦化膜などが形成され、その上に画素色フィルタ26及びオンチップレンズ27が配置されている。

【0028】

一方、先述したように、フォトダイオード2は、単位画素の中心位置より、FD部4の中心から離れ、境界位置29に近づく方向に偏位して設けられている。また、多層配線もフォトダイオード2の上部を避けるように単位画素の中心位置から偏位して形成されている。

【0029】

以上の結果、オンチップレンズ27によって集光された光の一部が、フォトダイオード2をはずれてトランジスタが形成されているシリコン基板1の共有領域に入射してしまう。また、多層配線によってケラレるという問題も生じる。この際、共有領域におけるトランジスタの配置や多層配線の配置は、隣接単位画素間で一様ではないから、この問題はフォトダイオード2に入射する入射光量が減少する原因になるばかりでなく、入射光量が各単位画素間でばらつく原因にもなる。各単位画素間でフォトダイオード2に入射する入射光量がばらつくと、各単位画素で感度が一定にならないため、撮像特性として好ましくない。

【0030】

図16は、2個の単位画素10に共通のFD部4を設け、増幅用トランジスタ5、垂直

10

20

30

40

50

選択用トランジスタ6、及びリセットトランジスタ7を隣接する4画素が共有した場合の、一般的な平面配置図である。フォトダイオード2に書かれている、R、B、Gr、Gbは、ベイア配列の色を示している。ここで、Rは赤色、Bは青色、Gr、Gbは緑色の信号を出力するフォトダイオード2を備え、図15の画素色フィルタ26がR、B、Gr、Gbの色を分ける。なお、Grは赤色Rの横に配置された緑色画素を示し、Gbは青色Bの横に配置された緑色画素を示す。

【0031】

図15の断面は、図16の破線A-A'に相当する2つのフォトダイオード2とそれぞれに対応する電荷転送ゲート3の間にフローティングディフュージョン(FD)部4が配置され、上下画素の間に、共有化されたFD部4が配置されている。リセットトランジスタ、垂直選択用トランジスタ、及び増幅用トランジスタを共有する4画素が点線51で示されている。共有画素51の中央部には、4画素が共有する、リセットトランジスタ7、垂直選択用トランジスタ6、及び増幅用トランジスタ5が備えられている。

10

【0032】

図5は、4画素で増幅用トランジスタ、垂直選択用トランジスタ、リセットトランジスタを共有した場合の従来のCMOSイメージセンサの撮像部の構成と共有画素4個分の等価回路の一例を示した説明図である。

【0033】

図12は、共有しないタイプの回路図であり、図5との動作原理の違いは、次の(1)～(2)のみである。すなわち、(1)フォトダイオード2が4つあること、(2)共有画素51には電荷転送ゲート3が4つあることが相違点である。

20

【0034】

前述した各単位画素で感度が一定にならない問題について述べると、図16の画素ピッチA61と画素ピッチB62の関係が、画素ピッチA>画素ピッチBである。従って、一定ピッチで配置されていないため、Gr行及びR行のグループと、B行及びGb行のグループの入射光量が異なるため、入射信号を画像化した場合に縞状の横線が発生し得る。

【0035】

上記の問題点の対策として、一般的には信号処理による補正が行われている。Gr、R行に対して、B、Gb行の感度が低い場合は、B、Gb行にある係数をかけてGr、R行の感度にそろえるように補正を行う方法が行われる。

30

【0036】

ただし、同色であるGr、Gbに関しては、GbがGrと少しでも差があると縞状の横線になってしまうため、Gbに対するGrの補正は単純な係数をかけるだけでは補正しきれない。従って、周辺のGrを参考にしながらGbを補正するような方法も採用されている。最も簡単な補正方法は、Grの入射光量に相当する信号量を決める際に、例えばその右下のGbとの平均値 $(Gr + Gb) / 2$ を算出し、Gbの入射光量に相当する信号量を決めるのに、例えばその左下のGrとの平均を用いる。しかしながら、このような平均化を行うことは、解像度を落とすことになる。高画素数化による単位画素の縮小化(これは結果的に解像度の向上となる)を目的に複数画素の共有を行っても、平均化で解像度を落とすことは、その目的と相反することになる。

40

【0037】

以上に述べたように、CMOSイメージセンサの隣接単位画素間で増幅用トランジスタ、垂直選択用トランジスタ、及びリセットトランジスタを共有する画素共有技術では、単位画素当りのトランジスタ数を減らすことにより、フォトダイオードの受光面積を十分に確保することができる。しかし、この方法では、フォトダイオード部は単位画素の中心位置から偏位した位置に設けられるので、その光軸が単位画素の中心位置に配置されているオンチップレンズで集光すると、入射光を効果的にフォトダイオード部に集光することができない。その結果、各フォトダイオード部に単位画素ごとに光量が大きくばらつくことになる。

【0038】

50

本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的は、フォトダイオード部が並進対称性配列の位置から外れて配置されても、信号処理による解像度低下を伴う補正を行うことなく画像化できる固体撮像素子、及びその固体撮像素子を用いた撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0039】

本発明の第1の固体撮像装置は、半導体基板上に、光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードが行列状(i, j)に複数配置され、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための電荷転送ゲートと、前記電荷転送ゲートを介して読み出した前記フォトダイオードで光電変換された前記信号電荷を電位に変換するフローティングディフュージョンとが設けられ、前記信号電荷をリセットするリセットトランジスタ及び読出した信号電荷を増幅する増幅用トランジスタを複数の前記フォトダイオードで共有する固体撮像装置において、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタとを共有する共有領域内の第1フォトダイオード(i, j)と第2フォトダイオード($i, j+1$)の間に配置された前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタの一方を備え、前記第1フォトダイオード(i, j)と第2フォトダイオード($i, j+1$)の間に配置されていない他方の前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタが、第3フォトダイオード($i+1, j+n$)と第4フォトダイオード($i+1, j+n+1$)の間に配置され、かつ前記 n が -1 又は $+1$ であることを特徴とする。

【0040】

なお、本発明の第1の固体撮像装置の変形例としての固体撮像装置は、半導体基板上に、光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードが行列状(i, j)に複数配置され、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための電荷転送ゲートと、前記電荷転送ゲートを介して読み出した前記フォトダイオードで光電変換された前記信号電荷を電位に変換するフローティングディフュージョンとが設けられ、複数の前記フォトダイオードが前記信号電荷をリセットするリセットトランジスタ及び読出した信号電荷を増幅する増幅用トランジスタを共有する固体撮像装置において、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタを共有する複数の前記フォトダイオードの間の間隙部に、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタのうち少なくとも一方が配置され、前記複数のフォトダイオードのうちの第1フォトダイオード(i, j)の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちの第2フォトダイオード($i, j+1$)の光を感知している領域の重心との距離と、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード($i+1, j$)の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード($i+1, j+1$)の光を感知している領域の重心との距離が異なり、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタとを共有する共有領域内の前記第1フォトダイオード(i, j)と前記第2フォトダイオード($i, j+1$)の間に配置された前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタの一方を備え、前記第1フォトダイオード(i, j)と前記第2フォトダイオード($i, j+1$)の間に配置されていない他方の前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタが、第3フォトダイオード($i+1, j+n$)と第4フォトダイオード($i+1, j+n+1$)の間に配置され、かつ前記 n が -1 又は $+1$ であることを特徴とする。

【0041】

また、本発明の第2の固体撮像装置は、半導体基板上に、光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードが行列状(i, j)に複数配置され、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための電荷転送ゲートと、前記電荷転送ゲートを介して読み出した前記フォトダイオードで光電変換された前記信号電荷を電位に変換するフローティングディフュージョンとが設けられ、前記信号電荷をリセットするリセットトランジスタ及び読出した信号電荷を増幅する増幅用トランジスタを複数のフォトダイオードで共有する固体撮像装置において、前記リセットトランジスタ、前記増幅用トランジスタを共有する共有領域内の第1フォトダイオード(i, j)と第2フォトダイオード($i+1, j$

）の間に配置された前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタの一方を備え、前記第1フォトダイオード（ i, j ）と第2フォトダイオード（ $i+1, j$ ）の間に配置されていない他方の前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタが、第3フォトダイオード（ $i+n, j+1$ ）と第4フォトダイオード（ $i+n+1, j+1$ ）の間に配置され、かつ前記 n が -1 又は $+1$ であることを特徴とする。

【0042】

なお、本発明の第2の固体撮像装置の変形例としての固体撮像装置は、半導体基板上に、光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードが行列状（ i, j ）に複数配置され、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための電荷転送ゲートと、前記電荷転送ゲートを介して読み出した前記フォトダイオードで光電変換された前記信号電荷を電位に変換するフローティングディフュージョンとが設けられ、複数の前記フォトダイオードが前記信号電荷をリセットするリセットトランジスタ及び読出した信号電荷を増幅する増幅用トランジスタを共有する固体撮像装置において、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタを共有する複数の前記フォトダイオードの間の間隙部に、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタのうち少なくとも一方が配置され、前記複数のフォトダイオードのうちの第1フォトダイオード（ i, j ）の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちの第2フォトダイオード（ $i+1, j$ ）の光を感知している領域の重心との距離と、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ $i, j+1$ ）の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ $i+1, j+1$ ）の光を感知している領域の重心との距離が異なり、前記リセットトランジスタ、前記増幅用トランジスタを共有する共有領域内の前記第1フォトダイオード（ i, j ）と前記第2フォトダイオード（ $i+1, j$ ）の間に配置された前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタの一方を備え、前記第1フォトダイオード（ i, j ）と前記第2フォトダイオード（ $i+1, j$ ）の間に配置されていない他方の前記リセットトランジスタ又は前記増幅用トランジスタが、第3フォトダイオード（ $i+n, j+1$ ）と第4フォトダイオード（ $i+n+1, j+1$ ）の間に配置され、かつ前記 n が -1 又は $+1$ であることを特徴とする。

【0043】

また、本発明の第3の固体撮像装置は、半導体基板上に、光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードが行列状（ i, j ）に複数配置され、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための電荷転送ゲートと、前記電荷転送ゲートを介して読み出した前記フォトダイオードで光電変換された前記信号電荷を電位に変換するフローティングディフュージョンとが設けられ、複数の前記フォトダイオードが前記信号電荷をリセットするリセットトランジスタ及び読出した信号電荷を増幅する増幅用トランジスタを共有する固体撮像装置において、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタを共有する複数の前記フォトダイオードの間の間隙部に、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタのうち少なくとも一方が配置され、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ i, j ）の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ $i, j+1$ ）の光を感知している領域の重心との距離と、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ $i+1, j$ ）の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ $i+1, j+1$ ）の光を感知している領域の重心との距離が異なり、あるいは、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ i, j ）の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ $i+1, j$ ）の光を感知している領域の重心との距離と、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ $i, j+1$ ）の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード（ $i+1, j+1$ ）の光を感知している領域の重心との距離が異なり、隣接する2つの前記フォトダイオードがペアを組んで前記フローティングディフュージョンを共有し、かつ共有された前記フローティングディフュージョンが、行方向に1行置き且つ列方向に1列置きに市松状に配置されたことを特徴とする。

【0044】

また、本発明の第4の固体撮像装置は、半導体基板上に、光を信号電荷に変換して蓄積するフォトダイオードが行列状(i, j)に複数配置され、前記フォトダイオードに蓄積された前記信号電荷を読み出すための電荷転送ゲートと、前記電荷転送ゲートを介して読み出した前記フォトダイオードで光電変換された前記信号電荷を電位に変換するフローティングディフュージョンとが設けられ、複数の前記フォトダイオードが前記信号電荷をリセットするリセットトランジスタ及び読出した信号電荷を増幅する増幅用トランジスタを共有する固体撮像装置において、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタを共有する複数の前記フォトダイオードの間の間隙部に、前記リセットトランジスタと前記増幅用トランジスタのうち少なくとも一方が配置され、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード(i, j)の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード($i, j+1$)の光を感知している領域の重心との距離と、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード($i+1, j$)の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード($i+1, j+1$)の光を感知している領域の重心との距離が異なり、あるいは、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード(i, j)の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード($i+1, j$)の光を感知している領域の重心との距離と、前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード($i, j+1$)の光を感知している領域の重心と前記複数のフォトダイオードのうちのフォトダイオード($i+1, j+1$)の光を感知している領域の重心との距離が異なり、前記フォトダイオード(i, j)が第1の色の光を、前記フォトダイオード($i, j+1$)が第2の色の光を、前記フォトダイオード($i+1, j$)が第3の色の光を、前記フォトダイオード($i+1, j+1$)が第1の色の光をそれぞれ光電変換する色フィルタが配置され、前記第1の色の光を光電変換するフォトダイオードの光を感知している領域の重心は、行方向及び列方向に沿って略等しいピッチで配置され、前記第2の色の光又は前記第3の色の光を光電変換するフォトダイオードの光を感知している領域の重心は、行方向及び列方向に沿って略等しいピッチで配置されたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0045】

本発明によれば、例えば、ベイヤ配列状に配置された色フィルタにより緑色、青色、赤色に対応して光電変換するフォトダイオードの緑色フォトダイオードの重心と赤色、青色フォトダイオードの重心との距離は異なるが、各色同士のフォトダイオードの重心間の距離は等しく配置されているため、解像度を落とすことなく高画素数化による単位画素の縮小化を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】実施例1に係わるCMOSイメージセンサの撮像部の配置図。

【図2】実施例1に係わるCMOSイメージセンサの撮像部の緑色フォトダイオードの配置図。

【図3】実施例1に係わるCMOSイメージセンサの撮像部の赤色、青色フォトダイオードの配置図。

【図4】実施例1に係わるCMOSイメージセンサの撮像部の配置図。

【図5】実施例2に係わるCMOSイメージセンサの構成と単位画素1個分の等価回路の一例を示す説明図。

【図6】実施例2に係わる4つのフォトダイオードでリセットトランジスタ、垂直選択用トランジスタ、増幅用トランジスタを共有するCMOSイメージセンサの撮像部の配置図。

【図7】実施例2に係わる4つのフォトダイオードでリセットトランジスタ、垂直選択用トランジスタ、増幅用トランジスタを共有するCMOSイメージセンサの撮像部の配置図。

10

20

30

40

50

【図 8】実施例 2 に係わる 4 つのフォトダイオードでリセットトランジスタ、増幅用トランジスタを共有する CMOS イメージセンサの撮像部の配置を示す図。

【図 9】実施例 2 に係わる 2 つのフォトダイオードでリセットトランジスタ、垂直選択用トランジスタ、増幅用トランジスタを共有する CMOS イメージセンサの撮像部の配置図。

【図 10】実施例 2 に係わる 2 つのフォトダイオードでリセットトランジスタ、増幅用トランジスタを共有する CMOS イメージセンサの撮像部の配置図。

【図 11】実施例 2 に係わる 4 つのフォトダイオードでリセットトランジスタ、垂直選択用トランジスタ、増幅用トランジスタを共有する CMOS イメージセンサの撮像部の配置図。

【図 12】従来の CMOS イメージセンサの撮像部の構成と単位画素 1 個分の等価回路の一例を示す説明図。

【図 13】従来の CMOS イメージセンサの単位画素の構成を示す断面図。

【図 14】従来の CMOS イメージセンサの単位画素の構造を示す断面図。

【図 15】従来の共有領域を有する CMOS イメージセンサの撮像部の構造の一例を示す断面図。

【図 16】従来の共有領域を有する CMOS イメージセンサの撮像部の配置図。

【図 17】実施例 1 に係わる CMOS イメージセンサの撮像部の配置図。

【図 18】実施例 1 に係わる CMOS イメージセンサの撮像部の配置図。

【発明を実施するための形態】

【0047】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

<実施例 1>

【0048】

図 1 は、第 1 の実施例の特徴をもっとも良く表す図面であり、画素配列とフォトダイオードの配置を示した概略的構成図である。

【0049】

図 1 に示すように、光電変換を行うフォトダイオード 2 は、行方向に i 、 $i+1$ 、 $i+2$ 、 $i+3$ の 4 画素及び列方向に j 、 $j+1$ 、 $j+2$ 、 $j+3$ の 4 画素からなる計 16 画素が配置された単位画素 10 が示されている。ここで、単位画素 10 は、1 つのフォトダイオード部を中心的機能部として、その機能を実現するための部分が配置された基板上の領域を指すものとする。各フォトダイオード 2 には、B、R、Gr、Gb のいずれかが示されている。具体的には、B は青色を光電変換するように青色用の色フィルタが配置されたフォトダイオードである。同様に、R は赤色、また、Gr 及び Gb は緑色を光電変換するフォトダイオードである。また、Gr は R の横に配置され、Gb は B の横に配置されていることを示す。また、各フォトダイオード 2 の重心 30 は、四角形フォトダイオードの対角線の交点を意味し、本出願において定義づけされたものである。また、一般的には、重心間の距離（以下、重心距離ともいう）とは点と点を結ぶ対角距離を意味するが、本実施形態を示す図 1 では行方向が等しいピッチであるため、列方向の距離が重心間の距離となる。

【0050】

図 15 で説明したとおり、 i 列において、 j 行 Gr のフォトダイオードと $j+1$ 行 B のフォトダイオードとの重心距離 31 と、 $j+1$ 行 B のフォトダイオードと $j+2$ 行 Gr のフォトダイオードとの重心距離 35 の大きさが異なるため、 j 行 Gr と $j+1$ 行 B の光の入射光量の感度が異なる。

【0051】

また、 $i+1$ 列も同様な配置になっている。従って、 j 行 R のフォトダイオードと $j+1$ 行 Gb のフォトダイオードの重心距離 32 と、 $j+1$ 行 Gb のフォトダイオードと $j+2$ 行 R のフォトダイオードの重心距離 36 の大きさが異なるため、 j 行の R と $j+1$ 行の Gb の光の入射光量の感度が異なる。

【0052】

次に、緑色を光電変換するよう色フィルタが配置されたフォトダイオードの重心について説明する。図1は、 j 行Grのフォトダイオードと $j+1$ 行Gbのフォトダイオードの重心距離33と、 $j+1$ 行Gbのフォトダイオードと $j+2$ 行Grのフォトダイオードの重心距離34を示している。

【0053】

便宜上、図2には、緑色を光電変換するよう色フィルタが配置されたフォトダイオードのみが示されている。図1との違いは、赤色及び青色に対応するフォトダイオードが削除されている点のみである。

【0054】

10

図2で示すとおり、 j 行Grのフォトダイオードと $j+1$ 行Gbのフォトダイオードの重心距離33、及び $j+1$ 行Gbのフォトダイオードと $j+2$ 行Grのフォトダイオードの重心距離34が等しいピッチで配置されている。従って、緑色を光電変換するよう色フィルタが配置されたフォトダイオードでは、前述した課題のような光学的なずれが生じないため、光が等しく入射する。その結果、入射信号を画像化させても、縞状の横線は発生しない。このように、後段の信号で緑色を作るときには、Gr及びGbの信号をもとに作るため、Gr及びGbが等しいピッチで配置される必要がある。また、同様に、赤色はRが等しいピッチ、青色はBが等しいピッチで配置される必要がある。

【0055】

同様に、図3に、赤色、青色を光電変換するよう色フィルタが配置されたフォトダイオードのみが示されている。

20

【0056】

図3で示すとおり、 j 行Rのフォトダイオードと $j+1$ 行Bのフォトダイオードの重心距離37、及び $j+1$ 行Bのフォトダイオードと $j+2$ 行Rのフォトダイオードの重心距離38が等しいピッチで配置されている。従って、赤色及び青色を光電変換するよう色フィルタが配置されたフォトダイオードでは、前述した課題のような光学的なずれが生じないため、光が等しく入射する。その結果、入射信号を画像化させても、縞状の横線は発生しない。

【0057】

このように、ベイヤ配列状に配置された色フィルタに対応するフォトダイオードの各色が、各色同士では等しいピッチで配置される一方、緑色に対応するフォトダイオードと、赤色又は青色に対応するフォトダイオードのピッチが異なる。

30

【0058】

これまで、図1を用いて、緑色に対応するフォトダイオードの重心と、赤色又は青色に対応するフォトダイオードの重心との距離が列方向に異なるピッチで配置されている点について説明した。ここで、行方向に異なるピッチで配置されている場合について、図4に基づいて説明する。

【0059】

光電変換を行うフォトダイオード2は、行方向に i 、 $i+1$ 、 $i+2$ 、 $i+3$ の4画素及び列方向に j 、 $j+1$ 、 $j+2$ 、 $j+3$ の4画素からなる計16画素が配置された単位画素10が示されている。各フォトダイオード2には、B、R、Gr、Gbのいずれかが示されている。具体的には、Bは青色を光電変換するよう青色用の色フィルタが配置されたフォトダイオードである。同様に、Rは赤色、Gr及びGbは緑色を光電変換するフォトダイオードである。また、GrはRの横に配置され、GbはBの横に配置されていることを示す。また、図4には、各フォトダイオード2の重心30が示されている。

40

【0060】

図15で説明したとおり、 j 行において、 i 列Grのフォトダイオードと $i+1$ 列Rのフォトダイオードの重心距離41と、 $i+1$ 列Rのフォトダイオードと $i+2$ 列Grのフォトダイオードの重心距離45の大きさが異なるため、 i 列Grと $i+1$ 列Rの光の入射光量の感度が異なる。

50

【0061】

また、 $j + 1$ 行も同様な配置になっている。従って、 i 列Bのフォトダイオードと $i + 1$ 列Gbのフォトダイオードの重心距離42と、 $i + 1$ 列Gbのフォトダイオードと $i + 2$ 列Bのフォトダイオードの重心距離46の大きさが異なるため、 i 列Bと $i + 1$ 列Gbの光の入射光量の感度が異なる。

【0062】

次に、緑色を光電変換するよう色フィルタを配置されたフォトダイオードの重心について説明する。図4は、 i 列Grのフォトダイオードと $i + 1$ 列Grのフォトダイオードの重心距離43、及び $i + 1$ 列Gbのフォトダイオードと $i + 2$ 列Grのフォトダイオードの重心距離44が示している。

10

【0063】

図1の説明と同様に、図4でも、 i 列Grのフォトダイオードと $i + 1$ 列Grのフォトダイオードの重心距離43、及び $i + 1$ 列Gbのフォトダイオードと $i + 2$ 列Grのフォトダイオードの重心距離44は等しい。従って、等しいピッチで緑色に対応するフォトダイオードが配置されているため、前述した課題のような光学的なずれが生じないため、光が等しく入射する。その結果、入射信号を画像化させても、縞状の横線は発生しない。

【0064】

赤色、青色についても同様に、前述した課題のような光学的なずれが生じないため、光が等しく入射する。その結果、入射信号を画像化させても、縞状の横線は発生しない。

【0065】

20

図1及び図4は (i, i) にGrのフォトダイオードが配置し、起点がGrとしてベイア配列状に色フィルタが配置されているが、起点がB、R、Gr、Gbのいずれでも実質的に本発明の効果が奏される。

【0066】

図1の j 行Grのフォトダイオードと $j + 1$ 行Bのフォトダイオードの重心距離31と、 $j + 1$ 行Bのフォトダイオードと $j + 2$ 行Grのフォトダイオードの重心距離35とを比べると、 j 行Grのフォトダイオードと $j + 1$ 行Bのフォトダイオードの重心距離31の方が距離は長い。このため、イメージセンサを構成するのに必要な、リセットトランジスタ、増幅用トランジスタ、及び垂直選択用トランジスタを、前述の長いピッチに相当するフォトダイオード間に設けることにより、より効率的なイメージセンサとなる。

30

【0067】

ところで、ベイア配列のような原色（緑色、赤色、青色）フィルタを配置する方法以外にも、補色（シアン色、黄色、マゼンダ色）を使用する固体撮像装置も本発明に適用され得る。

【0068】

補色を使用した場合の例が、図17及び図18に示されている。図17は、原色の緑色と補色の黄色及びシアン色を用いた場合であり、黄色（Ye）の横に配置された緑色は（Gy）、シアン色の横に配置された緑色は（Gc）で示されている。図18は、補色の黄色、シアン色、及びマゼンダ色を用いた場合である。この図では、黄色（Ye）の横に配置されたマゼンダ色は（Mgy）、シアン色の横に配置されたマゼンダ色は（Mgc）で示されている。その技術的効果については、ベイア配列と同様である。

40

【0069】

<実施例2>

次に、第2の実施例について説明する。

【0070】

第1の実施例では、ベイア配列状に色フィルタが配置された、緑色、赤色、及び青色に相当するフォトダイオードの配置が、各色同士では等しいピッチで配置される一方、緑色と赤色の間隔と緑色と青色の間隔が異なることを示した。第2の実施例では、複数のフォトダイオードがリセットトランジスタ、増幅用トランジスタ、及び垂直選択用トランジスタを共有する場合の、各トランジスタの配置及びそれらの共有方法について説明する。

50

【0071】

図5は、第2の実施例に基づくCMOSイメージセンサの撮像部の、トランジスタを共有する4個の単位画素の等価回路を示す説明図である。このCMOSイメージセンサの撮像部の構成は、図12を用いて既述した、従来のCMOSイメージセンサの撮像部の構成と基本的には同様である。しかし、4個のフォトダイオード部2に共通のFD部4を設け、増幅用トランジスタ5、垂直選択用トランジスタ6、及びリセットトランジスタ7をこれらの4個のフォトダイオード部2で共有するように構成されている点が異なっている。図12を用いて説明したように、各フォトダイオード部2は、電荷転送ゲート3を介してFD部4に接続されている。

【0072】

受光動作時には、共有画素51は、垂直シフトレジスタ及び水平シフトレジスタによって1サイクルの間に1度ずつ、次のように走査される。すなわち、1サイクルの間の一定期間、垂直シフトレジスタから1つの垂直選択線13に垂直選択パルスが出力された後、この垂直選択線13に対応する4個で1組の共有画素51が選択される。この際、フォトダイオード部2に蓄積された信号電荷（電子）は、読み出し信号線9から電荷転送ゲート3のゲート電極に印加される読み出しパルスに基づいて、順次、電荷転送ゲート3を介してフローティングディフュージョン（FD）部4に転送される。その後、信号電荷（電子）によるFD部4の電位変化が、増幅用トランジスタ5によって電圧信号に変換され、垂直信号線15に出力される。

【0073】

上述の一定期間の間に、水平シフトレジスタから各水平選択線17に水平選択パルスが順次出力された後、対応する各垂直信号線15の出力信号が、水平選択用トランジスタ16を介して、水平信号線18に順次取り出される。1つの行の全画素の走査が終了すると、次の行の垂直選択線13に垂直選択パルスが出力される。その結果、上述と同様に、この新しい行の各画素が走査される。以上の動作を繰り返すことにより、1サイクルの間に全ての行の全画素が1度ずつ走査される結果、その出力信号が時系列的に水平信号線18に取り出される。

【0074】

垂直選択用トランジスタ6が、垂直選択線13からゲート電極に印加される垂直選択パルスに基づいてON、OFFし、所定の期間だけ増幅用トランジスタ5を駆動する働きをする。リセットトランジスタ7は、垂直リセット線14からゲート電極に印加される垂直リセットパルスに基づいて、FD部4の電位を電源線8の電位にリセットする働きをする。

【0075】

以上に説明したように、第2の実施例に基づく固体撮像素子であるCMOSイメージセンサにおいては、増幅用トランジスタ5、垂直選択用トランジスタ6、及びリセットトランジスタ7が4個のフォトダイオード部2間で共有されるので、共有画素51当りのトランジスタ数を減らすことができる。従って、出力に要する基板上の面積を縮小することができる。その結果、CMOSイメージセンサを小型化あるいは高画素数化することができる。また、CMOSイメージセンサの小型化あるいは高画素数化に伴う各画素における受光面積の減少を防止することができる。

【0076】

図6は、ベイア配列状に配置された色フィルタに対応するフォトダイオード2、リセットトランジスタ7、垂直選択用トランジスタ6、増幅用トランジスタ5、電荷転送ゲート3、及びフローティングディフュージョン（FD）4の配置図を示す。

【0077】

第1の実施例で説明したとおり、緑色に対応するGr及びGbは等しいピッチで配置されるとともに、赤色及び青色に対応するR、Bも等しいピッチで配置されている。また、緑色に対応するGr及びGbと、赤色及び青色に対応するR、Bが異なるピッチで配置されている。

【0078】

図6の破線51で示された本実施例の共有された4つのフォトダイオードの単位セルでは、4つのフォトダイオード2がそれぞれベイア配列のG_r、G_b、R、Bで構成される。フォトダイオード(i, j)のG_rとフォトダイオード(i, j+1)のBの間には、それぞれのフォトダイオードで光電変換された電荷を転送する電荷転送ゲート3が配置され、フローティングディフュージョン4aに対して対称に配置されている。

【0079】

また、フォトダイオード(i+1, j+1)のG_bとフォトダイオード(i+1, j+2)のRの間には、それぞれのフォトダイオードで光電変換された電荷を転送する電荷転送ゲート3が配置され、フローティングディフュージョン4bに対して対称に配置されている。それぞれのフローティングディフュージョン4a, 4bは、メタル配線等で接続されている。

10

【0080】

本実施例は、緑色に対応するG_r及びG_bは等しいピッチで配置され、赤色及び青色に対応するR、Bも等しいピッチで配置される一方、緑色に対応するG_r及びG_bと、赤色及び青色に対応するR、Bとの間が異なるピッチで配置されている構造を採用する。この構造において、4画素を共有する場合は、各フォトダイオード2に対応する電荷転送ゲート3とフローティングディフュージョンは、異なるピッチの内でより長いピッチの間に配置され、そのフローティングディフュージョンが市松状に配置されている。また、市松状に配置されたフローティングディフュージョンのため、リセットトランジスタ等を共有するフォトダイオードは、(i, j)、(i, j+1)、(i+1, j+1)、(i+1, j+2)のように、奇数列と偶数列で1行ずれた配置になっている。

20

【0081】

上述の配置により、前述した課題のような光学的なずれが生じないため、光が等しく入射する。その結果、入射信号を画像化させても、縞状の横線は発生することなく、フォトダイオード、電荷転送ゲート、フローティングディフュージョン、リセットトランジスタ、垂直選択用トランジスタ、及び増幅用トランジスタの非常に効率的な配置が実現できる。

【0082】

図6では、フローティングディフュージョン4bの横に、増幅用トランジスタ5が配置される場合を図示したが、図7のようにフローティングディフュージョン4bの横に増幅用トランジスタ5と垂直選択用トランジスタ6が配置されている場合も同様の効果を得ることができる。

30

【0083】

また、また、前述の選択用トランジスタを除外した構成においては、図8のようにフローティングディフュージョン4aの横に増幅用トランジスタ5が配置されるとともに、フローティングディフュージョン4bの横にリセットトランジスタ7が配置される構成でも同様の効果を得ることができる。

【0084】

第2の実施例では、主に4つのフォトダイオードがリセットトランジスタ、増幅用トランジスタを共有する場合について説明してきたが、2つのフォトダイオードがそれらを共有する場合でも同様である。図9は、2つのフォトダイオードがリセットトランジスタ、増幅用トランジスタ、及び垂直選択用トランジスタを共有した場合の配置を示す。

40

【0085】

2つのフォトダイオードがリセットトランジスタ、増幅用トランジスタ、垂直選択用トランジスタを共有した場合、フローティングディフュージョン4の隣には、リセットトランジスタ、増幅用トランジスタ、及び垂直選択用トランジスタが配置され得る。

【0086】

図10は、2つのフォトダイオードがリセットトランジスタ及び増幅用トランジスタを共有した場合の配置を示す。

50

【0087】

行方向に、緑色に対応したフォトダイオードと、赤及び青色に対応したフォトダイオードが異なるピッチで配置された場合について図6～10で説明したが、列方向に異なるピッチの場合でも同様である。代表して、図11に、4つのフォトダイオードがリセットトランジスタ、増幅用トランジスタ、及び垂直選択用トランジスタを共有した場合の配置が示される。

【0088】

図6～図11は、 (i, j) に G_r のフォトダイオードが配置し、起点が G_r としてベイヤ配列状に色フィルタが配置されている。しかし、その起点は B 、 R 、 G_r 、 G_b のいずれでも、実質的に本発明の効果と同様の効果が奏される。

10

【産業上の利用可能性】

【0089】

本発明の固体撮像素子及びその製造方法、並びに撮像装置は、CMOSイメージセンサ並びに電子カメラなどに応用され、CMOSイメージセンサの小型化、高画素数化、及び飽和信号量や感度の低下などの撮像特性の低下の防止に寄与することができる。また、本発明の固体撮像装置は、高画質を重視するカメラ又はカメラシステム、例えばデジタルスチルカメラ、携帯カメラ、医療用カメラ、車載カメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、又はセキュリティカメラなどのシステムに広く利用され得る。

【符号の説明】

【0090】

20

- 1, 101 シリコン基板
- 2, 102 フォトダイオード部
- 3, 103 電荷転送ゲート
- 4, 4a, 4b, 104 フローティングディフュージョン部
- 5, 105 増幅用トランジスタ
- 6, 106 垂直選択用トランジスタ
- 7, 107 リセットトランジスタ
- 8, 108 電源線
- 9, 109 読み出し信号線
- 10, 20, 30, 100 単位画素
- 11 垂直シフトレジスタ
- 12 水平シフトレジスタ
- 13 垂直選択線
- 14 垂直リセット線
- 15 垂直信号線
- 16 水平選択用トランジスタ
- 17 水平選択線
- 18 水平信号線
- 24, 124 絶縁層
- 25, 125 パッシベーション膜
- 26 画素色フィルタ層
- 27 オンチップレンズ
- 28 FD部を共有し合う単位画素間の境界位置
- 29 FD部を共有しない単位画素間の境界位置
- 31 j 行 G_r と $j+1$ 行 B のフォトダイオード重心距離
- 32 j 行 R と $j+1$ 行 G_b のフォトダイオード重心距離
- 33 j 行 G_r と $j+1$ 行 G_b のフォトダイオード重心距離
- 34 $j+1$ 行 G_b と $j+2$ 行 G_r のフォトダイオード重心距離
- 35 $j+1$ 行 B と $j+2$ 行 G_r のフォトダイオード重心距離
- 36 $j+1$ 行 G_b と $j+2$ 行 R のフォトダイオード重心距離

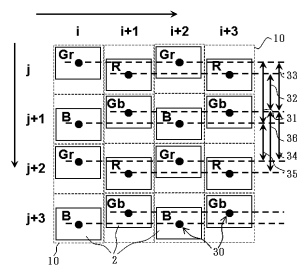
30

40

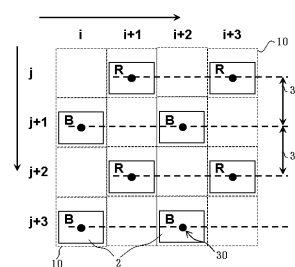
50

- 3 7 j 行 R と $j + 1$ 行 B のフォトダイオード重心距離
- 3 8 $j + 1$ 行 B と $j + 2$ 行 R のフォトダイオード重心距離
- 4 1 i 列 G r と $i + 1$ 列 R のフォトダイオード重心距離
- 4 2 i 列 B と $i + 1$ 列 G b のフォトダイオード重心距離
- 4 3 i 列 G r と $i + 1$ 列 G b のフォトダイオード重心距離
- 4 4 $i + 1$ 列 G b と $i + 2$ 列 G r のフォトダイオード重心距離
- 4 5 $i + 1$ 列 R と $i + 2$ 列 G r のフォトダイオード重心距離
- 4 6 $j + 1$ 列 G b と $j + 2$ 列 R のフォトダイオード重心距離
- 5 1 共有画素
- 6 1 画素ピッチ A
- 6 2 画素ピッチ B
- 1 2 1 1 層目の配線
- 1 2 2 2 層目の配線
- 1 2 3 3 層目の配線
- 1 2 6 画素色フィルタ層
- 1 2 7 オンチップレンズ

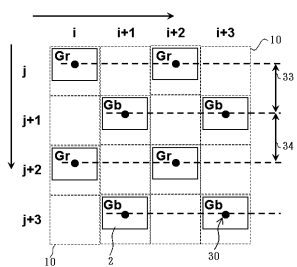
【図 1】



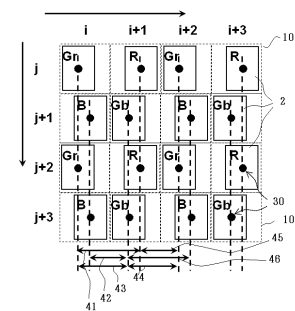
【図 3】



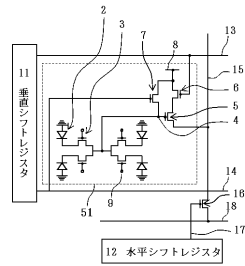
【図 2】



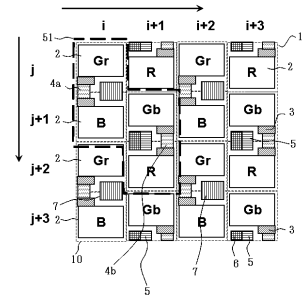
【図 4】



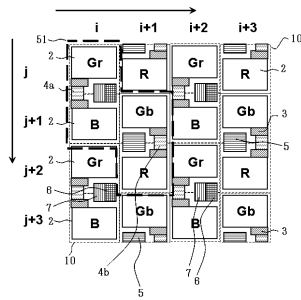
【図 5】



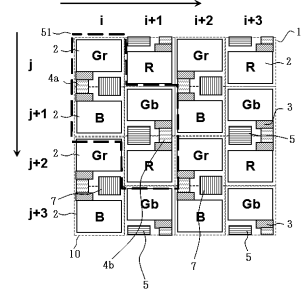
【図 7】



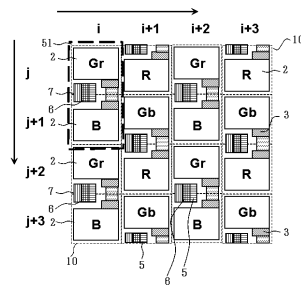
【図 6】



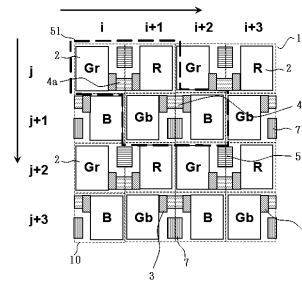
【図 8】



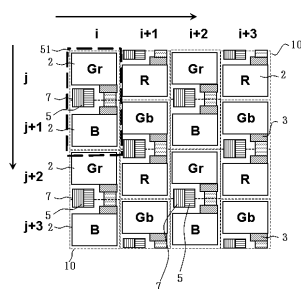
【図 9】



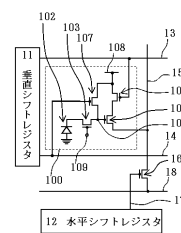
【図 11】



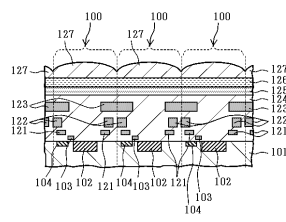
【図 10】



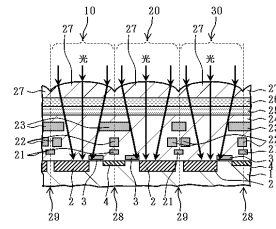
【図 12】



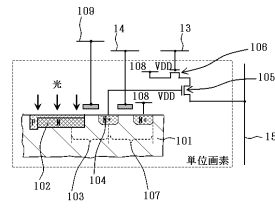
【図 13】



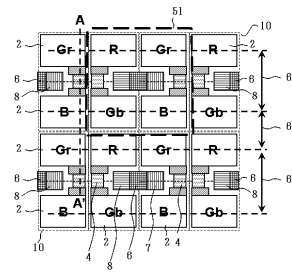
【図 15】



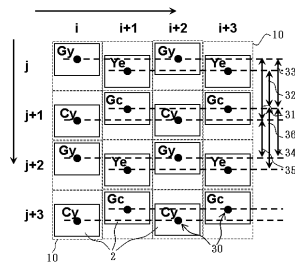
【図 14】



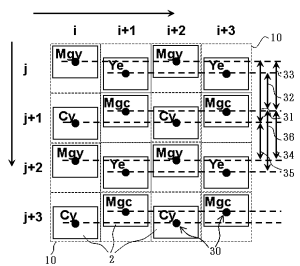
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-080937 (JP, A)
特開2005-183527 (JP, A)
特開2004-215048 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 27/146
H01L 27/14
H04N 5/335
H04N 9/07