

(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2010-141638

(P2010-141638A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H O 4 N 5/335 (2006.01)	H O 4 N 5/335 E	4 M 1 1 8
H O 1 L 27/146 (2006.01)	H O 1 L 27/14 A	5 C 0 2 4
H O 4 N 101/00 (2006.01)	H O 4 N 101:00	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-316452 (P2008-316452)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成20年12月12日 (2008.12.12)		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	100082131
			弁理士 稲本 義雄
		(74) 代理人	100121131
			弁理士 西川 孝
		(72) 発明者	石渡 宏明
			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 AA10 AB01 BA14 CA02 DD04
			FA06 FA33 FA50
			5C024 AX01 CX41 GX03 GX21 GY38
			GY39 HX34 HX47

(54) 【発明の名称】 撮像装置

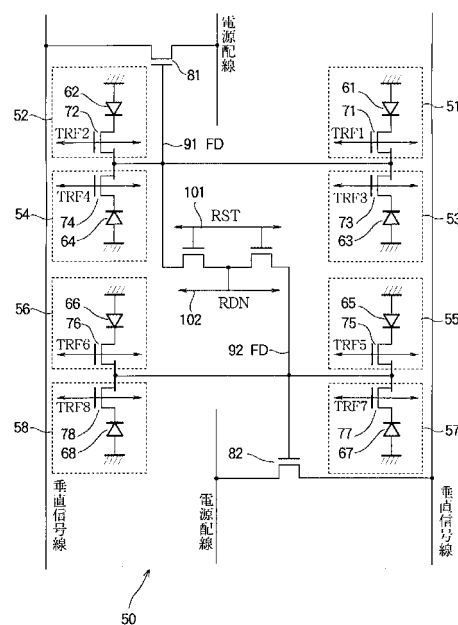
(57) 【要約】

【課題】 撮像装置の小型化を実現する。

【解決手段】 縦2画素×横2画素で、フローティングディフュージョン領域の4方を転送トランジスタで囲む構成とする。また、それらの画素で、増幅トランジスタ、リセットトランジスタ、フローティングディフュージョンを共有する。また、これらの4画素を縦に配置し、基本構成単位を8画素とする固体撮像装置を構成し、リセットトランジスタRSTのドレイン電極と増幅トランジスタAMPのドレイン電極を別々にもうける構成とする。本発明はCMOSを用いた撮像素子に適用できる。

【選択図】 図2

図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

縦 2 画素×横 2 画素で構成される 4 画素の中心に、フローティングディフュージョン領域を設け、

前記フローティングディフュージョンの 4 方向に、前記画素をそれぞれ構成する転送トランジスタを配置することで、前記フローティングディフュージョンを前記転送トランジスタで囲み、

前記フローティングディフュージョン、増幅トランジスタ、リセットトランジスタを前記 4 画素で共有し、

前記 4 画素を縦に配置した 8 画素を基本構成単位とする

10

撮像装置。

【請求項 2】

リセットトランジスタのドレイン電極と、前記増幅トランジスタのドレイン電極は、別々に配置される

請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記リセットトランジスタのドレイン電極にパルスを加え、増幅トランジスタのドレイン電極には定電位を加える

請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

リセットトランジスタのドレイン電極の High 電位が、増幅トランジスタのドレイン電位より高い

20

請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

画素からの信号出力線を 2 列で接合する

請求項 1 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像装置に関し、特に、画素サイズを小さくしても、撮像特性の劣化を抑えることができるようにした撮像装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルスチルカメラ、デジタルカムコーダ等、固体撮像装置を用いる装置が広く利用されつつある。さらに、携帯電話機等の携帯端末にも、カメラ機能を搭載した製品が一般化してきている。これらの用途には、低消費電力に有利な C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ (CMOS Image Sensor ; C I S) が、C C D (Charge Coupled Device) より用いられる傾向にある。

【0003】

C I S は、各画素に光電変換領域 (P D) と、転送トランジスタ (T R F) を搭載している。一般には、この他に、フローティングディフュージョン (F D)、増幅トランジスタ (A M P)、リセットトランジスタ (R S T)、選択トランジスタ (S E L) を搭載している。

40

【0004】

携帯電話機への用途といえども、近年、より高精細な撮像要求があり、その要求に対応するために、画素サイズが 2.5 μ m、2.0 μ m、1.75 μ m と年々微細化し画素数を増やすことが実現されてきた。あるいは、携帯電話機の端末自体のサイズを小さくするために、カメラモジュールのサイズの縮小化要求がある。この要求に応えるため、画素サイズを縮小し、光学サイズを小さくすることで、カメラモジュールのサイズの縮小化を実現することができる。このような、画素の縮小への要求は常にある。

【0005】

50

一方、画素サイズが小さくなると、入射光を電気信号に変換するフォトダイオードの面積が小さくなり、感度、飽和信号量等が低下し、撮像特性が劣化する。このような劣化を防ぐために、複数の画素で、フローティングディフュージョン、増幅トランジスタ、リセットトランジスタ、選択トランジスタを共有することが提案されている。共有することで、1画素当たりのトランジスタ数が少なくなり、フォトダイオードの面積の拡大を図ることができる。と提案されている。

【0006】

例えば、特許文献1では、縦2画素×横2画素の4画素でフローティングディフュージョンを共有し、フォトダイオードの面積を増やすことが提案されている。また、特許文献2では、リセットトランジスタのドレイン電位と、増幅トランジスタのドレイン電位を個別に設定することが提案されている。

10

【0007】

図1は、特許文献2に記載されている撮像装置の一例の構成を示す図である。図1に示した撮像装置は、2つの画素部PD1とPD2で形成されている。画素部PD1は、光電変換機能を有するフォトダイオード1、フォトダイオード1に蓄積された光キャリアをフローティングディフュージョンに伝達する転送トランジスタ2、およびフローティングディフュージョンの電位をリセットするためのリセットトランジスタ3を含む。

【0008】

画素部PD2は、光電変換機能を有するフォトダイオード4、フォトダイオード4に蓄積された光キャリアをフローティングディフュージョンに伝達する転送トランジスタ5、およびフローティングディフュージョンに伝達された信号を増幅して出力する増幅トランジスタ6を含む。

20

【0009】

画素部PD1およびPD2は、フローティングディフュージョンにより互いに電氣的に結合されている。フォトダイオード1と転送トランジスタ2とは、固定電位GNDとフローティングディフュージョンとの間に直列に接続されている。転送トランジスタ2のゲートは、制御信号TX1が入力される制御端子7と電氣的に接続されている。リセットトランジスタ3は、フローティングディフュージョンFDと制御電位Vref1が与えられる制御端子9との間に配置され、そのゲートは制御信号リセットトランジスタRSTが入力される制御端子8と電氣的に接続されている。

30

【0010】

フォトダイオード4と転送トランジスタ5とは、固定電位GNDとフローティングディフュージョンとの間に直列に接続されている。転送トランジスタ5のゲートは、制御信号TX2が入力される制御端子10と電氣的に接続されている。増幅トランジスタ6は、制御電位Vref2が与えられる制御端子11と、増幅信号を出力する出力端子12との間に配置され、そのゲートはフローティングディフュージョンFDと電氣的に接続されている。

【特許文献1】特開2007-201863号公報

【特許文献2】特開2005-268537号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1では、4画素でフローティングディフュージョンを共有することが提案されているが、そのような4画素を並べて配置することで撮像装置を構成しても、レイアウトとして大きくなってしまう可能性がある。また、小型化ができて、撮像特性が劣化してしまう可能性があった。すなわち、撮像特性を劣化させない良好な状態で、小型化を実現するのは困難である。

【0012】

特許文献2では、2画素のそれぞれの画素領域に、リセットトランジスタと増幅トランジスタが別々に配置されている。換言すれば、特許文献2では、リセットトランジスタや

50

増幅トランジスタは、画素で共有されていても、配線されることで接続されているため、その配線のための配線数が増加してしまい、結果として、小型化できない可能性がある。

【 0 0 1 3 】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、画素サイズを小さくしても、撮像特性の劣化を抑えることが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】

【 0 0 1 4 】

本発明の一側面の撮像装置は、縦 2 画素 × 横 2 画素で構成される 4 画素の中心に、フローティングディフュージョン領域を設け、前記フローティングディフュージョンの 4 方向に、前記画素をそれぞれ構成する転送トランジスタを配置することで、前記フローティングディフュージョンを前記転送トランジスタで囲み、前記フローティングディフュージョン、増幅トランジスタ、リセットトランジスタを前記 4 画素で共有し、前記 4 画素を縦に配置した 8 画素を基本構成単位とする。

10

【 0 0 1 5 】

リセットトランジスタのドレイン電極と、前記増幅トランジスタのドレイン電極は、別々に配置されるようにすることができる。

【 0 0 1 6 】

前記リセットトランジスタのドレイン電極にパルスを加え、増幅トランジスタのドレイン電極には定電位を加えるようにすることができる。

【 0 0 1 7 】

リセットトランジスタのドレイン電極の High 電位が、増幅トランジスタのドレイン電位より高いようにすることができる。

20

【 0 0 1 8 】

画素からの信号出力線を 2 列で接合するようにすることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明の一側面の撮像装置においては、縦 2 画素 × 横 2 画素で構成される 4 画素の中心に、フローティングディフュージョン領域を、転送トランジスタで囲む構成とされる。また、フローティングディフュージョン、増幅トランジスタ、リセットトランジスタは、4 画素で共有される。

【発明の効果】

30

【 0 0 2 0 】

本発明の一側面によれば、画素サイズを小さくしても、撮像特性の劣化を抑えることができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 1 】

以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 2 2 】

以下に説明する実施の形態は、例えば、デジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラといった撮像素子を有する装置に適用できる。さらに、以下に説明する撮像装置は、小型化でき、かつ、小型化しても、撮像特性の劣化を防ぐことができるので、携帯端末、例えば、携帯電話機に備えられるカメラに適用することもできる。

40

【 0 0 2 3 】

本発明を適用した撮像装置は、このように、小型化できることを 1 つの特徴とする。まず、撮像装置を小型化するときに考慮すべき点を列挙し、その考慮すべき点を考慮した具体的な構成を図 2 に示し説明する。

【 0 0 2 4 】

撮像装置は、低消費電力に有利な C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ (CMOS Image Sensor ; C I S) が用いられることが多い。この C I S は、各画素に光電変換領域 (フォトダイオード P D) と、転送トランジスタ T R F を搭載している。一般には、この他に、フローティングディフュージョン F D 、増幅トランジスタ A

50

M P、リセットトランジスタ R S T、選択トランジスタ S E L を搭載している。

【 0 0 2 5 】

デジタルカメラなどに用いられる撮像装置の特性をはかる指針の一つとして、信号 / 雑音比 (S/N) がある。撮像装置の S / N 特性を良くするには、信号 (S) を増やすか、雑音 (N) を減らす必要がある。

【 0 0 2 6 】

信号 (S) は、入射光量、量子効率 (入射光を光電変換しフォトダイオードに導き信号電荷とする率)、および変換効率 (1 電子を電位に変換する割合) によって定まる。入射光量は、画素サイズに依存する。量子効率は、フォトダイオード P D の開口率 (単位画素面積当たりのフォトダイオード P D の開口面積) に依存する。このような依存関係があるために、画素サイズが小さくなると、画素への入射光量が減少し、信号が減少してしまうということになる。

【 0 0 2 7 】

雑音 (N) は、 $1/f$ ノイズ、ショットノイズ、熱ノイズなどで構成される。ショットノイズは、入射光量に依存する為、入射光量が減少する微細画素での影響は大きくなる。 $1/f$ ノイズは、トランジスタのゲート長 (L) とゲート幅 (W) に依存し、トランジスタサイズが小さくなると増大する傾向にある。

【 0 0 2 8 】

上記のように、画素サイズが縮小すると、物理的に 1 画素当たりの入射光量が減少し、信号 (S) が減少する。また、入射光量に依存するショットノイズが増大し、雑音 (N) が増大してしまう。また、単位画素に占めるトランジスタ領域が大きくなると、フォトダイオード P D 開口率が減少し、量子効率の低下に伴い、信号 (S) が減少してしまう。一方、トランジスタ領域が小さくなると、 $1/f$ ノイズが増大し、雑音 (N) が増大してしまう。

【 0 0 2 9 】

このように、撮像装置 (撮像装置を構成する画素) の微細化は、S / N 特性に関しては不利となる。物理量で決まる入射光量は改善できないため、量子効率と変換効率を改善するか、雑音を減らすかする必要がある。

【 0 0 3 0 】

信号 (S) の改善の一つとして、フォトダイオード P D の開口率をあげ、量子効率を増大させる。フォトダイオード P D の開口には、隣接する画素で増幅トランジスタ A M P、選択トランジスタ S E L、リセットトランジスタ R S T、フローティングディフュージョン F D を共有する「画素共有」方式が有効である。

【 0 0 3 1 】

例えば、4 トランジスタ構成の C I S を考える。隣接する 2 画素で増幅トランジスタ A M P、選択トランジスタ S E L、リセットトランジスタ R S T、フローティングディフュージョン F D を共有し、各画素にフォトダイオード P D と転送トランジスタ T R F を搭載する。このように構成すると、1 画素当たり $(1 \times 2 + 3) / 2 = 2.5$ トランジスタ領域で済み、フォトダイオード P D の開口に有利となる。

【 0 0 3 2 】

さらに、隣接する 4 画素で増幅トランジスタ A M P、選択トランジスタ S E L、リセットトランジスタ R S T、フローティングディフュージョン F D を共有し、各画素にフォトダイオード P D と転送トランジスタ T R F を搭載する構成とすると、1 画素当たり $(1 \times 4 + 1) / 2 = 1.75$ トランジスタ領域で済み、フォトダイオード P D の開口に、より有利となる。

【 0 0 3 3 】

ここで、C I S の画素構成を 3 トランジスタ型に変更し、隣接する 4 画素で増幅トランジスタ A M P、リセットトランジスタ R S T、フローティングディフュージョン F D を共有し、各画素にフォトダイオード P D と転送トランジスタ T R F を搭載する構成を考える。このような構成とすると、1 画素当たり $(1 \times 4 + 2) = 1.5$ トランジスタ領域で済む。すなわち、フォトダイオード P D の開口に、さらに有利な構成となる。

【0034】

そこで、図2に示す撮像装置は、このようなことを考慮し、フォトダイオードPDの開口に有利で、信号(S)の増大に有利な構成である、3トランジスタ型のCISで、隣接する4画素で増幅トランジスタAMP、リセットトランジスタRST、フローティングディフュージョンFDを共有し、各画素にフォトダイオードPDと転送トランジスタTRFを搭載する構成とする。

【0035】

さらに、信号(S)の改善の一つとして、変換効率の増大が必要である。これは、フローティングディフュージョンFD拡散容量の削減と配線容量の削減することで実現できる。上記した複数の画素で、トランジスタを共有することで、フォトダイオードPDの開口率は拡大できることは説明した。そのような「画素共有」が、縦4画素で共有するように構成すると、フローティングディフュージョンFDの拡散領域が、2乃至5カ所に分かれてしまうような構成となる。このような構成では、フローティングディフュージョンFDの拡散容量の増大を招くことになり、これらのフローティングディフュージョンFDを接続する配線の長さが増大し、配線容量が増大してしまう可能性がある。

【0036】

そこで「画素共有」を行うのであっても、縦2画素×横2画素で構成される4画素でトランジスタを共有する構成とする。すなわち、そのような4画素の中心に、フローティングディフュージョンFDの領域を形成し、これを囲むように隣接4画素の転送トランジスタTRFが配置されるようにする。このような構成とすることで、フローティングディフュージョンFDの拡散領域を、これら4つの転送トランジスタTRFに隣接した部分(ドレイン側)と、リセットトランジスタRSTのソース側の2カ所で済ますことができる構成となり、拡散容量を削減できる構成とすることが可能となる。

【0037】

さらに、これら2カ所の領域は、近い位置に配置することができるため、これらの領域を接続するための配線の長さを短くすることができる。よって、そのような構成における、配線容量を削減できる。縦2画素×横2画素で構成される4画素の中心に、フローティングディフュージョンFDの領域を形成し、これを囲むように隣接4画素の転送トランジスタTRFが配置される構成とすることで、フローティングディフュージョンFD拡散容量と配線容量を同時に削減することができ、変換効率を増大でき、信号(S)を改善できるようになる。

【0038】

さらに、S/N比を維持(向上)するには、雑音(N)を減少させなければならない。雑音(N)のうち、1/fノイズを減少させるには、増幅トランジスタAMPのトランジスタサイズを大きくすることが有益な手段である。

【0039】

CISの代表的な画素構成として、増幅トランジスタAMP、選択トランジスタSEL、リセットトランジスタRST、転送トランジスタTRF、フローティングディフュージョンFD、フォトダイオードPDで構成する4トランジスタ型と、選択トランジスタSELを搭載しない3トランジスタ型がある。

【0040】

4トランジスタ型では、増幅トランジスタAMPと選択トランジスタSELが直列接続されている。この増幅トランジスタAMPと選択トランジスタSEL間の拡散領域、選択トランジスタSELのトランジスタ領域が、3トランジスタ型では不要になる。よって、3トランジスタ型を採用することで、これらの領域分だけ、画素ピッチの縮小に充当するか、増幅トランジスタAMPのトランジスタサイズの増大に充当することができる。そこで、この領域分を、増幅トランジスタAMPのトランジスタサイズの増大に充当するようにすれば、上記したように、雑音(N)を低減することが可能となる。

【0041】

さらに撮像素子の特性の一つとして、飽和信号量(Qs)がある。撮像素子の特性である感

10

20

30

40

50

度は、上記の信号(S)で定まるが、飽和信号量(Qs)が大きければ、撮像素子のダイナミックレンジ(DR)特性が向上する。ダイナミックレンジは、撮像素子の階調情報であり、ダイナミックレンジが狭いと、例えば、明るいところの階調がなくなり白くなってしまい、いわゆる「白飛び」状態が生じ、色情報が欠落してしまう。また、飽和信号量(Qs)が少ないと、光電変換したフォトン数が少なくなり、フォトン数で決まるショットノイズ成分の占める割合が増え、撮像特性が劣化する。

【0042】

飽和信号量(Qs)を拡大する為に、フォトダイオードPDの開口率の増大も有効である。上記の「画素共有」を採用することで、1画素当たりのトランジスタ数を削減し、トランジスタ領域を低減することで、フォトダイオードPDの面積を拡大することができる。このようにことも考慮し、本実施の形態では、「画素共有」方式を採用したときの構成を後述する。

10

【0043】

飽和信号量(Qs)は、フォトダイオードPDの面積と空乏電位で定まる。フォトダイオードPDの空乏電位が深くなると、フォトダイオードPDに蓄積できる電子数を増やすことはできるが、転送トランジスタTRFが十分にONしきれないと、残像という画素特性の劣化が生じる可能性がある。フォトダイオードPDからの電荷転送を考えた場合、転送トランジスタTRFに十分な電位勾配がついていないと、熱振動により転送トランジスタTRFからフォトダイオードPDへの電荷(数電子レベル)の逆流や取りこぼしが生じてしまう可能性がある。

20

【0044】

このように、実際の電荷転送には、転送トランジスタTRFの電位だけでなく、フォトダイオードPDの電位からの横方向電界も寄与しており、フローティングディフュージョンFDのリセット電位を上げることは、転送に有利に働く。一方、常時電位を上げてしまうと、トランジスタ信頼性の点で不利となる。そのため、本発明においては、図4を参照して後述するように、転送動作期間の近傍のみ、リセットトランジスタRSTのドレイン電位を昇圧し、その他の期間はリセットトランジスタRSTのドレイン電位を下げることで、信頼性が劣化する時間が、昇圧無しで常時ONの場合と同様レベルに抑えることで、信頼性を保てる。

30

【0045】

次に、図2、図3に、上記したことを考慮した撮像装置の一実施の形態の構成を示す。図2、図3に示した撮像装置50は、縦4画素×横2画素の8画素を基本構成単位とする撮像装置であり、図2と図3には、その基本構成単位の構成を示している。

【0046】

画素51は、フォトダイオードPD61と転送トランジスタTRF71が接続されることで構成される。画素52は、フォトダイオードPD62と転送トランジスタTRF72が接続されることで構成される。画素53は、フォトダイオードPD63と転送トランジスタTRF73が接続されることで構成される。画素54は、フォトダイオードPD64と転送トランジスタTRF74が接続されることで構成される。これらの画素51乃至54は、撮像装置50の縦2画素×横2画素を構成する4画素を構成する。

40

【0047】

同じく画素55は、フォトダイオードPD65と転送トランジスタTRF75が接続されることで構成される。画素56は、フォトダイオードPD66と転送トランジスタTRF76が接続されることで構成される。画素57は、フォトダイオードPD67と転送トランジスタTRF77が接続されることで構成される。画素58は、フォトダイオードPD68と転送トランジスタTRF78が接続されることで構成される。これらの画素55乃至58は、撮像装置50の縦2画素×横2画素を構成する4画素を構成する。

【0048】

これらの画素51乃至58の8個の画素は、縦4画素×横2画素から構成される撮像装置50の基本構成単位を構成している。また撮像装置50は、縦2画素×横2画素で、増

50

幅トランジスタAMP、フローティングディフュージョンFD、リセットトランジスタRSTを共有した構成とされている。

【0049】

すなわち、例えば、画素51乃至画素54から構成される縦2画素×横2画素は、増幅トランジスタAMP81、フローティングディフュージョンFD91、およびリセットトランジスタRST101を共有している。また、画素55乃至画素58から構成される縦2画素×横2画素は、増幅トランジスタAMP82、フローティングディフュージョンFD92、およびリセットトランジスタRST102を共有している。また各画素は、転送トランジスタTRF71乃至78を有している。

【0050】

このように、撮像装置50は、増幅トランジスタAMP、リセットトランジスタRST、転送トランジスタTRFの3つのトランジスタを有する3トランスジス型のCISである。上記したように、3トランジスタ型のCISであり、隣接する4画素で、増幅トランジスタAMPなどを共有する画素共有型のCISは、フォトダイオードPDの開口に有利で、信号(S)の増大に有利な構成である。さらに、3トランジスタ型は、上記したように、増幅トランジスタAMPをサイズを増大することができるため、雑音(N)を低減させることが可能な構成である。

【0051】

図2、図3を参照するに、撮像装置50の基本構成単位は、縦2画素×横2画素の中心にフローティングディフュージョンFDを配置し、このフローティングディフュージョンFDを4方に配置した転送トランジスタTRFで囲む構成とされる。

【0052】

すなわち、例えば、図3を参照するに画素51乃至画素54から構成される縦2画素×横2画素は、フローティングディフュージョンFD91が中心に配置されている。そして、そのフローティングディフュージョンFD91の4方、図3では、フローティングディフュージョンFD91の右上に転送トランジスタTRF71、フローティングディフュージョンFD91の左上に転送トランジスタTRF72、フローティングディフュージョンFD91の右下に転送トランジスタTRF73、フローティングディフュージョンFD91の左下に転送トランジスタTRF74が、それぞれ配置されている。

【0053】

また同様に、図3を参照するに画素55乃至画素58から構成される縦2画素×横2画素は、フローティングディフュージョンFD92が中心に配置されている。そして、そのフローティングディフュージョンFD92の4方、図3では、フローティングディフュージョンFD92の右上に転送トランジスタTRF75、フローティングディフュージョンFD92の左上に転送トランジスタTRF76、フローティングディフュージョンFD92の右下に転送トランジスタTRF77、フローティングディフュージョンFD92の左下に転送トランジスタTRF78が、それぞれ配置されている。

【0054】

このように、フローティングディフュージョンFDの4方が転送トランジスタTRFで囲まれている構成とすることで、実効的な接合面積・接合長を縮小することでき、接合容量の低減を図ることができる。

【0055】

図2および図3に示したように、撮像装置50は、この2画素×横2画素の構成を縦方向に2つ配置された構成とされる。画素51乃至54からなる4画素共有単位を上部(U部と呼称)とし、画素55乃至58からなる4画素共有単位を下部(D部と呼称)とする。

【0056】

このU部とD部の配置の仕方として、U部とD部のリセットトランジスタRSTのドレイン部を同じ拡散層で結合する。このように配置することで、2行毎に、増幅トランジスタAMPのトランジスタ行と、リセットトランジスタRSTのトランジスタ行が配置された構成とされる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

すなわち図 3 を参照するに、U 部の上側には増幅トランジスタ A M P 8 1 があるため、この部分は、増幅トランジスタ A M P のトランジスタ行となる。U 部の下側 (D 部の上側) には、リセットトランジスタ R S T 1 0 1 があるため、この部分は、リセットトランジスタ R S T のトランジスタ行となる。D 部の下側には増幅トランジスタ A M P 8 2 があるため、この部分は、増幅トランジスタ A M P のトランジスタ行となる。このように、増幅トランジスタ A M P のトランジスタ行とリセットトランジスタ R S T のトランジスタ行が、交互に配置される。

【 0 0 5 8 】

基本構成単位の 8 画素において、転送トランジスタ T R F のゲート電極には、それぞれ別々の制御線 (T R F 1、T R F 2、T R F 3、T R F 4、T R F 5、T R F 6、T R F 7、T R F 8) が接続されている。このようにすると、1 画素当たりのトランジスタ数は、 $(1 \times 4 + 2) / 4 = 1.5$ となる。

【 0 0 5 9 】

このように、本発明を適用した撮像装置 5 0 は、例えば、フローティングディフュージョン F D 9 1 が 4 方の転送トランジスタ T R F 7 1 乃至 7 4 で囲まれているため、実効的な接合面積・接合長を縮小することができ、P-N 接合容量を低減することができる。その結果、変換効率を向上させ信号 (S) の増大効果がある。

【 0 0 6 0 】

また、フローティングディフュージョン F D 領域とリセットトランジスタ R S T ソース領域を空間的に近い位置に配置するため、これらの素子を接合する配線長を短くすることができ、その結果、変換効率を向上させ信号 (S) を増大させる効果がある。また、撮像装置 5 0 は、各画素 5 1 乃至 5 8 からの信号出力線 (垂直信号線) は、図に示したように 2 列で接合されているため、この構成からも配線長を短くすることができる。

【 0 0 6 1 】

このような構成とすることで、信号 (S) を増大させることが可能となり、撮像装置 5 0 を小型化したとしても、撮像特性が劣化してしまうようなことを防ぐことが可能となる。

【 0 0 6 2 】

次に撮像装置 5 0 の動作について説明する。図 4 を参照し、R D N 1 0 2 (リセットドレイン電圧) を印加したときの動作について説明する。時刻 t_1 において、リセットドレイン電極 R D N 1 0 2 にパルスが印加されると、リセットトランジスタ R S T 1 0 1 が High の状態となる。リセットドレイン電極 R D N 1 0 2 は、パルス電位が印加されていないときには、例えば、0 . 6 V とされ、印加されたときには、V d d (増幅トランジスタ A M P のドレイン電位) とされる。

【 0 0 6 3 】

またリセットトランジスタ R S T 1 0 1 は、High の状態のときには、V d d とされ、Low のときには、- 1 ボルトまたは 0 ボルトとされる。またリセットトランジスタ R S T 1 0 1 のドレイン電極にパルスを加え、増幅トランジスタ A M P 8 1 (8 2) のドレイン電極には定電位が加えられる。

【 0 0 6 4 】

リセットトランジスタ R S T 1 0 1 の閾値電位 V_{th} を、フローティングディフュージョン F D の電位がハードリセットされるような電位に設定する場合、フローティングディフュージョン F D の電位は、リセットドレイン電極 R D N 1 0 2 の電位か、リセットドレイン電極 R D N 1 0 2 の電位からリセットトランジスタ R S T 1 0 1 の OFF 時のカップリングをした電位に設定される。図 4 ではリセットドレイン電極 R D N 1 0 2 の電位と同電位となった場合のパルス状態を記載している。

【 0 0 6 5 】

ここで、再度図 2 を参照するに、増幅トランジスタ A M P 8 1 (増幅トランジスタ A M P 8 2) とリセットドレイン電極 R D N 1 0 2 は、別配線とされているため、より正確には、リセットトランジスタ R S T 1 0 1 のリセットドレイン電極 1 0 2 と、増幅トランジ

10

20

30

40

50

スタAMP81(82)のドレイン電極は、別々に配置されているため、それぞれ別々に制御することが可能である。

【0066】

そこで、リセットドレイン電極RDN102にパルスが印加されたときの電位を、V_{dd}にするのではなく、V_{dd}よりも高い電位になるように制御することも可能である。例えば、パルスが印加されたときのリセットドレイン電極RDN102の電位は、V_{dd}よりも昇圧された(V_{dd}+0.3)ボルトといった電位にされるようにしてもよい。

【0067】

同様に、リセットトランジスタRST101も、Highの状態のときには、V_{dd}よりも昇圧された(V_{dd}+0.3)ボルトといった電位にされるようにしてもよい。さらに、リセットドレイン電極RDN102の電位が昇圧された場合、転送トランジスタTRF(例えば、転送トランジスタTRF71)の電位や、フローティングディフュージョンFD(例えば、フローティングディフュージョンFD91)の電位も、その昇圧にあった電位、例えば、V_{dd}よりも昇圧された(V_{dd}+0.3)ボルトになる。

【0068】

このように、リセットトランジスタRST101のドレイン電位、すなわち、リセットドレイン電極RDN102の電位を、V_{dd}よりも高電位で印加することで、フローティングディフュージョンFDの電位を、V_{dd}よりも昇圧することが可能となる。そのため、フォトダイオードPDからの電荷転送に余裕ができ、残像の懸念をフォトダイオードPDの飽和電子量(Q_s)を増大することができる。

【0069】

また、図4に示すように、転送動作期間の近傍のみ、リセットトランジスタRSTのドレイン電位を昇圧し、その他の期間はリセットトランジスタRSTのドレイン電位を下げるように制御される。このことにより、上記したように、信頼性が劣化する時間が、昇圧無しで常時ONの場合と同様レベルに抑えることができ、信頼性を保てるようになる。

【0070】

このように、リセットトランジスタRST101のドレイン電位(リセットドレイン電圧102)が制御されることで、飽和電子量(Q_s)を増大することが可能となり、撮像素子のダイナミックレンジ(DR)特性を向上させることが可能となる。また、ダイナミックレンジ(DR)特性が向上することにより、いわゆる「白飛び」状態が生じ、色情報が欠落してしまうようなことを防ぐことが可能となる。さらに、飽和信号量(Q_s)が増大させることが可能となることで、光電変換したフォトン数が多くなり、フォトン数で決まるショットノイズ成分の占める割合が減少させ、撮像特性が劣化するようなことを防ぐことが可能となる。

【0071】

本発明を適用した撮像装置50は、図2や図3に示したように、各画素の転送トランジスタTRFは別々に駆動可能な構成とされている。そのため、各画素のトランジスタの駆動を工夫することが可能となる。工夫することで、各画素からの出力信号線を隣接2列毎に結合しても、出力線を排他的に利用することができるようになる。そして、そのような利用が可能となることで、出力信号線に接続する回路(例えば、カラムADC等)を2列毎の配置ですませることができるようになる。そして、そのような配置ですむようになることで、回路規模の縮小が可能となり、チップダイ面積を縮小することで、収率を上げ製造コスト削減効果を期待することが可能となる。

【0072】

さらには、各画素の転送トランジスタTRFが別々に駆動可能となることで、各画素からの出力信号線に接続する回路(例えば、カラムADC等)を各列に配置し、同時読み出しが可能なパルスを入力することができる。そのために、高速読み出し(高フレームレート)への対応や、多画素化での読み出し動作に対応できる撮像装置50を構成することが可能となる。さらには、信号パルスの工夫で、高速読み出しにも対応可能となる。

【0073】

なお、本発明の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明

10

20

30

40

50

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。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】従来の撮像装置の一例の構成を示す図である。

【図2】本発明を適用した撮像装置の一実施の形態の構成を示す図である。

【図3】撮像装置の構成を示す図である。

【図4】撮像装置の電位の変化を示す図である。

【符号の説明】

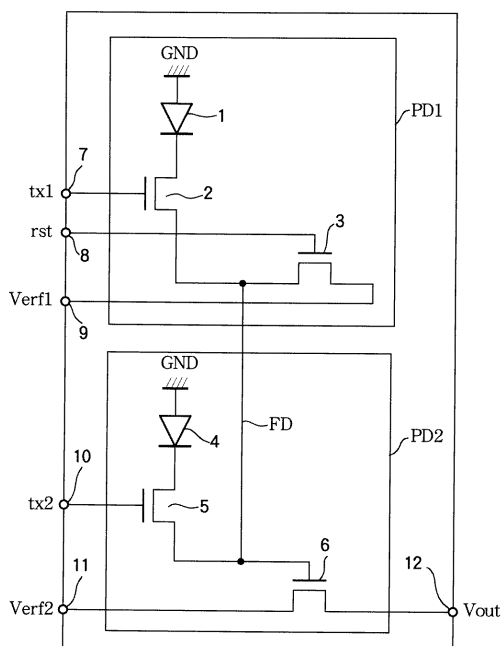
【0075】

50 撮像素子, 51乃至58 画素, 61乃至68 フォトダイオードPD, 71乃至78 転送トランジスタTRF, 81, 82 増幅トランジスタAMP, 91, 92 フローティングディフュージョンFD, 101 リセットトランジスタRST, 102 リセットドレイン電極RDN

10

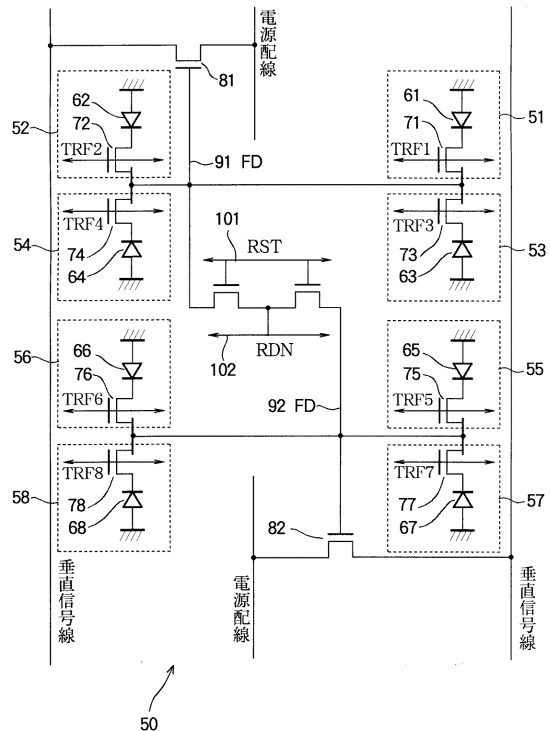
【図1】

図1



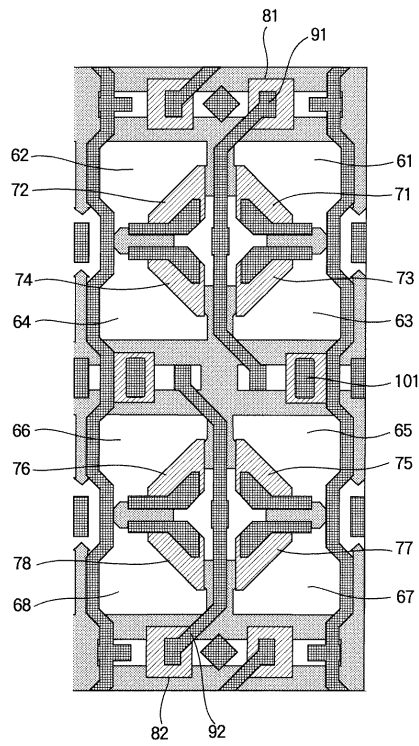
【図2】

図2



【図 3】

図 3



【図 4】

図 4

