

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6151892号
(P6151892)

(45) 発行日 平成29年6月21日(2017.6.21)

(24) 登録日 平成29年6月2日(2017.6.2)

(51) Int.Cl.

HO1L 27/146	(2006.01)	F 1	HO1L 27/14	A
HO1L 27/14	(2006.01)		HO1L 27/14	D
HO4N 5/374	(2011.01)		HO4N 5/335	740
HO4N 5/369	(2011.01)		HO4N 5/335	690

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2012-172298 (P2012-172298)
 (22) 出願日 平成24年8月2日 (2012.8.2)
 (65) 公開番号 特開2014-33054 (P2014-33054A)
 (43) 公開日 平成26年2月20日 (2014.2.20)
 審査請求日 平成27年6月26日 (2015.6.26)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子および撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各々が 1 つのマイクロレンズと、第 1 ないし第 4 の光電変換部とを有する単位画素を複数備えた固体撮像素子において、

第 1 の単位画素に含まれる第 1 の光電変換部および第 2 の光電変換部と、前記第 1 の単位画素に隣接する第 2 の単位画素に含まれる第 3 の光電変換部および第 4 の光電変換部とにより共有される第 1 のフローティングディフュージョン部と、

前記第 2 の単位画素に含まれる第 1 の光電変換部および第 2 の光電変換部と、前記第 2 の単位画素に隣接する第 3 の単位画素に含まれる第 3 の光電変換部および第 4 の光電変換部とにより共有され、前記第 1 のフローティングディフュージョン部と異なる第 2 のフローティングディフュージョン部とを有することを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】

1 つの単位画素内の隣接する前記第 1 ないし第 4 の光電変換部を分離する幅が、隣接する単位画素の間の幅よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 3】

1 つの単位画素内の前記第 1 ないし第 4 の光電変換部は、同じ分光透過率を有するカラーフィルタを備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 4】

1 つの単位画素内の前記第 1 ないし第 4 の光電変換部は、異なる分光透過率を有するカラーフィルタを備えることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮

像素子。

【請求項 5】

前記第1および第2のフローティングディフュージョン部は、増幅部に接続されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の固体撮像素子。

【請求項 6】

請求項1ないし5のいずれか1項に記載の固体撮像素子を備えることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、固体撮像素子に関し、特に固体撮像素子を構成する要素の配置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像装置において、単位画素に複数の光電変換部を備えた固体撮像素子を用いた様々な応用技術が提案されている。

【0003】

例えば、特許文献1には、2次元に配列された単位画素ごとにマイクロレンズが設けられた固体撮像素子を用いて、いわゆる瞳分割方式の焦点検出を行う撮像装置が開示されている。特許文献1の撮像装置では、撮像素子を構成する画素の光電変換部が複数に分割されており、分割された各光電変換部が、マイクロレンズを介して、撮影レンズの分割された異なる瞳を通過した光を受光するように構成されている。そして、画素の、左側の光電変換部出力と、右側の光電変換部出力の、ズレ量から、結像光学系の焦点検出を行うことができる。

20

【0004】

さらに、特許文献1は、3次元映像撮影についても言及されている。

【0005】

人間は、水平方向に約6～7cm離れた左右2つの目で、それぞれ2次元映像を取得しているが、左右2つの映像には、見ているものまでの距離に応じた視差がある。人間は、この視差のある左右2つの映像を脳で処理することで、立体感や奥行きを認識している。

30

【0006】

3次元映像を撮影するための装置として、人間の目と同様に、カメラあるいは撮像素子を、2つ用いた装置もあるが、特許文献1では、1つの光学系と1つの撮像素子によって構成された撮像装置が開示されている。単位画素ごとに分割された光電変換部を用いて、左側の光電変換部出力と、右側の光電変換部出力から、視差のある2つの映像を生成することができる。これら2つの映像を、表示再生装置により、人間の左右それぞれの目に分離して見せることで、立体感や奥行きを認識することができる。

【0007】

また、特許文献2では、撮像素子の画素部を構成する単位画素を、電荷蓄積量の異なる複数の分割画素を含む構成とし、単位画素内の各分割画素の撮像信号をデジタル化して加算することにより、幅広いダイナミックレンジを得る技術が開示されている。

40

【0008】

また、特許文献3では、特許文献1に係る撮像装置の具体的な構成についても言及されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開昭58-024105号公報

【特許文献2】特開2010-028423号公報

【特許文献3】特開2001-250931号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0010】**

特許文献1のような、単位画素が複数の光電変換部を含む構成は、同じ面積の単位画素の光電変換部が1つである構成に比べて、画素を構成する要素が増加するため、光電変換部の総面積が減少してしまう。

【0011】

従来より、単位画素が1つの光電変換部を備えた構成において、フローティングディフュージョン部(FD)を複数の画素で共有することで、後段の構成要素を減らし、光電変換部の総面積の減少を抑える技術が存在する。特許文献2には、単位画素が 2×2 の4つの光電変換部を備えた構成において、画素の中心に配置したFDを共有する構成が開示されている。10

【0012】

例えば、図15では、1つのマイクロレンズ1501の下に、画素1502が構成され、画素1502は 2×2 に分割された4つの光電変換部1503a、1503b、1503c、1503dを含み、これら4つの光電変換部でFD1504を共有している。説明の便宜のため、9画素のみ示しているが、実際には、このような画素がさらに複数配置されて画素部を構成している。

【0013】

図16は、図15のFD1504を共有する光電変換部の配置を示している。説明の便宜のため、2画素のみを示している。図16(a)は、図16(b)のII-II断面図である。図16(a)は、光電変換部が撮影レンズの射出瞳1603から出た光を、マイクロレンズ1501を介して受光する様子を示している。分割された光電変換部は、射出瞳1603の異なる領域から出た光をそれぞれ受光する。20

【0014】

しかしながら、図15及び図16の構成では、図16(a)のように、光電変換部1503a、1503bの間に光電変換に寄与しない領域1601(不感帯)ができてしまう。この不感帯領域1601はFD1504を含む領域である。さらには、FD1504に伴って構成される、遮光部材や配線などを含む構造体1602が、光電変換部へ入射する光束を遮り、感度の低下を招いてしまう。30

【0015】

一方、特許文献3には、単位画素が 2×2 の4つの光電変換部を備えた構成において、画素の上下両側または左右両側にFDを配置して、それぞれを2つの光電変換部で共有する構成が開示されている。

【0016】

例えば、図17では、1つのマイクロレンズ1701の下に、画素1702が構成され、画素1702は 2×2 に分割された4つの光電変換部1703a、1703b、1703c、1703dを含む。そして、光電変換部1703a、1703cでFD1704aを共有し、光電変換部1703b、1703dでFD1704bを共有している。説明の便宜のため、9画素のみ示しているが、実際には、このような画素がさらに複数配置されて画素部を構成する。40

【0017】

図18は、図17のFD1704a、1704bを共有する光電変換部の配置を示している。説明の便宜のため、2画素のみを示している。図18(a)は、図18(b)のII-II-I-I断面図である。図18(a)は、光電変換部が撮影レンズの射出瞳1804から出た光をマイクロレンズ1701を介して受光する様子を示している。分割された光電変換部は、射出瞳1804の異なる領域から出た光をそれぞれ受光する。1801aと1801bは、遮光部材や配線などを含む構造体である。

【0018】

しかしながら、図17及び図18の構成では、FD1704bと、隣接する画素からも50

水平方向に張り出した F D 1 7 0 5 が、画素境界部の領域 1 8 0 2 に集まって配置される。F D 1 7 0 4 b と F D 1 7 0 5 は半導体領域で分離する必要があるため、画素境界部の領域 1 8 0 2 には広い水平幅が必要となる。結果として、この構成では、光電変換部の領域 1 8 0 3 の水平幅が狭くなり、光電変換部の面積が小さくなってしまう。

【 0 0 1 9 】

また、この構成を用いた撮像装置を縦位置で撮影する時と、横位置で撮影する時で、同じ性能を得るためにには、光電変換部の上下の幅と、左右の幅を等しく（等方的に）レイアウトする必要がある。この構成で、等方的に光電変換部の領域を構成しようとした場合は、効率よくレイアウトすることがさらに困難となる。

【 0 0 2 0 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされ、その目的は、単位画素に、マイクロレンズと複数の光電変換部を備えた固体撮像素子において、光電変換部の間の不感帯を減らし、かつ、光電変換部の面積を広くすることができる固体撮像素子を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 1 】

上記課題を解決し、目的を達成するために、本発明の固体撮像素子は、各々が 1 つのマイクロレンズと、第 1 ないし第 4 の光電変換部とを有する単位画素を複数備えた固体撮像素子において、第 1 の単位画素に含まれる第 1 の光電変換部および第 2 の光電変換部と、前記第 1 の単位画素に隣接する第 2 の単位画素に含まれる第 3 の光電変換部および第 4 の光電変換部とにより共有される第 1 のフローティングディフュージョン部と、前記第 2 の単位画素に含まれる第 1 の光電変換部および第 2 の光電変換部と、前記第 2 の単位画素に隣接する第 3 の単位画素に含まれる第 3 の光電変換部および第 4 の光電変換部とにより共有され、前記第 1 のフローティングディフュージョン部と異なる第 2 のフローティングディフュージョン部とを有する。

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、単位画素に、マイクロレンズと複数の光電変換部を備えた固体撮像素子において、光電変換部の間の不感帯を減らし、かつ、光電変換部の面積を広くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】本発明に係る実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図。

【図 2】実施形態 1 の固体撮像素子の構成を示す図。

【図 3】実施形態 1 の画素部の構成を示す図。

【図 4】実施形態 1 の画素部の構成を詳細に示す図。

【図 5】実施形態 1 の画素部の等価回路図。

【図 6】実施形態 1 のフローティングディフュージョン部と信号電荷転送スイッチの構成を示す図。

【図 7】実施形態 2 の画素部の構成を示す図。

【図 8】実施形態 3 の画素部の構成を示す図。

【図 9】実施形態 4 の画素部の構成を示す図。

【図 1 0】実施形態 5 の画素部の構成を示す図。

【図 1 1】実施形態 6 の画素部の構成を示す図。

【図 1 2】実施形態 7 の画素部の構成を示す図。

【図 1 3】実施形態 8 の画素部の構成を示す図。

【図 1 4】実施形態 9 の画素部の構成を示す図。

【図 1 5】従来技術の画素部の構成を示す図。

【図 1 6】従来技術の画素部の構成を詳細に示す図。

【図 1 7】別の従来技術の画素部の構成を示す図。

【図 1 8】別の従来技術の画素部の構成を詳細に示す図。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下に、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。尚、以下に説明する実施の形態は、本発明を実現するための一例であり、本発明が適用される装置の構成や各種条件によって適宜修正又は変更されるべきものであり、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。また、後述する各実施形態の一部を適宜組み合わせて構成しても良い。

【0025】

【実施形態1】図1を参照して、本発明に係る実施形態の撮像装置の構成について説明する。

10

【0026】

図1において、CMOS型の固体撮像素子101は、不図示の光学系で結像された光学像を受光する。アナログフロントエンド(AFE)102は、基準レベルの調整(クランプ処理)およびアナログデジタル変換処理を行う。デジタルフロントエンド(DFE)103は、各画素のデジタル出力を受けて画像信号の補正や画素の並び替え等のデジタル処理を行う。画像処理部104は、DFE103からのデジタル出力に対して現像処理を行う。メモリ回路105は画像処理部104の作業用メモリであり、連続撮影等においてはバッファメモリとしても使用される。制御回路106は、撮像装置全体を統括的に制御し、周知のCPUなどを内蔵する。操作回路107は、撮像装置の操作部材による操作入力を電気的に受け付ける。表示部108は画像等を表示するLCD等である。記録回路109は、具体的にはメモリカードやハードディスクなどの記録媒体である。タイミング発生回路(TG)110は、固体撮像素子101を駆動する各種タイミングを生成する。

20

【0027】

図2は、本実施形態の固体撮像素子101の構成を示す概略図である。

【0028】

図2に示すように、固体撮像素子101は、画素部201、垂直走査部202、読み出し部203、水平走査部204を有する。画素部201は、複数の単位画素が行列状に配置されており、不図示の光学系により結像された光学像を受光する。垂直走査部202は、画素部201の複数の行を順に選択し、水平走査部204は、画素部201の複数の列を順に選択することによって、画素部201の複数の画素が順に選択される。読み出し部203は、垂直走査部202および水平走査部204によって選択される画素の信号を読み出し、読み出した信号をAFE102へ出力する。

30

【0029】

図3は、固体撮像素子101における画素部201の構成を示している。説明の便宜のため、9画素のみを示しているが、実際には、このような画素がさらに複数配置されて画素部201を構成する。

【0030】

図3に示すように、画素部201は、1つのマイクロレンズ301、305に対し、1つの単位画素302、306が設けられている。さらに画素302、306は、 2×2 に分割された4つの光電変換部303a～303d、307a～307dを含んでいる。各光電変換部303a～303d、307a～307dは、光学系を介して受光した光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。

40

【0031】

各光電変換部303a～303d、307a～307dで蓄積された信号電荷は、それぞれフローティングディフュージョン部(FD)304を介して読み出し部へ読み出される。本実施形態では、FD304を複数の光電変換部303b、303d、307a、307cが共有している。但し、実際には、各光電変換部とFDとの間には、光電変換部からFDへの信号電荷の転送を制御するための信号電荷転送スイッチが配置されているが、図3では説明の便宜のため省略し、詳細な構成については後述する。

【0032】

50

図4は、本実施形態のFD304を共有する光電変換部の配置を示している。説明の便宜のため、2画素のみを示している。図4(a)は、図4(b)のI-I断面図であり、光電変換部が撮影レンズの射出瞳404から出た光をマイクロレンズ301を介して受光する様子を示している。分割された光電変換部は射出瞳404の異なる領域から出た光をそれぞれ受光する。

【0033】

本実施形態では、FD304を、画素302の光電変換部303b、303dと、画素306の光電変換部307a、307cという、異なる画素の4つの光電変換部で共有している。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷はこの共有されたFD304を介して読み出される。但し、実際には、各光電変換部とFDとの間には、光電変換部からFDへの信号電荷の転送を制御するための信号電荷転送スイッチが配置されているが、図4では説明の便宜のため省略し、詳細な構成については後述する。

10

【0034】

図4に示すように、FD304は、画素302と画素306の間に配置されている。この構成により、光電変換部の間の不感帯の面積を小さくすることができる。また、構造体403は、FD304に伴って画素の間の領域402に構成されるため、構造体によって光電変換部への入射を遮られる光束も少なくなる。

【0035】

このように、異なる画素の複数の光電変換部で、画素の間に配置したFDを共有することによって、光電変換部の間の不感帯の面積を小さくすることができるだけでなく、構造体によって光電変換部への入射が遮られる光束も少なくなる。画素302の各光電変換部を分離するための領域は不感帯となるが、その幅は領域402の幅と比較して狭い幅である。また、FD304を半導体領域で分離する必要はないので、領域402の水平幅を狭く構成できる。すなわち、光電変換部の領域401の水平幅を広く確保することも可能となり、撮像素子の感度を向上させることができる。

20

【0036】

なお、本発明と実施形態の関係を説明すると、第1の単位画素は画素302、第2の単位画素は画素306、フローティングディフュージョン部はFD304にそれぞれ対応する。

【0037】

30

図5は、画素部201の等価回路図である。説明の便宜のため、FD304を共有する光電変換部を含む2つの画素302、306のみ示しているが、これら複数の画素が2次元に配列されて画素部201を構成する。また、1列の読み出し部のみ示しているが、読み出し部は列ごとに複数配置されて、読み出し部203を構成する。

【0038】

図5に示すように、画素302における光電変換部303a～303d、及び、画素306における光電変換部307a～307dは、図5ではフォトダイオード(PD)として示されている。各光電変換部は、射出瞳の各領域の光を受光し、その受光量に応じた信号電荷を生成して蓄積する機能を備えている。

【0039】

40

信号電荷転送スイッチ501は、転送パルス信号TX1によって駆動され、光電変換部303bで生成した信号電荷を、FD304に転送する。信号電荷転送スイッチ502は、転送パルス信号TX2によって駆動され、光電変換部303dで生成した信号電荷を、FD304に転送する。信号電荷転送スイッチ503は、転送パルス信号TX3によって駆動され、光電変換部307aで生成した信号電荷を、FD304に転送する。信号電荷転送スイッチ504は、転送パルス信号TX4によって駆動され、光電変換部307cで生成した信号電荷を、FD304に転送する。

【0040】

FD304では、転送された信号電荷を保持可能な構成となっている。

【0041】

50

画素 302 における光電変換部 303a、光電変換部 303c および、画素 306 における光電変換部 307b、307d は、不図示の隣接画素と FD を共有している。

【0042】

リセットスイッチ 505 は、リセットパルス信号 RES によって駆動され、FD 304 に基準電位 VDD を供給可能な構成となっている。

【0043】

FD 304 は、光電変換部 303b、303d、307a、307c から、信号電荷転送スイッチ 501、502、503、504 を介して、各々転送された電荷を保持するとともに、保持した電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部として機能する。

【0044】

増幅部 506 は、FD 304 に保持した電荷に基づく電圧信号を増幅して、画素信号として出力する。ここでは例として、MOSトランジスタと定電流源 509 を用いたソースフォロワ回路を示している。

【0045】

選択スイッチ 507 は、垂直選択パルス信号 SEL によって駆動され、増幅部 506 で増幅された信号が、垂直信号線 508 に出力される。垂直信号線 508 に出力された信号は、列毎の読み出し部 203 で読み出されたのち、AFE102 へ出力される。

【0046】

図 6 は、FD と信号電荷転送スイッチの詳細な構成を示している。説明の便宜のため、FD 304 と信号電荷転送スイッチ 501、502、503、504 のみを示しているが、図示のような各 FD と信号電荷転送スイッチが画素部全体に構成されている。

【0047】

図 6 において、高不純物濃度領域 601、602、604 が半導体基板上に形成されている。配線 603 は、領域 601 と領域 602 を接続している。

【0048】

図 6 (a) に示すように、FD 304a は、配線 603 により電気的に接続された 2 つの領域 601、602 からなる。転送スイッチ 501 は、光電変換部 303b と領域 601 の間に配置されており、光電変換部 303b で生成された信号電荷を領域 601 へ転送する。転送スイッチ 502 は、光電変換部 303d と領域 602 の間に配置されており、光電変換部 303d で生成された信号電荷を領域 602 へ転送する。転送スイッチ 503 は、光電変換部 307a と領域 601 の間に配置されており、光電変換部 307a で生成された信号電荷を領域 601 へ転送する。転送スイッチ 504 は、光電変換部 307c と領域 602 の間に配置されており、光電変換部 307c で生成された信号電荷を領域 602 へ転送する。

【0049】

図 6 (b) に示すように、FD 304 は 1 つの領域 604 で構成してもよい。この場合、各転送スイッチ 501、502、503、504 が、光電変換部 303b、303d、307a、307c で各々生成された信号電荷を領域 604 へ転送する。

【0050】

本実施形態は、FD 304、リセットスイッチ 505、増幅部 506、選択スイッチ 507 を、異なる画素 302、306 の 4 つの光電変換部で共有している。この構成によれば、前述したように、光電変換部の間の不感帯の面積を小さくすることができ、画素の内部の構造体によって光電変換部への入射が遮られる光束も少なくなる。そして、光電変換部の面積を広く確保することも可能となり、撮像素子の感度を向上させることができる。

【0051】

ここで、画素部 201 における、リセットスイッチ 505、増幅部 506、選択スイッチ 507、などの配置については、それぞれ画素の間の適切な位置に構成してよく、また、領域 402 に構成してもよい。

【0052】

また、本実施形態の撮像装置では、焦点検出或いは 3 次元映像撮影のための駆動を行う

10

20

30

40

50

場合など、左側 2 つの光電変換部 303a と 303c の出力を加算し、右側 2 つの光電変換部 303b と 303d の出力を加算して、それぞれの信号を得る。

【0053】

一方で、撮像駆動時には、画素ごとに 4 つの光電変換部の出力を加算した信号を得る必要がある。本実施形態は、その機能を実現するものであれば、如何なるものでもよい。例えば、その加算は FD304 で行ってもよく、また、出力経路の任意の位置で行ってもよく、さらに、後段の AFE102、DFE103、画像処理部 104 などで行ってもよい。

【0054】

また、本実施形態の固体撮像素子では、焦点検出の駆動をさせる場合、左右の光電変換部へ同時刻に入射した光を光電変換して、左右の光電変換部の信号電荷を同時に出力して、読み出すことも可能である。 10

【0055】

以上説明したように、本実施形態によれば、単位画素に、マイクロレンズと複数の光電変換部を備えた固体撮像素子において、光電変換部の間の不感帯を減らし、かつ、光電変換部の面積を広くすることができる固体撮像素子を実現できる。

【0056】

【実施形態 2】次に、実施形態 2 の固体撮像素子について説明する。

【0057】

図 7 は、実施形態 2 の画素部 201 の構成を示している。4 画素のみを切り出して示しているが、これら複数の画素が 2 次元に配列されて画素部 201 を構成する。 20

【0058】

実施形態 2 の画素部 201 は、1 つのマイクロレンズ 701 に対し、1 つの単位画素 702 が設けられている。画素 702 は、実施形態 1 とは異なり、 2×1 に分割された 2 つの光電変換部 703a、703b を含んでおり、光学系から受光した光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。光電変換部で蓄積された信号電荷は、それぞれ FD を介して、読み出し部 203 へ読み出される。本実施形態では、隣り合う 2 つの単位画素 702、706 の各光電変換部 703b、707 が FD704 を共有している。

【0059】

ここで、図 7 における FD704 に着目すると、本実施形態では、FD704 と、それを共有する光電変換部の組み合わせに特徴がある。 30

【0060】

具体的には、図 7 に示すように、FD704 は、画素 702 と画素 706 という、2 つの画素の間に配置されている。また、FD704 は、画素 702 の光電変換部 703b と、画素 706 の光電変換部 707 という、異なる 2 つの画素の光電変換部により共有されている。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷は、この共有された FD704 を介して、読み出される。

【0061】

なお、本発明と実施形態の関係を説明すると、第 1 の単位画素は画素 702、第 1 の光電変換部は光電変換部 703b、第 2 の単位画素は画素 706、第 2 の光電変換部は光電変換部 707、フローティングディフュージョン部は FD704 にそれぞれ対応する。 40

【0062】

【実施形態 3】次に、実施形態 3 の固体撮像素子について説明する。

【0063】

図 8 は、実施形態 3 の画素部 201 の構成を示している。4 画素のみを切り出して示しているが、これら複数の画素が 2 次元に配列されて画素部 201 を構成する。

【0064】

実施形態 3 の画素部 201 も、実施形態 1 と同様に、1 つのマイクロレンズ 801 に対し、1 つの単位画素 802 が設けられている。画素 802 は、 2×2 に分割された 4 つの光電変換部 803a、803b、803c、803d、を含んでおり、光学系から受光し 50

た光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。光電変換部で蓄積された信号電荷は、それぞれ F D を介して、読み出し部 2 0 3 へ読み出される。本実施形態では、隣り合う 4 つの単位画素 8 0 2、8 0 6、8 0 9、8 1 2 の各光電変換部 8 0 3 d、8 0 7、8 1 0、8 1 3 が F D 8 0 4 を共有している。

【 0 0 6 5 】

ここで、図 8 における F D 8 0 4 に着目すると、本実施形態では、 F D 8 0 4 と、それを共有する光電変換部の組み合わせに特徴がある。

【 0 0 6 6 】

具体的には、図 8 に示すように、 F D 8 0 4 は、画素 8 0 2 と、画素 8 0 6 と、画素 8 0 9 と、画素 8 1 2 という、4 つの画素の間に配置されている。また、本実施形態の F D 8 0 4 は、画素 8 0 2 の光電変換部 8 0 3 d と、画素 8 0 6 の光電変換部 8 0 7 と、画素 8 0 9 の光電変換部 8 1 0 と、画素 8 1 2 の光電変換部 8 1 3 という、異なる 4 つの画素の光電変換部により共有されている。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷は、この共有された F D 8 0 4 を介して、読み出される。

【 0 0 6 7 】

なお、本発明と実施形態の関係を説明すると、第 1 の単位画素は画素 8 0 2、第 1 の光電変換部は光電変換部 8 0 3 d にそれぞれ対応する。第 1 の単位画素に隣接する第 2 の単位画素は画素 8 0 9、第 2 の光電変換部は光電変換部 8 1 0 にそれぞれ対応する。第 2 の単位画素に隣接する第 3 の単位画素は画素 8 1 2、第 3 の光電変換部は光電変換部 8 1 3 にそれぞれ対応する。第 3 の単位画素に隣接する第 4 の単位画素は画素 8 0 6、第 4 の光電変換部は光電変換部 8 0 7 にそれぞれ対応する。フローティングディフュージョン部は F D 8 0 4 に対応する。

【 0 0 6 8 】

【 実施形態 4 】次に、実施形態 4 の固体撮像素子について説明する。

【 0 0 6 9 】

図 9 は、実施形態 4 の画素部 2 0 1 の構成を示している。4 画素のみを切り出して示しているが、これら複数の画素が 2 次元に配列されて画素部 2 0 1 を構成する。

【 0 0 7 0 】

実施形態 4 の画素部 2 0 1 も、実施形態 1 と同様に、1 つのマイクロレンズ 9 0 1 に対し、1 つの単位画素 9 0 2 が設けられている。画素 9 0 2 は、 2×2 に分割された 4 つの光電変換部 9 0 3 a、9 0 3 b、9 0 3 c、9 0 3 d、を含んでおり、光学系から受光した光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。光電変換部で蓄積された信号電荷は、それぞれ F D を介して、読み出し部 2 0 3 へ読み出される。隣り合う 2 つの単位画素 9 0 2、9 0 9 の各光電変換部 9 0 3 d、9 1 0 が F D 9 0 4 を共有し、隣り合う他の 2 つの単位画素 9 0 6、9 1 3 の各光電変換部 9 0 7、9 1 4 が F D 9 1 1 を共有している。

【 0 0 7 1 】

ここで、図 9 における F D 9 0 4、9 1 1 に着目すると、本実施形態では、 F D 9 0 4、9 1 1 の配置と、それらを共有する光電変換部の組み合わせに特徴がある。

【 0 0 7 2 】

具体的には、図 9 に示すように、 F D 9 0 4、9 1 1 が、画素 9 0 2 と、画素 9 0 6 と、画素 9 0 9 と、画素 9 1 3 という、4 つの画素の間に配置されている。また、 F D 9 0 4 は、画素 9 0 2 の光電変換部 9 0 3 d と、画素 9 0 9 の光電変換部 9 1 0 、という、異なる 2 つの画素の光電変換部に共有されている。また、 F D 9 1 1 は、画素 9 0 6 の光電変換部 9 0 7 と、画素 9 1 3 の光電変換部 9 1 4 という、異なる 2 つの画素の光電変換部により共有されている。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷は、この共有された F D 9 0 4、9 1 1 を介して、読み出される。

【 0 0 7 3 】

本実施形態では、 F D 9 0 4 と F D 9 1 1 は、隣接して配置されているが、4 つの画素の間の領域に配置することで、2 つの画素の間に配置する構成に対して、2 つの F D 間の十分な分離領域を確保しつつ、光電変換部の面積を広く構成することができる。

10

20

30

40

50

【0074】

なお、本発明と実施形態の関係を説明すると、第1の単位画素は画素902、第1の光電変換部は光電変換部903dにそれぞれ対応する。第1の単位画素に隣接する第2の単位画素は画素909、第2の光電変換部は光電変換部910にそれぞれ対応する。第1のフローティングディフュージョン部はFD904に対応する。第2の単位画素に隣接する第3の単位画素は画素913、第3の光電変換部は光電変換部914にそれぞれ対応する。第3の単位画素に隣接する第4の単位画素は画素906、第4の光電変換部は光電変換部907にそれぞれ対応する。第2のフローティングディフュージョン部はFD911に対応する。

【0075】

10

[実施形態5] 次に、実施形態5の固体撮像素子について説明する。

【0076】

図10は、実施形態5の画素部201の構成を示している。6画素のみを切り出して示しているが、これら複数の画素が2次元に配列されて画素部201を構成する。

【0077】

実施形態5の画素部201も、実施形態1と同様に、1つのマイクロレンズ1001に対し、1つの単位画素1002が設けられている。画素1002は、 2×2 に分割された4つの光電変換部1003a、1003b、1003c、1003d、を含んでおり、光学系から受光した光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。光電変換部で蓄積された信号電荷は、それぞれFDを介して、読み出し部203へ読み出される。本実施形態では、縦方向に隣り合う2つの単位画素1002、1011の各光電変換部1003d、1012がFD1004を共有している。また、単位画素1002と横方向に隣り合う単位画素1006の縦方向に隣り合う光電変換部1007、1008がFD1009を共有している。さらに、単位画素1011と横方向に隣り合う単位画素1014の縦方向に隣り合う光電変換部1015、1016がFD1017を共有している。

20

【0078】

ここで、図10におけるFD1004、1009、1017に着目すると、本実施形態では、FD1004、1009、1017の配置と、それらを共有する光電変換部の組み合わせに特徴がある。

【0079】

30

具体的には、図10に示すように、FD1004は、画素1002と、画素1011の間に配置されている。FD1009は、画素1002と、画素1006の間に配置されており、FD1017は、画素1011と、画素1014の間に配置されている。また、FD1004は、画素1002の光電変換部1003dと、画素1011の光電変換部1012という、異なる2つの画素の光電変換部に共有されている。FD1009は、光電変換部1007と、光電変換部1008という、同じ画素の2つの光電変換部に共有されている。FD1017は、光電変換部1015と、光電変換部1016という、同じ画素の2つの光電変換部に共有されている。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷は、この共有されたFD1004、1009、1017を介して、読み出される。

【0080】

40

なお、本発明と実施形態の関係を説明すると、第1の単位画素は画素1002、第1の光電変換部は光電変換部1003dにそれぞれ対応する。第1の単位画素に隣接する第2の単位画素は画素1011、第2の光電変換部は光電変換部1012にそれぞれ対応する。第1のフローティングディフュージョン部はFD1004に対応する。第1の単位画素に隣接する第3の単位画素は画素1006に対応する。第2のフローティングディフュージョン部はFD1009に対応する。第2の単位画素に隣接する第4の単位画素は画素1014に対応する。第3のフローティングディフュージョン部は1017に対応する。

【0081】

[実施形態6] 次に、実施形態6の固体撮像素子について説明する。

【0082】

50

図11は、実施形態6の画素部201の構成を示している。6画素のみを切り出して示しているが、これら複数の画素が2次元に配列されて画素部201を構成する。

【0083】

実施形態6の画素部201も、実施形態1と同様に、1つのマイクロレンズ1101に対し、1つの単位画素1102が設けられている。画素1102は、 2×2 に分割された4つの光電変換部1103a、1103b、1103c、1103d、を含んでおり、光学系から受光した光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。光電変換部で蓄積された信号電荷は、それぞれFDを介して、読み出し部203へ読み出される。本実施形態では、対角に隣り合う2つの単位画素1102、1116の各光電変換部1103d、1117がFD1104を共有している。また、単位画素1102及び1116と隣り合う単位画素1106の縦方向に隣り合う複数の光電変換部1107、1108がFD1109を共有している。さらに、単位画素1102及び1116と隣り合う単位画素1111の縦方向に隣り合う光電変換部1112、1113がFD1114を共有している。10

【0084】

ここで、図11におけるFD1104、1109、1114に着目すると、本実施形態では、FD1104、1109、1114の配置と、それらを共有する光電変換部の組み合わせに特徴がある。

【0085】

具体的には、図11に示すように、FD1104は、画素1102と、画素1116の間に配置されている。FD1109は、画素1102と、画素1106の間に配置されており、FD1114は、画素1111と、画素1116の間に配置されている。また、FD1104は、画素1102の光電変換部1103dと、画素1116の光電変換部1117という、異なる2つの画素の光電変換部に共有されている。FD1109は、光電変換部1107と、光電変換部1108という、同じ画素の2つの光電変換部に共有されている。FD1114は、光電変換部1112と、光電変換部1113という、同じ画素の2つの光電変換部に共有されている。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷はこの共有されたFD1104、1109、1114を介して、読み出される。20

【0086】

なお、本発明と実施形態の関係を説明すると、第1の単位画素は画素1102、第1の光電変換部は光電変換部1103dにそれぞれ対応する。第1の単位画素と対角に隣接する第3の単位画素は画素1116、第3の光電変換部は光電変換部1117にそれぞれ対応する。第1のフローティングディフュージョン部はFD1104に対応する。第1の単位画素に隣接する第2の単位画素は画素1106に対応する。第2のフローティングディフュージョン部はFD1109に対応する。第2の単位画素と対角に隣接する第4の単位画素は画素1111に対応する。第3のフローティングディフュージョン部はFD1114に対応する。30

【0087】

【実施形態7】次に、実施形態7の固体撮像素子について説明する。

【0088】

図12は、実施形態7の画素部201の構成を示している。6画素のみを切り出して示しているが、これら複数の画素が2次元に配列されて画素部201を構成する。40

【0089】

実施形態7の画素部201も、実施形態1と同様に、1つのマイクロレンズ1201に対し、1つの単位画素1202が設けられている。画素1202は、 2×2 に分割された4つの光電変換部1203a、1203b、1203c、1203d、を含んでおり、光学系から受光した光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。光電変換部で蓄積された信号電荷は、それぞれFDを介して、読み出し部203へ読み出される。本実施形態では、対角に隣り合う2つの単位画素1206、1211の各光電変換部1208、1212がFD1209を共有している。また、単位画素1206と横方向に隣り合う単位画素1202の光電変換部1203dと単位画素1206の光電変換部1208と縦方向に隣り合50

う光電変換部 1207 とが FD1204 を共有している。さらに、単位画素 1211 と横方向に隣り合う単位画素 1216 の光電変換部 1217 と単位画素 1211 の光電変換部 1212 と縦方向に隣り合う光電変換部 1213 が FD1214 を共有している。

【0090】

ここで、図 12 における FD1204、1209、1214 に着目すると、本実施形態では、FD1204、1209、1214 の配置と、それらを共有する光電変換部の組み合わせに特徴がある。

【0091】

具体的には、図 12 に示すように、FD1204 は、画素 1202 と、画素 1206 の間に配置されている。FD1209 は、画素 1206 と、画素 1211 の間に配置されており、FD1214 は、画素 1211 と、画素 1216 の間に配置されている。また、FD1204 は、光電変換部 1203b と、光電変換部 1207 という、異なる 2 つの画素の光電変換部に共有されている。FD1209 は、光電変換部 1208 と、光電変換部 1212 という、異なる 2 つの画素の光電変換部により共有されている。FD1214 は、光電変換部 1213 と、光電変換部 1217 という、異なる 2 つの画素の光電変換部により共有されている。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷はこの共有された FD1204、1209、1214 を介して、読み出される。

【0092】

本発明と実施形態の関係を説明すると、第 1 の単位画素は画素 1202、第 1 の光電変換部は光電変換部 1203d にそれぞれ対応する。第 1 の単位画素に隣接する第 4 の単位画素は画素 1206、第 4 の光電変換部は光電変換部 1207 にそれぞれ対応する。第 1 のフローティングディフュージョン部は FD1204 に対応する。第 1 の単位画素に隣接する第 2 の単位画素は画素 1211、第 2 の光電変換部は光電変換部 1212 にそれぞれ対応する。第 2 の単位画素と対角に隣接する第 4 の単位画素に含まれる別の第 4 の光電変換部は光電変換部 1208 に対応する。第 2 のフローティングディフュージョン部は FD1209 に対応する。第 2 の単位画素に隣接する第 3 の単位画素は画素 1216、第 3 の光電変換部は光電変換部 1217 にそれぞれ対応する。第 3 のフローティングディフュージョン部は FD1214 に対応する。

【0093】

【実施形態 8】次に、実施形態 8 の固体撮像素子について説明する。

【0094】

図 13 (a) は、実施形態 8 の画素部 201 の第 1 の構成例を示している。9 画素のみを切り出して示しているが、これら複数の画素が 2 次元に配列されて画素部 201 を構成する。これら複数の画素が 2 次元に配列されて画素部 201 を構成する。

【0095】

実施形態 8 の画素部 201 は、1 つのマイクロレンズ 1301 に対し、1 つの単位画素 1302 が設けられている。画素 1302 は、2 × 1 に分割された 2 つの光電変換部 1303a、1303b を含んでおり、光学系から受光した光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。光電変換部で蓄積された信号電荷は、それぞれ FD を介して、読み出し部 203 へ読み出される。本実施形態では、図 8 の実施形態 3 と同様に、隣り合う 4 つの単位画素 1302、1306、1309、1312 の各光電変換部 1303b、1307a、1310b、1313b が FD1304 を共有している。

【0096】

ここで、図 13 (a) における FD1304 に着目すると、本実施形態では、FD1304 と、それを共有する光電変換部の組み合わせに特徴がある。

【0097】

具体的には、図 13 (a) に示すように、FD1304 は、画素 1302 と、画素 1306 と、画素 1309 と、画素 1312 という、4 つの画素の間に配置されている。また、FD1304 は、光電変換部 1303b と、光電変換部 1307a と、光電変換部 1310b と、光電変換部 1313a という、異なる 4 つの画素の光電変換部により共有され

10

20

30

40

50

ている。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷は、この共有された F D 1 3 0 4 を介して、読み出される。

【 0 0 9 8 】

図 1 3 (b) は、実施形態 8 の画素部 2 0 1 の第 2 の構成例を示している。第 2 の構成例では、隣り合う列の F D の配置が第 1 の構成例と異なる。

【 0 0 9 9 】

第 1 の構成例では、図 1 3 (a) の F D 1 3 0 4 、 1 3 1 4 に着目すると、隣り合う 2 列の F D が、同じ行間に配置されている。従って、画素 1 3 0 2 を含む行と、画素 1 3 0 9 を含む行間には F D が密集する。一方で F D が配置されない行間もできる。

【 0 1 0 0 】

これに対して、第 2 の構成例では、図 1 3 (b) の F D 1 3 0 4 、 1 3 1 5 に着目すると、隣り合う 2 列の F D が、異なる行間に配置されている。従って、画素部 2 0 1 の面内に、均一な密度で F D を配置することができる。

【 0 1 0 1 】

なお、本発明と実施形態の関係を説明すると、第 1 の単位画素は画素 1 3 0 2 、第 1 の光電変換部は光電変換部 1 3 0 3 b にそれぞれ対応する。第 1 の単位画素に隣接する第 2 の単位画素は画素 1 3 0 9 、第 2 の光電変換部は光電変換部 1 3 1 0 b にそれぞれ対応する。第 2 の単位画素に隣接する第 3 の単位画素は画素 1 3 1 2 、第 3 の光電変換部は光電変換部 1 3 1 3 a にそれぞれ対応する。第 4 の単位画素に隣接する第 4 の単位画素は画素 1 3 0 6 、第 4 の光電変換部は光電変換部 1 3 0 7 a にそれぞれ対応する。フローイングディフュージョン部は F D 1 3 0 4 に対応する。

【 0 1 0 2 】

【 実施形態 9 】 次に、実施形態 9 の固体撮像素子について説明する。

【 0 1 0 3 】

図 1 4 (a) は、実施形態 9 の画素部 2 0 1 の第 1 の構成例を示している。9 画素のみを切り出して示しているが、これら複数の画素が 2 次元に配列されて画素部 2 0 1 を構成する。

【 0 1 0 4 】

実施形態 9 の画素部 2 0 1 は、1 つのマイクロレンズ 1 4 0 1 に対し、1 つの単位画素 1 4 0 2 が設けられている。画素 1 4 0 2 は、 2×1 に分割された 2 つの光電変換部 1 4 0 3 a 、 1 4 0 3 b を含んでおり、光学系から受光した光を光電変換して、信号電荷の蓄積を行う。光電変換部で蓄積された信号電荷は、それぞれ F D を介して、読み出し部 2 0 3 へ読み出される。本実施形態では、図 3 の実施形態 1 と同様に、単位画素 1 4 0 2 の複数の光電変換部 1 4 0 3 a 、 1 4 0 3 b と隣り合う単位画素 1 4 0 6 の複数の光電変換部 1 4 0 7 a 、 1 4 0 7 b が F D 1 4 0 4 を共有している。

【 0 1 0 5 】

ここで、図 1 4 (a) における F D 1 4 0 4 に着目すると、本実施形態では、 F D 1 4 0 4 と、それを共有する光電変換部の組み合わせに特徴がある。

【 0 1 0 6 】

具体的には、図 1 4 (a) に示すように、 F D 1 4 0 4 は、画素 1 4 0 2 と画素 1 4 0 6 の間に配置されている。また、 F D 1 4 0 4 は、画素 1 4 0 2 の光電変換部 1 4 0 3 a 、 1 4 0 3 b と、画素 1 4 0 6 の光電変換部 1 4 0 7 a 、 1 4 0 7 b という、異なる 2 つの画素の光電変換部により共有されている。それぞれの光電変換部に蓄積される信号電荷は、この共有された F D 1 4 0 4 を介して読み出される。

【 0 1 0 7 】

また、図 1 4 (b) は、実施形態 9 の画素部 2 0 1 の第 2 の構成例を示している。第 2 の構成例は、隣り合う列の F D の配置が第 1 の構成例と異なる。

【 0 1 0 8 】

第 1 の構成例では、図 1 4 (a) の F D 1 4 0 4 、 1 4 0 8 に着目すると、隣り合う 2 列の F D が、同じ行間に配置されている。従って、画素 1 4 0 2 を含む行と、画素 1 4 0

10

20

30

40

50

6を含む行間にはFDが密集する。一方でFDが配置されない行間もできる。

【0109】

これに対して、第2の構成例では、図14(b)のFD1404、1409に着目すると、隣り合う2列のFDが、異なる行間に配置されている。従って、画素部201の面内に、均一な密度でFDを配置することができる。

【0110】

なお、本発明と実施形態の関係を説明すると、第1の単位画素は画素1402、複数の光電変換部は光電変換部1403a、1403bにそれぞれ対応する。第1の単位画素に隣接する第2の単位画素は画素1406、複数の光電変換部は光電変換部1407a、1407bにそれぞれ対応する。フローティングディフュージョン部はFD1404に対応する。

10

【0111】

以上、本発明に係る実施形態について説明したが、実施形態2~9においても、実施形態1と同様、光電変換部の間の不感帯の面積を小さくすることができるだけでなく、構造体によって光電変換部への入射が遮られる光束も少なくなる。さらには、光電変換部を広く確保することも可能となり、撮像素子の感度を向上させることができる。

【0112】

各実施形態において、光電変換部に入射する光の色分離を行うカラーフィルタ(CF)の構成については、固体撮像素子のその使途に応じて、自由に構成することが可能である。例えば、ある1つの画素内で、複数の光電変換部が全て同じ色の分光透過率のCFを備えていてもよいし、異なる色の分光透過率を備えていてもよい。また、画素内の複数の光電変換部に対応するCFの色が、全て同じ色である画素と、異なる色を含む画素が、画素部の中に混在していてもよい。

20

【0113】

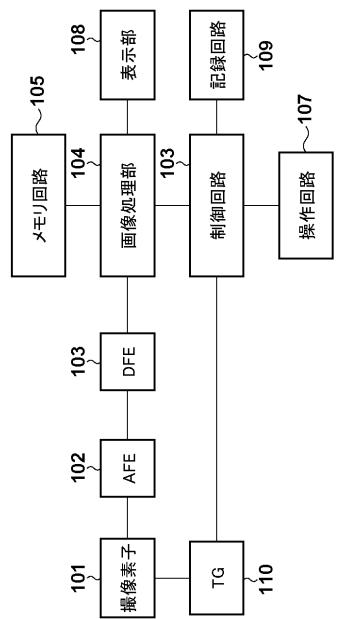
例えば、実施形態8(図13(a))において、光電変換部1307a、1307b、1310a、1310bを第1の色として、光電変換部1303a、1303bを第2の色として、光電変換部1313a、1313bを第3の色としてもよい。また、別の例では、光電変換部1303b、1307a、1310a、1313bを第1の色として、光電変換部1303a、1307bを第2の色として、光電変換部1310b、1313aを第3の色としてもよい。

30

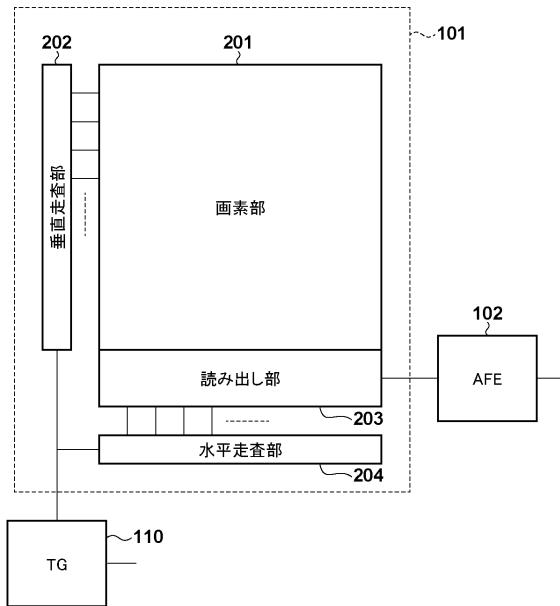
【0114】

さらに、各実施形態において同じFDを共有する光電変換部に、同一色のCFを構成すれば、撮像駆動時に、FDで同じ色成分の信号を加算することも可能となり、読み出しの走査にかかる時間を短縮することも可能となる。

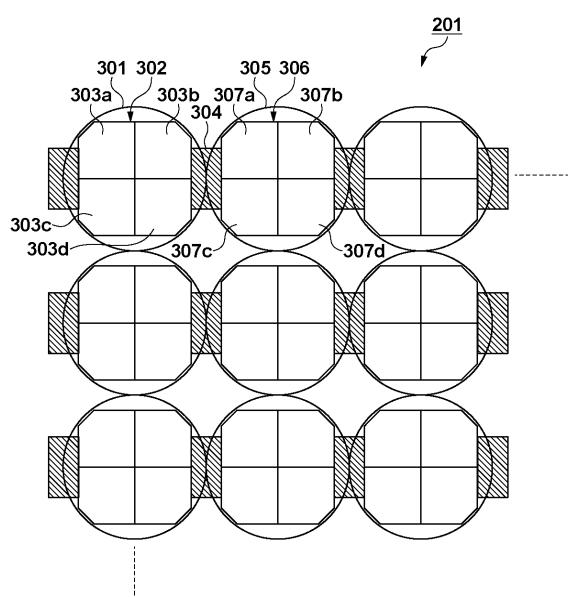
【図1】



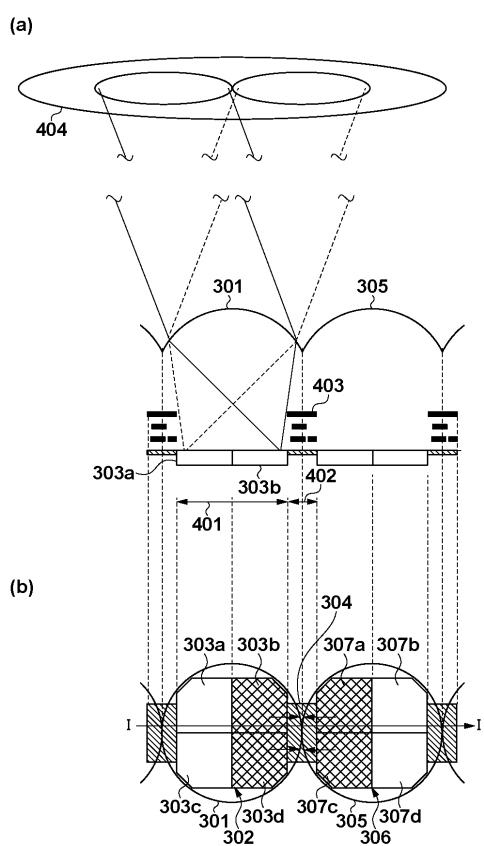
【図2】



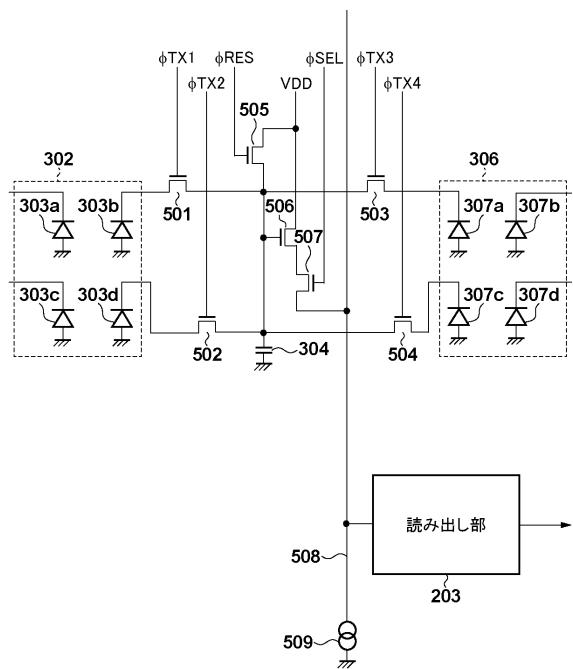
【図3】



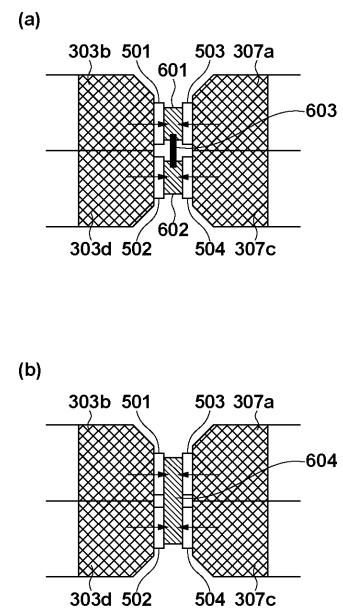
【図4】



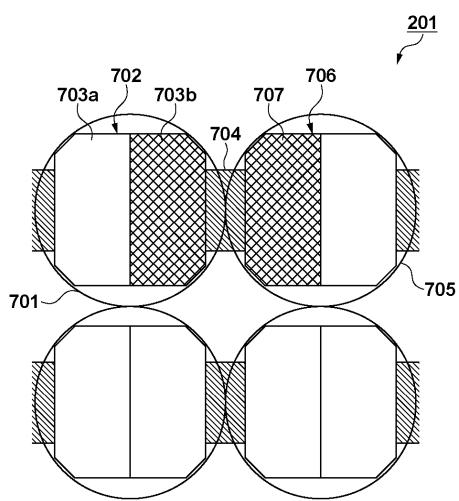
【図5】



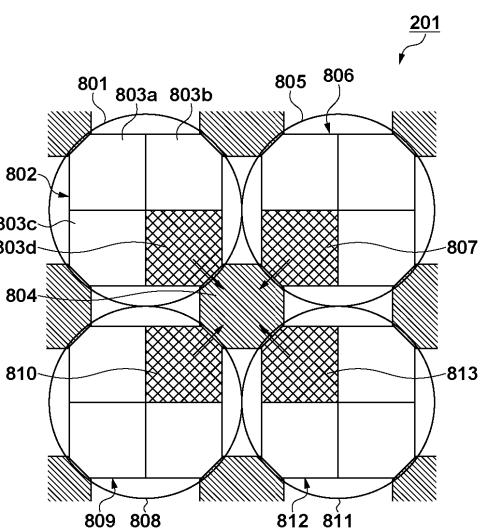
【図6】



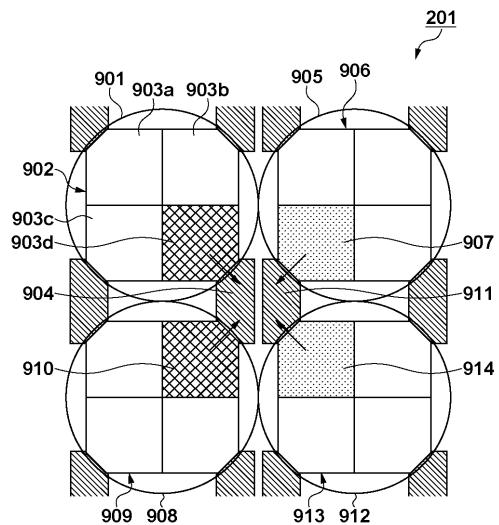
【図7】



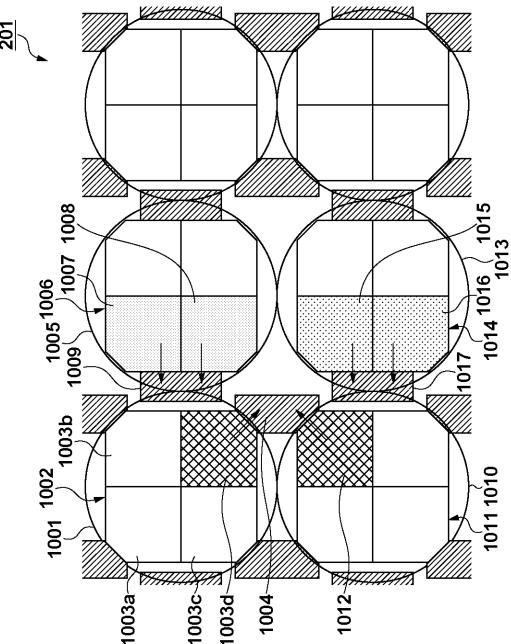
【図8】



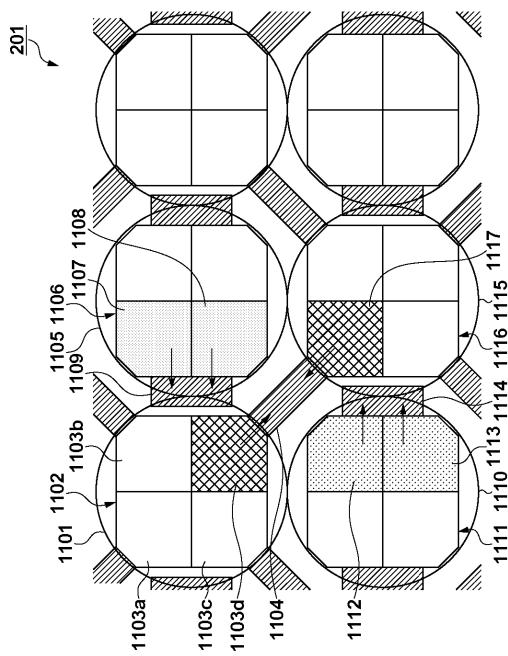
【図9】



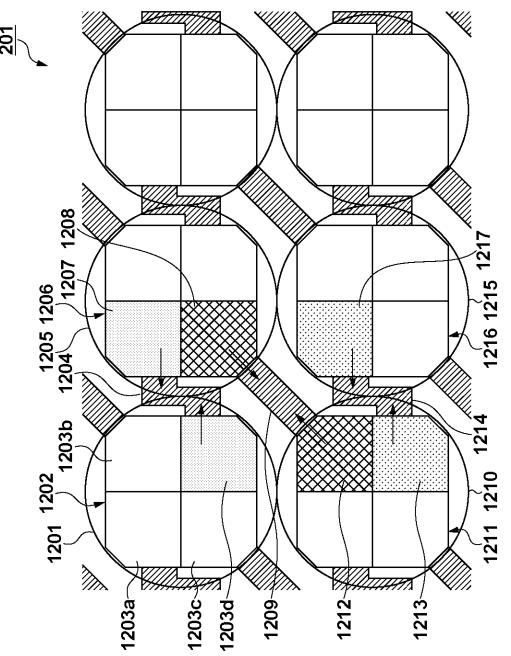
【図10】



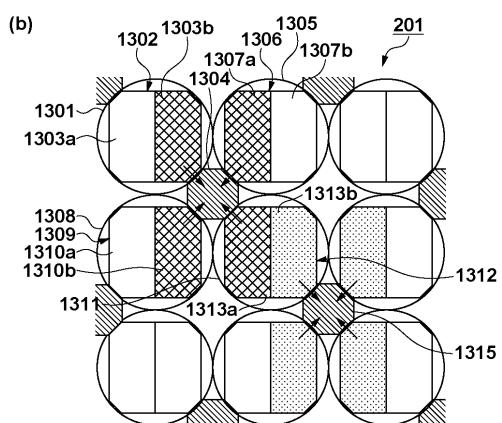
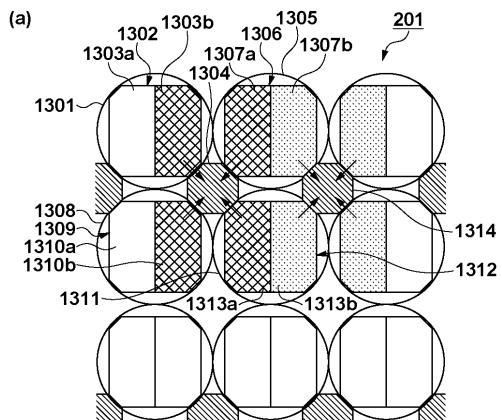
【図11】



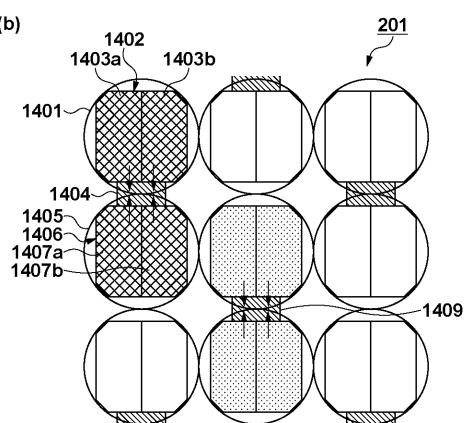
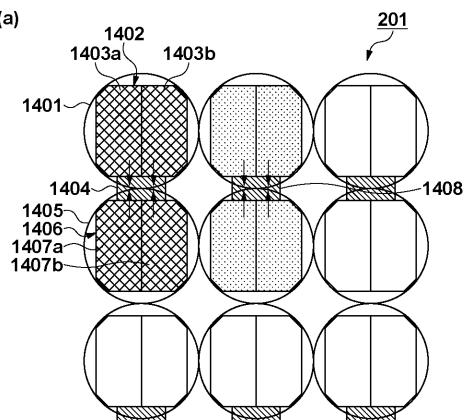
【図12】



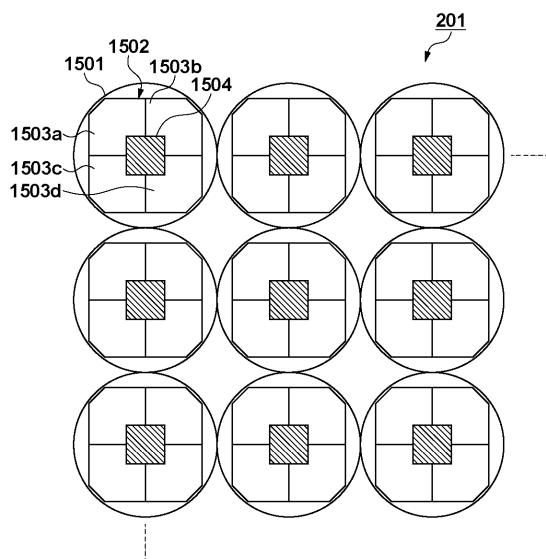
【図13】



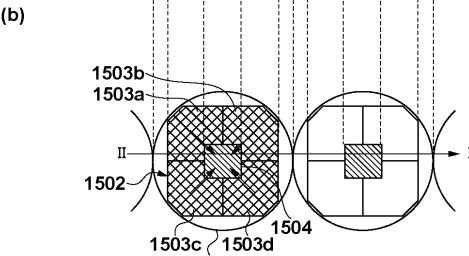
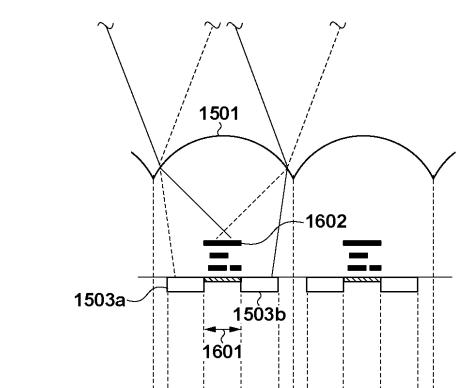
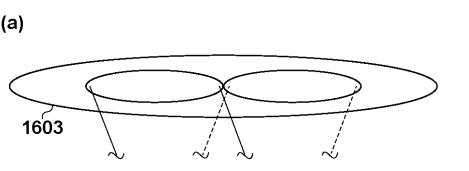
【図14】



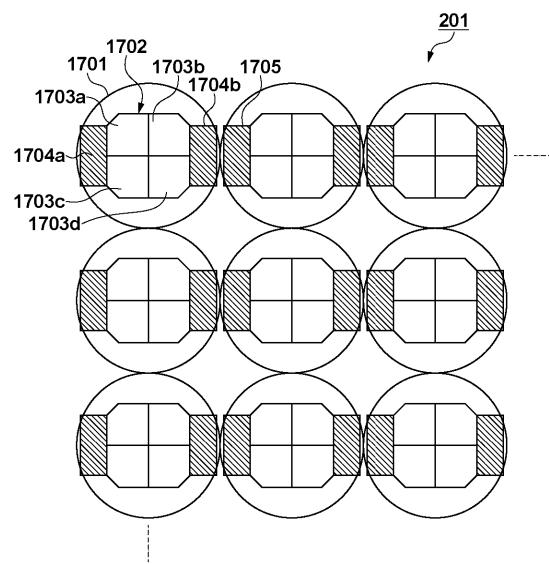
【図15】



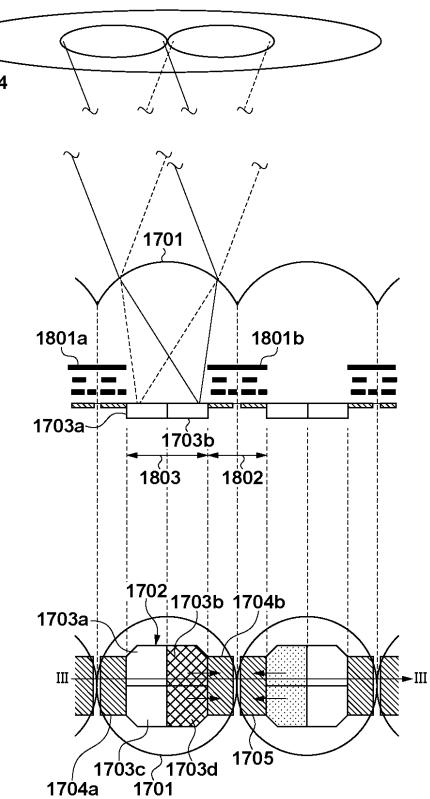
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 顯

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

(72)発明者 鈴木 聰史

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 今井 聖和

(56)参考文献 特開2011-155596 (JP, A)

国際公開第2012/042963 (WO, A1)

米国特許出願公開第2007/0014019 (US, A1)

特開2004-186311 (JP, A)

特開2011-029379 (JP, A)

米国特許出願公開第2011/0156197 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/14

H04N 5/335