

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2022-120551  
(P2022-120551A)

(43)公開日 令和4年8月18日(2022.8.18)

## (51)国際特許分類

H 01 L 27/146 (2006.01)  
H 04 N 5/369 (2011.01)

F I

H 01 L 27/146  
H 01 L 27/146  
H 04 N 5/369A  
D  
6 0 0

## テーマコード(参考)

4 M 1 1 8  
5 C 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全19頁)

(21)出願番号 特願2021-17516(P2021-17516)  
(22)出願日 令和3年2月5日(2021.2.5)

(71)出願人 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 100126240  
弁理士 阿部 琢磨  
100124442  
弁理士 黒岩 創吾  
(72)発明者 五十嵐 一也  
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  
池田 一  
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  
若嶋 駿一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ  
最終頁に続く

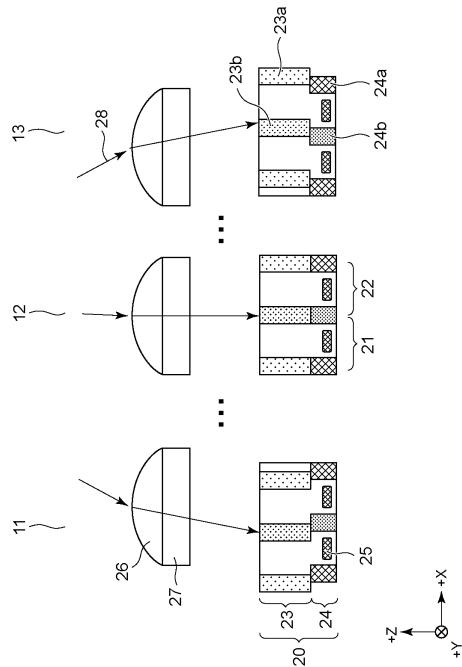
(54)【発明の名称】 光電変換装置、光電変換システム、移動体

## (57)【要約】

【課題】 撮像面位相差AFに用いるPDを小さくすると対応可能な光入射角度範囲が狭まる。

【解決手段】 基板に複数の画素が配された光電変換装置であって、複数の画素のそれぞれが第一の光電変換部と、第二の光電変換部と、マイクロレンズとを有し、基板が光入射面側の第一面と、第一面に対向する第二面を備え、隣りあう画素同士を分離する複数の画素間分離部と、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部との間を分離する画素内分離部とを有し、複数の画素間分離部は、第一面側からの平面視において第一面側に位置する第一の分離領域と、第二面側に位置する第二の分離領域を含み、第一の分離領域は第二の分離領域に対してシフトし、画素内分離部のうち、第一面側に位置する第三の分離領域が、第二面側に位置する第四の分離領域に対して第一の分離領域と同じ方向にシフトしていることを特徴とする光電変換装置。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板に複数の画素が配された光電変換装置であって、

前記複数の画素のそれぞれが第一の光電変換部と、第二の光電変換部と、マイクロレンズとを有し、

前記基板が入射面側の第一面と、第一面に対向する第二面を備え、隣りあう前記画素同士を分離する複数の画素間分離部と、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部との間に分離する画素内分離部とを有し、

前記複数の画素間分離部は、前記第一面側からの平面視において前記第一面側に位置する第一の分離領域と、前記第二面側に位置する第二の分離領域を含み、

前記第一の分離領域は前記第二の分離領域に対してシフトし、

前記画素内分離部のうち、前記第一面側に位置する第三の分離領域が、前記第二面側に位置する第四の分離領域に対して前記第一の分離領域と同じ方向にシフトしていることを特徴とする光電変換装置。

**【請求項 2】**

前記シフトの方向は、前記第一面側からの平面視において前記画素内分離部の長手方向に直交する方向であることを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換装置。

**【請求項 3】**

前記第三の分離領域の前記第四の分離領域からのシフト量と、前記第一の分離領域の前記第二の分離領域からのシフト量とは等しいことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項 4】**

前記第一の光電変換部の受光面の面積と、前記第二の光電変換部との受光面の面積とは、互いに等しいことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項 5】**

前記画素は前記第二面側に電荷を転送するためのトランジスタを有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項 6】**

前記第一の分離領域と前記第二の分離領域とは前記光電変換部の前記第一面側の面から前記第二面側の面まで連続した分離部を形成していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項 7】**

前記分離領域は不純物をドープして形成されたポテンシャル障壁、もしくはトレンチであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項 8】**

前記第一及び第二の光電変換部と前記マイクロレンズとの間に配置される光学構造が、前記第一の分離領域のシフト方向にシフトしていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項 9】**

前記第一の分離領域と前記第二の分離領域との境界部によって分離される光電変換部が、不純物のドープにより形成された部分と、不純物がドープされていない部分と、からなる境界部を有することを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項 10】**

前記複数の画素がアレイ状に配された撮像領域を有し、

前記撮像領域は第一の副領域と、第二の副領域とを有し、

前記第一の副領域に配された複数の画素の前記第一の分離領域のシフト方向またはシフト量と、

前記第二の副領域に配された複数の画素の前記第一の分離領域のシフト方向またはシフ

10

20

30

40

50

ト量と、が互いに異なることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項11】

前記第一の副領域は前記撮像領域の中央部であり、前記第二の副領域は前記撮像領域の周辺部であることを特徴とする請求項10に記載の光電変換装置。

【請求項12】

前記第一の副領域は前記撮像領域の第一の行であり、前記第二の副領域は前記撮像領域の第一の行と異なる第二の行であることを特徴とする請求項10に記載の光電変換装置。

【請求項13】

前記第一の行と前記第二の行とは互いに異なる瞳距離に対応することを特徴とする請求項12に記載の光電変換装置。 10

【請求項14】

前記第一の行に配された画素から出力される信号のみを読み出すことを特徴とする請求項12又は請求項13に記載の光電変換装置。

【請求項15】

前記マイクロレンズのそれぞれは、均一な間隔を隔てて配されることを特徴とする請求項1乃至請求項14のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項16】

前記複数の画素において、

前記第二面の不純物領域は一定の間隔で配され、 20

前記第一面の不純物領域が配される間隔は互いに異なることを特徴とする請求項1乃至請求項15のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項17】

請求項1乃至請求項16のいずれか1項に記載の光電変換装置と、

前記光電変換装置が出力する信号を用いて画像を生成する信号処理部と、を有することを特徴とする光電変換システム。

【請求項18】

請求項1乃至請求項16のいずれか一項に記載の光電変換装置を備える移動体であって、

前記光電変換装置が出力する信号を用いて前記移動体の移動を制御する制御部を有することを特徴とする移動体。 30

【請求項19】

他の基板と積層される、複数の画素が配された基板であって、

前記複数の画素のそれぞれが第一の光電変換部と、第二の光電変換部とを有し、

入射面側の第一面と、第一面に対向する第二面を備え、

隣りあう前記画素同士を分離する複数の画素間分離部と、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部との間を分離する画素内分離部とを有し、

前記複数の画素間分離部は、前記第一面側からの平面視において前記第一面側に位置する第一の分離領域と、前記第二面側に位置する第二の分離領域を含み、

前記第一の分離領域は前記第二の分離領域に対してシフトし、

前記画素内分離部のうち、前記第一面側に位置する第三の分離領域が、前記第二面側に位置する第四の分離領域に対して前記第一の分離領域と同じ方向にシフトしていることを特徴とする基板。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電変換装置、この光電変換装置を備えた、光電変換システムおよび移動体に関する。

【背景技術】

【0002】

イメージセンサの各画素においてフォトダイオード（以下 P D とも記載する）を複数に分割して撮像面位相差 A F を行う技術が知られている。各 P D から十分な位相差信号出力を得るためには、画素内で分割された P D 間の境界付近に光が入射するように設計することが必要である。

#### 【 0 0 0 3 】

特許文献 1 では分割された P D のサイズを異ならせることで、光入射位置と分割された P D の境界とを合わせる方法が提案されている。

#### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特許第 6 1 2 7 8 6 9 号

10

##### 【発明の概要】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【 0 0 0 5 】

しかし、P D の光入射面のサイズはその P D が受光可能な入射光角度範囲に対応しているため、分割された P D の境界をシフトさせるために光入射面のサイズを小さくした P D は受光可能な入射光角度範囲が縮小される。結果として、像面位相差 A F で対応可能な光入射角度範囲を狭めることにつながる。

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【 0 0 0 6 】

本発明の一つの側面は、基板に複数の画素が配された光電変換装置であって、前記複数の画素のそれぞれが第一の光電変換部と、第二の光電変換部と、マイクロレンズとを有し、前記基板が光入射面側の第一面と、第一面に対向する第二面を備え、隣りあう前記画素同士を分離する複数の画素間分離部と、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部との間を分離する画素内分離部とを有し、前記複数の画素間分離部は、前記第一面側からの平面視において前記第一面側に位置する第一の分離領域と、前記第二面側に位置する第二の分離領域を含み、前記第一の分離領域は前記第二の分離領域に対してシフトし、前記画素内分離部のうち、前記第一面側に位置する第三の分離領域が、前記第二面側に位置する第四の分離領域に対して前記第一の分離領域と同じ方向にシフトしていることを特徴とする。

20

##### 【発明の効果】

##### 【 0 0 0 7 】

本発明によれば、1 画素内で複数に分割された P D の飽和電荷量や電荷転送特性を撮像領域内で均一に維持しつつ、撮像領域周辺部においても幅広い入射光角度範囲に対し良好な A F 性能を示すことが可能な光電変換装置を提供することが可能になる。

30

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【 0 0 0 8 】

【図 1】第一の実施形態に係る光電変換装置の撮像領域の概略図である。

【図 2】第一の実施形態に係る画素の断面を示す概略図である。

40

【図 3】第一の実施形態に係る電荷蓄積領域の概略図である。

【図 4】第一の実施形態に係る電荷生成領域の概略図である。

【図 5】第一の実施形態に係る分離領域のシフトを説明する図である。

【図 6】第一の実施形態に係る分離領域のシフトを説明する図である。

【図 7】第二の実施形態に係る画素の断面を示す概略図である。

【図 8】第二の実施形態に係る画素の断面を示す概略図である。

【図 9】第二の実施形態に係る画素の断面を示す概略図である。

【図 10】第三の実施形態に係る画素の断面を示す概略図である。

【図 11】第四の実施形態に係る画素の断面を示す概略図である。

【図 12】第五の実施形態に係る入射光の角度の違いを説明する図である。

【図 13】第五の実施形態に係る光電変換装置の撮像領域の概略図である。

50

【図14】第五の実施形態に係る画素の断面を示す概略図である。

【図15】第六の実施形態に係る光電変換システムの構成を示す図である。

【図16】第七の実施形態に係る移動体の構成、動作を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の光電変換装置の構成について、複数の実施形態を用いて説明を行う。

【0010】

以下に述べる各実施形態では、光電変換装置の一例として、撮像装置を中心に説明する。ただし、各実施形態は、撮像装置に限られるものではなく、光電変換装置の他の例にも適用可能である。例えば、測距装置（焦点検出やTOF（Time Of Flight）<sup>10</sup>）を用いた距離測定等の装置）、測光装置（入射光量の測定等の装置）などがある。

【0011】

各実施形態は本発明の一部であり適宜変更可能であるため、発明はこれに限定されるものではない。また複数の実施形態を組み合わせることも可能である。

【0012】

（第一の実施形態）

図1は本実施形態に係る光電変換装置の撮像領域を示す概略図である。

【0013】

図1に示す撮像領域1はアレイ状に配された複数の画素を含み、撮像領域1の周辺部かつ左側に位置する画素11、中央部に位置する画素12、周辺部かつ右側に位置する画素13を含む。なお、図1に示す撮像領域においては点線14の内部を中心部、点線14の外部を周辺部とするが、中心部及び周辺部とはこの点線の位置に限定されるものではなく、相対的に中心に近い中心部よりも相対的に周辺にある部分が周辺部である。画素11～13を含む複数の画素（画素マトリクス）は不図示の半導体基板上に形成してある。<sup>20</sup>

【0014】

撮像領域1を構成する画素の数は、特に限定されるものではない。例えば、一般的なデジタルカメラのように数千行×数千列の画素で撮像領域1を構成してもよく、1行に並べた複数の画素で撮像領域1を構成してもよい。

【0015】

図2は第一の実施形態に係る光電変換装置の画素の断面を示す概略図である。画素11、<sup>30</sup>画素12、画素13の断面構造を以下に説明する。

【0016】

画素のそれぞれは、画素の光入射側（図2上部側）から順にマイクロレンズ26、カラーフィルタ27、フォトダイオード20を有する。

【0017】

フォトダイオード20は光入射側に配置した分離領域23bと光入射側とは反対側に配置した分離領域24bからなる分離部によって左右に2分割され、第1の光電変換部21と第2の光電変換部22が対になっている。第1の光電変換部21と第2の光電変換部22は別々に読み出し可能であり、それぞれの光電変換部から出力された信号を位相差AFに用いる。またそれぞれの光電変換部から出力された信号を合算して撮像画像信号として出力することも可能である。<sup>40</sup>

【0018】

フォトダイオード20は、入射した光を光電変換により電子または正孔に変換することを主な機能とする電荷生成領域23と、電荷生成領域23で生成された電荷を蓄積することを主な機能とする電荷蓄積領域24とを含む光電変換部を有する。本実施形態で蓄積する電荷は電子であり、電荷蓄積領域24内にはN型の不純物がドープされたN型不純物領域25が形成されている。

【0019】

電荷生成領域23では第1の光電変換部21と第2の光電変換部22間の境界部に分離領域23bが形成され、画素内分離部として電荷生成領域同士を分離している。電荷蓄積

領域 2 4 では第 1 の光電変換部 2 1 と第 2 の光電変換部 2 2 の間の境界部に分離領域 2 4 b が形成され、画素内分離部として電荷蓄積領域同士を分離している。

【 0 0 2 0 】

また、隣り合う画素同士は分離領域 2 3 a と分離領域 2 4 a からなる分離部によって分離される。分離領域 2 3 a と分離領域 2 4 a とはいずれも P 型の不純物がドープされることによって形成されたポテンシャル障壁による画素間分離部であり、各画素で生成・蓄積された電荷が混ざらないよう、隣り合う画素同士を分離している。

【 0 0 2 1 】

マイクロレンズ 2 6 はフォトダイオード 2 0 に入射光を集光する。

【 0 0 2 2 】

カラーフィルタ 2 7 は特定の波長域の光のみを透過させて特定の色の光を抽出する。

10

【 0 0 2 3 】

本実施形態に係る光電変換装置は、裏面照射型センサであり、複数の画素のそれぞれはフォトダイオード 2 0 に蓄積された電荷を転送、読み出し、リセットするためのトランジスタや、駆動配線、出力配線等を有する。これらの構成は公知であるため、本明細書では、詳細な説明及び図示は省略する。

【 0 0 2 4 】

図 3 は画素 1 1 ~ 1 3 のそれぞれに対応する電荷蓄積領域 2 4 を画素の光入射側から見た概略図である。

【 0 0 2 5 】

第 1 の光電変換部 2 1 と第 2 の光電変換部 2 2 の境界部に分離領域 2 4 b が形成され、隣接画素との境界部に分離領域 2 4 a が形成されている。電荷蓄積領域 2 4 の 1 画素分の区画を 3 0 としたとき、電荷蓄積領域 2 4 の 1 画素分の区画 3 0 における分離領域 2 4 a 、 2 4 b の相対位置は、画素 1 1 ~ 1 3 を含む複数の画素に関して互いに同じである。

20

【 0 0 2 6 】

ここで、同じ位置とは例えば画素 1 1 と画素 1 2 と画素 1 3 のそれぞれにおいて第二の分離領域 2 4 a と区画 3 0 とが平面視で重なり、 2 4 b が区画 3 0 を二分する位置にあることを言う。

【 0 0 2 7 】

図 4 は画素 1 1 ~ 1 3 のそれぞれの電荷生成領域を画素の光入射側から見た概略図である。

30

【 0 0 2 8 】

図 4 において、各画素の第 1 の光電変換部 2 1 と第 2 の光電変換部 2 2 の境界部に分離領域 2 3 b が形成され、各画素と隣接する画素の境界部に分離領域 2 3 a が形成されている。電荷蓄積領域 2 4 の 1 画素分の区画 3 0 に対して、画素 1 2 における分離領域 2 3 a 、 2 3 b の位置と比べて、画素 1 1 , 1 3 の分離領域 2 3 a 、 2 3 b はそれらの像高に応じたシフト方向とシフト量だけシフトしている。

【 0 0 2 9 】

本明細書において「像高」とは撮像領域中心からの距離（図 1 の画素 1 2 からの距離）を意味する。

40

【 0 0 3 0 】

具体的には、撮像領域 1 の中心部にある画素 1 2 は、入射光がマイクロレンズに対して垂直に入射する。したがって、マイクロレンズからの入射光の大部分は分離領域 2 3 b 上に入射する。分離領域 2 3 a と分離領域 2 4 a 、また分離領域 2 3 b と分離領域 2 4 b とは、光入射側からの平面視で互いに全体が重なる位置にあり、互いにシフトはしていない。

【 0 0 3 1 】

撮像領域の周辺部かつ左側 ( - X 方向 ) に位置する画素 1 1 、周辺部かつ右側 ( + X 方向 ) に位置する画素 1 3 では、画素に入射する光の角度が大きくなる。そのため入射光が分離領域 2 3 b に当たるよう分離領域 2 3 b を各画素の像高に応じてシフトしている。こ

50

のような斜入射光を受光するため、画素 1 1 の分離領域 2 3 b は - X 方向、画素 1 3 の分離領域 2 3 b は + X 方向に、撮像領域中心から離れるように、分離領域 2 4 b に対してシフトしている。したがって、平面視で分離領域 2 3 b と分離領域 2 4 b とは全てが重ならない。

#### 【 0 0 3 2 】

このように分離領域 2 3 b を分離領域 2 4 b に対してシフトすることで、入射光が分離領域 2 3 b に当たるようでき、第 1 の光電変換部と第 2 の光電変換部それぞれで十分な位相差 AF 用信号が得られる。同時に分離領域 2 3 a もシフトさせることで第 1 の光電変換部 2 1 と第 2 の光電変換部 2 2 の光入射面の面積（電荷生成領域の受光面面積）を揃えることができる。分離領域 2 4 a の配置は撮像領域 1 内の画素の位置によらず一定のままであるから、各画素のトランジスタの配置を画素毎に変更する必要はない。したがって、配線層を一定の繰り返し単位を用いて容易に設計・製造することが可能である。

10

#### 【 0 0 3 3 】

次に図 5、図 6 を用いて撮像領域 1 内における分離領域 2 3 a、2 4 a のシフト方向及びシフト量について説明する。

#### 【 0 0 3 4 】

まず、シフト方向については、例えば図 5 に示すように X 方向にのみシフトする場合を考えられる。図 5 に示す場合では、シフト量は撮像領域 1 の中心からの X 方向距離に正比例しており、撮像領域の中心から離れるにしたがって連続的に大きくなる。

20

#### 【 0 0 3 5 】

分離領域 2 3 a のシフト方向は X 方向に限定されず、マイクロレンズを介して入射する入射光の集光位置に電荷生成領域が配されるように分離領域 2 3 a をシフトしても良い。斜入射光の集光位置は、入射角と方位角とで決まる。たとえば入射する光の入射角や方位角によっては、分離領域 2 3 a を撮像領域中心方向へシフトすることもあるし、図 6 に示すように分離領域 2 3 a を画素領域中心部から放射状にシフトさせることもある。

20

#### 【 0 0 3 6 】

このようなシフトでは撮像領域内の行または列単位でシフト量・シフト方向を異ならせることとなるが、分離領域 2 3 a のシフト量・シフト方向は撮像領域中心からの距離に正比例させる場合に限られない。分離領域 2 3 a のシフト量・シフト方向は撮像領域内の各画素における入射光の入射角に応じて適宜調整可能である。例えば撮像領域内を複数の副領域に分割し、各副領域内ではシフト量を一定にするなどしてもかまわない。この副領域の一形態に、上記の撮像領域内の行または列単位の領域がある。

30

#### 【 0 0 3 7 】

また、入射光の入射角が大きくなる画素領域の周辺部については分離領域 2 3 a をシフトさせ、光電変換部の受光面に垂直に入射する入射光が多い画素領域中心部では分離領域 2 3 a をシフトさせない、といった配置も考えられる。

30

#### 【 0 0 3 8 】

分離領域 2 3 a をシフトする際は、分離領域 2 4 a と基板の深さ方向に重なる両者の接続部分を残しておく方が望ましい。すなわち、光入射側から平面視して分離領域 2 3 a と分離領域 2 4 a とが重なるよう、両者の接続部分を残し、光電変換部の入射面側の第一面から第一面に対向する第二面までを分離する一連の分離部とする方が望ましい。

40

#### 【 0 0 3 9 】

分離領域 2 3 a を大きくシフトさせることで分離領域 2 3 a と分離領域 2 4 a の間に電荷のリーク経路ができると、隣接画素へ光電変換後の電荷が漏れる、いわゆる混色が発生し、画質の低下につながるためである。本実施形態に示す構成をとることで、このような混色を低減することが可能である。

#### 【 0 0 4 0 】

分離領域 2 3 b をシフトする際も、分離領域 2 3 a をシフトさせる場合同様、分離領域 2 4 b と光入射側から平面視して重なる、領域 2 3 b と領域 2 4 b の接続部分を残しておく方が望ましい。分離領域 2 3 b と分離領域 2 4 b の間に電荷のリーク経路ができると、

50

本来第1の光電変換部21で読み出されるべき信号が第2の光電変換部22で読み出される、いわゆるクロストークが発生し、位相差AFの精度低下につながるためである。

#### 【0041】

なお、本発明の表面照射型センサでの実施を妨げるものではなく、発明の効果を得られる場合には表面照射型センサにも適用可能である。

#### 【0042】

電荷生成領域23のシフト方向については、電荷生成領域23における第1の光電変換部21と第2の光電変換部22とが並ぶ方向とすることが望ましい。言い換えれば、第1の光電変換部21と第2の光電変換部22とを分離する分離領域23bの長手方向に直交する方向をシフト方向とする。

10

#### 【0043】

本実施形態では第1の光電変換部21と第2の光電変換部22はX方向に並ぶのでX方向にのみ分離領域23bがシフトしているが、シフト方向はこれに限定されるものではない。

#### 【0044】

また、本実施形態では分離領域23aと分離領域23bとのシフト量は同等であるが、必ずしも同じである必要はない。ただし各分離領域のシフト量が異なると第1の光電変換部21と第2の光電変換部22のいずれかで電荷生成領域23の幅が狭められ、光入射可能な角度範囲が狭まる。そのため、本実施形態のように分離領域23aと分離領域23bとのシフト量は等しいことが望ましい。

20

#### 【0045】

上記のように構成された光電変換装置において、電荷蓄積領域24は撮像領域内の画素全てにおいて同じ構造であるため、飽和電荷量や電荷転送特性などを撮像領域内で均一に揃えることが可能である。これにより、撮像領域内で信号量にムラが発生して画質が低下することを抑止することができる。

#### 【0046】

なお、本実施形態では隣り合う電荷生成領域23の分離に一つの分離領域23aを用いているが、一つの分離領域23aの代わりに例えば基板の深さ方向に並んだ複数の分離領域を用いてもよい。この複数の分離領域を、深さ方向に直交する方向に、互いに異なる量だけ第二の分離領域24aに対してシフトさせてもかまわない。例えば第一面側から第二面側まで複数の分離領域が階段状に連続するような構成が考えられる。

30

#### 【0047】

このように分離領域23aを複数に分割することで、分離領域23aを分離領域24aに対して大きくシフトさせる場合も分離領域の幅を太らせることなく上下の分離領域同士での重なりを維持することができる。従って光電変換部の面積を維持したままクロストークを低減することができ、画質の低下を防ぐことができる。

#### 【0048】

また、電荷生成領域23に関しては、撮像領域の周辺部の画素において、分離領域23bが光電変換部上で入射角に合わせてシフトしているため、撮像領域の周辺部においても十分な位相差信号出力を得られるだけの光を受光でき、AF性能向上に寄与する。

40

#### 【0049】

さらに、斜め入射する光を受光するために分離領域23bをシフトさせていても第1の光電変換部21と第2の光電変換部22の光入射面の面積(電荷生成領域23の受光面面積)が互いに等しく、位相差信号を取得可能である。したがって斜め入射する入射光の入射角が大きい場合でも位相差信号を取得可能な入射光角度範囲が広い光電変換装置を提供することが可能である。

#### 【0050】

(第二の実施形態)

図7に第二の実施形態に係る光電変換装置の模式図を示す。以下では、第一の実施形態と共に構成に関する説明は省略し、主に第一の実施形態との相違点について説明する

50

。

### 【0051】

第一の実施形態では、分離領域 23a、23b および分離領域 24a、24b には不純物を光電変換部にドープすることにより形成されたポテンシャル障壁を用いていた。しかし、不純物によるポテンシャル障壁の代わりに、溝（空隙）によるトレンチや、溝に酸化膜等を埋め込んだトレンチを用いることも可能である。

### 【0052】

図 7 に、分離部を全てトレンチの分離領域によって形成した場合の画素 11 を示す。

### 【0053】

分離領域 23c、23d は、基板の電荷生成領域側の表面からエッチングにより溝を形成し、この溝に酸化膜を埋め込んだトレンチである。また分離領域 24c、24d も、基板の電荷蓄積領域側の表面からエッチングにより溝を形成し、この溝に酸化膜を埋め込んだトレンチである。

### 【0054】

トレンチの溝に埋め込む膜は酸化膜以外に窒化膜や金属膜でも良いし、これらの膜を溝に埋め込まずトレンチの溝内部が空隙のままでも良い。トレンチによる分離部も、不純物による分離部と同じく、隣り合う光電変換部間での電荷のクロストークの抑制を目的としているので、分離領域 23c、23d と分離領域 24c、24dとの間には隙間ができないようになることが望ましい。

### 【0055】

図 7 では分離部のすべてをトレンチとしたが、分離部は、不純物によるポテンシャル障壁とトレンチの一方だけを用いた構造に限らず、図 8 と図 9 に示す様に不純物によるポテンシャル障壁とトレンチとを組み合わせた構造としてもよい。

### 【0056】

図 8 は、電荷蓄積領域 24 側に不純物によるポテンシャル障壁を備える分離領域を形成し、電荷生成領域 23 側にトレンチによる分離領域を形成した形態を示す概略図である。

### 【0057】

図 9 は一画素を構成する第 1 の光電変換部 21 と第 2 の光電変換部 22 とを不純物によるポテンシャル障壁で分離し、隣接する画素同士をトレンチで分離する形態を示す概略図である。

### 【0058】

図 8 と図 9 のいずれの形態においても実施形態 1 で述べたように垂直に入射する入射光から大きな入射角で斜め入射する入射光まで、幅広い角度の入射光に対しても位相差信号を取得可能な光電変換装置を提供することが可能となる。

### 【0059】

また、図 8 と図 9 では電荷生成領域 23 側と電荷蓄積領域 24 側とにそれぞれ一つの分離領域が対応しているが、領域 23 側と領域 24 側の一方又は両方の側に、基板の深さ方向に部分的に重なる複数の分離領域を対応させてもよい。この複数の分離領域を、不純物によるポテンシャル障壁を備える分離領域とトレンチによる分離領域とを組み合わせた構造としてもかまわない。

### 【0060】

#### （第三の実施形態）

図 10 に第三の実施形態に係る光電変換装置の模式図を示す。以下では、第一の実施形態と共に通する構成に関する説明は省略し、主に第一の実施形態との相違点について説明する。

### 【0061】

図 10 において、光電変換装置のフォトダイオード 20 とマイクロレンズ 26 との間に隣接画素への光漏れを防止する遮光壁 101 が設けられている。本実施形態は、図 2 に示した第一の実施形態の構造に対して遮光壁 101 を追加した点が特徴であり、遮光壁 101 を、カラーフィルタ 27 により抽出された色光が透過しない金属によって形成すること

10

20

30

40

50

により、隣接する画素への混色を防止する。

#### 【0062】

本実施形態では、撮像領域の周辺部の画素において、分離領域23aと分離領域23bとが電荷蓄積領域24に対して撮像領域の中心から離れる方向にシフトしている。分離領域23aは、実質的に1画素の光電変換を行う電荷生成領域を規定している。

#### 【0063】

そのためフォトダイオード20上の遮光壁101も分離領域23aと同じ方向に同じ量だけシフトさせることができ、本実施形態の遮光壁101は、分離領域23aと重なるように電荷蓄積領域24に対してシフトした状態で形成されている。

#### 【0064】

同様の理由で遮光壁101上に在るカラーフィルタ27も分離領域23aのシフトと同じ方向に同じ量だけシフトしている。

#### 【0065】

本実施形態ではフォトダイオード20とマイクロレンズ26の間に、遮光壁101とカラーフィルタ27を配置している。フォトダイオード20とマイクロレンズ26の間に層内レンズ等の他の光学構造をも有する場合は、同光学構造に対しても同様のシフトを行うといい。

#### 【0066】

このように光電変換部上に形成される光学構造をシフトさせることで、遮光壁101と分離領域23aの間やカラーフィルタ27と遮光壁101の間から隣接画素へ光漏れが起こることを防止できる。

#### 【0067】

(第四の実施形態)

図11に第四の実施形態に係る光電変換装置の模式図を示す。以下では、第一の実施形態と共通する構成に関する説明は省略し、主に第一の実施形態との相違点について説明する。

#### 【0068】

図11において、図2に示した第一の実施形態における電荷生成領域23と電荷蓄積領域24の間に、分離部111が追加されている。

#### 【0069】

分離部111はP型の不純物をドープすることにより形成されたポテンシャル障壁であり、電荷生成領域23と電荷蓄積領域24とをこのポテンシャル障壁によって部分的に分離している。分離していない領域は、電荷生成領域23から電荷蓄積領域24へ電荷の移動が可能なように各光電変換部の一部に設けた不純物をドープしていない領域である。不純物をドープしていない領域のZ方向から観た形状は、円形であっても、スリット状の細長い形状でも良い。

#### 【0070】

分離部111は、分離領域23a、23bが大きくシフトし分離領域23a、23bと分離領域24a、24bとが光入射側から平面視で重なる部分が無くなってしまって、分離領域23a、23bと分離領域24a、24bとをつなげる分離領域として機能する。したがって、マイクロレンズへの入射光の角度が大きく、分離領域23a、23bを分離領域23a、23bの幅よりも大きくシフトする必要がある場合も、隣接する光電変換部への電荷のリーク経路が生じることがない。

#### 【0071】

本実施形態によれば、光電変換部間のクロストークを抑止しつつ、位相差信号を取得可能な、入射光の入射角範囲を最大限に拡げることが可能となる。

#### 【0072】

(第五の実施形態)

図12～14を用いて第五の実施形態について説明する。以下では、第一の実施形態と共通する構成に関する説明は省略し、主に第一の実施形態との相違点について説明する。

10

20

30

40

50

**【 0 0 7 3 】**

レンズ交換式のカメラにおいては、1つの光電変換装置に対して射出瞳の位置が互いに異なる複数種の撮像レンズのうちのどのレンズを装着しても精度良く位相差AFを行うことが求められる。

**【 0 0 7 4 】**

図12は、撮像レンズの種類によって撮像領域の周辺部の画素に入射する光の角度が変化することを説明する図である。撮像レンズの射出瞳121と撮像領域1との距離（以下、瞳距離）が短距離の場合を図12(a)、中距離の場合を図12(b)、長距離の場合を図12(c)に示す。それぞれの場合における主光線を28a、28b、28cとする。

10

**【 0 0 7 5 】**

瞳距離が短い場合(図12(a))、主光線28aは周辺画素に対して斜めに入射する。

**【 0 0 7 6 】**

瞳距離が長い場合(図12(c))、主光線28cは周辺画素に対して比較的垂直に近い角度で入射する。

**【 0 0 7 7 】**

短距離から長距離にわたる様々な瞳距離に対して位相差AFの精度を維持するため、本実施形態では撮像領域を構成する画素マトリクスの行毎に分離領域23a、23bのシフト方向及びシフト量を変化させた。この各行が位相差AF行である。

20

**【 0 0 7 8 】**

具体的な分離領域のシフト方向及びシフト量を、図13及び図14を用いて説明する。

**【 0 0 7 9 】**

図13の画素行130aは図12(a)に示した瞳距離が短いレンズに対して分離領域23a、23bのシフトの方向と量とが最適化された位相差AF行である。図14(a)に示すように分離領域23a、23bを撮像領域の中央部から遠ざけるようにシフトしている。

**【 0 0 8 0 】**

図13の画素行130bは図12(b)に示した瞳距離が中程度のレンズに対して分離領域23a、23bのシフトの方向と量とが最適化された位相差AF行である。図14(b)に示すように分離領域23a、23bのシフトではなく、分離領域24a、24bと同じ位置に形成されている。

30

**【 0 0 8 1 】**

図13の画素行130cは図12(c)に示した瞳距離が長いレンズに対して分離領域23a、23bのシフトの方向と量とが最適化された位相差AF行である。図14(c)に示すように分離領域23a、23bを撮像領域中央に近づけるようにシフトしている。

**【 0 0 8 2 】**

上記のように異なる瞳距離に最適化された画素行130a、130b、130cは撮像領域内に所定の間隔を置いて繰り返し配置される。撮像領域全域で位相差AFが可能であるとともに、取り付けられている撮像レンズの瞳距離情報によって、位相差AFに用いる画素行を選択可能である。

40

**【 0 0 8 3 】**

例えば、瞳距離が短い撮像レンズがカメラに取り付けられているときは、複数の画素行130aの出力のみで生成された画像より位相差AFを行う。

**【 0 0 8 4 】**

また、瞳距離が中程度の撮像レンズがカメラに取り付けられているときは、複数の画素行130bの出力のみで生成された画像より位相差AFを行う。同様に、瞳距離が長い撮像レンズがカメラに取り付けられているときは、複数の画素行130cの出力のみで生成された画像より位相差AFを行う。

**【 0 0 8 5 】**

50

このように、取り付けられている撮像レンズの瞳距離に応じて、光電変換装置における位相差 A F の信号読み出し行を選択することで、より高精度な位相差 A F を行うことが可能である。

#### 【 0 0 8 6 】

また本実施形態では分離領域 2 3 a、2 3 b のシフト方向とシフト量とを行毎に変えているが、マイクロレンズ 2 6 はシフトさせず、撮像領域面内で X - Y 方向それぞれに均一な間隔で配置している。仮にマイクロレンズ 2 6 の位置を分離領域 2 3 a、2 3 b のシフトに合わせて変化させると、光学的な画素配列がくずれ、例えば縦方向 (Y 方向) に走る線状パターンを撮影した場合に輪郭がガタつき画質の劣化を引き起こす懸念がある。本実施形態のようにマイクロレンズ 2 6 を均一な間隔で配置することで、撮影画像の品質を劣化させることなく、位相差 A F の精度を向上させることが可能となる。

#### 【 0 0 8 7 】

(第六の実施形態)

本実施形態による光電変換システムについて、図 1 5 を用いて説明する。図 1 5 は、本実施形態による光電変換システムの概略構成を示すブロック図である。

#### 【 0 0 8 8 】

上記第一～第五の実施形態で述べた光電変換装置（撮像装置）は、種々の光電変換システムに適用可能である。適用可能な光電変換システムの例としては、デジタルスチルカメラ、デジタルカムコーダ、監視カメラ、複写機、ファックス、携帯電話、車載カメラ、観測衛星などが挙げられる。また、レンズなどの光学系と撮像装置とを備えるカメラモジュールも、光電変換システムに含まれる。図 1 5 には、これらのうちの一例として、デジタルスチルカメラのブロック図を例示している。

#### 【 0 0 8 9 】

図 1 5 に例示した光電変換システムは、光電変換装置の一例である撮像装置 1 0 0 4、被写体の光学像を撮像装置 1 0 0 4 に結像させるレンズ 1 0 0 2 を備える。さらに、レンズ 1 0 0 2 を通過する光量を可変にするための絞り 1 0 0 3、レンズ 1 0 0 2 の保護のためのバリア 1 0 0 1 を有する。レンズ 1 0 0 2 及び絞り 1 0 0 3 は、撮像装置 1 0 0 4 に光を集光する光学系である。撮像装置 1 0 0 4 は、上記のいずれかの実施形態の光電変換装置（撮像装置）であって、レンズ 1 0 0 2 により結像された光学像を電気信号に変換する。

#### 【 0 0 9 0 】

光電変換システムは、また、撮像装置 1 0 0 4 より出力される出力信号の処理を行うことで画像を生成する画像生成部である信号処理部 1 0 0 7 を有する。信号処理部 1 0 0 7 は、必要に応じて各種の補正、圧縮を行って画像データを出力する動作を行う。信号処理部 1 0 0 7 は、撮像装置 1 0 0 4 が設けられた半導体基板に形成されていてもよいし、撮像装置 1 0 0 4 とは別の半導体基板に形成されていてもよい。

#### 【 0 0 9 1 】

光電変換システムは、更に、画像データを一時的に記憶するためのメモリ部 1 0 1 0、外部コンピュータ等と通信するための外部インターフェース部（外部 I / F 部）1 0 1 3 を有する。更に光電変換システムは、撮像データの記録又は読み出しを行うための半導体メモリ等の記録媒体 1 0 1 2、記録媒体 1 0 1 2 に記録又は読み出しを行うための記録媒体制御インターフェース部（記録媒体制御 I / F 部）1 0 1 1 を有する。なお、記録媒体 1 0 1 2 は、光電変換システムに内蔵されていてもよく、着脱可能であってもよい。

#### 【 0 0 9 2 】

更に光電変換システムは、各種演算とデジタルスチルカメラ全体を制御する全体制御・演算部 1 0 0 9、撮像装置 1 0 0 4 と信号処理部 1 0 0 7 に各種タイミング信号を出力するタイミング発生部 1 0 0 8 を有する。ここで、タイミング信号などは外部から入力されてもよく、光電変換システムは少なくとも撮像装置 1 0 0 4 と、撮像装置 1 0 0 4 から出力された出力信号を処理する信号処理部 1 0 0 7 とを有すればよい。

#### 【 0 0 9 3 】

10

20

30

40

50

撮像装置 1004 は、撮像信号を信号処理部 1007 に出力する。信号処理部 1007 は、撮像装置 1004 から出力される撮像信号に対して所定の信号処理を実施し、画像データを出力する。信号処理部 1007 は、撮像信号を用いて、画像を生成する。

#### 【0094】

このように、本実施形態によれば、上記のいずれかの実施形態の光電変換装置（撮像装置）を適用した光電変換システムを実現することができる。

#### 【0095】

##### （第七の実施形態）

本実施形態の光電変換システム及び移動体について、図 16 を用いて説明する。図 16 は、本実施形態の光電変換システム及び移動体の構成を示す図である。

10

#### 【0096】

図 16 (a) は、車載カメラに関する光電変換システムの一例を示したものである。光電変換システム 300 は、撮像装置 310 を有する。撮像装置 310 は、上記のいずれかの実施形態に記載の光電変換装置（撮像装置）である。光電変換システム 300 は、撮像装置 310 により取得された複数の画像データに対し、画像処理を行う画像処理部 312 と、光電変換システム 300 により取得された複数の画像データから視差（視差画像の位相差）の算出を行う視差取得部 314 を有する。また、光電変換システム 300 は、算出された視差に基づいて対象物までの距離を算出する距離取得部 316 と、算出された距離に基づいて衝突可能性があるか否かを判定する衝突判定部 318 と、を有する。ここで、視差取得部 314 や距離取得部 316 は、対象物までの距離情報を取得する距離情報取得手段の一例である。すなわち、距離情報とは、視差、デフォーカス量、対象物までの距離等に関する情報である。衝突判定部 318 はこれらの距離情報のいずれかを用いて、衝突可能性を判定してもよい。距離情報取得手段は、専用に設計されたハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアモジュールによって実現されてもよい。また、FPGA (Field Programmable Gate Array) やASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等によって実現されてもよいし、これらの組合せによって実現されてもよい。

20

#### 【0097】

光電変換システム 300 は車両情報取得装置 320 と接続されており、車速、ヨーレート、舵角などの車両情報を取得することができる。また、光電変換システム 300 は、衝突判定部 318 での判定結果に基づいて、車両に対して制動力を発生させる制御信号を出力する制御部である制御 ECU 330 が接続されている。また、光電変換システム 300 は、衝突判定部 318 での判定結果に基づいて、ドライバーへ警報を発する警報装置 340 とも接続されている。例えば、衝突判定部 318 の判定結果として衝突可能性が高い場合、制御 ECU 330 はブレーキをかける、アクセルを戻す、エンジン出力を抑制するなどして衝突を回避、被害を軽減する車両制御を行う。警報装置 340 は音等の警報を鳴らす、カーナビゲーションシステムなどの画面に警報情報を表示する、シートベルトやステアリングに振動を与えるなどしてユーザに警告を行う。

30

#### 【0098】

本実施形態では、車両の周囲、例えば前方又は後方を光電変換システム 300 で撮像する。図 16 (b) に、車両前方（撮像範囲 350）を撮像する場合の光電変換システムを示した。車両情報取得装置 320 が、光電変換システム 300 ないしは撮像装置 310 に指示を送る。このような構成により、測距の精度をより向上させることができる。

40

#### 【0099】

上記では、他の車両と衝突しないように制御する例を説明したが、他の車両に追従して自動運転する制御や、車線からはみ出さないように自動運転する制御などにも適用可能である。更に、光電変換システムは、自車両等の車両に限らず、例えば、船舶、航空機あるいは産業用ロボットなどの移動体（移動装置）に適用することができる。加えて、移動体に限らず、高度道路交通システム（ITS）等、広く物体認識を利用する機器に適用することができる。

50

**【 0 1 0 0 】****[ 変形実施形態 ]**

本発明は、上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

**【 0 1 0 1 】**

例えば、いずれかの実施形態の一部の構成を他の実施形態に追加した例や、他の実施形態の一部の構成と置換した例も、本発明の実施形態に含まれる。

**【 0 1 0 2 】**

また、本発明の各実施形態における回路は、一枚の半導体基板に形成しても、2つ以上の半導体基板に配置して、それらの基板を貼り合わせた積層構造にしてもよい。例えば回路を分割するか、回路や機能を追加するなどして3枚以上の基板からなる積層構造にしてよい。

10

**【 0 1 0 3 】**

また、上記第六の実施形態、第七の実施形態に示した光電変換システムは、光電変換装置を適用しうる光電変換システム例を示したものであって、本発明の光電変換装置を適用可能な光電変換システムは図15及び図16に示した構成に限定されるものではない。

**【 0 1 0 4 】**

上記実施形態は、いずれも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

20

**【 符号の説明 】****【 0 1 0 5 】**

1 撮像領域

2 0 フォトダイオード

2 3 a 分離部

2 3 b 分離部

2 4 a 分離部

2 4 b 分離部

2 6 マイクロレンズ

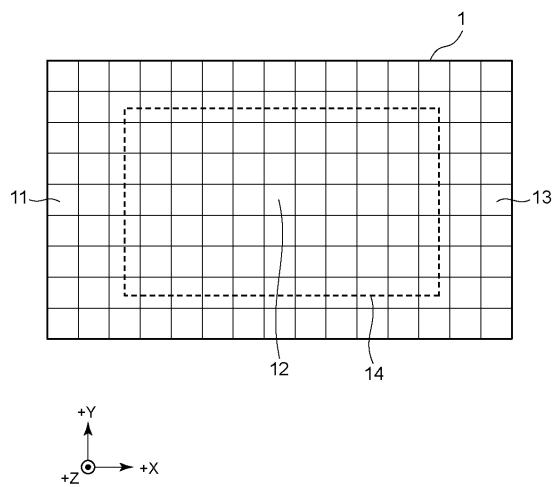
30

40

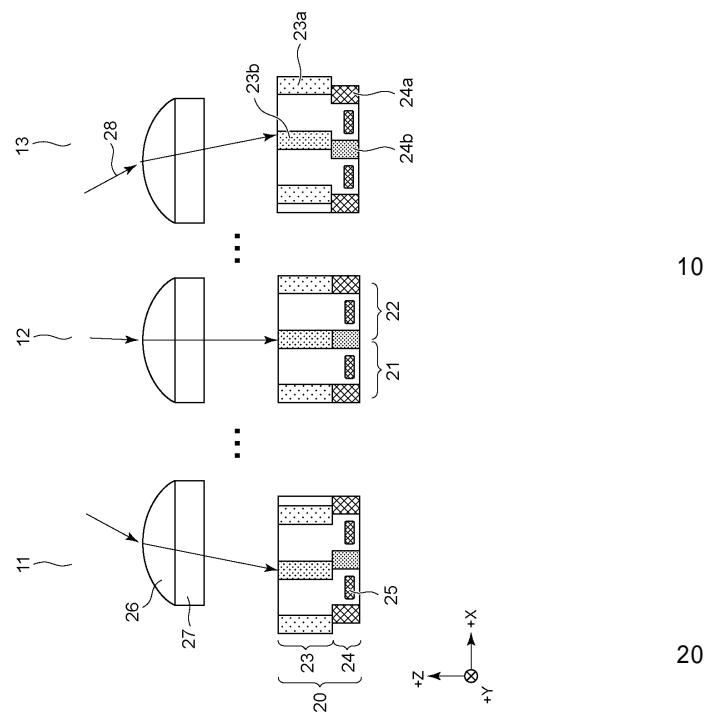
50

【図面】

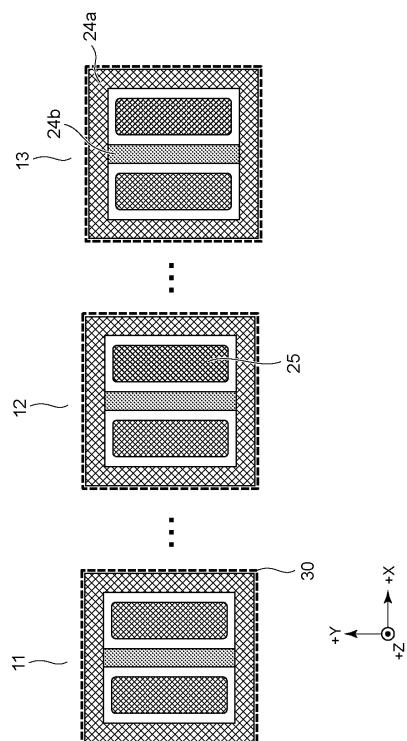
【図1】



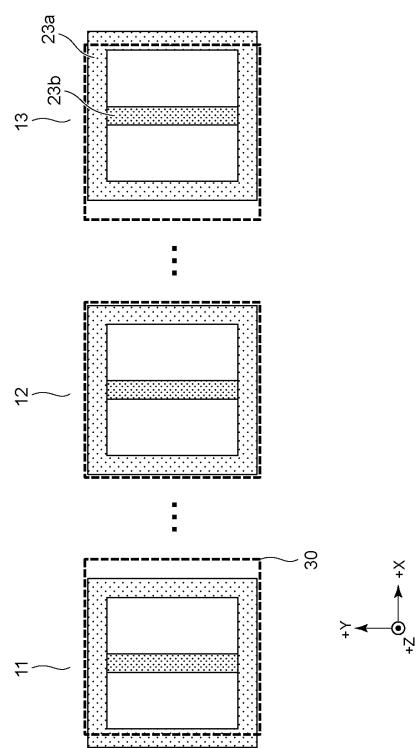
【図2】



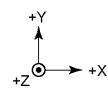
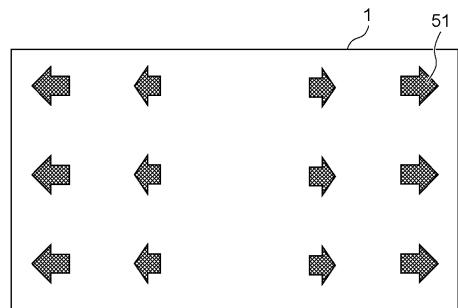
【図3】



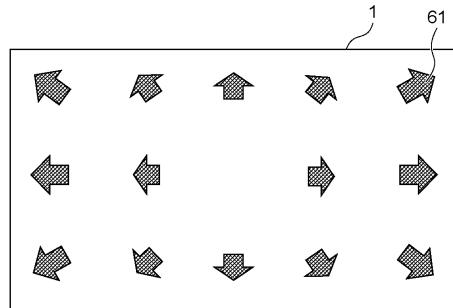
【図4】



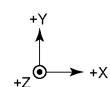
【図5】



【図6】

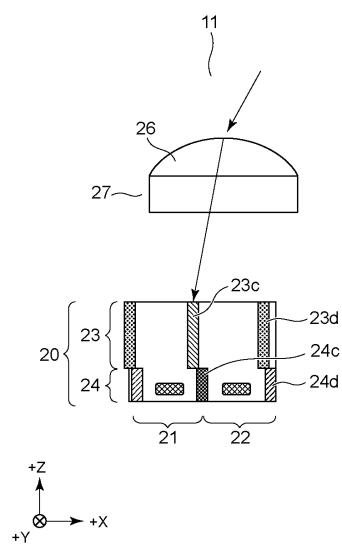


10

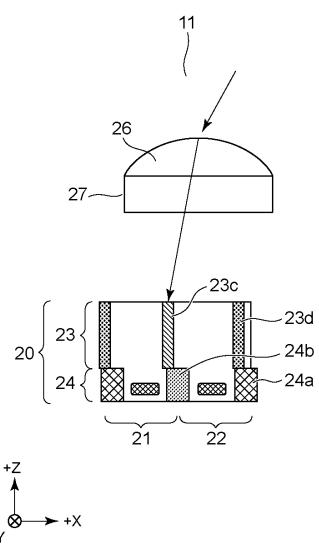


20

【図7】



【図8】

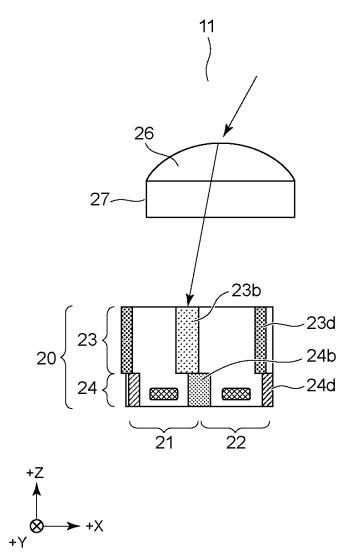


30

40

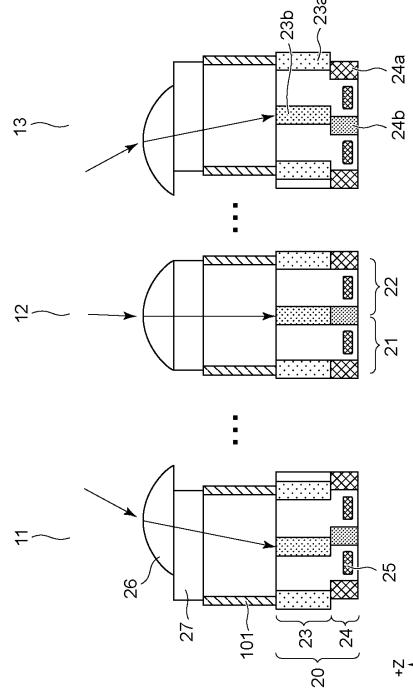
50

【図9】



+z  
+y  
+x

【図10】

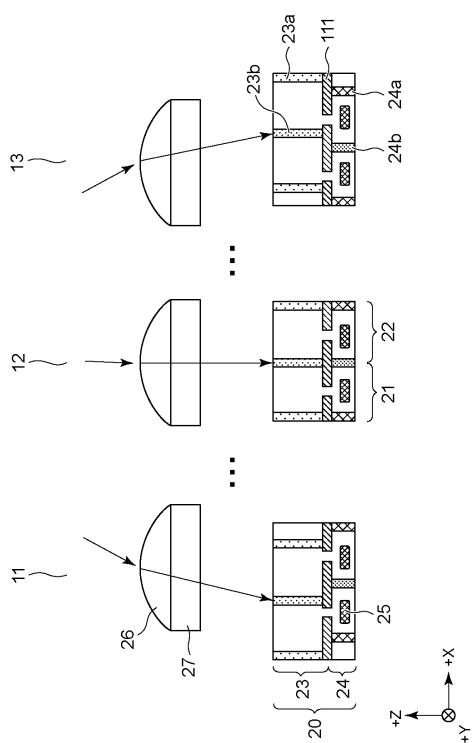


10

+z  
+y  
+x

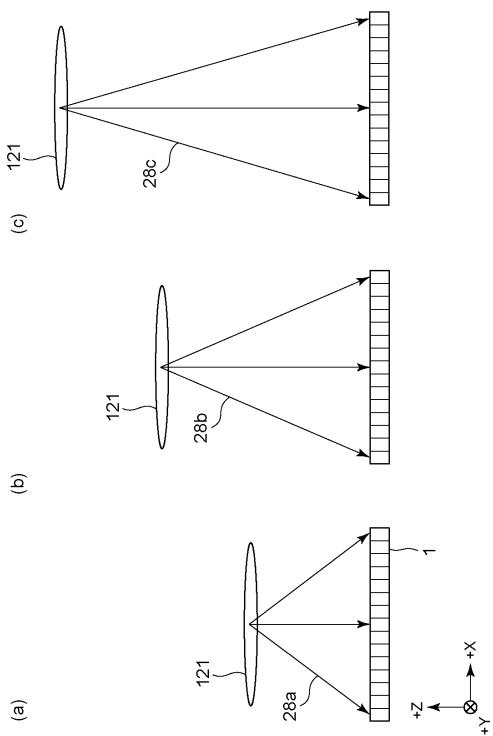
20

【図11】



+z  
+y  
+x

【図12】

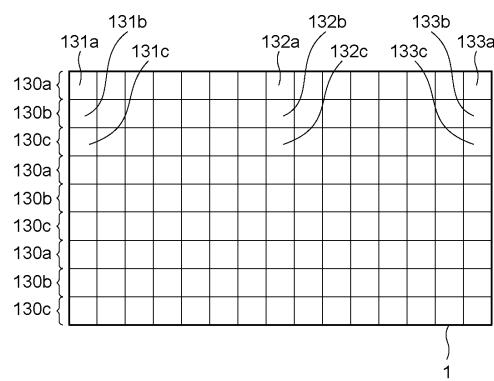


30

40

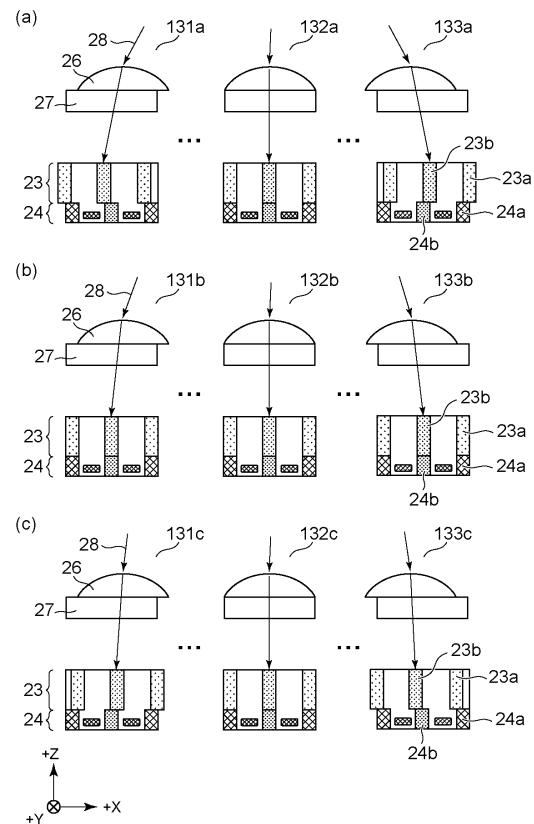
50

【図13】



+Y  
+Z  
+X

【図14】



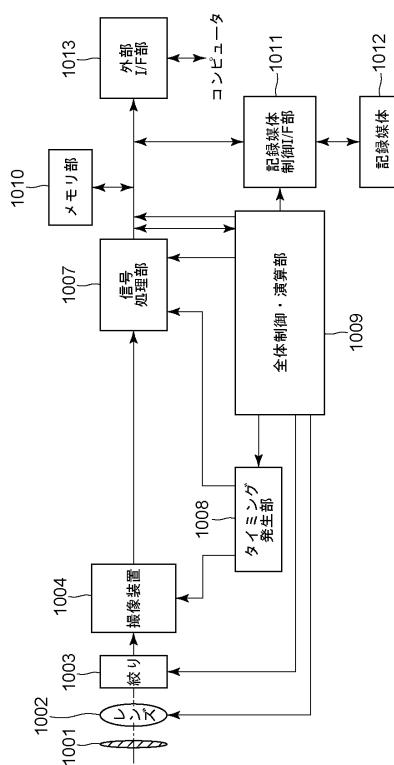
10

20

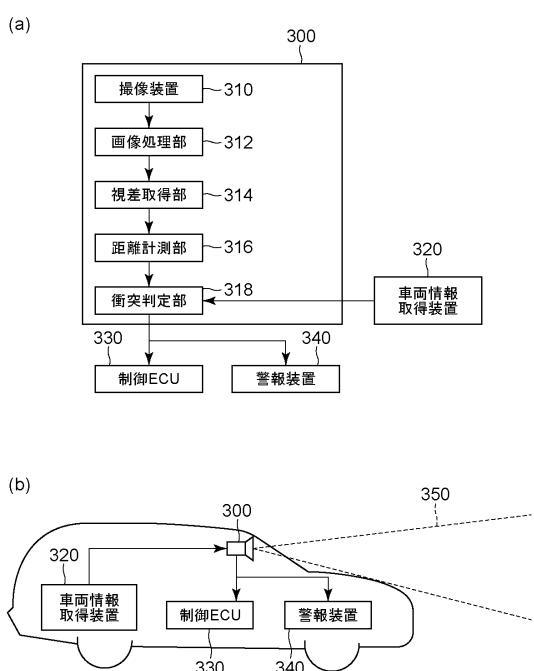
30

40

【図15】



【図16】



50

---

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

(72)発明者 岡本 康平

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 福田 浩一

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

F ターム（参考） 4M118 AA10 AB01 AB03 BA09 CA02 CA22 FA06 FA08 FA26 FA27  
FA28 FA38 GA02 GB03 GB07 GC07 GD03 GD04 HA24 HA25  
5C024 CY17 EX12 EX43 GX03 GX14 GY31