

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-140524

(P2024-140524A)

(43)公開日 令和6年10月10日(2024.10.10)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 27/146(2006.01)	H 0 1 L 27/146	A 4 M 1 1 8
H 0 1 L 31/107(2006.01)	H 0 1 L 31/10	B 5 C 0 2 4
H 0 4 N 25/70 (2023.01)	H 0 4 N 25/70	5 F 1 4 9

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全29頁)

(21)出願番号	特願2023-51698(P2023-51698)	(71)出願人	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和5年3月28日(2023.3.28)	(74)代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
		(74)代理人	100223941 弁理士 高橋 佳子
		(74)代理人	100159695 弁理士 中辻 七朗
		(74)代理人	100172476 弁理士 富田 一史
		(74)代理人	100126974 弁理士 大朋 靖尚
		(72)発明者	白髭 大貴 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ 最終頁に続く

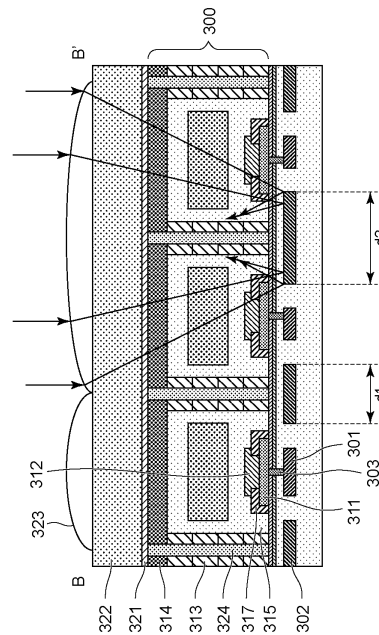
(54)【発明の名称】 光電変換装置

(57)【要約】

【課題】 光電変換装置の性能向上

【解決手段】 複数の画素を有する光電変換装置であって、第1の面と、前記第1の面に対向する第2の面を備え、複数のAPDを有する半導体層と、第1の配線と、第2の配線とを備え、前記第1の面の側に設けられた配線層と、を有し、前記複数の画素のそれぞれは、第1のAPDと、前記第1のAPDと第1の方向で隣り合う第2のAPDと、前記第1のAPDと前記第2のAPDに共通して配され、前記第2の面の側に設けられるMLを含み、前記第1の方向において、前記複数の画素同士の間配された前記第1の配線の幅よりも、前記第1のAPDの前記第2の配線と前記第2のAPDの前記第2の配線との間に配された前記第1の配線の幅が広いことを特徴とする光電変換装置。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の画素を有する光電変換装置であって、

第 1 の面と、前記第 1 の面に対向する第 2 の面を備え、複数のアバランシェフォトダイオードを有する半導体層と、

第 1 の配線と、第 2 の配線とを備え、前記第 1 の面の側に設けられた配線層と、を有し

、前記複数の画素のそれぞれは、

第 1 のアバランシェフォトダイオードと、

前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと第 1 の方向で隣り合う第 2 のアバランシェ
フォトダイオードと、 10

前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと前記第 2 のアバランシェフォトダイオード
に共通して配され、前記第 2 の面の側に設けられるマイクロレンズを含み、

前記第 1 の方向において、前記複数の画素同士の間配された前記第 1 の配線の幅より
も、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線と前記第 2 のアバランシ
ェフォトダイオードの前記第 2 の配線との間に配された前記第 1 の配線の幅が広いことを
特徴とする光電変換装置。

【請求項 2】

前記第 1 の配線は前記アバランシェフォトダイオードの一方の端子に電圧を供給し、

前記第 2 の配線は前記アバランシェフォトダイオードの他方の端子に電圧を供給するこ
とを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換装置。 20

【請求項 3】

前記第 1 のアバランシェフォトダイオードは、前記第 1 の面の側から順に第 1 導電型の
第 1 半導体領域と、前記第 1 半導体領域との間で P N 接合を構成する第 2 導電型の第 2 半
導体領域と、を含み、

平面視において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線は、前記
第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 1 半導体領域と重な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 4】

平面視において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 1 半導体領域の形
状と、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線の形状とは相似である
ことを特徴とする請求項 3 に記載の光電変換装置。 30

【請求項 5】

前記複数の画素のそれぞれは第 3 のアバランシェフォトダイオードと第 4 のアバランシ
ェフォトダイオードとを含み、

前記第 3 のアバランシェフォトダイオードと前記第 4 のアバランシェフォトダイオード
とは前記第 1 のアバランシェフォトダイオード及び前記第 2 のアバランシェフォトダイオ
ードと前記マイクロレンズを共有す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 6】

請求項 1 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。 40

【請求項 7】

請求項 1 に記載の光電変換装置を含む移動体であって、

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。

【請求項 8】

複数の画素を有する光電変換装置であって、

第 1 の面と、前記第 1 の面に対向する第 2 の面を備え、複数のアバランシェフォトダイ
オードを有する半導体層と、 50

第 1 の配線と、第 2 の配線とを備え、前記第 1 の面の側に設けられた配線層と、を有し

、
前記複数の画素のそれぞれは、

第 1 のアバランシェフォトダイオードと、

前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと第 1 の方向で隣り合う第 2 のアバランシェ
フォトダイオードと、

前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと前記第 2 のアバランシェフォトダイオード
に共通して配され、前記第 2 の面の側に設けられるマイクロレンズを含み、

前記第 1 の方向において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線
と前記第 2 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線との間に前記第 1 の配線を
設けないことを特徴とする光電変換装置。 10

【請求項 9】

前記第 1 の配線は前記アバランシェフォトダイオードの一方の端子に電圧を供給し、

前記第 2 の配線は前記アバランシェフォトダイオードの他方の端子に電圧を供給するこ
とを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換装置。

【請求項 10】

前記第 1 のアバランシェフォトダイオードは、前記第 1 の面の側から順に第 1 導電型の
第 1 半導体領域と、前記第 1 半導体領域との間で P N 接合を構成する第 2 導電型の第 2 半
導体領域と、を含み、

平面視において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線は、前記
第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 1 半導体領域と重なることを特徴とする請
求項 8 に記載の光電変換装置。 20

【請求項 11】

平面視において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 1 半導体領域の形
状と、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線の形状とは相似である
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 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線の重心が、前記第 1 のアバ
ランシェフォトダイオードの中心よりも前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと前記
第 2 のアバランシェフォトダイオードとの対向する辺から遠いことを特徴とする請求項 8
に記載の光電変換装置。 30

【請求項 13】

前記第 2 の配線の第 1 の辺と、前記辺との距離は、前記第 2 の配線の前記第 1 の辺に対
向する第 2 の辺と、前記第 2 の辺に対向する前記第 1 の配線との距離よりも遠いことを特
徴とする請求項 12 に記載の光電変換装置。

【請求項 14】

前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線の重心が、前記第 1 のアバ
ランシェフォトダイオードの中心よりも前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと前記
第 2 のアバランシェフォトダイオードとの対向する辺に近いことを特徴とする請求項 8 に
記載の光電変換装置。 40

【請求項 15】

前記第 2 の配線の第 1 の辺と、前記辺との距離は、前記第 2 の配線の前記第 1 の辺に対
向する第 2 の辺と、前記第 2 の辺に対向する前記第 1 の配線との距離と、前記第 1 の配線
の幅の和よりも近いことを特徴とする請求項 14 に記載の光電変換装置。

【請求項 16】

前記複数の画素のそれぞれは第 3 のアバランシェフォトダイオードと第 4 のアバランシ
ェフォトダイオードとを含み、

前記第 3 のアバランシェフォトダイオードと前記第 4 のアバランシェフォトダイオード
とは前記第 1 のアバランシェフォトダイオード及び前記第 2 のアバランシェフォトダイオ
ードと前記マイクロレンズを共有することを特徴とする請求項 8 に記載の光電変換装置。 50

【請求項 17】

請求項 8 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 8 に記載の光電変換装置を含む移動体であって、
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。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

【0001】

本発明は、光電変換装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

アバランシェフォトダイオード（以下、APD）を含む光電変換装置が知られている。特許文献 1 には APD を含む複数の画素上に 1 つのマイクロレンズを配置することにより位相差検出を可能とした構成が示されている。また、特許文献 2 には、感度の向上を目的として APD を含む複数の画素にメタル配線による反射構造を設ける構成が示されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】**【0003】**

【特許文献 1】特開 2020 - 141122 号公報

【特許文献 2】特開 2018 - 088488 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

先行文献 1 に開示された構成では配線層中への光の侵入により感度の低下や隣接画素へのクロストークが懸念される。また、複数の APD 上に 1 つのマイクロレンズを配置した光電変換装置に先行文献 2 に開示された構成を適用した場合、1 つの APD 上に 1 つのマイクロレンズを配置した場合と比較して集光位置に対するメタル配線の配置が最適でなくなる。そのため、感度の低下やクロストークの増加を引き起こす可能性がある。

30

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明の一つの側面は、複数の画素を有する光電変換装置であって、第 1 の面と、前記第 1 の面に対向する第 2 の面を備え、複数のアバランシェフォトダイオードを有する半導体層と、第 1 の配線と、第 2 の配線とを備え、前記第 1 の面の側に設けられた配線層と、を有し、前記複数の画素のそれぞれは、第 1 のアバランシェフォトダイオードと、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと第 1 の方向で隣り合う第 2 のアバランシェフォトダイオードと、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと前記第 2 のアバランシェフォトダイオードに共通して配され、前記第 2 の面の側に設けられるマイクロレンズを含み、前記第 1 の方向において、前記複数の画素同士の間配された前記第 1 の配線の幅よりも、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線と前記第 2 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線との間に配された前記第 1 の配線の幅が広いことを特徴とする。

40

【0006】

本発明の別の側面は、複数の画素を有する光電変換装置であって、第 1 の面と、前記第 1 の面に対向する第 2 の面を備え、複数のアバランシェフォトダイオードを有する半導体層と、第 1 の配線と、第 2 の配線とを備え、前記第 1 の面の側に設けられた配線層と、を有し、前記複数の画素のそれぞれは、第 1 のアバランシェフォトダイオードと、前記第 1

50

のアバランシェフォトダイオードと第 1 の方向で隣り合う第 2 のアバランシェフォトダイオードと、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと前記第 2 のアバランシェフォトダイオードに共通して配され、前記第 2 の面の側に設けられるマイクロレンズを含み、前記第 1 の方向において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線と前記第 2 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線との間に前記第 1 の配線を設けないことを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、光電変換装置の性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0008】

【図 1】撮像装置の概略図である。

【図 2】画素アレイの概略図である。

【図 3】撮像装置のブロック図である。

【図 4】画素の等価回路図である。

【図 5】SPAD画素の動作説明図である。

【図 6】画素の断面図の比較例である。

【図 7】画素の平面図の比較例である。

【図 8】第 1 実施形態に係る撮像装置の画素の平面図である。

【図 9】第 1 実施形態に係る撮像装置の画素の断面図である。

20

【図 10】第 1 実施形態に係る撮像装置の画素の断面図である。

【図 11】第 2 実施形態に係る撮像装置の画素の平面図である。

【図 12】第 2 実施形態に係る撮像装置の画素の断面図である。

【図 13】第 3 実施形態に係る撮像装置の画素の平面図である。

【図 14】第 4 実施形態に係る撮像装置の画素の平面図である。

【図 15】第 4 実施形態に係る撮像装置の画素の断面図である。

【図 16】第 5 実施形態に係る撮像装置の画素の平面図である。

【図 17】第 5 実施形態に係る撮像装置の画素の断面図である。

【図 18】第 6 実施形態に係る撮像装置の画素の平面図である。

【図 19】第 6 実施形態に係る撮像装置の画素の断面図である。

30

【図 20】第 5 の実施形態にかかる光電変換システムの機能ブロック図である。

【図 21】第 6 の実施形態にかかる光電変換システムの機能ブロック図である。

【図 22】第 7 の実施形態にかかる光電変換システムの機能ブロック図である。

【図 23】第 8 の実施形態にかかる光電変換システムの機能ブロック図である。

【図 24】第 9 の実施形態にかかる光電変換システムの機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に示す形態は、本発明の技術思想を具体化するためのものであって、本発明を限定するものではない。各図面が示す部材の大きさや位置関係は、説明を明確にするために誇張していることがある。以下の説明において、同一の構成については同一の番号を付して説明を省略することがある。

40

【0010】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下の説明では、必要に応じて特定の方向や位置を示す用語（例えば、「上」、「下」、「右」、「左」及び、それらの用語を含む別の用語）を用いる。それらの用語の使用は図面を参照した実施形態の理解を容易にするためであって、それらの用語の意味によって本発明の技術的範囲が限定されるものではない。

【0011】

以下の説明において、アバランシェフォトダイオード（APD）のアノードを固定電位とし、カソード側から信号を取り出している。したがって、信号電荷と同じ極性の電荷を

50

多数キャリアとする第1導電型の半導体領域とはN型半導体領域であり、信号電荷と異なる極性の電荷を多数キャリアとする第2導電型の半導体領域とはP型半導体領域である。なお、APDのカソードを固定電位とし、アノード側から信号を取り出す場合でも本発明は成立する。この場合は、信号電荷と同じ極性の電荷を多数キャリアとする第1導電型の半導体領域はP型半導体領域であり、信号電荷と異なる極性の電荷を多数キャリアとする第2導電型の半導体領域とはN型半導体領域である。以下では、APDの一方のノードを固定電位とする場合について説明するが、両方のノードの電位が変動してもよい。

【0012】

本明細書において、単に「不純物濃度」という用語が使われた場合、逆導電型の不純物によって補償された分を差し引いた正味の不純物濃度を意味している。つまり、「不純物濃度」とは、NETドーピング濃度を指す。P型の添加不純物濃度がN型の添加不純物濃度より高い領域はP型半導体領域である。反対に、N型の添加不純物濃度がP型の添加不純物濃度より高い領域はN型半導体領域である。

10

【0013】

本明細書において、「平面視」とは、後述する半導体層の光入射面とは反対側の面に対して垂直な方向から視ることを指す。また、断面とは、半導体層の光入射面とは反対側の面と垂直な方向における面を指す。なお、微視的に見て半導体層の光入射面が粗面である場合は、巨視的に見たときの半導体層の光入射面を基準として平面視を定義する。

【0014】

後述する半導体層300は、第1の面と、第1の面に対向する面であり光が入射する第2の面とを有する。本明細書において、深さ方向は、APDが配される半導体層300の第1の面から第2の面に向かう方向である。以下では、「第1の面」を「表面」という場合があり、「第2の面」を「裏面」という場合がある。半導体層300の所定の位置から、半導体層300の裏面方向に向かう方向を、「深い」と表現することもある。また、半導体層300の所定の位置から、半導体層300の表面方向に向かう方向を、「浅い」と表現することもある。

20

【0015】

まず、各実施形態に共通する構成を図1～図5を用いて説明する。

【0016】

図1は、積層型の光電変換装置100の構成を示す図である。光電変換装置100は、センサ基板11と、回路基板21の2つの基板が積層され、且つ電氣的に接続されることにより構成される。センサ基板11は、後述する光電変換素子102を有する第1半導体層（半導体層300）と、第1配線構造と、を有する。回路基板21は、後述する信号処理部103等の回路を有する第2半導体層と、第2配線構造と、を有する。光電変換装置100は、第2半導体層、第2配線構造、第1配線構造、第1半導体層の順に積層して構成される。各実施形態に記載の光電変換装置は、第2の面から光が入射し、第1の面に回路基板が配される、裏面照射型の光電変換装置である。

30

【0017】

以下では、センサ基板11と回路基板21とは、ダイシングされたチップで説明するが、チップに限定されない。例えば、各基板はウエハであってもよい。また、各基板はウエハ状態で積層した後にダイシングされていてよいし、ウエハ状態からチップ化した後に各チップを積層して接合してもよい。

40

【0018】

センサ基板11には、画素領域12が配され、回路基板21には、画素領域12で検出された信号を処理する回路領域22が配される。

【0019】

図2は、センサ基板11の配置例を示す図である。APDを含む光電変換素子102を有する画素101が平面視で二次元アレイ状に配列され、画素領域12を形成する。

【0020】

画素101は、典型的には、画像を形成するための画素であるが、TOF (Time

50

of Flight) に用いる場合には、必ずしも画像を形成しなくてもよい。すなわち、画素 101 は、光が到達した時刻と光量を測定するためのものであってもよい。

【0021】

図3は、回路基板21の構成図である。図2の光電変換素子102で光電変換された電荷を処理する信号処理部103、読み出し回路112、制御パルス生成部115、水平走査回路部111、信号線113、垂直走査回路部110を有している。

【0022】

図2の光電変換素子102と、図3の信号処理部103は、画素毎に設けられた接続配線を介して電氣的に接続される。

【0023】

垂直走査回路部110は、制御パルス生成部115から供給された制御パルスを受け、各画素に制御パルスを供給する。垂直走査回路部110にはシフトレジスタやアドレスデコーダといった論理回路が用いられる。

【0024】

画素の光電変換素子102から出力された信号は、信号処理部103で処理される。信号処理部103は、カウンタやメモリなどが設けられており、メモリにはデジタル値が保持される。

【0025】

水平走査回路部111は、デジタル信号が保持された各画素のメモリから信号を読み出すために、各列を順次選択する制御パルスを信号処理部103に入力する。

【0026】

信号線113には、選択されている列について、垂直走査回路部110により選択された画素の信号処理部103から信号が出力される。

【0027】

信号線113に出力された信号は、出力回路114を介して、光電変換装置100の外部の記録部または信号処理部に出力する。

【0028】

図2において、画素領域における光電変換素子の配列は1次元状に配されていてもよい。信号処理部の機能は、必ずしも全ての光電変換素子に1つつ設けられる必要はなく、例えば、複数の光電変換素子によって1つの信号処理部が共有され、順次信号処理が行われてもよい。

【0029】

図2および図3に示すように、平面視で画素領域12に重なる領域に、複数の信号処理部103が配される。そして、平面視で、センサ基板11の端と画素領域12の端との間に重なるように、垂直走査回路部110、水平走査回路部111、読み出し回路112、出力回路114、制御パルス生成部115が配される。言い換えると、センサ基板11は、画素領域12と画素領域12の周りに配された非画素領域とを有する。そして、平面視で非画素領域に重なる領域に、垂直走査回路部110、水平走査回路部111、読み出し回路112、出力回路114、制御パルス生成部115が配される。

【0030】

図4は、図2及び図3の等価回路を含むブロック図の一例である。

【0031】

図2において、APD201を有する光電変換素子102は、センサ基板11に設けられており、その他の部材は、回路基板21に設けられている。

【0032】

APD201は、光電変換により入射光に応じた電荷対を生成する。APD201のアノードには、電圧VL(第1電圧)が供給される。また、APD201のカソードには、アノードに供給される電圧VLよりも高い電圧VH(第2電圧)が供給される。アノードとカソードには、APD201がアバランシェ増倍動作をするような逆バイアス電圧が供給される。このような電圧を供給した状態とすることで、入射光によって生じた電荷がア

10

20

30

40

50

バランシェ増倍を起こし、アバランシェ電流が発生する。

【0033】

尚、逆バイアスの電圧が供給される場合において、アノードおよびカソードの電位差が降伏電圧より大きい電位差で動作させるガイガーモードと、アノードおよびカソードの電位差が降伏電圧近傍、もしくはそれ以下の電位差で動作させるリニアモードがある。

【0034】

ガイガーモードで動作させるAPDをSPAD（シングルフォトンアバランシェダイオード）と呼ぶ。例えば、電圧 V_L （第1電圧）は、 $-30V$ 、電圧 V_H （第2電圧）は、 $1V$ である。APD201は、リニアモードで動作させてもよいし、ガイガーモードで動作させてもよい。

10

【0035】

クエンチ素子202は、電圧 V_H を供給する電源とAPD201に接続される。クエンチ素子202は、アバランシェ増倍による信号増倍時に負荷回路（クエンチ回路）として機能し、APD201に供給する電圧を抑制して、アバランシェ増倍を抑制する働きを持つ（クエンチ動作）。また、クエンチ素子202は、クエンチ動作で電圧降下した分の電流を流すことにより、APD201に供給する電圧を電圧 V_H へと戻す働きを持つ（リチャージ動作）。

【0036】

信号処理部103は、波形整形部210、カウンタ回路211、選択回路212を有する。本明細書において、信号処理部103は、波形整形部210、カウンタ回路211、選択回路212のいずれかを有していればよい。

20

【0037】

波形整形部210は、光子検出時に得られるAPD201のカソードの電位変化を整形して、パルス信号を出力する。波形整形部210としては、例えば、インバータ回路が用いられる。図4では、波形整形部210としてインバータを一つ用いた例を示したが、複数のインバータを直列接続した回路を用いてもよいし、波形整形効果があるその他の回路を用いてもよい。

【0038】

カウンタ回路211は、波形整形部210から出力されたパルス信号をカウントし、カウント値を保持する。また、駆動線213を介して制御パルス $pRES$ が供給されたとき、カウンタ回路211に保持された信号がリセットされる。

30

【0039】

選択回路212には、図3の垂直走査回路部110から、図4の駆動線214（図3では不図示）を介して制御パルス $pSEL$ が供給され、カウンタ回路211と信号線113との電気的な接続、非接続を切り替える。選択回路212には、例えば、信号を出力するためのバッファ回路などを含む。

【0040】

クエンチ素子202とAPD201との間や、光電変換素子102と信号処理部103との間にトランジスタ等のスイッチを配して、電気的な接続を切り替えてもよい。同様に、光電変換素子102に供給される電圧 V_H または電圧 V_L の供給をトランジスタ等のスイッチを用いて電気的に切り替えてもよい。

40

【0041】

本実施形態では、カウンタ回路211を用いる構成を示した。しかし、カウンタ回路211の代わりに、時間・デジタル変換回路（Time to Digital Converter：以下、TDC）、メモリを用いて、パルス検出タイミングを取得する光電変換装置100としてもよい。このとき、波形整形部210から出力されたパルス信号の発生タイミングは、TDCによってデジタル信号に変換される。TDCには、パルス信号のタイミングの測定に、図3の垂直走査回路部110から駆動線を介して、制御パルス $pREF$ （参照信号）が供給される。TDCは、制御パルス $pREF$ を基準として、波形整形部210を介して各画素から出力された信号の入力タイミングを相対的な時間としたとき

50

の信号をデジタル信号として取得する。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、A P D の動作と出力信号との関係を模式的に示した図である。

【 0 0 4 3 】

図 5 (a) は、図 4 の A P D 2 0 1、クエンチ素子 2 0 2、波形整形部 2 1 0 を抜粋した図である。ここで、波形整形部 2 1 0 の入力側を n o d e A、出力側を n o d e B とする。図 5 (b) は、図 5 (a) の n o d e A の波形変化を、図 5 (c) は、図 5 (a) の n o d e B の波形変化をそれぞれ示す。

【 0 0 4 4 】

時刻 t_0 から時刻 t_1 の間において、図 5 (a) の A P D 2 0 1 には、 $V_H - V_L$ の電位差が印加されている。時刻 t_1 において光子が A P D 2 0 1 に入射すると、A P D 2 0 1 でアバランシェ増倍が生じ、クエンチ素子 2 0 2 にアバランシェ増倍電流が流れ、n o d e A の電圧は降下する。電圧降下量がさらに大きくなり、A P D 2 0 1 に印加される電位差が小さくなると、時刻 t_2 のように A P D 2 0 1 のアバランシェ増倍が停止し、n o d e A の電圧レベルはある一定値以上降下しなくなる。その後、時刻 t_2 から時刻 t_3 の間において、n o d e A には電圧 V_L から電圧降下分を補う電流が流れ、時刻 t_3 において n o d e A は元の電位レベルに静定する。このとき、n o d e A において出力波形がある閾値を越えた部分は、波形整形部 2 1 0 で整形され、n o d e B で信号として出力される。

10

【 0 0 4 5 】

なお、信号線 1 1 3 の配置、読み出し回路 1 1 2、出力回路 1 1 4 の配置は図 3 に限定されない。例えば、信号線 1 1 3 が行方向に延びて配されており、読み出し回路 1 1 2 が信号線 1 1 3 の延びる先に配されていてもよい。

20

【 0 0 4 6 】

以下では、各実施形態の光電変換装置について説明する。

【 0 0 4 7 】

(第 1 実施形態)

図 6 から図 1 1 を参照しながら、第 1 実施形態に係る光電変換装置について説明する。

【 0 0 4 8 】

図 6、図 7 は、カソード配線 3 0 1 やアノード配線 3 0 2 による反射メタル構造が設けられた画素を有する光電変換装置の比較例である。図 6 の左の画素は 1 つの A P D に対して 1 つのマイクロレンズ 3 2 3 が配されており、図 6 の右の画素は 1 つのマイクロレンズ 3 2 3 を共有する 2 つの A P D を備えている。言い換えれば、図 6 の右の画素ではマイクロレンズ 3 2 3 が第 1 のアバランシェフォトダイオードと第 2 のアバランシェフォトダイオードとに共通して配されている。

30

【 0 0 4 9 】

図 6 に示されるように、本比較例にかかる光電変換装置は裏面照射型の光電変換装置であり、半導体層 3 0 0 の表面側にはカソード配線 3 0 1 やアノード配線 3 0 2 などの配線が配された配線層がある。カソード配線 3 0 1 は A P D の一方の端子 (カソード端子) に電圧を供給する配線であり、アノード配線 3 0 2 は A P D の他方の端子 (アノード端子) に電圧を供給する配線である。図 7 に裏面側から見た平面視での配線の位置関係を示す。図 7 は必ずしも同一の平面に存在する構造のみを図示している訳ではない。比較例にかかる光電変換装置では 1 つのマイクロレンズ 3 2 3 の下に配された 1 つの A P D も、1 つのマイクロレンズ 3 2 3 を共有する 2 つの A P D も、カソードコンタクト 3 0 3 を中心に対称のカソード配線 3 0 1、アノード配線 3 0 2 を有している。各 A P D のアノード配線 3 0 2 同士の間隔 d_1 はマイクロレンズ 3 2 3 の共有の有無に拠らず一定である。

40

【 0 0 5 0 】

図 6 の左の画素を用いて反射メタル構造による光電変換装置の感度向上効果について説明する。半導体層 3 0 0 に侵入した光は半導体層 3 0 0 で光電変換される。入射光の一部は光電変換されずに配線層に到達し、配線層中に配されたカソード配線 3 0 1 やアノード

50

配線 302 によって反射され、再び半導体層 300 に戻る。この反射により本来配線層中を突き抜けて光電変換されない光についても、配線層 300 で光電変換される。すなわち、反射メタル構造を設けることにより光電変換装置の感度を向上させることが出来る。特に、光電変換されにくい長波長の光ほど半導体層 300 の奥まで侵入しやすいので、この反射メタル構造による感度向上効果は大きくなる。

【0051】

図 6 の右の画素に示すように、1つのマイクロレンズ 323 を複数の APD で共有するような構成では、入射光がマイクロレンズ 323 によって集光される位置は各 APD の中心位置からずれる。例えば図 6 のような構成の場合、マイクロレンズを共有する APD 同士の間の領域に集光される。したがって、従来の画素構造では配線層中のメタル配線で入射光が反射されることなく配線層中を光が透過してしまい、反射メタルによる感度向上効果が十分に得られない。

10

【0052】

図 8 を用いて本実施形態にかかる光電変換装置の平面視における構造を説明する。図 8 は画素領域 12 に含まれる複数の画素のうち、2つの APD を持つ 1つの画素を示した概略平面図であり、裏面側から見た平面視での位置関係を説明するために必要な各構造を図示している。そのため必ずしも同一の平面に存在する構造のみを図示している訳ではない。

【0053】

例えば、アノード配線 302 は半導体層 300 の裏面側から平面視で見たとき分離層 324 に重なっているため、平面視では分離層 324 が手前に示されている。カソード配線 302 は裏面側からの平面視で分離部 324 と重複する箇所にも連続的に配置され、網目状の構成となっている。図 8 では特にカソード配線 301、アノード配線 302 の配置について説明するため、その他の構造については一部省略している。

20

【0054】

図 8 に示すように各画素 101 は少なくとも 1つの APD を含んでおり、本実施例においては 2つの APD を含んだ構成を示している。また、画素間あるいは APD 間には画素分離層 324 が配されている。なお、以降の説明では、画素 101 が 2つの APD により構成される形態を説明するが、画素 101 に含まれる APD の個数はこれに限られない。

【0055】

画素の光入射面側にはマイクロレンズ 323 が配されている。図 8 では 1行×2列の 2つの APD 上にマイクロレンズ 323 が配置されている例を表している。このようにマイクロレンズを複数の APD で共有する構成にすることで、対物レンズのある領域を通過した光束をそれぞれの APD で捉え、マイクロレンズ 323 下の APD 群の出力差からデフォーカス量とその方向を検出することが出来る。これにより撮像と位相差検出の両立を可能にした像面位相差オートフォーカスが実現する。

30

【0056】

次に図 9、図 10 を用いて図 8 に記載の線分 AA' における断面と線分 BB' における断面から、半導体層 300 に配される各半導体領域の詳細を説明する。図 9 は線分 AA' 位置における概略断面図であり、半導体層 300 に加えて、基板裏面側に形成されるピニング膜 321、平坦化層 322、マイクロレンズ層 323 を示す。さらに、基板表面側に形成され、半導体層 300 に接続されるカソードコンタクト 303 とカソード配線 301、アノードコンタクト 304 とアノード配線 302 の一部を示している。

40

【0057】

図 9 に示すように APD は第 1 導電型の第 1 半導体領域 311 と第 2 半導体領域 312 が配され、第 1 半導体領域 311 と第 2 半導体領域 312 とで PN 接合を形成している。第 1 半導体領域 311 と第 2 半導体領域 312 とに所定の逆バイアス電圧を印加することにより電界によって加速された電子はアバランシェ増倍を引き起こす。また、半導体層 300 中の第 2 半導体領域 312 よりも裏面側の領域には低不純物濃度の第 5 半導体領域 315 (例えば、P エピ層もしくは N エピ層) が設けられている。そのため、逆バイアス電

50

圧を印加することで、空乏層が半導体層 300 の裏面側へ広がるような構成となっている。

【0058】

第 7 半導体領域 317 は、第 1 半導体領域 311 の端部に強電界がかかることでその領域において低い電圧でブレークダウンが生じてしまうエッジブレークダウンを抑制するために、少なくとも一部が第 1 半導体領域 311 の端部に接するよう配されている。画素分離層 324 と半導体層 300 との界面付近はシリコンの未結合手であるダングリングボンドが多く存在しており、この欠陥準位を介して暗電流が発生する。この暗電流の発生を抑制するため画素分離部 324 に接するように第 2 導電型の第 3 半導体領域 313 が配されている。同様の理由から 2 導電型の第 4 半導体領域が半導体層 300 の裏面側に配されて

10

【0059】

半導体層 300 の表面側の配線層にはカソード配線 301、アノード配線 302 が配されている。上記 2 種類の配線について半導体層 300 に入射した光を再度、半導体層 300 中に反射させることで入射光を効率よく光電変換させている。

【0060】

図 10 に図 8 記載の線分 BB' 断面における画素断面構造を説明する。図 9 はマイクロレンズ 323 の共有方向における断面を示しており、マイクロレンズ 323 の集光位置は各 APD の中心位置ではなく、マイクロレンズ 323 を共有している APD の間の位置となる。このような構成においてアノード配線 302 で入射光を反射するために、マイクロレンズ 323 を共有している APD 同士の間配置されたアノード配線 302 の幅を広くすることが好ましい。言い換えると、耐压確保のため離間しているカソード配線 301 とアノード配線 302 との隙間をマイクロレンズ 323 の集光位置から離れた位置に配するのが、感度向上の観点で望ましい配置である。

20

【0061】

図 9 に示されるように、アノード配線 302 のうちマイクロレンズ 323 を共有していない辺に対応する幅 d_1 と、マイクロレンズ 323 を共有している辺に対応する幅 d_2 とが、 $d_1 < d_2$ を満たす。APD が並ぶ第 1 の方向において、複数の画素同士の間配置された第 1 の配線（アノード配線）の幅よりも、APD の第 2 の配線（カソード配線）同士

30

【0062】

なお、図 8 ~ 10 の左に示す 1 つの APD 上に 1 つのマイクロレンズ 323 が配された画素は光電変換装置中に含まれていてもいなくてもよい。図 8 ~ 10 の右に示す 2 つの APD で 1 つのマイクロレンズ 323 を共有する構成の画素を有していれば本願の効果を得ることができる。

【0063】

（第 2 実施形態）

図 11、図 12 を用いて第 2 実施形態について説明する。本実施形態では、マイクロレンズ 323 を共有する APD の数が第 1 実施形態と異なっている。図 11 に記載の平面構造を有する光電変換装置の線分 CC' における断面を図 12 に示す。

40

【0064】

なお、図 8 と同様に図 11 は必ずしも同一の平面に存在する構造のみを図示した平面図ではない。例えば、アノード配線 302 は半導体層 300 の裏面側から平面視で見たとき分離層 324 に重なっているため、図 8 では分離層 324 が手前に示されている。カソード配線 302 は裏面側からの平面視で分離部 324 と重複する箇所にも連続的に配置され、網目状の構成となっている。

【0065】

50

図 1 1、図 1 2 に示されるようにマイクロレンズ 3 2 3 は 2 行 × 2 列に配された 4 つの A P D により共有されている。言い換えれば、図 1 1 の右の画素ではマイクロレンズ 3 2 3 が第 1 のアバランシェフォトダイオード、第 2 のアバランシェフォトダイオード、第 3 のアバランシェフォトダイオード、第 4 のアバランシェフォトダイオードに共通して配されている。各 A P D において、マイクロレンズ 3 2 3 を共有する他の A P D と隣接していない側のアノード配線 3 0 2 の幅 $d 1$ と、マイクロレンズ 3 2 3 を共有しない他の A P D と隣接する側のアノード配線 3 0 2 の幅 $d 2$ が $d 1 < d 2$ を満たす。

【 0 0 6 6 】

2 行 × 2 列に配された A P D でマイクロレンズ 3 2 3 を共有する場合においても、マイクロレンズ 3 2 3 の集光位置は各 A P D の中央位置ではなく 4 つの A P D の間の位置に集光される。そのため、カソード配線 3 0 1 の幅を $d 1 < d 2$ とし、マイクロレンズの中央付近の正射影部分にカソード配線 3 0 1 を配することで、より効率よく入射光を反射させ、感度向上効果を得ることができる。

10

【 0 0 6 7 】

また、4 つの A P D がマイクロレンズ 3 2 3 を共有する構成とすることで画素毎に位相差検出の方向を異ならせることができる。すなわち、第 1 の実施形態では、第 1 の方向の位相差検出しかできなかつたが、本実施形態では、第 1 の方向と直交する第 2 の方向の位相差検出もできる。本実施形態にかかる光電変換装置では、第 1 の実施形態にかかる光電変換装置と比較して多くの方向に対して位相差検出が可能になり、より多くの被写体に対して高精度のオートフォーカスが可能となる。

20

【 0 0 6 8 】

(第 3 実施形態)

図 1 3 を用いて第 3 実施形態について説明する。本実施形態では、カソード配線 3 0 1 だけでなく第 1 半導体領域 3 1 1 の位置について示されている点で第 1 実施形態、第 2 実施形態と異なっている。

【 0 0 6 9 】

信号電荷を増倍させるアバランシェ領域に対して、カソード配線 3 0 1 が平面視で重なっている領域と重なっていない領域とがある場合、それぞれの領域でアバランシェ領域に対するカソード配線 3 0 1 からの電界の影響が異なる。これによりアバランシェ領域内の均一な電界を形成しにくくなり、ノイズの悪化もしくは感度の低下が懸念される。

30

【 0 0 7 0 】

本実施形態では、図 1 3 に示されるようにマイクロレンズ 3 2 3 を共有している各 A P D について、平面視で第 1 半導体領域 3 1 1 がカソード配線 3 0 1 に含まれる位置に配されている。言い換えれば、第 1 半導体領域 3 1 1 の全面が平面視でカソード配線 3 0 1 に覆われる。これにより、アバランシェ領域のいずれの位置に対してもカソード配線 3 0 1 が配置されるようになり、アバランシェ領域に対してカソード配線 3 0 1 からの電界の影響を揃えることができ、ノイズの悪化や感度の低下を抑制することが出来る。

【 0 0 7 1 】

さらに、第 1 半導体領域 3 1 1 の周辺部から等距離にカソード配線 3 0 1 の周辺部が存在する配置にすることで、アバランシェ領域内におけるカソード配線 3 0 1 からの影響をより揃えることが出来るようになる。したがって、図 1 3 に示されるように第 1 半導体領域 3 1 1 の周辺部とカソード配線 3 0 1 の周辺部とが等距離に位置する構造がより望ましい。言い換えれば、平面視において、第 1 半導体領域 3 1 1 の形状と、カソード配線 3 0 1 の形状とは相似である構造が望ましい。本実施形態についても、図 1 3 に示されるようにカソード配線 3 0 1 の幅について $d 1 < d 2$ を満たすことで、感度向上効果が得られる。

40

【 0 0 7 2 】

(第 4 実施形態)

図 1 4 と図 1 5 を用いて本実施形態について説明する。本実施形態では、アノード配線 3 0 2 の配置が第 1 実施形態から第 3 実施形態までと異なっている。

50

【 0 0 7 3 】

第 1 実施形態から第 3 実施形態までに示す光電変換装置では、複数の A P D がマイクロレンズ 3 2 3 を共有している画素における好適な反射メタル構造による感度の向上を目的としていた。一方で、本実施形態に示す光電変換装置はマイクロレンズ 3 2 3 を共有している画素間におけるクロストークの抑制を目的としている。半導体層 3 0 0 の表面側に反射メタル構造を設けることで光を反射させて感度を向上させる構造を、マイクロレンズ 3 2 3 を複数 A P D で共有する画素に適用した際に、反射光によって A P D 同士の間でクロストークが発生する懸念があるためである。

【 0 0 7 4 】

本実施形態の構成について図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 に示されるように複数の A P D がマイクロレンズ 3 2 3 を共有しており、アノード配線 3 0 2 はマイクロレンズ 3 2 3 を共有する画素の A P D 同士の間には配されていない。なお、図 8、図 1 1 と同様に図 1 4 は必ずしも同一の平面に存在する構造のみを図示した平面図ではない。例えば、アノード配線 3 0 2 は半導体層 3 0 0 の裏面側から平面視で見たとき分離層 3 2 4 に重なっているため、図 1 4 では分離層 3 2 4 が手前に示されている。カソード配線 3 0 2 は裏面側からの平面視で分離部 3 2 4 と重複する箇所にも連続的に配置され、網目状の構成となっている。

【 0 0 7 5 】

図 1 4 に記載の平面構造を有する光電変換装置の線分 D D ' における断面構造を図 1 5 に示す。マイクロレンズ 3 2 3 を共有していない画素とマイクロレンズ 3 2 3 を共有する画素との間にはアノード配線 3 0 2 が設けられているが、マイクロレンズ 3 2 3 を共有する画素の A P D 同士の間にはアノード配線 3 0 2 は設けられていない。

【 0 0 7 6 】

このような構成では、入射光はアノード配線 3 0 2 で反射されることなく配線層中に侵入する。これによりアノード配線 3 0 2 によって反射された光のマイクロレンズ 3 2 3 を共有する A P D への入射が抑制され、クロストークが低減される。

【 0 0 7 7 】

(第 5 実施形態)

図 1 6 と図 1 7 を用いて本実施形態について第 4 実施形態との差分を中心に説明する。本実施形態もまた、マイクロレンズ 3 2 3 を共有する A P D 同士でのクロストークを低減することを目的としており、カソード配線 3 0 1 の配置が第 4 実施形態と異なっている。

【 0 0 7 8 】

本実施形態にかかる光電変換装置におけるアノード配線 3 0 2 及びカソード配線 3 0 1 の配置を図 1 6 に示す。アノード配線 3 0 2 は第 4 実施形態にかかる光電変換装置と同様にマイクロレンズ 3 2 3 を共有する画素の A P D 同士の間には設けられていない。さらに、マイクロレンズ 3 2 3 を共有する A P D 間におけるカソード配線 3 0 1 間の距離 d_1 と、マイクロレンズ 3 2 3 を共有していない A P D 間におけるカソード配線 3 0 1 間の距離 d_2 について、 $d_1 < d_2$ となっている。なお、図 8、図 1 1、図 1 4 と同様に図 1 6 は必ずしも同一の平面に存在する構造のみを図示した平面図ではない。

【 0 0 7 9 】

図 1 7 に図 1 6 に記載の平面構造を有する光電変換装置の線分 E E ' における断面構造を示す。配線層中に配されたカソード配線 3 0 1 はマイクロレンズ 3 2 3 を共有している画素から離れる方向に偏心して形成されている。カソード配線 3 0 1 の重心が、各 A P D の中心よりも A P D 同士の対向する辺から遠いということもできる。あるいは、カソード配線の第 1 の辺から A P D の A P D 同士が向かい合う辺までの距離は、カソード配線の第 1 の辺に対向する第 2 の辺からカソード配線の第 2 の辺に対向するアノード配線の辺までの距離よりも遠いということもできる。このような構成によって、第 4 実施形態に記載の構成と比べ、マイクロレンズ 3 2 3 を共有する A P D の間に集光された入射光のうち配線層中へ侵入する成分が増える。したがってアノード配線 3 0 2 の反射によるマイクロレンズ 3 2 3 を共有する画素間のクロストークをさらに抑制することが出来る。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

(第 6 実施形態)

図 1 8 と図 1 9 を用いて本実施形態について説明する。本実施形態もまた、マイクロレンズ 3 2 3 を共有する A P D 同士でのクロストークを低減することを目的としており、カソード配線 3 0 1 の配置が第 4、第 5 実施形態と異なっている。

【 0 0 8 1 】

本実施形態にかかる光電変換装置におけるアノード配線 3 0 2 及びカソード配線 3 0 1 の配置を図 1 8 に示す。アノード配線 3 0 2 は第 4 実施形態にかかる光電変換装置と同様にマイクロレンズ 3 2 3 を共有する画素の A P D 同士の間には設けられていない。さらに、マイクロレンズ 3 2 3 を共有する A P D 間におけるカソード配線 3 0 1 間の距離 $d 1$ と、マイクロレンズ 3 2 3 を共有していない A P D 間におけるカソード配線 3 0 1 間の距離 $d 2$ について、 $d 1 > d 2$ となっている。なお、図 8、図 1 1、図 1 4、図 1 8 と同様に図 1 8 は必ずしも同一の平面に存在する構造のみを図示した平面図ではない。

10

【 0 0 8 2 】

図 1 9 に図 1 8 に記載の平面構造を有する光電変換装置の線分 F F ' における断面構造を示す。配線層中に配されたカソード配線 3 0 1 はマイクロレンズ 3 2 3 を共有している画素側に偏心して形成されている。このような構成によって、マイクロレンズ 3 2 3 を共有する A P D 同士の間を集光された入射光は第 4、第 5 実施形態よりも反射されやすくなる。本構成では、アノード配線 3 0 2 での反射によるマイクロレンズ 3 2 3 を共有する A P D 間のクロストークを抑制しつつも、カソード配線 3 0 1 による感度向上効果を得られる。

20

【 0 0 8 3 】

(第 7 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 2 0 を用いて説明する。図 2 0 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 4 】

上記第 1 ~ 第 4 実施形態で述べた光電変換装置は、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 2 0 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。

30

【 0 0 8 5 】

図 2 0 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。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。

40

【 0 0 8 6 】

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

50

1012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。

【0087】

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1009、撮像装置1004と信号処理部1007に各種タイミング信号を出力するタイミング発生部1008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1004と、撮像装置1004から出力された出力信号を処理する信号処理部1007とを有すればよい。

【0088】

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。

【0089】

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。

【0090】

（第8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21を用いて説明する。図21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。

【0091】

図21(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1300は、撮像装置1310を有する。撮像装置1310は、上記のいずれかの実施形態に記載の光電変換装置である。光電変換システム1300は撮像装置1310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1312と、光電変換システム1300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1314を有する。また、光電変換システム1300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1316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1318と、を有する。ここで、視差取得部1314や距離取得部1316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1318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。

【0092】

光電変換システム1300は車両情報取得装置1320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1300は、衝突判定部1318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ECU1330が接続されている。また、光電変換システム1300は、衝突判定部1318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1340とも接続されている。例えば、衝突判定部1318の判定結果として衝突可能性が高い場合、制御ECU1330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1340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ーに警告を行う。

【0093】

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1300で撮像する。図21(b)に、車両前方（撮像範囲1350）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1320が、光電変換システム1300ないしは撮像装置

10

20

30

40

50

1 3 1 0 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。

【 0 0 9 4 】

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。

【 0 0 9 5 】

（第 9 の実施形態）

本実施形態の光電変換システムについて、図 2 2 を用いて説明する。図 2 2 は、本実施形態の光電変換システムである距離画像センサの構成例を示すブロック図である。

【 0 0 9 6 】

図 2 2 に示すように、距離画像センサ 4 0 1 は、光学系 4 0 7、光電変換装置 4 0 8、画像処理回路 4 0 4、モニタ 4 0 5、およびメモリ 4 0 6 を備えて構成される。そして、距離画像センサ 4 0 1 は、光源装置 4 0 9 から被写体に向かって投光され、被写体の表面で反射された光（変調光やパルス光）を受光することにより、被写体までの距離に応じた距離画像を取得することができる。

【 0 0 9 7 】

光学系 4 0 7 は、1 枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの像光（入射光）を光電変換装置 4 0 8 に導き、光電変換装置 4 0 8 の受光面（センサ部）に結像させる。

【 0 0 9 8 】

光電変換装置 4 0 8 としては、上述した各実施形態の光電変換装置が適用され、光電変換装置 4 0 8 から出力される受光信号から求められる距離を示す距離信号が画像処理回路 4 0 4 に供給される。

【 0 0 9 9 】

画像処理回路 4 0 4 は、光電変換装置 4 0 8 から供給された距離信号に基づいて距離画像を構築する画像処理を行う。そして、その画像処理により得られた距離画像（画像データ）は、モニタ 4 0 5 に供給されて表示されたり、メモリ 4 0 6 に供給されて記憶（記録）されたりする。

【 0 1 0 0 】

このように構成されている距離画像センサ 4 0 1 では、上述した光電変換装置を適用することで、画素の特性向上に伴って、例えば、より正確な距離画像を取得することができる。

【 0 1 0 1 】

（第 1 0 の実施形態）

本実施形態の光電変換システムについて、図 2 3 を用いて説明する。図 2 3 は、本実施形態の光電変換システムである内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

【 0 1 0 2 】

図 2 3 では、術者（医師）1 1 3 1 が、内視鏡手術システム 1 1 5 0 を用いて、患者ベッド 1 1 3 3 上の患者 1 1 3 2 に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム 1 1 5 0 は、内視鏡 1 1 0 0 と、術具 1 1 1 0 と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート 1 1 3 4 と、から構成される。

【 0 1 0 3 】

内視鏡 1 1 0 0 は、先端から所定の長さの領域が患者 1 1 3 2 の体腔内に挿入される鏡筒 1 1 0 1 と、鏡筒 1 1 0 1 の基端に接続されるカメラヘッド 1 1 0 2 と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒 1 1 0 1 を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視

10

20

30

40

50

鏡 1 1 0 0 を図示しているが、内視鏡 1 1 0 0 は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

【 0 1 0 4 】

鏡筒 1 1 0 1 の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡 1 1 0 0 には光源装置 1 2 0 3 が接続されており、光源装置 1 2 0 3 によって生成された光が、鏡筒 1 1 0 1 の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者 1 1 3 2 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 1 1 0 0 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

【 0 1 0 5 】

カメラヘッド 1 1 0 2 の内部には光学系及び光電変換装置が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該光電変換装置に集光される。当該光電変換装置によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該光電変換装置としては、前述の各実施形態に記載の光電変換装置を用いることができる。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU：Camera Control Unit）1 1 3 5 に送信される。

10

【 0 1 0 6 】

CCU 1 1 3 5 は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡 1 1 0 0 及び表示装置 1 1 3 6 の動作を統括的に制御する。さらに、CCU 1 1 3 5 は、カメラヘッド 1 1 0 2 から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

20

【 0 1 0 7 】

表示装置 1 1 3 6 は、CCU 1 1 3 5 からの制御により、当該CCU 1 1 3 5 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。

【 0 1 0 8 】

光源装置 1 2 0 3 は、例えばLED（Light Emitting Diode）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡 1 1 0 0 に供給する。

【 0 1 0 9 】

入力装置 1 1 3 7 は、内視鏡手術システム 1 1 5 0 に対する入力インターフェースである。ユーザーは、入力装置 1 1 3 7 を介して、内視鏡手術システム 1 1 5 0 に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。

30

【 0 1 1 0 】

処置具制御装置 1 1 3 8 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 1 1 1 2 の駆動を制御する。

【 0 1 1 1 】

内視鏡 1 1 0 0 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 1 2 0 3 は、例えばLED、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。RGBレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 1 2 0 3 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGBレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 1 1 0 2 の撮像素子の駆動を制御することにより、RGBそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

40

【 0 1 1 2 】

また、光源装置 1 2 0 3 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 1 1 0 2 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより

50

、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

【0113】

また、光源装置1203は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用する。具体的には、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置1203は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び/又は励起光を供給可能に構成され得る。

10

【0114】

（第11の実施形態）

本実施形態の光電変換システムについて、図24（a）、（b）を用いて説明する。図24（a）は、本実施形態の光電変換システムである眼鏡1600（スマートグラス）を説明する。眼鏡1600には、光電変換装置1602を有する。光電変換装置1602は、上記の各実施形態に記載の光電変換装置である。また、レンズ1601の裏面側には、OLEDやLED等の発光装置を含む表示装置が設けられていてもよい。光電変換装置1602は1つでもよいし、複数でもよい。また、複数種類の光電変換装置を組み合わせてもよい。光電変換装置1602の配置位置は図24（a）に限定されない。

20

【0115】

眼鏡1600は、制御装置1603をさらに備える。制御装置1603は、光電変換装置1602と上記の表示装置に電力を供給する電源として機能する。また、制御装置1603は、光電変換装置1602と表示装置の動作を制御する。レンズ1601には、光電変換装置1602に光を集光するための光学系が形成されている。

【0116】

図24（b）は、1つの適用例に係る眼鏡1610（スマートグラス）を説明する。眼鏡1610は、制御装置1612を有しており、制御装置1612に、光電変換装置1602に相当する光電変換装置と、表示装置が搭載される。レンズ1611には、制御装置1612内の光電変換装置と、表示装置からの発光を投影するための光学系が形成されており、レンズ1611には画像が投影される。制御装置1612は、光電変換装置および表示装置に電力を供給する電源として機能するとともに、光電変換装置および表示装置の動作を制御する。制御装置は、装着者の視線を検知する視線検知部を有してもよい。視線の検知は赤外線を用いてよい。赤外発光部は、表示画像を注視しているユーザーの眼球に対して、赤外光を発する。発せられた赤外光の眼球からの反射光を、受光素子を有する撮像部が検出することで眼球の撮像画像が得られる。平面視における赤外発光部から表示部への光を低減する低減手段を有することで、画像品位の低下を低減する。

30

【0117】

赤外光の撮像により得られた眼球の撮像画像から表示画像に対するユーザーの視線を検出する。眼球の撮像画像を用いた視線検出には任意の公知の手法が適用できる。一例として、角膜での照射光の反射によるプルキニエ像に基づく視線検出方法を用いることができる。

40

【0118】

より具体的には、瞳孔角膜反射法に基づく視線検出処理が行われる。瞳孔角膜反射法を用いて、眼球の撮像画像に含まれる瞳孔の像とプルキニエ像とに基づいて、眼球の向き（回転角度）を表す視線ベクトルが算出されることにより、ユーザーの視線が検出される。

【0119】

本実施形態の表示装置は、受光素子を有する光電変換装置を有し、光電変換装置からの

50

ユーザーの視線情報に基づいて表示装置の表示画像を制御してよい。

【0120】

具体的には、表示装置は、視線情報に基づいて、ユーザーが注視する第1の視界領域と、第1の視界領域以外の第2の視界領域とを決定される。第1の視界領域、第2の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。表示装置の表示領域において、第1の視界領域の表示解像度を第2の視界領域の表示解像度よりも高く制御してよい。つまり、第2の視界領域の解像度を第1の視界領域よりも低くしてよい。

【0121】

また、表示領域は、第1の表示領域、第1の表示領域とは異なる第2の表示領域とを有し、視線情報に基づいて、第1の表示領域および第2の表示領域から優先度が高い領域を決定されてよい。第1の視界領域、第2の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。優先度の高い領域の解像度を、優先度が高い領域以外の領域の解像度よりも高く制御してよい。つまり優先度が相対的に低い領域の解像度を低くしてよい。

10

【0122】

なお、第1の視界領域や優先度が高い領域の決定には、AIを用いてもよい。AIは、眼球の画像と当該画像の眼球が実際に視ていた方向とを教師データとして、眼球の画像から視線の角度、視線の先の目的物までの距離を推定するよう構成されたモデルであってよい。AIプログラムは、表示装置が有しても、光電変換装置が有しても、外部装置が有してもよい。外部装置が有する場合は、通信を介して、表示装置に伝えられる。

20

【0123】

視認検知に基づいて表示制御する場合、外部を撮像する光電変換装置を更に有するスマートグラスに好ましく適用できる。スマートグラスは、撮像した外部情報をリアルタイムで表示することができる。

【0124】

[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。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。

30

【0125】

また、上記第7の実施形態、第8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20乃至図24に示した構成に限定されるものではない。第9の実施形態に示したToFシステム、第10の実施形態に示した内視鏡、第11の実施形態に示したスマートグラスについても同様である。

【0126】

なお、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。

40

【0127】

なお、本開示は以下の構成を備える。

【0128】

(構成1)

複数の画素を有する光電変換装置であって、第1の面と、前記第1の面に対向する第2の面を備え、複数のアバランシェフォトダイオードを有する半導体層と、第1の配線と、第2の配線とを備え、前記第1の面の側に設けられた配線層と、を有し、前記複数の画素のそれぞれは、第1のアバランシェフォトダイオードと、前記第1のアバランシェフォトダイオードと第1の方向で隣り合う第2のアバランシェフォトダイオードと、前記第1の

50

アバランシェフォトダイオードと前記第 2 のアバランシェフォトダイオードに共通して配され、前記第 2 の面の側に設けられるマイクロレンズを含み、前記第 1 の方向において、前記複数の画素同士の間配された前記第 1 の配線の幅よりも、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線と前記第 2 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線との間に配された前記第 1 の配線の幅が広いことを特徴とする光電変換装置。

【0129】

(構成 2)

前記第 1 の配線は前記アバランシェフォトダイオードの一方の端子に電圧を供給し、前記第 2 の配線は前記アバランシェフォトダイオードの他方の端子に電圧を供給することを特徴とする構成 1 に記載の光電変換装置。

10

【0130】

(構成 3)

前記第 1 のアバランシェフォトダイオードは、前記第 1 の面の側から順に第 1 導電型の第 1 半導体領域と、前記第 1 半導体領域との間で P N 接合を構成する第 2 導電型の第 2 半導体領域と、を含み、

平面視において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線は、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 1 半導体領域と重なることを特徴とする構成 1 または構成 2 に記載の光電変換装置。

【0131】

(構成 4)

平面視において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 1 半導体領域の形状と、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線の形状とは相似であることを特徴とする構成 3 に記載の光電変換装置。

20

【0132】

(構成 5)

前記複数の画素のそれぞれは第 3 のアバランシェフォトダイオードと第 4 のアバランシェフォトダイオードとを含み、前記第 3 のアバランシェフォトダイオードと前記第 4 のアバランシェフォトダイオードとは前記第 1 のアバランシェフォトダイオード及び前記第 2 のアバランシェフォトダイオードと前記マイクロレンズを共有することを特徴とする構成 1 乃至構成 4 のいずれかに記載の光電変換装置。

30

【0133】

(構成 6)

構成 1 乃至構成 5 のいずれか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。

【0134】

(構成 7)

構成 1 乃至構成 5 のいずれかに記載の光電変換装置を含む移動体であって、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。

【0135】

(構成 8)

複数の画素を有する光電変換装置であって、第 1 の面と、前記第 1 の面に対向する第 2 の面を備え、複数のアバランシェフォトダイオードを有する半導体層と、第 1 の配線と、第 2 の配線とを備え、前記第 1 の面の側に設けられた配線層と、を有し、前記複数の画素のそれぞれは、第 1 のアバランシェフォトダイオードと、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと第 1 の方向で隣り合う第 2 のアバランシェフォトダイオードと、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードと前記第 2 のアバランシェフォトダイオードに共通して配され、前記第 2 の面の側に設けられるマイクロレンズを含み、前記第 1 の方向において、前記第 1 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線と前記第 2 のアバランシェフォトダイオードの前記第 2 の配線との間に前記第 1 の配線を設けないことを特徴とする光

40

50

電変換装置。

【0136】

(構成9)

前記第1の配線は前記アバランシェフォトダイオードの一方の端子に電圧を供給し、前記第2の配線は前記アバランシェフォトダイオードの他方の端子に電圧を供給することを特徴とする構成1に記載の光電変換装置。

【0137】

(構成10)

前記第1のアバランシェフォトダイオードは、前記第1の面の側から順に第1導電型の第1半導体領域と、前記第1半導体領域との間でPN接合を構成する第2導電型の第2半導体領域と、を含み、平面視において、前記第1のアバランシェフォトダイオードの前記第2の配線は、前記第1のアバランシェフォトダイオードの前記第1半導体領域と重なることを特徴とする構成8または構成9に記載の光電変換装置。

10

【0138】

(構成11)

平面視において、前記第1のアバランシェフォトダイオードの前記第1半導体領域の形状と、前記第1のアバランシェフォトダイオードの前記第2の配線の形状とは相似であることを特徴とする構成10に記載の光電変換装置。

【0139】

(構成12)

前記第1のアバランシェフォトダイオードの前記第2の配線の重心が、前記第1のアバランシェフォトダイオードの中心よりも前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第2のアバランシェフォトダイオードとの対向する辺から遠いことを特徴とする構成8乃至構成11のいずれかに記載の光電変換装置。

20

【0140】

(構成13)

前記第2の配線の第1の辺と、前記辺との距離は、前記第2の配線の前記第1の辺に対向する第2の辺と、前記第2の辺に対向する前記第1の配線との距離よりも遠いことを特徴とする構成12に記載の光電変換装置。

【0141】

(構成14)

前記第1のアバランシェフォトダイオードの前記第2の配線の重心が、前記第1のアバランシェフォトダイオードの中心よりも前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第2のアバランシェフォトダイオードとの対向する辺に近いことを特徴とする構成8乃至構成13に記載の光電変換装置。

30

【0142】

(構成15)

前記第2の配線の第1の辺と、前記辺との距離は、前記第2の配線の前記第1の辺に対向する第2の辺と、前記第2の辺に対向する前記第1の配線との距離と、前記第1の配線の幅の和よりも近いことを特徴とする構成14に記載の光電変換装置。

40

【0143】

(構成16)

前記複数の画素のそれぞれは第3のアバランシェフォトダイオードと第4のアバランシェフォトダイオードとを含み、前記第3のアバランシェフォトダイオードと前記第4のアバランシェフォトダイオードとは前記第1のアバランシェフォトダイオード及び前記第2のアバランシェフォトダイオードと前記マイクロレンズを共有することを特徴とする構成8乃至構成15のいずれかに記載の光電変換装置。

【0144】

(構成17)

構成8乃至構成16のいずれかに記載の光電変換装置と、前記光電変換装置が出力する

50

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。

【 0 1 4 5 】

(構成 1 8)

請求項 8 乃至構成 1 6 のいずれかに記載の光電変換装置を含む移動体であって、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。

【 符号の説明 】

【 0 1 4 6 】

2 0 1 アバランシェフォトダイオード

10

3 2 3 マイクロレンズ

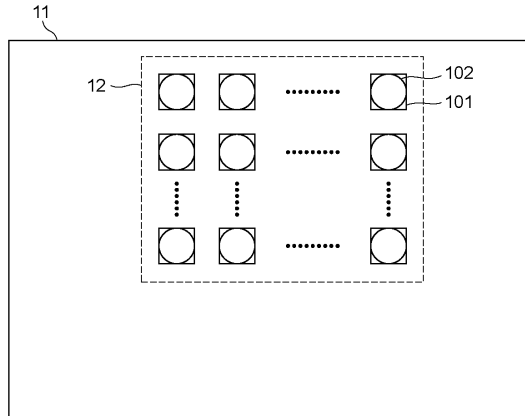
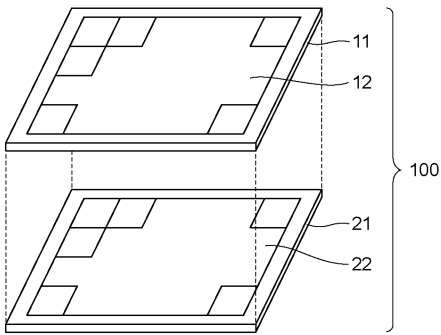
3 0 1 カソード配線

3 0 2 アノード配線

【 図面 】

【 図 1 】

【 図 2 】



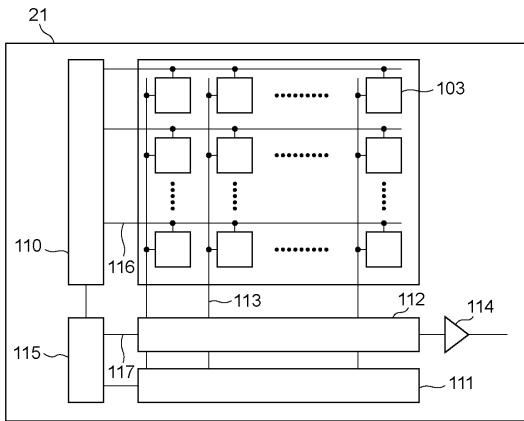
20

30

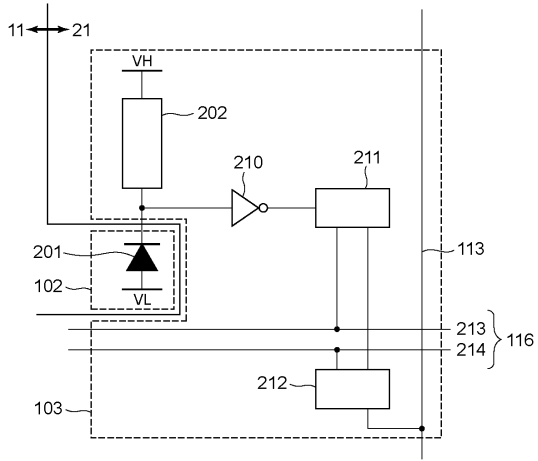
40

50

【 図 3 】



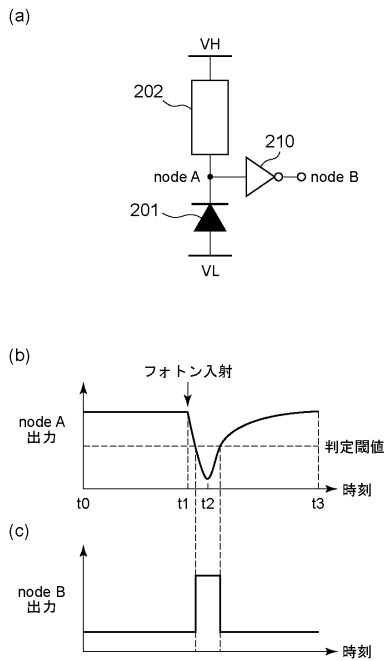
【 図 4 】



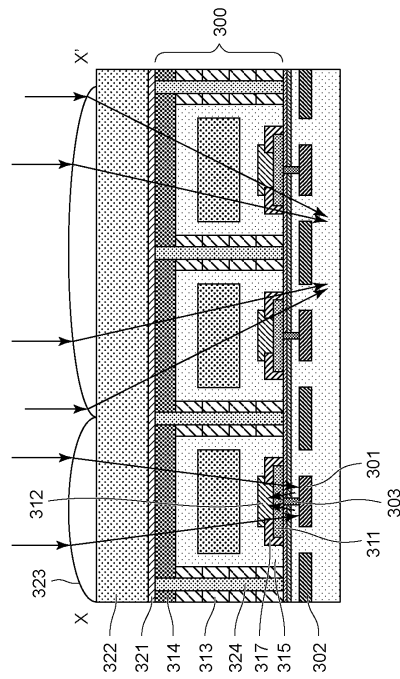
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

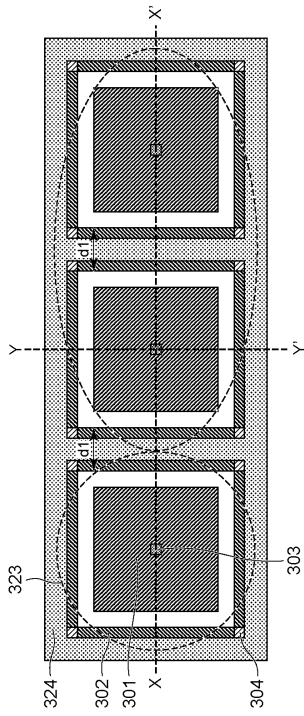


30

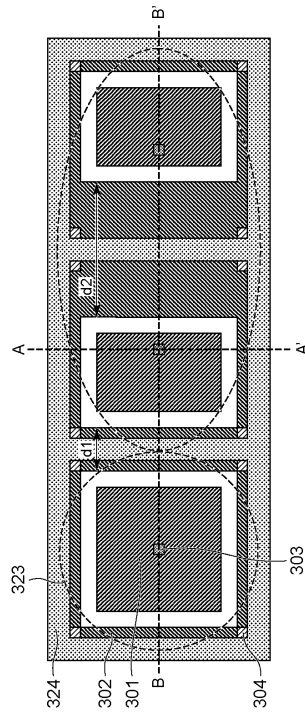
40

50

【 図 7 】



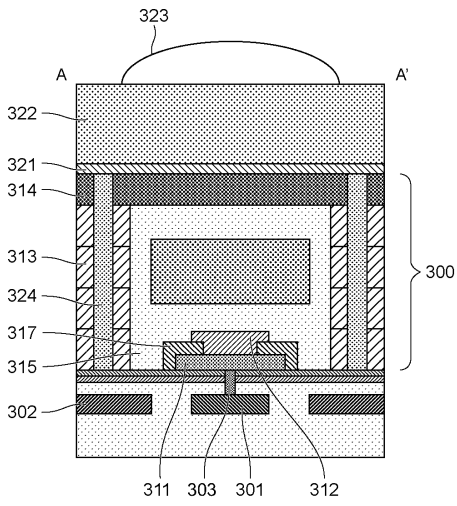
【 図 8 】



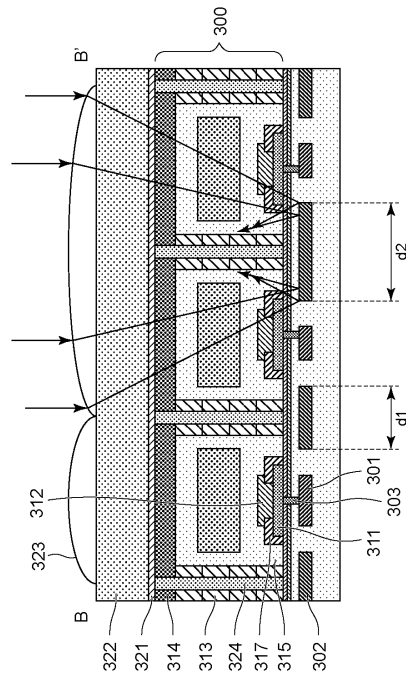
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

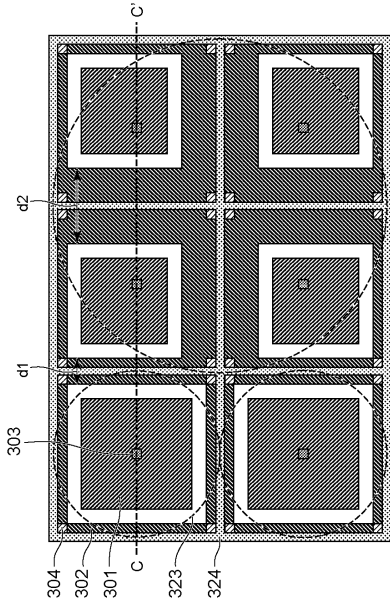


30

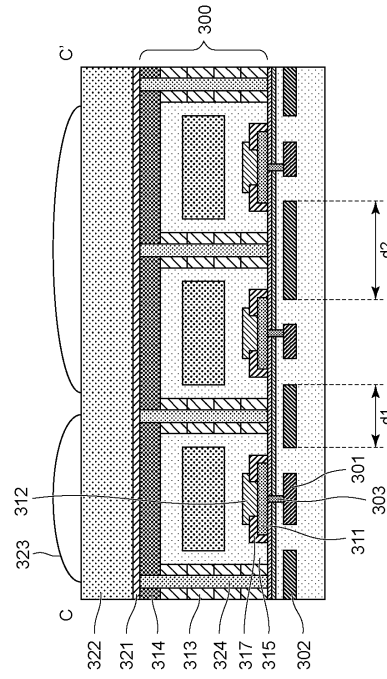
40

50

【 図 1 1 】



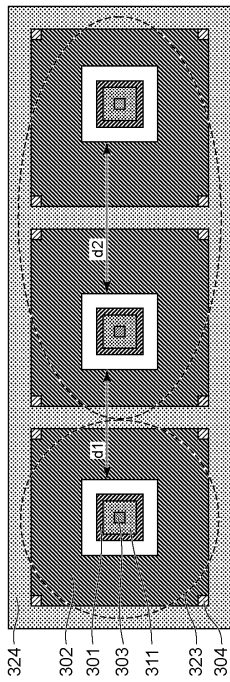
【 図 1 2 】



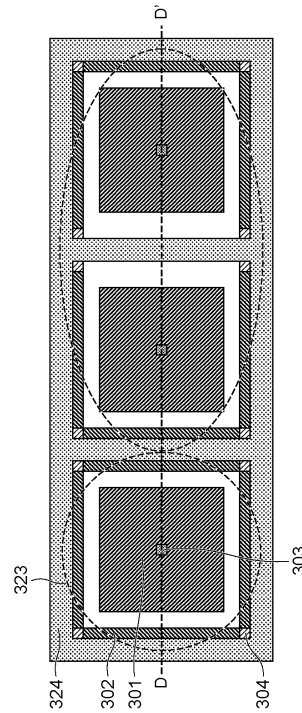
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

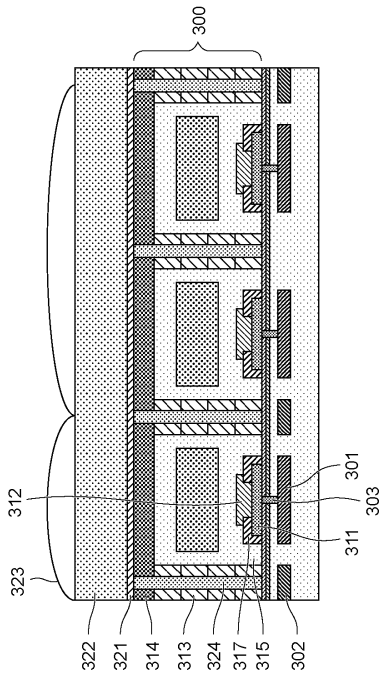


30

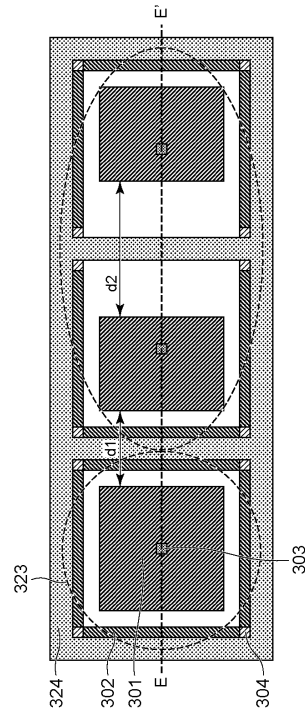
40

50

【 図 1 5 】



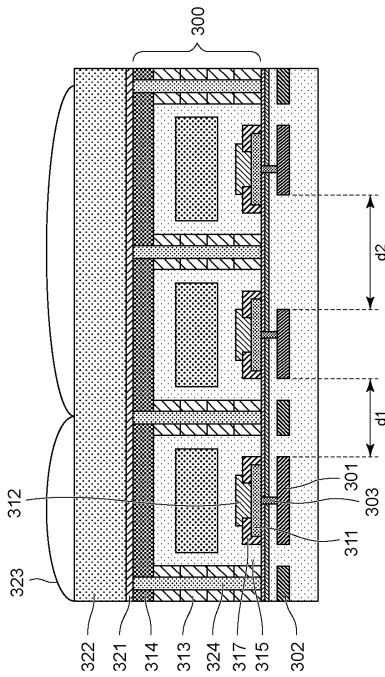
【 図 1 6 】



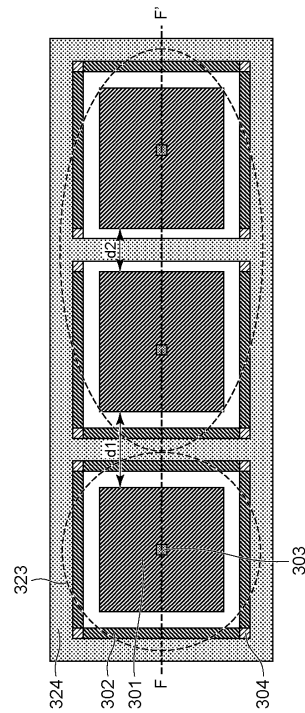
10

20

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

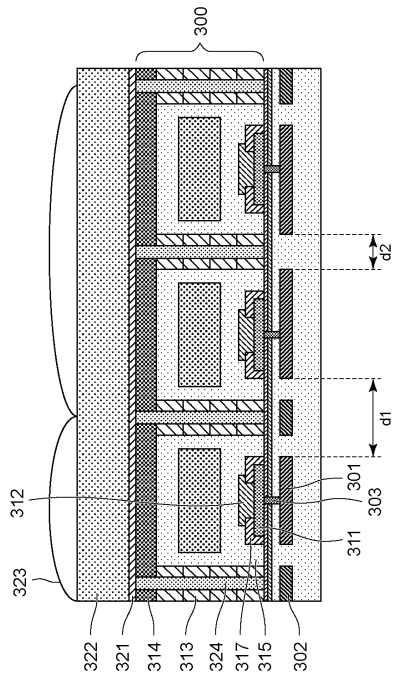


30

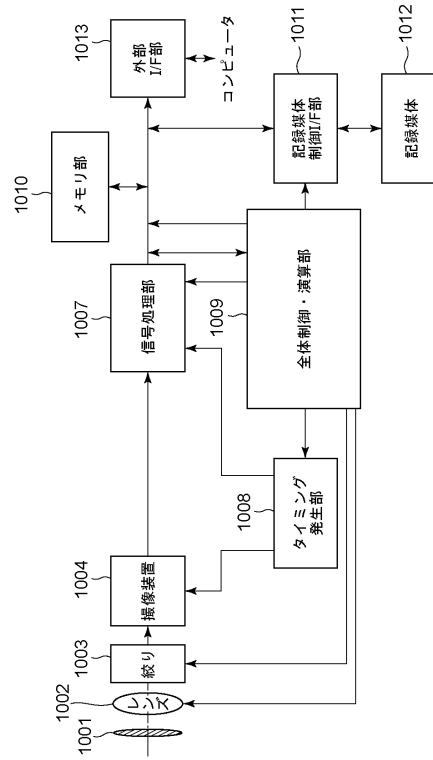
40

50

【図 19】



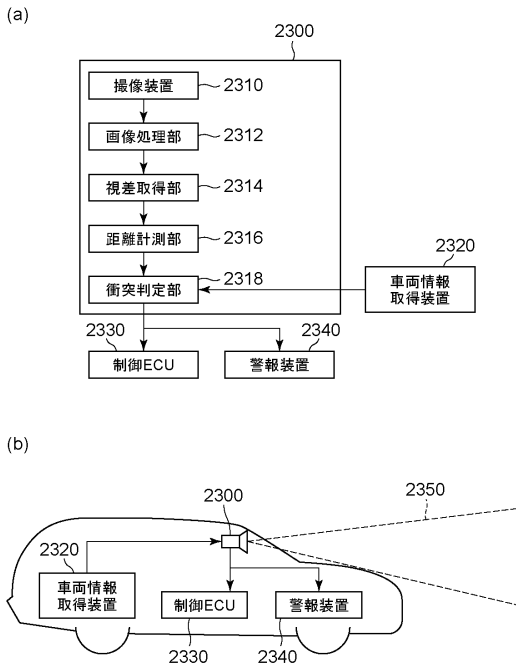
【図 20】



10

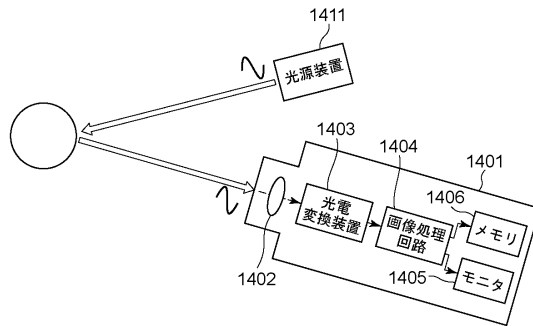
20

【図 21】



30

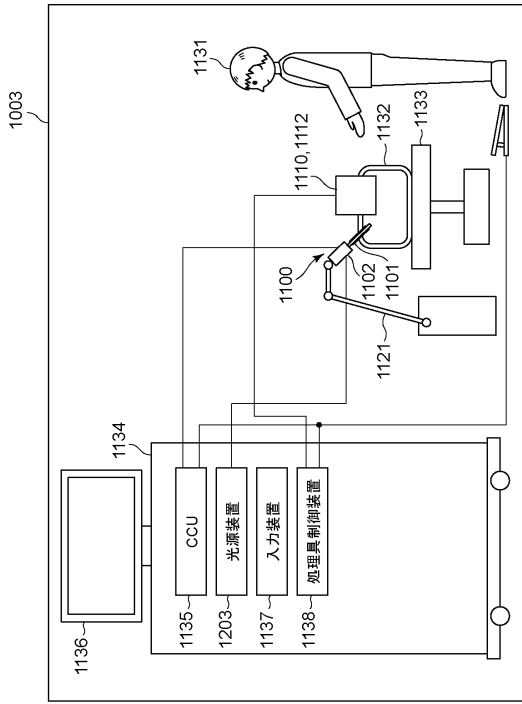
【図 22】



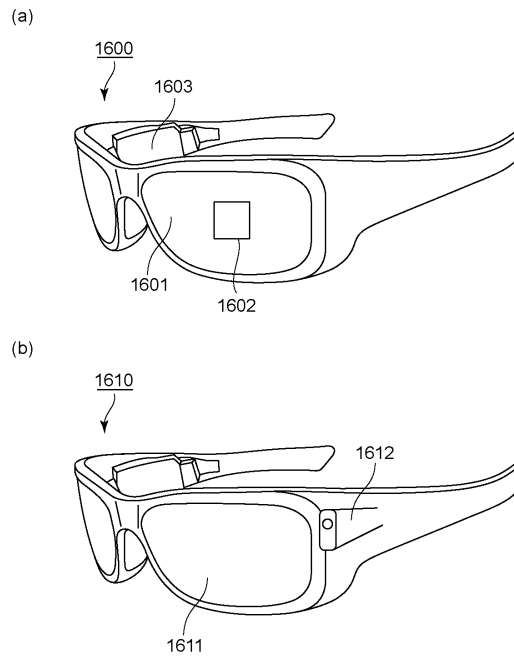
40

50

【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

(72)発明者 関根 寛

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 AA01 AA05 AB01 BA06 CA02 FA06 FA33 GA02 GD04 GD07
5C024 CX03 CX41 EX43 GX03
5F149 AA07 BA17 BB03 BB07 BB20 EA04 EA13 FA12 FA16 HA20
KA20 XB04 XB38