

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7566574号
(P7566574)

(45)発行日 令和6年10月15日(2024.10.15)

(24)登録日 令和6年10月4日(2024.10.4)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 27/146 (2006.01)

H 0 1 L 27/146 A

H 0 4 N 25/70 (2023.01)

H 0 4 N 25/70

請求項の数 21 (全25頁)

(21)出願番号	特願2020-176076(P2020-176076)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和2年10月20日(2020.10.20)		キャノン株式会社
(65)公開番号	特開2022-67391(P2022-67391A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和4年5月6日(2022.5.6)	(74)代理人	100126240
審査請求日	令和5年10月11日(2023.10.11)		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	河野 祥士
			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、撮像システム、移動体、半導体基板

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一の画素と、第二の画素と、複数のマイクロレンズと、を有する光電変換装置であって、

前記第一の画素と第二の画素のそれぞれは第一の光電変換部と、前記第一の光電変換部を取り囲む第二の光電変換部とを有し、

前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とのそれぞれは前記マイクロレンズから光を受ける受光部を有し、

前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とは同一のマイクロレンズの下に配置され、

前記第一の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第一の面積比が、前記第二の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第二の面積比と異なり、

前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルターと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルターと、の透過率がピークを示す波長が重複することを特徴とする光電変換装置。

【請求項2】

第一の画素と、第二の画素と、複数のマイクロレンズと、を有する光電変換装置であって、前記第一の画素と第二の画素のそれぞれは第一の光電変換部と、前記第一の光電変換部を取り囲む第二の光電変換部とを有し、

前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とのそれぞれは前記マイクロレンズから光を受ける受光部を有し、

前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とは同一のマイクロレンズの下に配置され、前記第一の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第一の面積比が、前記第二の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第二の面積比と異なり、

前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルターと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルターとが対応する光の波長域が同じことを特徴とする光電変換装置。

【請求項 3】

10

前記第一の画素と第二の画素とは、前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との総和が同じことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の光電変換装置。

【請求項 4】

前記第一の画素と、前記第二の画素とが隣り合う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】

複数の画素が、前記第一の画素と前記第二の画素とを含み二行二列に配される四画素からなる配列を繰り返して配置されることを特徴とする請求項 4 に記載の光電変換装置。

【請求項 6】

20

前記四画素それぞれの、前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との面積比が互いに異なることを特徴とする請求項 5 に記載の光電変換装置。

【請求項 7】

前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルターと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルターとが、赤、緑、青、白のいずれか一色に対応することを特徴とする請求項 4 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】

前記第一の画素と、前記第二の画素と、第三の画素とを含み、
前記第一の画素と前記第二の画素との間に第一の素子分離部を有し、
前記第二の画素と前記第三の画素との間に第二の素子分離部を有し、
前記第一の光電変換部のそれぞれは電荷を転送する第一の転送トランジスタと接続され、
前記第一の画素の前記第一の転送トランジスタのゲートの端部から、前記第一の素子分離部と前記第一の画素との境界までの距離と、

30

前記第二の画素の前記第一の転送トランジスタのゲートの端部から、前記第二の素子分離部と前記第二の画素との境界までの距離とが等しい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】

前記第二の光電変換部のそれぞれは電荷を転送する第二の転送トランジスタと接続され、
前記第一の画素の前記第二の転送トランジスタのゲートの端部から、前記第一の素子分離部と前記第一の画素との境界までの距離と、

40

前記第二の画素の前記第二の転送トランジスタのゲートの端部から、前記第二の素子分離部と前記第二の画素との境界までの距離とが等しいことを特徴とする請求項 8 に記載の光電変換装置。

【請求項 10】

前記第一の画素と第二の画素とのそれぞれは半導体層と配線層とを有し、
前記第一の画素と第二の画素との前記配線層のうち前記第一の転送トランジスタ又は前記第二の転送トランジスタに接続される部分が同一の構造を有することを特徴とする請求項 9 に記載の光電変換装置。

【請求項 11】

50

前記第一の光電変換部の光学中心と、前記第二の光電変換部との光学中心との距離が、前記第二の光電変換部の断面の深さ方向に垂直な方向の幅の10%にあたる距離よりも近いことを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項12】

遮光部と、前記遮光部によって遮光された遮光画素とを有することを特徴とする請求項1乃至請求項11のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項13】

前記遮光部が、前記第一の画素と前記第二の画素とを含んで二行二列に配された画素の繰り返し単位のうち少なくとも一つを覆っていることを特徴とする請求項12記載の光電変換装置。

【請求項14】

受光面における前記第一の光電変換部の面積と、受光面に対向する面における前記第一の光電変換部の面積とが異なることを特徴とする請求項1乃至請求項13のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項15】

前記光電変換装置は複数の半導体基板を積層して構成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】

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17】

請求項16に記載の光電変換システムと、
該光電変換システムの前記光電変換装置に被写体像を結像させるレンズと、を有することを特徴とするカメラ。

【請求項18】

前記レンズのF値が閾値よりも大きいときは前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との面積比が大きい画素の信号を選択し、

前記レンズのF値が閾値よりも小さいときは前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との面積比が小さい画素の信号を選択することを特徴とする、請求項17に記載のカメラ。

【請求項19】

請求項1乃至請求項15のいずれか1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。

【請求項20】

他の半導体基板に積層するための半導体基板であって、
第一の画素と、第二の画素と、複数のマイクロレンズと、を有し、
前記第一の画素と前記第二の画素とのそれぞれは第一の光電変換部と、前記第一の光電変換部を取り囲む第二の光電変換部とを有し、

前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とのそれぞれは前記マイクロレンズから光を受ける受光部を有し、

前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とは同一のマイクロレンズの下に配置され、

前記第一の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第一の面積比が、前記第二の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第二の面積比と異なり、

前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルタと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルタと、の透過率がピークを示す波長が重複することを特徴とする半導体基板。

10

20

30

40

50

【請求項 2 1】

他の半導体基板に積層するための半導体基板であって、

第一の画素と、第二の画素と、複数のマイクロレンズと、を有し、

前記第一の画素と前記第二の画素とのそれぞれは第一の光電変換部と、前記第一の光電変換部を取り囲む第二の光電変換部とを有し、

前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とのそれぞれは前記マイクロレンズから光を受ける受光部を有し、

前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とは同一のマイクロレンズの下に配置され、

前記第一の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第一の面積比が、前記第二の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第二の面積比と異なり、

前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルターと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルターとが対応する光の波長域が同じことを特徴とする半導体基板。

【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撮像システム、移動体、半導体基板に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には1つの画素の周囲を囲む形で受光面積の大きい画素が配置され、大小2つの画素の信号を組み合わせることによって固体撮像装置のダイナミックレンジを拡大する方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許出願公開第2018/0269245号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

例えばカメラに特許文献1の固体撮像装置を導入した場合、2つの画素の受光面積比が単一のため、2つの画素に入射する光量の比はレンズのF値によって2つの画素の受光面積比から変化する。また、F値が大きくなった場合には2つの画素のうち一方に光が入射せず、ダイナミックレンジの拡大が不十分であるという課題が生じる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一つの側面は、第一の画素と、第二の画素と、複数のマイクロレンズと、を有する光電変換装置であって、前記第一の画素と前記第二の画素とのそれぞれは第一の光電変換部と、前記第一の光電変換部を取り囲む第二の光電変換部とを有し、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とのそれぞれは前記マイクロレンズから光を受ける受光部を有し、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とは同一のマイクロレンズの下に配置され、前記第一の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第一の面積比が、前記第二の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第二の面積比と異なり、前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルターと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルターと、の透過率がピークを示す波長が重複する。本発明の他の側面は、第一の画素と、第二の画素と、複数のマイクロレンズと、を有する光電変換装置であって、前記第一の画素と前記第二の画素とのそれぞれは第一の光電変換部と、前記第一の光電変換部を取り囲む第二の光電変換部とを有し、前記第一の光電変換部

10

20

30

40

50

と前記第二の光電変換部とのそれぞれは前記マイクロレンズから光を受ける受光部を有し、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とは同一のマイクロレンズの下に配置され、前記第一の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第一の面積比が、前記第二の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第二の面積比と異なり、前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルターと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルターとが対応する光の波長域が同じ。

【 0 0 0 6 】

本発明の他の側面は、他の半導体基板に積層するための半導体基板であって、第一の画素と、第二の画素と、複数のマイクロレンズと、を有し、前記第一の画素と前記第二の画素とのそれぞれは第一の光電変換部と、前記第一の光電変換部を取り囲む第二の光電変換部とを有し、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とのそれぞれは前記マイクロレンズから光を受ける受光部を有し、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とは同一のマイクロレンズの下に配置され、前記第一の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第一の面積比が、前記第二の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第二の面積比と異なり、前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルターと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルターと、の透過率がピークを示す波長が重複する。本発明の他の側面は、他の半導体基板に積層するための半導体基板であって、第一の画素と、第二の画素と、複数のマイクロレンズと、を有し、前記第一の画素と前記第二の画素とのそれぞれは第一の光電変換部と、前記第一の光電変換部を取り囲む第二の光電変換部とを有し、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とのそれぞれは前記マイクロレンズから光を受ける受光部を有し、前記第一の光電変換部と前記第二の光電変換部とは同一のマイクロレンズの下に配置され、前記第一の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第一の面積比が、前記第二の画素における前記第一の光電変換部の受光部の面積と前記第二の光電変換部の受光部の面積との第二の面積比と異なり、前記第一の画素の受光面側に設けられた第一の分光フィルターと、前記第二の画素の受光面側に設けられた第二の分光フィルターとが対応する光の波長域が同じ。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、レンズのF値によらずダイナミックレンジを拡大することが可能である。

【 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概略図である。

【 図 2 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の画素回路の構成例である。

【 図 3 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。

【 図 4 】 第一の実施形態に係るレンズの絞りとマイクロレンズの集光を模式的に示す図面である。

【 図 5 】 第一の実施形態に係るレンズの絞りとマイクロレンズの集光を模式的に示す図面である。

【 図 6 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。

【 図 7 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。

【 図 8 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。

【 図 9 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の断面構造を模式的に示す図面である。

【 図 1 0 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の基板の裏面から見た平面構造を模式的に示す図面である。

【 図 1 1 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の断面構造を模式的に示す図面である。

【 図 1 2 】 第一の実施形態に係る光電変換装置の断面構造を模式的に示す図面である。

【図 1 3】第一の実施形態に係る光電変換装置の断面構造を模式的に示す図面である。

【図 1 4】第一の実施形態に係る光電変換装置の基板の裏面から見た平面構造を模式的に示す図面である。

【図 1 5】第一の実施形態に係る光電変換装置の画素の配置を模式的に示す図面である。

【図 1 6】第二の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。

【図 1 7】第三の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。

【図 1 8】第三の実施形態に係る光電変換装置の画素回路の構成例である。

【図 1 9】第三の実施形態に係る光電変換装置の基板の裏面から見た平面構造を模式的に示す図面である。

【図 2 0】第四の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。

10

【図 2 1】第四の実施形態に係る光電変換装置の画素回路の構成例である。

【図 2 2】第四の実施形態に係る光電変換装置の基板の裏面から見た平面構造を模式的に示す図面である。

【図 2 3】第五の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。

【図 2 4】積層構造の光電変換装置の概略図である。

【図 2 5】第六の実施形態にかかる撮像システムの概略構成を示すブロック図である。

【図 2 6】第七の実施形態にかかる撮像システム及び移動体の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第一の実施形態)

20

本発明の第一の実施形態による光電変換装置およびその駆動方法について、図 1 から図 1 5 を用いて説明する。

【0010】

図 1 は第一の実施形態に係る光電変換装置の概略図である。図 2 は第一の実施形態に係る光電変換装置の画素回路の構成例である。図 3 は第一の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。図 4、図 5 は第一の実施形態に係るレンズの絞りとマイクロレンズの集光を模式的に示す図面である。図 6 ~ 図 9 は第一の実施形態に係る光電変換装置の平面構造を模式的に示す図面である。図 1 0 は第一の実施形態に係る光電変換装置の裏面から見た平面構造を模式的に示す図面である。図 1 1 ~ 図 1 3 は第一の実施形態に係る光電変換装置の断面構造を模式的に示す図面である。図 1 4 は第一の実施形態に係る光電変換装置の裏面から見た平面構造を模式的に示す図面である。図 1 5 は第一の実施形態に係る光電変換装置の画素の配置を模式的に示す図面である。

30

【0011】

(光電変換装置の全体構成)

本実施形態による光電変換装置は、図 1 に示すように画素領域 3 0 1 と、タイミングジェネレーター 3 0 2 と、列信号処理回路 3 0 3 と、信号処理回路 3 0 4 とを有している。

【0012】

画素領域 3 0 1 には複数行及び複数列にわたって複数の画素 1 0 0 がマトリクス状に配されている。

【0013】

40

画素領域 3 0 1 の画素アレイの各行には、行方向 (図 1 において横方向) に延在して、制御信号線 3 0 5 が配されている。制御信号線 3 0 5 は、行方向に並ぶ画素 1 0 0 にそれぞれ接続され、これら画素 1 0 0 に共通の信号線をなしている。また、画素領域 3 0 1 の画素アレイの各列には、列方向 (図 1 において縦方向) に延在して、垂直出力線 2 0 9 が配されている。垂直出力線 2 0 9 は、列方向に並ぶ画素 1 0 0 にそれぞれ接続され、これら画素 1 0 0 に共通の信号線をなしている。図 1 においては 1 本の垂直出力線が描かれているが、出力される信号に応じ複数本の垂直出力線が接続されていてもよい。

【0014】

画素領域 3 0 1 を構成する画素 1 0 0 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 1 0 0 で画素領域 3 0 1 を構成し

50

てもよく、１行又は１列に並べた複数の画素１００で画素領域３０１を構成してもよい。

【００１５】

各行の制御信号線３０５はタイミングジェネレーター３０２に接続されている。画素１００から読み出された画素信号は、垂直出力線２０９を介して列信号処理回路３０３に入力される。列信号処理回路３０３は画素１００から読み出された画素信号を保持するメモリ等を含み得る。列信号処理回路３０３から出力される画素信号は信号処理回路３０４を介して列毎に順次出力される。

【００１６】

（画素の構成）

本実施形態による画素１００の構成と接続関係について説明する。図２は第一の実施形態の画素回路の等価回路図である。それぞれの画素１００は、光電変換部１０１を有し、光電変換部１０１はフォトダイオード（以下「ＰＤ」とも表記する）１０２とＰＤ１０３を含む。

10

【００１７】

画素回路１０はＰＤ１０２とＰＤ１０３を有する。さらに転送トランジスタ２０１－１と２０１－２を含む。さらにオーバーフロー用スイッチ２０５、ＦＤ容量２０２、ゲインコントロールスイッチ２０４、容量素子２０３、リセットスイッチ２０６、ソースフォロワトランジスタ２０７、セレクトスイッチ２０８を含んで構成される。

【００１８】

各素子の機能と接続について説明する。

20

【００１９】

ＰＤ１０２およびＰＤ１０３は、それぞれ、光電変換部の一例である。ＰＤ１０２とＰＤ１０３とのそれぞれに光が入射すると光電変換により電荷が発生する。ＰＤ１０２、ＰＤ１０３のそれぞれは、発生した電荷を信号電荷として蓄積する。ＰＤ１０２、ＰＤ１０３のアノードは接地電位に接続されている。ＰＤ１０２は転送トランジスタ２０１－１に接続され、ＰＤ１０３は転送トランジスタ２０１－２とオーバーフロー用トランジスタ２０５に接続されている。

【００２０】

転送トランジスタ２０１－１とソースフォロワトランジスタ２０７の入力ノード（ゲート）が電氣的に接続される。転送トランジスタ２０１－２とソースフォロワトランジスタ２０７の入力ノードが電氣的に接続されている。

30

【００２１】

転送トランジスタ２０１－１と２０１－２のゲートにはそれぞれ制御信号ＴＸ１、ＴＸ２が入力される。各制御信号がＨｉｇｈレベルのとき、ソースフォロワトランジスタ２０７の入力ノードに各フォトダイオードから信号電荷が転送される。

【００２２】

オーバーフロー用スイッチ２０５は電源ＶＤＤとＰＤ１０２に接続される。オーバーフロー用スイッチ２０５のゲートには制御信号ＯＦが入力される。オーバーフロー用スイッチ２０５ではゲート電位に応じたポテンシャルバリアが形成される。制御信号ＯＦがＨｉｇｈレベルのとき、電源ＶＤＤにＰＤ１０２から信号電荷が転送される。制御信号ＯＦが中間電位ＬＭ１（Ｌｏｗ＜ＬＭ１＜Ｈｉｇｈ）以上のとき、電源ＶＤＤとＰＤ１０２の間のポテンシャルバリアが他の領域のバリアより低いレベルになることによって、電源ＶＤＤに余剰な電荷を排出することができる。電源ＶＤＤとＰＤ１０２の間のポテンシャルバリアは典型的には転送トランジスタ２０１－２のポテンシャルバリアよりも低くなる。

40

【００２３】

転送トランジスタ２０１－１と２０１－２、ゲインコントロールスイッチ２０４、および、ソースフォロワトランジスタ２０７のゲートは、互いに接続され、１つのノードを構成している。この１つのノードを、フローティングディフュージョン（以降ＦＤ）ノードまたはＦＤ部と呼ぶことがある。図２において、ＦＤ部の持つ容量が、ＦＤ容量２０２として表されている。ＦＤ容量２０２は、ＦＤ部を構成する配線の寄生容量成分やＦＤ部に

50

接続されたトランジスタのゲートの寄生容量成分を含みうる。また、F D 容量 2 0 2 は、F D 部を構成する半導体領域の P N 接合容量成分、および、F D 部に接続されたトランジスタのソースまたはドレインの P N 接合容量成分を含みうる。これらの容量成分に加えて、F D 容量 2 0 2 は、P I P 容量、M I M 容量、M O S 容量などの容量素子によって構成されてもよい。これらの容量素子が配される場合には、当該容量素子の一端が、転送トランジスタ 2 0 1 - 1、2 0 1 - 2、ゲインコントロールスイッチ 2 0 4、および、ソースフォロワトランジスタ 2 0 7 のゲートに接続される。

【 0 0 2 4 】

ゲインコントロールスイッチ 2 0 4 は容量素子 2 0 3 の一方の端子とリセットスイッチ 2 0 6 に接続される。ゲインコントロールスイッチ 2 0 4 のゲートには制御信号 G C が入力される。容量素子 2 0 3 に電荷が蓄積された状態で制御信号 G C を L o w レベルにし、ゲインコントロールスイッチ 2 0 4 をオフにすることで、容量素子 2 0 3 は容量 2 0 2 から分離される。また、制御信号 G C が H i g h レベル / L o w レベルに切り替わり、ゲインコントロールスイッチ 2 0 4 のオン / オフが切り替わることで、容量素子 2 0 3 を F D 容量の一部として扱うか否かを切り替えられ、電荷電圧変換のゲインを異ならせることができる。さらに、制御信号 G C が中間電位 L M 1 (L o w < L M 1 < H i g h) 以上のとき、容量素子 2 0 3 と P D 1 0 3 の間のポテンシャルバリアが他の領域のバリアより低いレベルになることで、容量素子 2 0 3 に余剰な電荷を転送することができる。典型的には F D 容量 2 0 2 よりもポテンシャルバリアが低くなる。

【 0 0 2 5 】

リセットスイッチ 2 0 6 およびソースフォロワトランジスタ 2 0 7 には電源 V D D が接続される。リセットスイッチ 2 0 6 のゲートには制御信号 R E S が入力される。制御信号 R E S が H i g h レベルのとき、リセットスイッチ 2 0 6 がオンする。リセットスイッチ 2 0 6 がオンすることで、P D 1 0 2、P D 1 0 3、F D 部、および、容量素子 2 0 3 の一部または全部をリセットすることができる。

【 0 0 2 6 】

ソースフォロワトランジスタ 2 0 7 はセレクトスイッチ 2 0 8 を介して垂直出力線 2 0 9 に接続される。セレクトスイッチ 2 0 8 のゲートには制御信号 S E L が入力される。制御信号 S E L が H i g h レベルのとき、セレクトスイッチ 2 0 8 が O N になり、ソースフォロワトランジスタ 2 0 7 と電流源でソースフォロワ回路が形成される。

【 0 0 2 7 】

P D 1 0 2 のアノード、および、P D 1 0 3 のアノードは、それぞれ接地電位に接続される。また容量 2 0 2 および 2 0 3 のもう一方の端子はそれぞれ接地電位に接続されるものとして記載している。

【 0 0 2 8 】

P D 1 0 3 は、信号電荷である電子にとってポテンシャルが低い領域を含み、当該領域の周囲には信号電荷に対するポテンシャルバリアが形成される。すなわち、P D 1 0 3 のカソードには、局所的に電位が高い領域が存在する。そのため、発生した信号電荷は P D 1 0 3 のカソードに蓄積される。信号電荷である電子が蓄積されることに伴い、P D 1 0 3 のカソード電位が下がる。その結果、P D 1 0 3 の周囲に形成されるポテンシャルバリアの高さは低くなる。

【 0 0 2 9 】

光電変換により発生した電荷のうち、フォトダイオードに蓄積可能な量を超えて過剰な電荷が発生する場合がある。P D 1 0 3 に大量の光が入射し過剰な電荷が発生したときには、ポテンシャルバリアの最も低いところから過剰な電荷が外にあふれ出す。

【 0 0 3 0 】

P D 1 0 3 と F D 部の間には転送トランジスタ 2 0 1 - 2 が存在し、F D 部と容量素子 2 0 3 との間にはゲインコントロールスイッチ 2 0 4 が存在する。転送トランジスタ 2 0 1 - 2 のゲート電位 T X 2 によって、転送トランジスタ 2 0 1 - 2 のゲートの直下の領域、すなわち、転送トランジスタ 2 0 1 - 2 のチャネル領域のポテンシャルバリアの高さを

10

20

30

40

50

制御することができる。また、同様に、ゲインコントロールスイッチ 204 のゲート電位 GC によって、ゲインコントロールスイッチ 204 のゲートの直下の領域、すなわち、ゲインコントロールスイッチ 204 のチャンネル領域のポテンシャルバリアの高さを制御することができる。

【0031】

フォトダイオード PD2 と FD 部の間のポテンシャルバリアがフォトダイオード周辺を囲むポテンシャルバリアの中で最も低くなるように転送トランジスタ 201 - 2 の制御信号 TX2 が制御される。このとき、PD103 で発生した過剰な電荷は転送トランジスタ 201 - 2 を介して転送される。ゲインコントロールスイッチ 204 がオフであれば、転送された過剰な電荷は FD 部に保持される。ゲインコントロールスイッチ 204 に入力される制御信号 GC によって、ゲインコントロールスイッチ 204 のオン、オフが制御される。ゲインコントロールスイッチ 204 がオンであれば、転送された余剰な電荷は FD 部及び容量素子 203 に保持される。

10

【0032】

図 2 に示す PD と回路による、ダイナミックレンジの拡大について説明する。

【0033】

PD102 と PD103 とのそれぞれに光が入射すると光電変換により電荷が発生し、PD102、PD103 のそれぞれは、発生した電荷を信号電荷として蓄積する。

【0034】

PD102 は PD103 よりも受光面積が小さいため、PD102 と比べ単位時間あたりに入射する光量が少ない。したがって、PD103 が飽和するような強い光が入射する場合にも入射光量に対して線形に電荷を生成することが可能である。一方 PD103 は PD102 よりも受光面積が大きいため、PD102 と比べ単位時間あたりにより多くの光を受光する。したがって、入射する光が微弱な場合にも一定量の電荷の生成が可能である。さらに、PD103 は電荷蓄積期間中に発生した余剰電荷をオーバーフロー用スイッチ 205 を介して排出することで画素の飽和を防ぎながら多くの電子を保持することが可能である。

20

【0035】

PD102 で生じた電荷に基づく信号を読み出す時、ゲインコントロールスイッチ 204 がオフの状態転送トランジスタ 201 - 1 をオンにし、PD102 に蓄積された電荷を FD 容量 202 に転送する。PD102 に蓄積された電荷は FD 容量 202 で電圧信号に変換される。選択スイッチ 208 をオンにすると、FD 容量 202 で電圧信号に変換された電荷は垂直出力線 209 を介して列信号処理回路 303 に出力される。

30

【0036】

PD102 で生じた電荷に基づく信号の読み出しの後、ゲインコントロールスイッチ 204 及びリセットスイッチ 206 をオンにし、FD 容量 202 をリセットする。その後 PD103 で生じた電荷に基づく信号の読み出しを行う。

【0037】

PD103 で生じた電荷に基づく信号の読み出し時には、ゲインコントロールスイッチ 204 をオンし、FD 容量 202 と容量素子 203 との容量の和を FD 容量として扱う。FD 容量 202 のみを FD 容量として使用するときと比べ、より多くの電子を転送することが可能となる。

40

【0038】

読み出された、PD102 で生じた電荷に基づく信号と、PD103 で生じた電荷に基づく信号とを後段の信号処理で加算することにより、画素 100 の光電変換部が単一であった場合よりもダイナミックレンジの広い信号を得ることができる。このように、光に対する感度の異なる光電変換部を用いて画素のダイナミックレンジを向上させることができる。ここで PD102 と PD103 は同一のタイミングで蓄積された信号のため、加算される信号も時間にずれのない信号となる。

【0039】

50

また、このような画素回路では、読み出しの際に３種類の信号を読み出すことでもダイナミックレンジを拡大可能である。第１のフォトダイオードPD１に蓄積された電荷に基づく信号、第２のフォトダイオードPD２に蓄積された電荷に基づく信号のそれぞれをFD容量202を用いて読み出す。さらに、第２のフォトダイオードPD２からあふれ出し、FD部及び容量素子203に蓄積された電荷に基づく信号をFD容量202と容量素子203との容量の和を用いて読み出すことで、画素のダイナミックレンジを向上させることができる。

【0040】

図３～５を用いて本発明の画素の構造と画素への光の入射について説明する。

【0041】

図３は光電変換部101の概略構成を示す模式図である。上述の通りPD102の面積はPD103よりも小さく、PD102は周囲をPD103に囲まれている。図３においてはPD102とPD103との面積の総和はいずれの面積比の画素でも等しくなっているが、面積の総和が異なる画素を用いても構わない。ここで、面積の総和が同じであると2画素の面積の差が誤差５％までに含まれる場合を言い、好ましくは誤差３％以下の場合を指すものとする。

【0042】

図４、図５は、カメラのレンズを通った光線の各画素への集光を模式的に表した図である。図４は、レンズのF値が小さく、レンズの絞りを開いている時の図であり、図５は、レンズのF値が大きく、レンズの絞りを絞っている時の図である。

【0043】

各画素の受光面側にはマイクロレンズが配置されており、レンズを通った光線はマイクロレンズでフォトダイオードに集光される。

【0044】

図４に示すように、レンズのF値が小さい時にはマイクロレンズに対して入射する光線の角度範囲が広いと、画素上におけるマイクロレンズの集光範囲は広くなり、画素の受光部全体に光が入射する。一方図５に示すように、レンズのF値が大きい時には、マイクロレンズに対して入射する光線が画素に対して垂直方向に絞られ、画素上におけるマイクロレンズの集光範囲は画素中央に集中する。

【0045】

カメラにおいてある特定の面積比の画素で構成された光電変換装置を用いる場合、F値が大きくなり入射光が画素中央に集光されるようになると、PD102に集光される光の割合がPD103に対して大きくなる。場合によっては、PD103に光が入射しないこともある。

【0046】

このような課題を解決するため、本実施形態に係る光電変換装置では、画素毎にPD102とPD103とが複数の面積比を有する。言い換えれば、光電変換装置を構成する複数の画素はPD102とPD103との面積比が互いに異なる二以上の画素を含む。これにより、レンズのF値によって集光状況が変化した場合も面積比の異なる画素のうちいずれかの画素ではPD102、PD103の両方に光が入射するため、安定してダイナミックレンジの広い信号を作成することができる。また、例えばF値が特定の閾値を超えるか否かによって画像の形成に使用する画素を選択することも可能である。

【0047】

本発明において、PD103はPD102の周囲を取り囲むように構成されており、PD102とPD103との光学中心は略同一である。したがって、PD102で変換された電荷に基づく信号とPD103で変換された電荷に基づく信号を使用してダイナミックレンジ拡大を図る際にPD間の信号にずれが少なく、補正が容易である。各画素の光軸は、レンズのF値が最大値をとり、画素に入射する光線が最も絞られた状態でもPD102に光が入射される範囲で設定することができる。より具体的にはPD102の光学中心とPD103の光学中心とのズレは画素の径の１０％にあたる距離よりも小さい。

【 0 0 4 8 】

図 6 ~ 図 8 は、第一の実施形態における分光フィルターの配置を模式的に示している。

【 0 0 4 9 】

図 6 では、1 画素毎に赤、青、緑（図 6 では順に、R、B、G と表記している）の特定の一色の可視光の波長域に対応する分光フィルターが配されている。なお、図 6 では赤、青、緑の分光フィルターが配された例であるが、さらに白色光、赤外光に対応した分光フィルターを設けるようにしても良い。なお、白色光の場合には、可視光、赤外光に対して分光特性を備えるフィルターを設けずに代わりに樹脂等を設けることがある。このような形態も、本明細書では特に断りがない限り、分光フィルターの一例として取り扱う。また、白色光フィルターは、可視光には分光特性を有さない一方で、赤外光（近赤外光を含む）を透過しにくくするフィルターを用いても良い。図 6 では、画素アレイ内の同じ受光面積比の画素には同じ色（波長域）に対応した分光フィルターが配置されている。この場合、PD 1 0 2、PD 1 0 3 の受光面積比と分光フィルターの対応する色との組み合わせが一通りのため、ダイナミックレンジ拡大に用いる画素として用いやすくなる。

10

【 0 0 5 0 】

しかし、図 6 の場合は、F 値に応じたダイナミックレンジ拡大に使用しやすい画素と使用しにくい画素が特定の色に集中する傾向がある。

【 0 0 5 1 】

図 7 は、赤、青、緑の分光フィルターがベイヤー配列に従って配された形態を示している。図 7 では 2 行 2 列の画素について R、G、B の配列を示しているが、他の画素についても、同様にベイヤー配列で分光フィルターが配されている。図 7 に示すように画素と分光フィルターの組み合わせを場所によって異ならせ、同色に対応した分光フィルターの下に配される画素の面積比を変えることで、どの色に対応した画素もダイナミックレンジ拡大に、より簡易に使用できるようになる。

20

【 0 0 5 2 】

なお、同色の分光フィルターが対応する波長域は完全に一致する場合に限られないが、可視光に対応する分光フィルターでは少なくとも透過率のピーク波長が重複すればよい。赤外光（IR）フィルターは近赤外光を選択的に透過させる。

【 0 0 5 3 】

また、図 8 のように複数の画素毎に 1 色の分光フィルターを配し、分光フィルターの下に配される画素の面積比パターンの配置を変えることで、受光面積比のパターンすべてを同一の分光フィルター内に配置する方法もある。例えば互いに隣接する二行二列の四画素に同色の分光フィルターを配置し、当該四画素を 1 単位として 1 単位ごとに色を異ならせる、いわゆるクワッドベイヤー配列の場合が考えられる。

30

【 0 0 5 4 】

（変形例 1）

第一の実施形態の変形例 1 について図 9、図 10 を用いて説明する。

【 0 0 5 5 】

図 9 は、第一の実施形態の画素の断面を模式的に示した図である。各画素 9 0 0 は光電変換部 1 0 1 を含む半導体層と配線 9 0 4 を含む配線層を含む。

40

【 0 0 5 6 】

図 9 に示すように、画素の半導体層に光電変換部 1 0 1 側から光が入射する。半導体層はフォトダイオードである光電変換部 1 0 1 と、光電変換部 1 0 1 を PD 1 0 2 と PD 1 0 3 の 2 つに分割する画素分離層 9 0 1 を有する。

【 0 0 5 7 】

この光電変換部層の受光面と対向する面に配線 9 0 4 を有する配線層が接続されている。配線 9 0 4 は PD 1 0 2 の転送トランジスタ 9 0 2、PD 1 0 3 の転送トランジスタ 9 0 3、制御線、出力線、電源線などを含む。

【 0 0 5 8 】

図 10 は、第一の実施形態の画素と転送トランジスタの平面模式図である。配線 9 0 4

50

は省略している。各画素 900 の間には一定の幅を有し画素同士を分離する素子分離部 905 が配されている。

【0059】

ここで、素子分離部 905 の画素 900 - 1 と画素 900 - 2 との間に配される部分を 905 - 1、画素 900 - 2 と画素 900 - 3 との間に配される部分を 905 - 2 とする。

【0060】

図 10 に示す 4 つの画素は、それぞれ PD102、PD103 の面積比が異なるが、各画素の転送トランジスタ 902、903 は、全ての画素で画素分離層の位置によらず光電変換部 101 内の相対位置として同じ位置にある。例えば図 9 の画素の断面において、各画素の転送トランジスタの位置は常に画素中央部と画素端部である。画素の端部は素子分離部と画素との境界によって規定される。

10

【0061】

言い換えれば、画素 900 - 1 の転送トランジスタ 902 から素子分離部 905 - 1 までの距離と、画素 900 - 2 の転送トランジスタ 902 から素子分離部 905 - 2 までの距離は等しい。同様に、画素 900 - 1 の転送トランジスタ 903 から素子分離部 905 - 1 までの距離と、画素 900 - 2 の転送トランジスタ 903 から素子分離部 905 - 2 までの距離は等しい。

【0062】

このように各画素の受光部の面積比によらず同じ位置に転送トランジスタを配置することで、配線 904 を全ての画素で同様に作成することができる。一定の繰り返し単位をもって配線層を作成できるため、画素部の MOS や配線の設計が容易になる。

20

【0063】

(変形例 2)

第一の実施形態の変形例 2 について図 11、図 12 を用いて説明する。

【0064】

図 11、図 12 は、第一の実施形態の画素の断面を模式的に示した図である。図 11、12 に示す画素の半導体層は、フォトダイオードである光電変換部 101 と、光電変換部 101 を PD102 と PD103 の 2 つに分割する画素分離層 901 を有する。

【0065】

PD102 と PD103 の受光部の面積比は各画素で異なるが、配線層側ではどの画素も同じ面積比になるように、イオン注入によって画素分離層 901 を作成する。画素分離層 901 は具体的には画素の導電型と反対の導電型を有する半導体領域や、絶縁体によって形成される。このような構成では、各画素の受光面の面積比によらず画素内の同じ位置に PD102 の転送トランジスタ 902 を作ることができる。例えば図 11 や図 12 のように画素を二分する断面において、素子分離部によって境界を規定される各画素の端部から各転送トランジスタまでの距離を等しくすることができる。言い換えれば、各画素における転送トランジスタから該画素を分離する素子分離部までの距離が等しい。このような構成により、受光部の面積比の異なる画素同士で電荷転送の状態の違いを低減できる。

30

【0066】

(変形例 3)

第一の実施形態の変形例 3 について図 13、図 14 を用いて説明する。

【0067】

図 13 は、第一の実施形態の画素の断面を模式的に示した図であり、図 14 は、本変形例の画素と転送トランジスタの平面模式図を示している。

【0068】

この例では、PD103 の転送トランジスタ 903 は各画素の受光部の面積比によらず画素内の同じ位置にあるが、PD102 の転送トランジスタ 902 の位置を PD102 の大きさに応じて異ならせている。転送トランジスタ 902 の位置が画素によって異なるため、配線 904 の設計も画素によって変化する。この変形例に示す画素構造では、図 13 に示すように、PD102 と PD103 の受光部の面積比と半導体層側の面積比とが一定

40

50

かつ、受光部の面積比の異なる画素同士の電荷転送の状態が変わらないようにすることができる。

【 0 0 6 9 】

図 1 5 は、第一の実施形態の画素配列全体を示している。

【 0 0 7 0 】

図 1 5 に示すように、画素配列の一部を遮光部 1 5 0 1 で覆い、画素配列全体のシェーディング等の補正を行うための遮光画素として使用することができる。遮光画素として使用される受光画素の受光面側にあたる方向に遮光部を形成する。画素配列については、遮光部 1 5 0 1 で覆われているか否かにかかわらず同じ画素パターンの繰り返しである。図 1 5 には面積比の異なる 4 つの画素を 1 組として繰り返し配置するパターンが示されている。

10

【 0 0 7 1 】

このような画素配置により、遮光部 1 5 0 1 で覆われた画素による補正計算が可能になる。

【 0 0 7 2 】

以上第一の実施形態により、レンズの F 値によらず、ダイナミックレンジを拡大した信号を作成することが可能である。

【 0 0 7 3 】

(第二の実施形態)

本発明の別の実施形態を説明する。本実施形態では、前述の実施形態とは光電変換部の形状が異なる。

20

【 0 0 7 4 】

第 2 の実施例の光電変換装置、画素回路構成とその動作は第一の実施例と同じであるため、重複する説明を省略し、主として第一の実施形態と異なる部分を説明する。

【 0 0 7 5 】

図 1 6 は、第二の実施形態の画素構成の模式図である。画素 1 0 0 の光電変換部 1 0 1 が P D 1 0 2 と P D 1 0 3 からなる構成は第一の実施形態の画素構成と同様であるが、P D 1 0 2 の形状は四角形であり、P D 1 0 2 が P D 1 0 3 の相似形となっているため、信号処理が容易である。

【 0 0 7 6 】

30

本実施例をカメラに用いることにより、第一の実施形態と同様に、レンズの F 値によらず、ダイナミックレンジを拡大した信号を作成することができる。

【 0 0 7 7 】

(第三の実施形態)

本実施形態について図 1 7 ~ 1 9 を用いて説明する。

【 0 0 7 8 】

本実施形態では、前述の実施形態とは光電変換部の形状が異なり、画素を位相差 A F 用信号の画素としても使用できる。第三の実施形態の光電変換装置、画素回路構成とその動作は第一の実施例と同じであるため、重複する説明を省略し、主として第一の実施形態と異なる部分を説明する。

40

【 0 0 7 9 】

図 1 7 は、第三の実施形態の画素の平面構成の模式図である。

【 0 0 8 0 】

画素 1 0 0 の光電変換部 1 0 1 に含まれる P D 1 0 2 は第一の実施形態の画素構成と同様であるが、P D 1 0 3 が P D 1 7 0 1、1 7 0 2 の 2 つに分割されている。

【 0 0 8 1 】

図 1 8 は、第三の実施形態の画素回路構成の等価回路を示している。

【 0 0 8 2 】

P D 1 0 3 が P D 1 7 0 1、1 7 0 2 の 2 つに分割されているため、P D 1 7 0 1、P D 1 7 0 2 のそれぞれのカソードに転送トランジスタ 2 0 1、電荷排出用スイッチ 2 0 5

50

を接続している。信号読み出し動作は第一の実施形態と同様であり、PD102の電荷の読み出し、PD1701の電荷の読み出し、PD1702の電荷の読み出しを順次行う。

【0083】

図19は、第三の実施形態の画素と転送トランジスタの平面模式図を示している。配線904は省略している。

【0084】

本実施例においてはPD102に転送トランジスタ1901を接続し、PD1701に転送トランジスタ1902を、PD1702に転送トランジスタ1903を接続している。図19では、転送トランジスタ1901はPD102の面積に応じて位置を変更しているが、面積によらず一定の場所に形成してもよい。

10

【0085】

本実施例により、実施例1と同様に、レンズのF値によらずダイナミックレンジを拡大した信号を作成することができるとともに、PD1701、PD1702の信号を分割して取得することにより、画素を位相差AF用画素としても使用できる。

【0086】

(第四の実施形態)

本実施例について図面を用いて説明する。

【0087】

本実施例においては前述の実施形態とは光電変換部の形状が異なり、位相差AF用信号のダイナミックレンジを拡大できる。第四の実施形態の光電変換装置、画素回路構成とその動作は第1の実施例と同じであるため、重複する説明を省略し、主として第一の実施形態と異なる部分を説明する。

20

【0088】

図20は、第四の実施形態の画素構成を示している。PD102が画素2001、2002の2つに分割され、PD103は第三実施形態と同様に2003、2004の2つに分割されている。

【0089】

図21は、第四実施形態の画素回路構成を示している。PD102が画素2001、2002の2つに分割されているため、転送トランジスタ201が画素2001、2002のそれぞれに接続されている。画素2003、2004については第三実施形態と同様である。

30

【0090】

信号読み出し動作は第一実施形態との変更はなく、画素2001の読み出し、画素2002の読み出し、画素2003の読み出し、画素2004の読み出しを順次行う。

【0091】

図22は、第四の実施形態の画素と転送トランジスタの平面模式図を示している。配線904は省略している。

【0092】

本実施例においては、画素2001に転送トランジスタ2201、画素2002に転送トランジスタ2202、画素2003に転送トランジスタ2203、画素2004に転送トランジスタ2204が接続されている。図20では転送トランジスタ2201、2202の位置は画素2001、2002の面積に応じて変更されているが、面積によらず一定の場所に形成してもよい。

40

【0093】

本実施例により、実施例1と同様に、レンズのF値によらずダイナミックレンジを拡大した信号を作成することができるとともに、画素を位相差AF用画素としても使用でき、位相差AF用信号のダイナミックレンジも拡大できる。

【0094】

(第五の実施形態)

本実施例について図面を用いて説明する。

50

【0095】

本実施例においては前述の実施形態とは光電変換部の形状が異なり、位相差AF用信号の瞳分割方向を選択できる。第五の実施形態の光電変換装置、画素回路構成とその動作は第1の実施例と同じであるため、重複する説明を省略し、主として第一の実施形態と異なる部分を説明する。

【0096】

図23は、第四の実施形態の画素構成を示している。PD102が画素2301、2302、2303、2304の4つに分割され、PD103は第三実施形態と同様に2305、2306、2307、2308の4つに分割されている。

【0097】

位相差検出による測距では瞳像を横（水平）方向に分離して位相差を検出する方式（縦線検出）と瞳像を縦（垂直）方向に分離して位相差を検出する方式（横線検出）がある。一般に縦線検出が採用される場合が多いが、横線を多く含む被写体に対しては縦線検出では測距が困難な場合がある。

【0098】

本実施形態では画素100を縦線検出と横線検出を切り替えることが可能な構造とする。PD102、PD103の4個の光電変換部のうちの2個を用いることで縦線検出あるいは横線検出を行うことができる。縦線検出と横線検出の両方、あるいはいずれか一方を選択して行うことができる。

【0099】

本実施例により、実施例1と同様に、レンズのF値によらずダイナミックレンジを拡大した信号を作成することができるとともに、画素を瞳分割方向の選択が可能な位相差AF用画素としても使用できる。

【0100】

以上、第1の実施形態から第5の実施形態まで図1の光電変換装置の概略図を用いて説明したが、本発明は図24に示したように回路を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。図24に示した積層構造の光電変換装置は第1基板170と第2基板171を有する。

【0101】

なお、図24に示した積層構造の光電変換装置は図1に示した概略図を2枚の基板に分けた場合の一例である。この例では第1基板に画素領域61とタイミングジェネレーター62が配置される。第2基板171には列信号処理回路63と演算処理部64が配置されている。図24の積層構造の光電変換装置は一例であって、本発明を限定するものではない。たとえば、第1基板に配されていたタイミングジェネレーター62は第2基板に配されるようにしても良い。また、図24の例では第1基板の画素と第2基板の列信号処理回路63は画素の列ごとに電気的に接続されている。他には、例えば1つの画素毎に第2基板の信号処理回路が接続されてもよい。図24では2枚の基板からなる積層構造で説明したが、例えばさらに回路を分割するか、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もよい。

【0102】

（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25を用いて説明する。図25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。

【0103】

上記第1～第5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25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 1 0 4 】

図 2 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、被写体像を撮像装置 1 0 0 4 に結像させるレンズ 1 0 0 2 を有する。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ヤ 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。

【 0 1 0 5 】

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。また、撮像装置 1 0 0 4 と信号処理部 1 0 0 7 とが同一の半導体基板に形成されていてもよい。

10

【 0 1 0 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 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。

20

【 0 1 0 7 】

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 1 0 8 】

撮像装置 1 0 0 4 は、撮像信号を信号処理部 1 0 0 7 に出力する。信号処理部 1 0 0 7 は、撮像装置 1 0 0 4 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 1 0 0 7 は、撮像信号を用いて、画像を生成する。

30

【 0 1 0 9 】

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。

【 0 1 1 0 】

（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 2 6 を用いて説明する。図 2 6 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。

【 0 1 1 1 】

図 2 6 (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 3 0 0 は、撮像装置 3 1 0 を有する。撮像装置 3 1 0 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 3 0 0 は、撮像装置 3 1 0 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 3 1 2 と、光電変換システム 3 0 0 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 3 1 4 を有する。また、光電変換システム 3 0 0 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 3 1 6 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 3 1 8 と、を有する。ここで、視差取得部 3 1 4 や距離取得部 3 1 6 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 3 1 8 はこれらの距離情報のいずれかを用いて、衝突

40

50

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。

【0112】

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ECU330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ECU330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。

10

【0113】

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26(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。

20

【0114】

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。

【0115】

[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。

30

【0116】

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。

【0117】

また、上記第6実施形態、第7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25及び図26に示した構成に限定されるものではない。

【0118】

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

【符号の説明】

【0119】

100 画素

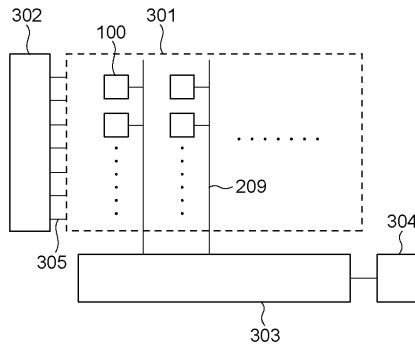
102 第一の光電変換部

103 第二の光電変換部

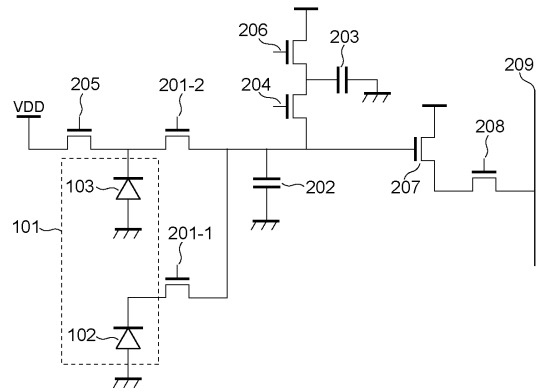
50

【図面】

【 図 1 】



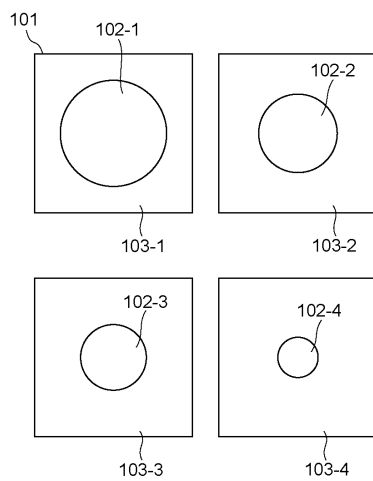
【圖 2】



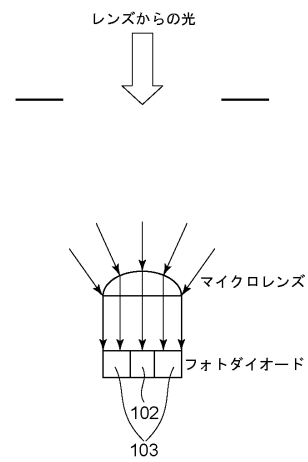
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

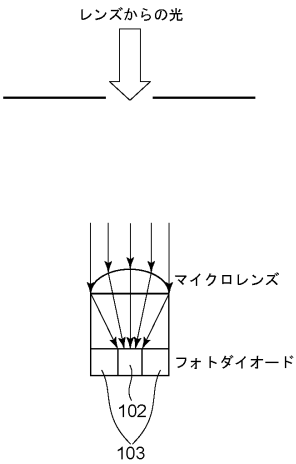


30

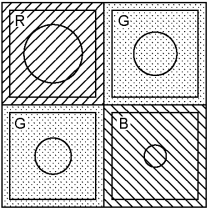
40

50

【 図 5 】



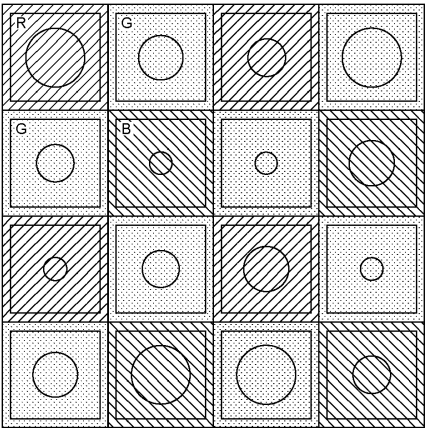
【 図 6 】



10

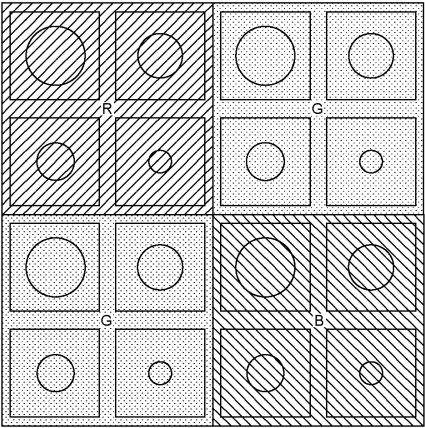
20

【 図 7 】



30

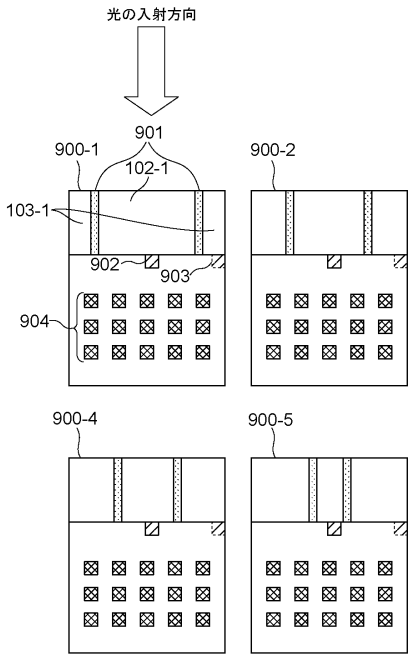
【 図 8 】



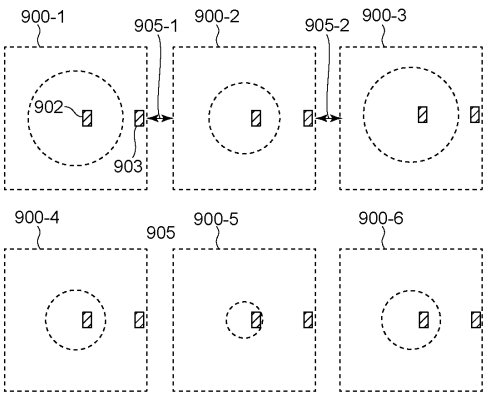
40

50

【図 9】



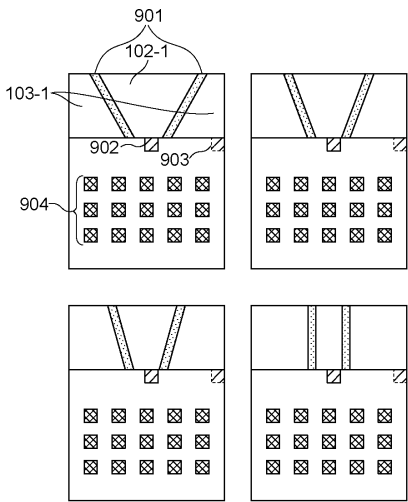
【図 10】



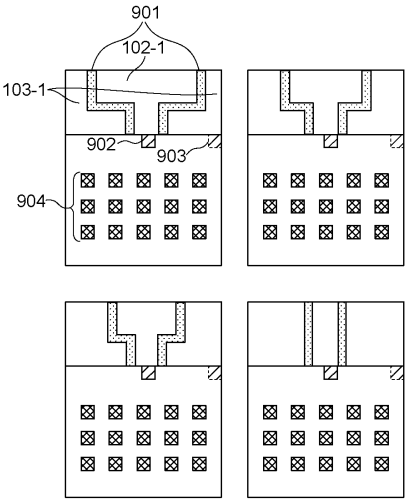
10

20

【図 11】



【図 12】

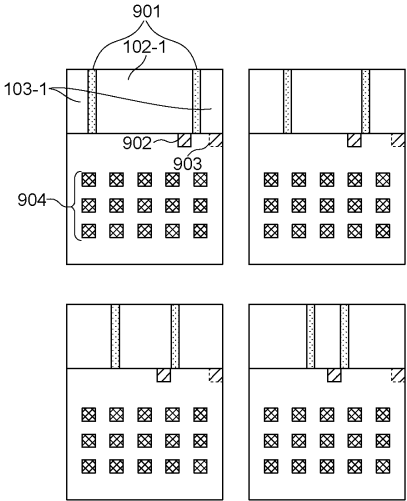


30

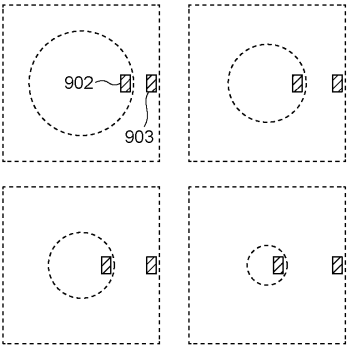
40

50

【図 1 3】



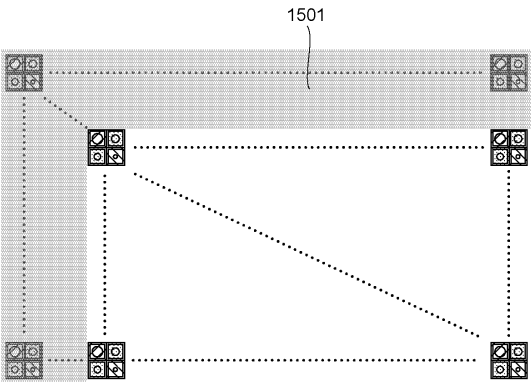
【図 1 4】



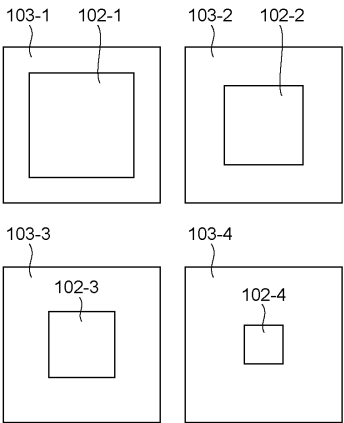
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

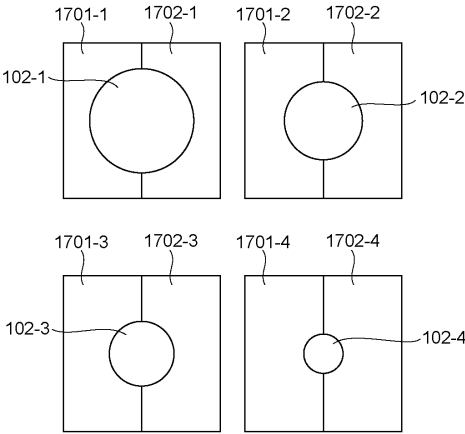


30

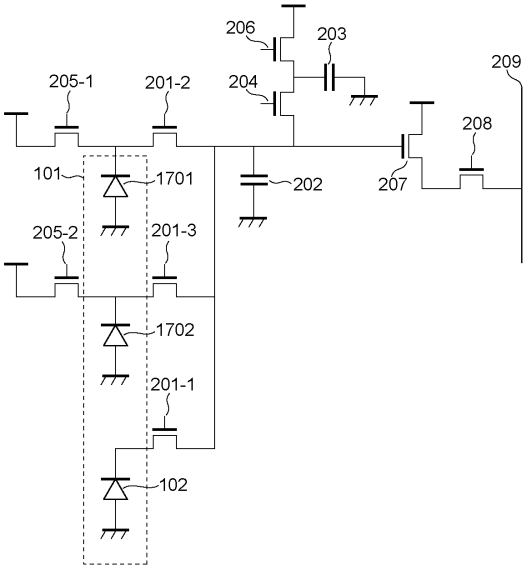
40

50

【図 17】



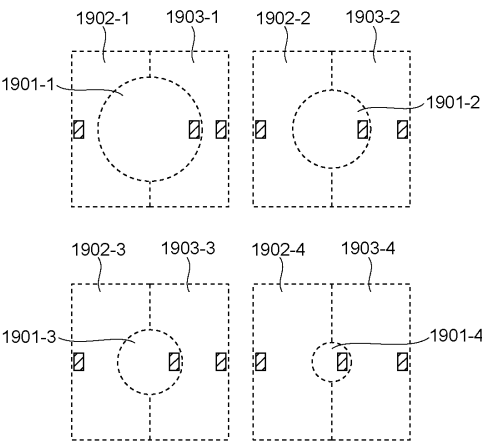
【図 18】



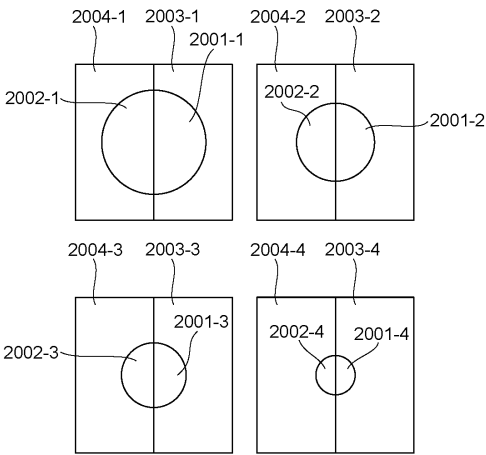
10

20

【図 19】



【図 20】

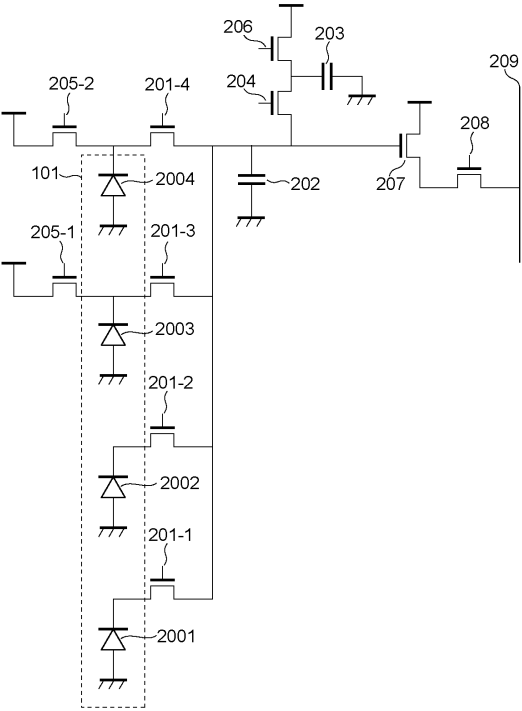


30

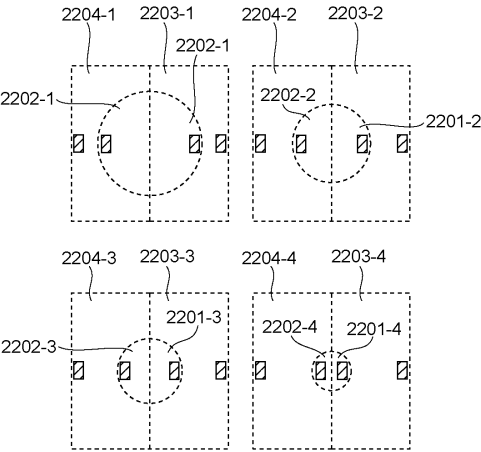
40

50

【図 2 1】



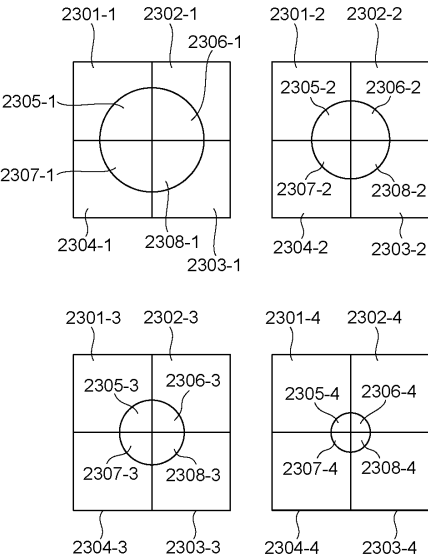
【図 2 2】



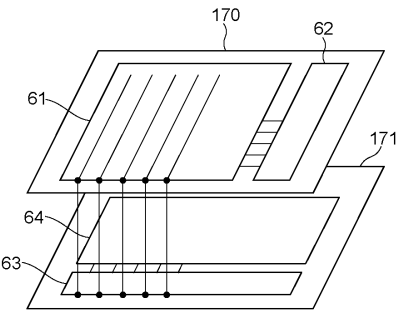
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】

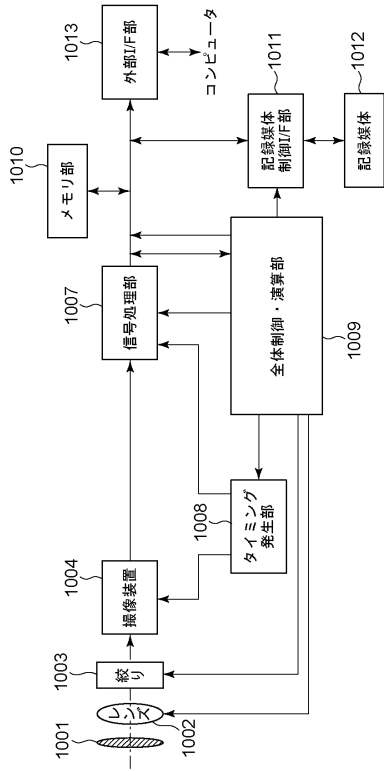


30

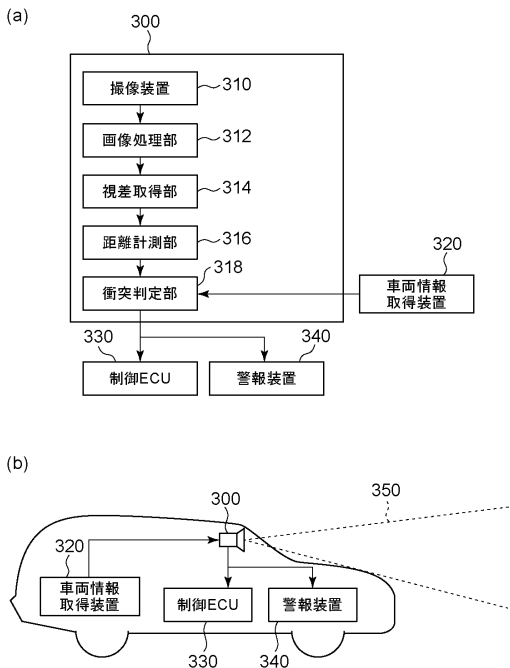
40

50

【図 2 5】



【図 2 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

審査官 柴山 将隆

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 5 / 0 4 6 0 4 5 (W O , A 1)
特開 2 0 1 8 - 0 1 9 1 3 9 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 0 8 2 8 1 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 1 2 9 3 7 5 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 1 2 7 1 7 9 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 1 1 9 4 7 7 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 7 3 1 0 5 (U S , A 1)
特開 2 0 1 7 - 0 5 9 7 3 9 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 5 2 0 4 1 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 8 0 7 9 7 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 1 6 9 7 5 4 (W O , A 1)
特開 2 0 1 8 - 1 8 2 4 8 1 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 3 5 4 4 4 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 9 3 5 5 4 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 7 / 1 4 6
H 0 4 N 2 5 / 7 0