

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-164944
(P2012-164944A)

(43) 公開日 平成24年8月30日 (2012. 8. 30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/14 A	4 M 1 1 8
HO 1 L 27/14 (2006.01)	HO 1 L 27/14 D	5 C 0 2 4
HO 4 N 5/369 (2011.01)	HO 4 N 5/335 6 9 0	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2011-26352 (P2011-26352)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成23年2月9日 (2011. 2. 9)		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
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	下津佐 峰生
			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	小林 昌弘
			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

最終頁に続く

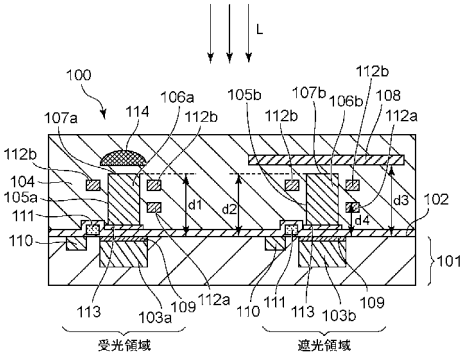
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置、及び固体撮像装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高い画質の画像を撮像可能な固体撮像装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係る固体撮像装置は、光電変換部103a、103bが配された半導体基板101を有する。半導体基板101に絶縁体104が積層される。絶縁体104には光電変換部103a、103bのそれぞれに対応した穴105a、105bが配される。穴105a、105bにはそれぞれ部材106a、106bが配される。部材106bに対して半導体基板101とは反対側に遮光部材108が配され、光電変換部103bのみが遮光される。このような固体撮像装置において、穴105a、105bが同時に形成され、部材106a、106bが同時に形成される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板と、
前記半導体基板に配された第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部と、
前記半導体基板の上に配された第 1 部材と、
前記半導体基板の上であって、前記第 1 光電変換部と重なる位置に配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 2 部材と、
前記半導体基板の上であって、前記第 2 光電変換部と重なる位置に配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 3 部材と、
前記半導体基板の上に配された多層配線構造と、
前記第 3 部材に対して前記半導体基板とは反対側に配され、前記第 2 光電変換部に入射する光の少なくとも一部を遮る遮光部材と、を有する固体撮像装置において、
前記第 1 部材は、前記第 1 光電変換部と重なっていない第 1 部分、及び前記第 1 部分とは別の、前記第 1 光電変換部と重なっていない第 2 部分とを含み、
前記第 2 部材は、前記第 1 部分及び前記第 2 部分との間に配され、
前記第 1 部材は、前記第 2 光電変換部と重なっていない第 3 部分、及び前記第 3 部分とは別の、前記第 2 光電変換部と重なっていない第 4 部分とを含み、
前記第 3 部材は、前記第 3 部分及び前記第 4 部分との間に配され、
前記半導体基板から前記第 2 部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 1 の距離、及び前記半導体基板から前記第 3 部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 2 の距離が、前記半導体基板から前記遮光部材の前記半導体基板の側の面までの第 3 の距離より小さく、
前記第 1 の距離及び前記第 2 の距離が、前記半導体基板から前記多層配線構造のうち前記半導体基板に最も近い配線層に含まれる導電部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 4 の距離よりも大きいことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

半導体基板と、
前記半導体基板に配された第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部と、
前記半導体基板の上に配された第 1 部材と、
前記半導体基板の上であって、前記第 1 光電変換部と重なる位置に配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 2 部材と、
前記半導体基板の上であって、前記第 2 光電変換部と重なる位置に配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 3 部材と、
前記半導体基板の上に配された多層配線構造と、
前記第 3 部材に対して前記半導体基板とは反対側に配され、前記第 2 光電変換部に入射する光の少なくとも一部を遮る遮光部材と、を有する固体撮像装置において、
前記第 1 部材は、第 1 部分及び前記第 1 部分とは異なる第 2 部分を含み、
前記第 1 光電変換部と前記第 2 部材とが配された方向と交差する方向に沿って、前記第 1 部分、前記第 2 部材、及び前記第 2 部分が配され、
前記第 1 部材は、第 3 部分及び前記第 3 部分とは異なる第 4 部分を含み、
前記第 2 光電変換部と前記第 3 部材とが配された方向と交差する方向に沿って、前記第 3 部分、前記第 3 部材、及び前記第 4 部分が配され、
前記半導体基板から前記第 2 部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 1 の距離、及び前記半導体基板から前記第 3 部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 2 の距離が、前記半導体基板から前記遮光部材の前記半導体基板の側の面までの第 3 の距離より小さく、
前記第 1 の距離及び前記第 2 の距離が、前記半導体基板から前記多層配線構造のうち前記半導体基板に最も近い配線層に含まれる導電部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 4 の距離よりも大きいことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】

前記第 2 部材を構成する材料及び前記第 3 部材を構成する材料の屈折率は、前記第 1 部材を構成する材料の屈折率と異なり、

前記第 1 部材と前記第 2 部材との界面において、前記第 2 部材に入射した光を前記第 1 光電変換部へ向けて屈折させることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記第 2 部材を構成する材料及び前記第 3 部材を構成する材料の誘電率は、前記第 1 部材を構成する材料の誘電率よりも高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固体撮像装置。

【請求項 5】

前記第 2 部材及び前記第 3 部材に対して前記半導体基板とは反対側に配され、前記半導体基板とは反対側の面が平坦化された平坦膜と、

前記第 1 光電変換部に対応して配されたレンズと、をさらに有し、

前記遮光部材及び前記レンズが、前記平坦膜に接して配された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固体撮像装置。

【請求項 6】

前記第 2 部材及び前記第 3 部材に対して前記半導体基板とは反対側に配され、前記半導体基板とは反対側の面が平坦化された平坦膜と、

前記平坦膜に対して前記半導体基板とは反対側に配された中間膜と、

前記第 1 光電変換部に対応して配され、前記光を集光するレンズと、をさらに有し、

前記遮光部材及び前記レンズが、前記中間膜に接して配された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固体撮像装置。

【請求項 7】

前記レンズと前記第 2 部材との間に配され、前記レンズを構成する材料及び前記第 2 部材よりも屈折率の低い低屈折率部材をさらに有することを特徴とする請求項 5 または請求項 6 のいずれか一項に記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記レンズは、前記半導体基板に向かって凸の形状のレンズであることを特徴とする請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記第 1 光電変換部に隣接して配された別の光電変換部と、

前記別の光電変換部と重なった領域に、前記第 2 部材と並んで配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 4 部材と、

前記遮光部材とは別の遮光部材をさらに有し、

前記別の遮光部材は、前記遮光部材と同一の配線層に含まれ、前記第 2 部材と前記第 4 部材との間に配された前記第 1 部材の上に配された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固体撮像装置。

【請求項 10】

前記第 2 部材を構成する材料と、前記第 3 部材を構成する材料が同一の材料であ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固体撮像装置。

【請求項 11】

固体撮像装置の製造方法であって、

第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部が配された半導体基板の上に第 1 絶縁体を形成する工程と、

前記第 1 絶縁体の前記第 1 光電変換部に対応した第 1 部分、及び前記第 1 部分とは別の前記第 1 絶縁体の前記第 2 光電変換部に対応した第 2 部分を同時に除去する第 1 工程と、

前記第 1 部分が除去された領域に第 1 部材を形成すると同時に、前記第 2 部分が除去された領域に第 2 部材を形成する第 2 工程と、

前記第 2 工程の後に、前記第 2 光電変換部に入射する光の少なくとも一部を遮る遮光部材を形成する第 3 工程と、

10

20

30

40

50

前記第 3 工程の後に、第 2 絶縁体を形成する第 4 工程と、を含み、

前記第 4 工程の後には、前記第 2 絶縁体の前記第 1 光電変換部に対応した第 3 部分、及び前記第 3 部分とは別の前記第 2 絶縁体の前記第 2 光電変換部に対応した第 4 領域のいずれか一方のみを除去する工程を行わないことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記固体撮像装置は、第 1 配線層及び第 2 配線層と、前記第 1 絶縁体を構成する第 1 絶縁膜及び第 2 絶縁膜と、を有し、

前記半導体基板に近い側から順に、前記第 1 絶縁膜、前記第 1 配線層、前記第 2 絶縁膜、及び前記第 2 配線層が積層され、

前記第 1 工程は、前記第 1 絶縁膜、前記第 2 絶縁膜、前記第 1 配線層及び前記第 2 配線層が形成された後に行われ、

前記第 1 工程において、前記第 1 絶縁膜の一部及び前記第 2 絶縁膜の一部を除去することを特徴とする請求項 1 1 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記固体撮像装置は、

前記第 1 部材と前記半導体基板との間に前記第 1 部材と接して配された第 3 部材と、

前記第 2 部材と前記半導体基板との間に前記第 2 部材と接して配された第 4 部材とを有し、

前記第 1 工程において、前記第 1 絶縁体はエッチングによって除去され、

前記第 3 部材を構成する材料及び前記第 4 部材を構成する材料の前記エッチングにおけるエッチングレートが、前記第 1 絶縁体を構成する材料の前記エッチングにおけるエッチングレートに比べて小さいことを特徴とする請求項 1 1 または請求項 1 2 のいずれかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 1 4】

固体撮像装置の製造方法であって、

第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部が配された半導体基板の上に、前記第 1 光電変換部に重なるように第 1 エッチストップ部材を形成する工程と、

前記半導体基板の上に、前記第 2 光電変換部に重なるように第 2 エッチストップ部材を形成する工程と、

前記第 1 及び第 2 エッチストップ部材の上に第 1 絶縁体を形成する工程と、

前記絶縁体の前記第 1 エッチストップ部材と重なって配された第 1 部分、及び前記第 1 部分とは別の前記絶縁体の前記第 2 エッチストップ部材と重なって配された第 2 部分を同時にエッチングするエッチング工程と、

前記第 1 部分がエッチングによって除去された領域に第 1 部材を形成すると同時に、前記第 2 部分がエッチングによって除去された領域に第 2 部材を形成する第 1 工程と、

前記第 1 工程の後に、前記第 2 光電変換部に入射する光の少なくとも一部を遮る遮光部材を形成する第 2 工程と、

前記第 2 工程の後に、第 2 絶縁体を形成する第 3 工程と、を含み、

前記第 3 工程の後には、前記第 2 絶縁体の前記第 1 光電変換部に対応した第 3 部分、及び前記第 3 部分とは別の前記第 2 絶縁体の前記第 2 光電変換部に対応した第 4 領域のいずれか一方のみを除去する工程を行わず、

前記第 1 及び第 2 エッチストップ部材のエッチングレートが、前記絶縁体のエッチングレートよりも小さく、

前記エッチング工程において、少なくとも前記第 1 及び第 2 エッチストップ部材が露出するまで前記絶縁体をエッチングすることを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 1 5】

前記固体撮像装置は、前記第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部が配された第 1 領域と、前記第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部からの信号を処理する信号処理回路が配された第 2 領域と、前記半導体基板の上に配された配線層と、前記半導体基板と前記配線層に含まれる導電部材とを接続するための複数のプラグと、を有し、

前記第 1 領域における前記複数のプラグの密度は、前記第 2 領域における前記複数のプラグの密度と異なることを特徴とする請求項 1 4 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は固体撮像装置、及び固体撮像装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光電変換部に入射する光量を増やすため、光導波路を有する固体撮像装置が提案されている。

【0003】

特許文献 1 には、被写体からの光を受光する画素が配される受光領域と、遮光された画素が配される遮光領域とを有する固体撮像装置が開示されている。特許文献 1 の図 1 に記載された固体撮像装置は、受光領域に配された第 1 光電変換部の直上に、光導波路となる第 1 高屈折率領域が形成される。そして、遮光領域に配された第 2 光電変換部と、第 2 光電変換部を覆うように配された第 1 配線との間に、第 2 高屈折率領域が設けられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007-141873 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明者らは特許文献 1 に記載された固体撮像装置には以下の課題があることを見出した。第 1 に、受光領域の画素と遮光領域の画素との間で、暗電流の大きさがばらつく場合がある。これは受光領域に配された画素の光導波路の構造と、遮光領域に配された画素の光導波路の構造とが大きく異なるためである。具体的に特許文献 1 の図 1 において、受光領域に配された画素の光導波路となる第 1 高屈折率領域の上面と、遮光領域に配された画素の光導波路となる第 2 高屈折率領域の上面とは、半導体基板からの高さが互いに異なる。そのため、断面で見たときの面積が異なっている。

【0006】

第 2 に、受光領域の画素と遮光領域の画素との間で信号を伝達する配線の寄生容量にばらつきが生じる場合がある。これは受光領域と遮光領域との間で配線構造が大きく異なるためである。具体的には、半導体基板に最も近い第 1 配線の構造が異なっている。

【0007】

第 3 に、受光領域と遮光領域との間で製造プロセスに起因するダメージの度合いが異なる場合がある。この理由は、受光領域に配された画素の光導波路を形成するプロセスと、遮光領域に配された画素の光導波路を形成するプロセスが異なるからである。

【0008】

以上の第 1 から第 3 の課題は、いずれも受光領域の画素と遮光領域の画素との間でノイズの差が大きくなる原因になりうる。本発明は、上記の第 1 から第 3 の課題の少なくとも一つを解決することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一つの側面に係る固体撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に配された第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部と、前記半導体基板の上に配された第 1 部材と、前記半導体基板の上であって、前記第 1 光電変換部と重なる位置に配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 2 部材と、前記半導体基板の上であって、前記第 2 光電変換部と重なる位置に配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 3 部材と、前記半導体基板の上に配された多層配線構造と、前記第 3 部材に対して前記半導体基板とは反対側

10

20

30

40

50

に配され、前記第 2 光電変換部に入射する光の少なくとも一部を遮る遮光部材と、を有する固体撮像装置において、前記第 1 部材は、前記第 1 光電変換部と重なっていない第 1 部分、及び前記第 1 部分とは別の、前記第 1 光電変換部と重なっていない第 2 部分とを含み、前記第 2 部材は、前記第 1 部分及び前記第 2 部分との間に配され、前記第 1 部材は、前記第 2 光電変換部と重なっていない第 3 部分、及び前記第 3 部分とは別の、前記第 2 光電変換部と重なっていない第 4 部分とを含み、前記第 3 部材は、前記第 3 部分及び前記第 4 部分との間に配され、前記半導体基板から前記第 2 部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 1 の距離、及び前記半導体基板から前記第 3 部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 2 の距離が、前記半導体基板から前記遮光部材の前記半導体基板の側の面までの第 3 の距離より小さく、前記第 1 の距離及び前記第 2 の距離が、前記半導体基板から前記多層配線構造のうち前記半導体基板に最も近い配線層に含まれる導電部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 4 の距離よりも大きいことを特徴とする。

【0010】

本発明の別の側面に係る固体撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に配された第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部と、前記半導体基板の上に配された第 1 部材と、前記半導体基板の上であって、前記第 1 光電変換部と重なる位置に配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 2 部材と、前記半導体基板の上であって、前記第 2 光電変換部と重なる位置に配され、前記第 1 部材とは異なる材料で構成された第 3 部材と、前記半導体基板の上に配された多層配線構造と、前記第 3 部材に対して前記半導体基板とは反対側に配され、前記第 2 光電変換部に入射する光の少なくとも一部を遮る遮光部材と、を有する固体撮像装置において、前記第 1 部材は、第 1 部分及び前記第 1 部分とは異なる第 2 部分を含み、前記第 1 光電変換部と前記第 2 部材とが配された方向と交差する方向に沿って、前記第 1 部分、前記第 2 部材、及び前記第 2 部分が配され、前記第 1 部材は、第 3 部分及び前記第 3 部分とは異なる第 4 部分を含み、前記第 2 光電変換部と前記第 3 部材とが配された方向と交差する方向に沿って、前記第 3 部分、前記第 3 部材、及び前記第 4 部分が配され、前記半導体基板から前記第 2 部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 1 の距離、及び前記半導体基板から前記第 3 部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 2 の距離が、前記半導体基板から前記遮光部材の前記半導体基板の側の面までの第 3 の距離より小さく、前記第 1 の距離及び前記第 2 の距離が、前記半導体基板から前記多層配線構造のうち前記半導体基板に最も近い配線層に含まれる導電部材の前記半導体基板とは反対側の面までの第 4 の距離よりも大きいことを特徴とする。

【0011】

本発明の一つの側面に係る固体撮像装置の製造方法は、固体撮像装置の製造方法であって、第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部が配された半導体基板の上に第 1 絶縁体を形成する工程と、前記第 1 絶縁体の前記第 1 光電変換部に対応した第 1 部分、及び前記第 1 部分とは別の前記第 1 絶縁体の前記第 2 光電変換部に対応した第 2 部分を同時に除去する第 1 工程と、前記第 1 部分が除去された領域に第 1 部材を形成すると同時に、前記第 2 部分が除去された領域に第 2 部材を形成する第 2 工程と、前記第 2 工程の後に、前記第 2 光電変換部に入射する光の少なくとも一部を遮る遮光部材を形成する第 3 工程と、前記第 3 工程の後に、第 2 絶縁体を形成する第 4 工程と、を含み、前記第 4 工程の後には、前記第 2 絶縁体の前記第 1 光電変換部に対応した第 3 部分、及び前記第 3 部分とは別の前記第 2 絶縁体の前記第 2 光電変換部に対応した第 4 領域のいずれか一方のみを除去する工程を行わないことを特徴とする。

【0012】

本発明の別の側面に係る固体撮像装置の製造方法は、固体撮像装置の製造方法であって、第 1 光電変換部及び第 2 光電変換部が配された半導体基板の上に、前記第 1 光電変換部に重なるように第 1 エッチストップ部材を形成する工程と、前記半導体基板の上に、前記第 2 光電変換部に重なるように第 2 エッチストップ部材を形成する工程と、前記第 1 及び第 2 エッチストップ部材の上に第 1 絶縁体を形成する工程と、前記絶縁体の前記第 1 エッチストップ部材と重なって配された第 1 部分、及び前記第 1 部分とは別の前記絶縁体の前

記第 2 エッチストップ部材と重なって配された第 2 部分を同時にエッチングするエッチング工程と、前記第 1 部分がエッチングによって除去された領域に第 1 部材を形成すると同時に、前記第 2 部分がエッチングによって除去された領域に第 2 部材を形成する第 1 工程と、前記第 1 工程の後に、前記第 2 光電変換部に入射する光の少なくとも一部を遮る遮光部材を形成する第 2 工程と、前記第 2 工程の後に、第 2 絶縁体を形成する第 3 工程と、を含み、前記第 3 工程の後は、前記第 2 絶縁体の前記第 1 光電変換部に対応した第 3 部分、及び前記第 3 部分とは別の前記第 2 絶縁体の前記第 2 光電変換部に対応した第 4 領域のいずれか一方のみを除去する工程を行わず、前記第 1 及び第 2 エッチストップ部材のエッチングレートが、前記絶縁体のエッチングレートよりも小さく、前記エッチング工程において、少なくとも前記第 1 及び第 2 エッチストップ部材が露出するまで前記絶縁体をエッチングすることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、高画質の画像を撮像することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】実施例 1 の固体撮像装置の断面構造の概略図。

【図 2】実施例 1 の固体撮像装置の製造方法を示す図。

【図 3】実施例 1 の固体撮像装置の製造方法を示す図。

【図 4】実施例 1 の固体撮像装置の平面構造及び断面構造の概略図。

20

【図 5】実施例 2 の固体撮像装置の断面構造の概略図。

【図 6】実施例 3 の固体撮像装置の断面構造の概略図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明に係る固体撮像装置 100 は半導体基板 101 を有する。半導体基板は、固体撮像装置を構成する部材のうち半導体材料の部分である。例えば、半導体基板は、半導体ウェハに対して周知の半導体製造プロセスにより半導体領域が形成されたものを含む。半導体材料としては例えばシリコンが挙げられる。半導体材料と別の材料との界面が半導体基板の主面 102 である。例えば、別の材料は半導体基板上に該半導体基板と接して配された熱酸化膜などである。図 1 において、矢印 L は光の入射方向の一つを示す。主面 102 から半導体基板 101 の内部に向かって光が入射する。

30

【0016】

本明細書において、平面は主面 102 と平行な面である。例えば、後述する光電変換部が配された領域における主面 102、あるいは MOS トランジスタのチャンネルにおける主面 102 を基準としてよい。本明細書において、断面は平面に対して垂直な面である。

【0017】

半導体基板 101 に、光電変換部 103 a、103 b が配される。このうち、受光領域（有効画素領域）に配された光電変換部 103 a には、被写体からの光が入射する。そのため、光電変換部 103 a からの信号は撮像画像の画素信号として処理されうる。一方、遮光領域（オプティカルブラック領域）に配された光電変換部 103 b は遮光される。そのため光電変換部 103 b からの信号は黒レベルの基準信号として処理されうる。なお、光電変換部 103 b の電子を信号として読み出すことが可能な構成となっていれば、光電変換部 103 b において必ずしも光電変換が行われる必要はない。

40

【0018】

半導体基板 101 の主面 102 側に、絶縁体 104 が配される。絶縁体 104 の代わりに導電性の材料で構成された部材が配されてもよい。絶縁体 104 は光電変換部 103 a に対応した穴 105 a、及び光電変換部 103 b に対応した穴 105 b を有する。穴の断面形状については、穴 105 a、105 b が必ずしも絶縁体 104 を貫通している必要はない。絶縁体 104 が有する凹みが穴 105 a、105 b であってもよい。穴の平面形状については、穴の境界が円形や四角形等の閉じたループである。あるいは、穴の平面形状

50

が、複数の光電変換部にわたる溝のような形状であってもよい。つまり本明細書において、ある平面において絶縁体104の配されていない領域が絶縁体104の配された領域に囲まれている、あるいは挟まれているときに、絶縁体104は穴を有するという。

【0019】

平面における穴105aの位置について、穴105aの少なくとも一部が光電変換部103aに重なって配される。すなわち、穴105a及び光電変換部103aを同一の平面に投写した時に、当該同一の平面に穴105a及び光電変換部103aの両方が投写された領域が存在する。平面における穴105bの位置について、穴105bの少なくとも一部が光電変換部103bに重なって配される。

【0020】

穴105aには、導波路部材106aが配される。穴105aの全体に導波路部材106aが配されることが好ましい。しかし、穴105aの一部に導波路部材106aが配されていなくてもよい。穴105bには、導波路部材106bが配される。穴105bの全体に導波路部材106bが配されることが好ましい。しかし、穴105bの一部に導波路部材106bが配されていなくてもよい。この結果、導波路部材106aの少なくとも一部が光電変換部103aと重なって配される。また、導波路部材106bの少なくとも一部が光電変換部103bと重なって配される。

【0021】

ここで、絶縁体104と導波路部材106a、及び導波路部材106bとの位置関係について説明する。ある平面において導波路部材106aが配された領域が絶縁体104の配された領域に囲まれている、あるいは挟まれている。ある平面において導波路部材106bが配された領域が絶縁体104の配された領域に囲まれている、あるいは挟まれている。言い換えると、光電変換部103aと導波路部材106aとが並ぶ方向と交差する方向に沿って、絶縁体104の第1部分、第1部分とは異なる第2部分、及び導波路部材106aが並んでいる。光電変換部103aと導波路部材106aが並ぶ方向と交差する方向は例えば半導体基板101の主面102と平行な方向である。また、光電変換部103bと導波路部材106bとが並ぶ方向と交差する方向に沿って、絶縁体104の第3部分、第3部分とは異なる第4部分、及び導波路部材106bが並んでいる。光電変換部103bと導波路部材106bが並ぶ方向と交差する方向は例えば半導体基板101の主面102と平行な方向である。

【0022】

また別の観点では、以下のような構造となっている。絶縁体104が光電変換部103aと重なっていない第1部分と第2部分を含んでおり、第1部分及び第2部分の間に導波路部材106aが配される。そして、絶縁体104が光電変換部103bと重なっていない第3部分と第4部分を含んでおり、第3部分及び第4部分の間に導波路部材106bが配される。

【0023】

導波路部材106aを構成する材料は、絶縁体104を構成する材料とは異なる。導波路部材106bを構成する材料は、絶縁体104を構成する材料とは異なる。導波路部材106a、106bは同一の材料で構成されることが好ましい。また、導波路部材106a及び導波路部材106bを構成する材料の誘電率が、絶縁体104を構成する材料の誘電率より高くてもよい。

【0024】

導波路部材106a、106bを構成する材料の屈折率は、絶縁体104の屈折率より高いことが好ましい。このような屈折率の関係によって、導波路部材106aと絶縁体104との界面において、導波路部材106aに入射した光を光電変換部103aへ向けて屈折させることが可能である。言い換えると、導波路部材106aに入射した光のうち、絶縁体104に漏れ出す光の量を低減することができる。そのため、導波路部材106aの少なくとも一部が光電変換部103aと重なって配されれば、光電変換部103aに入射する光の量を増やすことができる。

10

20

30

40

50

【0025】

導波路部材106a、106bの屈折率は、必ずしも絶縁体104より高い必要はない。所定の領域に入射した光が周囲の絶縁体に漏れ出ない構造であれば光導波路として機能する。例えば穴105aの側壁に光を反射する反射部材が配され、穴105aの残りの部分に光を透過する透明部材が配された構成としてもよい。この場合、透明部材と周囲の絶縁体104との屈折率の関係は何でもよい。なお、この場合には反射部材が周囲の絶縁体104とは異なる材料で構成される。あるいは、別の例として、導波路部材106aと絶縁体104との間にエアギャップが配された構造であってもよい。この場合、エアギャップが第1部材であってもよい。

【0026】

導波路部材106bに対して半導体基板101とは反対側には、遮光部材108が配される。遮光部材108は、光電変換部103bに向かって入射する光の大部分、好ましくは全部を遮る。遮光部材108は、固体撮像装置全面に均一な量の光が照射された場合に、光電変換部103aに入射する光の量に比べて光電変換部103bに入射する光の量を低減する。例えば、遮光部材108は光電変換部103bの全面と重なって配された金属である。遮光部材108は光電変換部103bを含め遮光領域全体と重なって配された金属であることが好ましい。なお、導波路部材106bに対して半導体基板101とは反対側に遮光部材108が配されるとは、半導体基板101と遮光部材108との間に導波路部材106bが配されることを意味する。

【0027】

半導体基板101の主面102側には、第1配線層112a、第2配線層112bが配される。第1配線層112a、第2配線層112b、及び遮光部材108を含む配線層が多層配線構造を構成する。ここで、第1配線層112a、第2配線層112b、及び遮光部材108を含む配線層の主面102からの距離はそれぞれ異なる。第1配線層112aは、半導体基板101に最も近い配線層である。第1配線層112a、第2配線層112bはそれぞれ導電部材を含む。導電部材は所定のパターンに配され、配線を構成している。遮光部材108を含む配線層は、遮光部材108のみを含んでいてもよい。あるいは、遮光部材108を含む配線層が、遮光部材108以外の導電部材を含んでいてもよい。なお、本発明における多層配線構造は、第1配線層112aまたは第2配線層112bのいずれか一方と、遮光部材108を含む配線層とを少なくとも含んでいればよい。

【0028】

断面における導波路部材106a、106bと遮光部材108及び第1配線層112aに含まれる導電部材との位置関係が本発明の1つの側面の特徴である。

【0029】

導波路部材106aの半導体基板101とは反対側の面107aから主面102までの距離をd1とする。導波路部材106bの半導体基板101とは反対側の面107bから主面102までの距離をd2とする。遮光部材108の半導体基板101側の面から主面102までの距離をd3とする。また、第1配線層112aに含まれる導電部材の半導体基板101とは反対側の面から主面102までの距離をd4とする。距離d1及び距離d2は距離d3よりも小さい。そして、距離d1及び距離d2は距離d4よりも大きい。

【0030】

このような構成によれば、導波路部材106aの半導体基板101とは反対側の面、及び導波路部材106bの半導体基板101とは反対側の面が、いずれも第1配線層112aと遮光部材108との間の高さに位置する。したがって、穴105に配された導波路部材106aと穴105bに配された導波路部材106bとを実質的に同じ構造にすることが可能となる。つまり、受光領域の光電変換部103aに対応する光導波路と、遮光領域の光電変換部103bに対応する光導波路とを実質的に同じ構造とすることができる。

【0031】

また、絶縁体104が有する穴105a及び穴105bが同時に形成され、導波路部材106a及び導波路部材106bが同時に形成されたことが本発明の別の側面の特徴であ

10

20

30

40

50

る。本明細書において、穴105aと穴105bとが同時に形成されるとは、一方を形成するために実施される半導体プロセスが同時に他方にも実施されることを意味する。また、導波路部材106a及び導波路部材106bが同時に形成されるとは、一方を形成するために実施される半導体プロセスが同時に他方にも実施されることを意味する。半導体プロセスは、例えば、層の堆積、エッチング、研磨、CMP、洗浄、熱処理、イオン注入などである。

【0032】

導波路部材106a及び導波路部材106bを同時に形成したあとに、遮光部材108を形成する。遮光部材108を形成した後に形成された絶縁体の、第1光電変換部に対応した部分または第2光電変換部に対応した別の部分のいずれか一方のみを除去する工程は行われない。

10

【0033】

このように、導波路部材106a及び導波路部材106bを同一のプロセスによって形成すれば、プロセスに起因したダメージの度合いを同程度とすることが可能となる。この結果、受光領域の光電変換部103aで発生するノイズと遮光領域の光電変換部103bで発生するノイズとの差を小さくすることができる。

【0034】

穴105a及び穴105bが同時に形成されることによって、絶縁体104の穴105aと穴105bとを実質的に同じ構造にしてもよい。加えて、導波路部材106a及び導波路部材106bが同時に形成されることによって、穴105に配された導波路部材106aと穴105bに配された導波路部材106bとを実質的に同じ構造にしてもよい。つまり、受光領域の光電変換部103aに対応する光導波路と、遮光領域の光電変換部103bに対応する光導波路とを実質的に同じ構造とすることができる。

20

【0035】

以下具体的に実施例を挙げて本発明を説明する。しかしながら本発明は、各実施例の具体的構成に限定されるものではなく、本発明の思想、概念を超えない範囲で適宜変更可能である。

【実施例1】

【0036】

本発明に係る固体撮像装置の実施例について図面を用いて説明する。図1は本実施例の固体撮像装置100の断面構造の概略図である。本実施例では受光領域に1つの画素、遮光領域に1つの画素が示されている。実際には、受光領域に複数の画素が行列状に配される。また、遮光領域にも複数の画素が配される。以下の説明では、電子が信号電荷である場合について説明するが、ホールが信号電荷であってもよい。ホールが信号電荷である場合には、半導体領域の導電型を反対にすればよい。

30

【0037】

101は半導体基板である。本実施例では半導体基板101はN型のエピタキシャル層である。半導体基板101にP型半導体領域、N型半導体領域が配される。102は半導体基板101の主面である。本実施例では、主面102は半導体基板101と半導体基板101に積層された熱酸化膜（不図示）との界面である。主面102を通過して光が半導体基板101に入射する。光の入射する方向が矢印Lで示されている。

40

【0038】

103a、103bは光電変換部、例えばフォトダイオードである。本実施例では、光電変換部103a、103bは、フォトダイオードを構成するN型半導体領域を含む。光電変換によって発生した電荷がN型半導体領域に収集される。109はP型半導体領域である。P型半導体領域109は半導体基板の主面102に接するように配される。なお、光電変換部103aの面積が光電変換部103bの面積と異なってもよい。また、光電変換部103bにはN型半導体領域が含まれていなくてもよい。光電変換部103bを遮光することで、光電変換部103bからの信号を黒レベルの基準信号として用いる場合がある。そのような場合には、光電変換によって発生した電荷を収集する必要がないため

50

、光電変換部103bがN型半導体領域を有していなくてもよい。また、光電変換部103bの電子を信号として読み出すことが可能な構成となっていれば、光電変換部103bにおいて必ずしも光電変換が行われる必要はない。

【0039】

110はフローティングディフュージョン（以下、FD）である。FD110はN型半導体領域である。光電変換部103で発生した電荷はFD110に転送され、電圧に変換される。FD110は不図示の増幅部の入力ノードに電氣的に接続される。あるいは、FD110は不図示の信号出力線に電氣的に接続される。111は不図示の熱酸化膜を介して半導体基板101上に配されたゲート電極である。ゲート電極111は光電変換部103a、103bとFD110との間の電荷の転送を制御する。

10

【0040】

104は半導体基板101の主面102側に配された絶縁体である。本実施例では、絶縁体104はシリコン酸化膜である。絶縁体104の屈折率は1.40～1.60であることが好ましい。また、半導体基板101の主面102側に第1配線層112a、第2配線層112bが配される。第1配線層112a、第2配線層112bは、半導体基板101の主面を基準に異なる高さに配される。本実施例において、第1配線層112a、及び第2配線層112bの導電部材は銅で形成される。導電部材は導電性の材料であれば銅以外の材料で形成されてもよい。第1配線層112aの一部の導電部材と第2配線層112bの一部の導電部材とは不図示のプラグによって電氣的に接続されていてもよい。プラグによって電氣的に接続される部分を除いて、第1配線層112aの導電部材と第2配線層112bの導電部材とは絶縁体104によって互いに絶縁されている。すなわち絶縁体104は層間絶縁膜を含んでいてもよい。なお、配線層の数は2層に限らず、配線層が単層であっても、3層以上であってもよい。

20

【0041】

本実施例においては、受光領域の画素と遮光領域の画素との間で第1配線層112aまたは第2配線層112bに含まれる導電部材のパターンが互いに等しい。少なくとも第1配線層112aに含まれる導電部材のパターンが等しい。ここで、パターンが互いに等しい範囲は、少なくとも画素のすぐ後段に配される信号出力線までの電氣的ノードを構成する部分の導電パターンが等しければよい。

【0042】

105a、105bは絶縁体104に配された穴である。穴105aは光電変換部103aに対応する。穴105bは光電変換部103bに対応する。穴105aには導波路部材106bが配される。穴105bには導波路部材106bが配される。本実施例では、導波路部材106a、106bはいずれもシリコン窒化膜である。あるいは、導波路部材106a、106bがシリコン酸窒化膜、有機材料（ポリイミド系高分子等の樹脂）であってもよい。本実施例では、導波路部材106a、106bの屈折率は絶縁体104の屈折率よりも高い。導波路部材106a、106bの屈折率は1.60以上であることが好ましい。さらに、1.80～2.40の範囲であることがより好ましい。本実施例では穴105aの全体に導波路部材106aが配されている。しかしながら、穴105aの一部にのみ導波路部材106aが配されてもよい。また、導波路部材106aが複数の材料を含んで構成されていてもよい。この場合、複数の材料のうちいずれか一つの材料の屈折率が、絶縁体104の屈折率よりも高ければよい。例えば、導波路部材106aがシリコン窒化膜とシリコン酸窒化膜とで構成されていてもよい。あるいは、穴105aの側壁及び底の近傍にシリコン窒化膜が配され、穴105aの内部の他の領域に有機材料が配された構成でもよい。なお、穴105a及び導波路部材106aについての説明は、特に断りがなければ穴105b及び導波路部材106bに適用できる。

30

40

【0043】

113はエッチストップ部材である。エッチストップ部材113は導波路部材106a、106bと半導体基板101との間に配される。エッチストップ部材113は穴105a、105bを形成する際のエッチングを精度よく停止させるための層である。あるいは

50

、エッチストップ部材 113 がエッチングの進行を遅らせるための層であってもよい。エッチストップ部材 113 と導波路部材 106a、106b とは互いに接している。別の観点では、エッチストップ部材 113 は穴 105a、105b の半導体基板側の底面を構成している。エッチストップ部材 113 は絶縁体 104 とは異なる材料で形成される。本実施例では、エッチストップ部材 113 はシリコン窒化膜である。なお、エッチストップ部材 113 はエッチング条件に応じて必ずしも配される必要はない。更にエッチストップ部材を設けた後に穴 105a、105b を形成するエッチング工程において除去されてもよい。

【0044】

108 は遮光部材である。遮光部材 108 は金属材料、あるいは光を透過しない有機材料で形成される。遮光部材 108 の材料は、400～600nm の波長の光の反射率が高い材料が好ましい。本実施例では、遮光部材はアルミである。遮光部材 108 は光電変換部 103b の全面と重なって配される。遮光部材 108 が遮光領域全体と重なって配されることが好ましい。なお、遮光部材 108 によって、光電変換部 103b に入射する光の全てが遮られる必要はない。例えば、遮光部材 108 が配されていない場所から斜めに進む光が、複数回の反射の結果として光電変換部 103b に入射することが考えられる。

【0045】

なお、遮光部材 108 は第 3 配線層に含まれる導電部材の一部であってもよい。すなわち、遮光部材 108 が電源電圧や信号を伝達する配線を構成していてもよい。図 1 には示されていないが、遮光部材 108 と同じ第 3 配線層に、パッドや周辺回路の配線を構成する導電部材が配されてもよい。もちろん、遮光部材 108 が配された第 3 配線層には、遮光部材 108 のみが配されていてもよい。

【0046】

ここで、導波路部材 106a、106b、第 1 配線層 112a、第 2 配線層 112b、及び遮光部材 108 の位置関係について説明する。図 1 の d1 は、導波路部材 106a の半導体基板 101 とは反対側の面 107a と半導体基板 101 の主面 102 との間の距離（第 1 の距離）を示している。図 1 の d2 は、導波路部材 106b の半導体基板 101 とは反対側の面 107b と半導体基板 101 の主面 102 との間の距離（第 2 の距離）を示している。図 1 の d3 は、遮光部材 108 の半導体基板 101 側の面と半導体基板 101 の主面 102 との距離（第 3 の距離）を示している。図 1 の d4 は、第 1 配線層 112a に含まれる導電部材の半導体基板 101 とは反対側の面と半導体基板 101 の主面 102 との距離（第 4 の距離）を示している。図 1 が示す通り、遮光部材 108 と主面 102 との距離 d3 は、導波路部材 106a、106b の半導体基板 101 とは反対側の面 107a と主面 102 との間の距離 d1、d2 よりも大きい。言い換えると、遮光部材 108 は、導波路部材 106a 及び 106b よりも半導体基板 101 から遠い位置に配される。そして、導波路部材 106a、106b の半導体基板 101 とは反対側の面 107a と主面 102 との間の距離 d1、d2 は、距離 d4 より大きい。言い換えると、導波路部材 106a 及び 106b のそれぞれの少なくとも一部は、半導体基板 101 に最も近い第 1 配線層 112a よりも、半導体基板 101 から遠い位置に配される。

【0047】

本実施例において、導波路部材 106a、106b の半導体基板 101 とは反対側の面 107a、107b から主面 102 までの距離 d1、d2 は、第 2 配線層 112b に含まれる導電部材の半導体基板 101 とは反対側の面から主面 102 までの距離よりも大きい。しかし、距離 d1、距離 d2 は、少なくとも主面 102 から半導体基板 101 に最も近い配線層に含まれる導電部材の半導体基板とは反対側の面までの距離 d4 よりもおおきければよい。

【0048】

また、本実施例では導波路部材 106a、106b の半導体基板 101 側の面から主面 102 までの距離が、第 1 配線層 112a に含まれる導電部材の半導体基板 101 側の面から主面 102 までの距離よりも小さい。しかしこのような構成には限られない。例えば

10

20

30

40

50

、導波路部材 106a、106b の半導体基板 101 側の面から主面 102 までの距離が、第 2 配線層 112b に含まれる導電部材の半導体基板 101 側の面から主面 102 までの距離よりも小さく、第 1 配線層 112a に含まれる導電部材の半導体基板 101 とは反対側の面から主面 102 までの距離 d4 よりも大きくてもよい。

【0049】

また、本実施例では導波路部材 106a、106b の半導体基板 101 側の面と主面 102 とが所定の距離だけ離れている。しかし、導波路部材 106a、106b が半導体基板 101 と接していてもよい。

【0050】

114 は層内レンズである。層内レンズ 114 は半導体基板 101 へ向かう光を光電変換部 103a もしくは導波路部材 106a に集光する。層内レンズ 114 は導波路部材 106a に対して半導体基板 101 とは反対側に配される。層内レンズ 114 は受光領域の光電変換部 103a に対応して配される。本実施例では、層内レンズ 114 はシリコン窒化膜で形成される。なお、層内レンズ 114 は必ずしも配される必要はない。また、図 1 には示されていないが、層内レンズ 114 に対して半導体基板 101 とは反対側には、カラーフィルター、トップレンズが配されてもよい。

【0051】

続いて、図 2 及び図 3 を用いて本実施例の製造プロセスについて説明する。図 2 及び図 3 において、図 1 と同様の機能を有する部分には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0052】

図 2 (a) においては、半導体基板 101 に各半導体領域を形成し、半導体基板 101 上にゲート電極 111、絶縁体 104、エッチストップ部材 113、第 1 配線層 112a、第 2 配線層 112b を形成する工程を説明する。この工程では、まず、半導体基板 101 内の主面 102 側に光電変換部 103a、103b、及び FD110 を形成する。このとき、画素部の他のトランジスタのソース・ドレイン領域を形成してもよい。続いて、ゲート電極 111 を形成する。このとき、画素部の他のトランジスタのゲート電極を形成してもよい。

【0053】

次に光電変換部 103a、103b の主面 102 側に保護層 201 を形成する。例えば保護層 201 はシリコン窒化膜である。保護層 201 はシリコン窒化膜、シリコン酸化膜を含む複数の層で構成されてもよい。保護層 201 は、後の工程で光電変換部に与えられるダメージを低減する機能を有していてもよい。また、保護層 201 が反射防止の機能を有していてもよい。保護層 201 に対して半導体基板 101 とは反対側にエッチストップ部材 113 を形成する。エッチストップ部材の面積は、その後に形成される穴 105a、105b の底の面積より大きいことが好ましい。また、穴 105a、105b の底となる領域以外にはエッチストップ部材が形成されなくてもよい。なお、保護層 201 及びエッチストップ部材 113 は必ずしも形成される必要はない。

【0054】

続いて、絶縁体 104 及び第 1 配線層 112a、第 2 配線層 112b を形成する。本実施例ではダマシン法によって第 1 配線層 112a、第 2 配線層 112b が形成される。絶縁体 104 が複数の層間絶縁膜 104a ~ 104e で構成されている場合を例に説明する。便宜的に半導体基板 101 に近いほうから順に、第 1 ~ 第 5 層間絶縁膜 104a ~ e とする。

【0055】

第 1 層間絶縁膜 104a を受光領域及び遮光領域の全面に形成する。必要に応じて、第 1 層間絶縁膜 104a の半導体基板 101 とは反対側の面を平坦化してもよい。第 1 層間絶縁膜 104a には不図示のスルーホールが形成される。スルーホールには、第 1 配線層の導電部材と半導体基板 101 の半導体領域とを電氣的に接続するプラグが配される。

【0056】

10

20

30

40

50

次に、第1層間絶縁膜104aに対して半導体基板101とは反対側に第2層間絶縁膜104bを形成する。第2層間絶縁膜104bのうち、第1配線層112aの導電部材が配される領域に対応した部分をエッチングにより除去する。その後、第1配線層の材料となる金属膜を受光領域及び遮光領域の全面に形成する。その後、CMPなどの方法により第2層間絶縁膜が露出するまで金属膜を除去する。このような手順によって、第1配線層112aの配線を構成する導電部材が所定のパターンに配される。

【0057】

続いて、第3層間絶縁膜104c、第4層間絶縁膜104dを受光領域及び遮光領域の全面に形成する。ここで、第4層間絶縁膜104dのうち、第2配線層112bの導電部材が配される領域に対応した部分をエッチングにより除去する。次に、第3層間絶縁膜104cのうち、第1配線層112aの導電部材と第2配線層112bの導電部材とを電気的に接続するプラグが配される領域に対応した部分をエッチングにより除去する。その後、第2配線層及びプラグの材料となる金属膜を受光領域及び遮光領域の全面に形成する。その後、CMPなどの方法により第4層間絶縁膜が露出するまで金属膜を除去する。このような手順によって、第2配線層112bの配線パターン、及びプラグのパターンを得る。なお、第3層間絶縁膜104c、第4層間絶縁膜104dを形成した後に、先に第1配線層112aの導電部材と第2配線層112bの導電部材とを電気的に接続するプラグが配される領域に対応した部分をエッチングにより除去してもよい。

【0058】

最後に第5層間絶縁膜104eを受光領域及び遮光領域の全面に形成する。必要に応じて、第5層間絶縁膜104eの半導体基板101とは反対側の面をCMPなどの方法で平坦化してもよい。

【0059】

また、各層間絶縁膜の間にはエッチストップ膜、金属の拡散防止膜、あるいは両方の機能を備える膜が配されてもよい。具体的には、絶縁体104がシリコン酸化膜である場合、シリコン窒化膜が金属の拡散防止膜となる。

【0060】

なお、第1配線層112a及び第2配線層112bはダマシン法以外の手法で形成されてもよい。ダマシン法以外の手法の一例を説明する。第1層間絶縁膜104aが形成された後に、第1配線層の材料となる金属膜を受光領域及び遮光領域の全面に形成する。次に、金属膜のうち、第1配線層112aの導電部材が配される領域以外の部分をエッチングにより除去する。これによって、第1配線層112aの配線パターンを得る。その後、第2層間絶縁膜104b、第3層間絶縁膜104cを形成し、同様に第2配線層112bを形成する。第2配線層112bが形成された後、第4層間絶縁膜104d及び第5層間絶縁膜104eを形成する。第3層間絶縁膜104c、及び第5層間絶縁膜104eの半導体基板101とは反対側の面は必要に応じて平坦化される。

【0061】

絶縁体104の形成においては、光電変換部103aに対応した領域と、光電変換部103bに対応した領域とに同時に絶縁体104が形成されることが望ましい。この理由は、絶縁体104が穴105a、105bの側壁となるからである。しかしながら、絶縁体104の形成工程が異なることに起因する、光電変換部103aと光電変換部103bとの間のノイズの差は小さい。そのため、光電変換部103aに対応した領域と、光電変換部103bに対応した領域とに別の工程で絶縁体104が形成されてもよい。

【0062】

また、第1配線層112a、第2配線層112bの配線構造が、受光領域と遮光領域との間で同じ構造であることが好ましい。このような構造によれば、受光領域での配線間の寄生容量と遮光領域での配線間の寄生容量とを実質的に同じにできる。

【0063】

図2(b)においては、絶縁体104の穴105a、105bを形成する。不図示のエッチマスクパターンを絶縁体104に対して半導体基板101とは反対側に積層する。エ

10

20

30

40

50

エッチマスクパターンは穴105a、105bが配されるべき領域以外に配される。言い換えれば、エッチマスクパターンは穴105aが配されるべき領域、及び穴105bが配されるべき領域にそれぞれ開口を有する。エッチマスクパターンは、例えばフォトリソグラフィ及び現像によってパターンニングされたフォトリソレジストである。

【0064】

続いて、エッチマスクパターンをマスクとして、絶縁体104をエッチングする。これによって、穴105a及び穴105bが同時に形成される。絶縁体104のエッチング後に、エッチマスクパターンを除去する。

【0065】

エッチストップ部材113が配された場合には、図2(b)において、エッチストップ部材113が露出するまでエッチングが行われることが好ましい。エッチストップ部材113は、絶縁体104をエッチングするエッチング条件におけるエッチングレートが、絶縁体104のエッチングレートよりも小さいことが好ましい。絶縁体104がシリコン酸化膜である場合は、エッチストップ部材113はシリコン窒化膜、あるいはシリコン酸窒化膜であればよい。また、条件の異なる複数回のエッチングによって、エッチストップ部材113が露出するようにしてもよい。

【0066】

図2(b)において、穴105aが形成されるべき領域に配された絶縁体104と、穴105bが形成されるべき領域に配された絶縁体104とが同時にエッチングされることが本実施例の1つの側面の特徴である。そのために、エッチングの際のエッチマスクパターンが、穴105aが配されるべき領域に対応した開口と、105bが配されるべき領域に対応した開口を有する。このようなエッチマスクパターンを用いて絶縁体104のエッチングを行えば、穴105a及び穴105bが同時に形成される。このような工程によれば、半導体基板面内でのムラの影響等を除けば、実質的に同じ形状を有する穴105a及び穴105bを形成することができる。さらに、エッチングが光電変換部103aに与えるダメージと光電変換部103bに与えるダメージを実質的に同じにすることができる。

【0067】

図2(c)においては、穴105a、及び穴105bのそれぞれに、導波路部材106a及び106bを形成する。まず、受光領域及び遮光領域の全面に導波路部材106a、106bの材料を堆積させる。導波路部材106a、106bの材料の堆積は、CVDあるいはスパッタによる成膜や、ポリイミド系高分子に代表される有機材料の塗布によって行うことができる。その後、必要であれば、穴105a、105bの外部に配された導波路部材106a、106bの材料を除去する。なお、穴105a、105bの外部に配された導波路部材106a、106bの材料は必ずしも除去される必要はない。導波路部材106a、106bはいずれも第2配線層112bよりも半導体基板101の主面102からの距離が遠い位置にまで形成されることが好ましい。また、図2(b)の工程で、エッチストップ部材113が露出するまで絶縁体104がエッチングされた場合には、導波路部材106a、106bがエッチストップ部材113と接するように配される。

【0068】

同一の材料を複数回堆積することによって、導波路部材106a、106bを形成してもよい。さらには、複数の異なる材料を順次形成することによって導波路部材106a、106bを形成してもよい。例えば、シリコン窒化膜を最初に堆積させ、次に埋め込み性能の高い有機材料を堆積させることによって、導波路部材106a、106bを形成してもよい。

【0069】

導波路部材106a、106bの材料は、絶縁体104の屈折率よりも高い材料であればよい。絶縁体104がシリコン酸化膜である場合は、導波路部材106a、106bの材料としては、シリコン窒化膜やポリイミド系の有機材料が挙げられる。本実施例において、シリコン窒化膜は屈折率が約2.0である。周囲のシリコン酸化膜の屈折率は約1.4である。そのため、スネルの法則に基づいて、導波路部材106a、106bと絶縁体

104との界面に入る光が反射する。これによって、導波路部材106a、106bの内部に閉じ込めることができる。またシリコン窒化膜の水素含有量を多くすることが可能であり、水素供給効果によって基板のダングリングボンドを終端することができる。これによって、白傷などのノイズを低減することが可能となる。ポリイミド系の有機材料は屈折率が約1.7である。ポリイミド系の有機材料の埋め込み特性はシリコン窒化膜より優れている。導波路部材106a、106bの材料については、屈折率差などの光学特性と製造工程上の長所との兼ね合いを考慮して適宜選定することが好ましい。

【0070】

図2(c)において、導波路部材106a及び導波路部材106bを同時に形成することが本実施例の特徴である。これは穴105a及び穴105bのうち、一方に導波路部材106a、106bの材料が堆積されるときに、他方にも導波路部材106a、106bの材料が堆積されるようにすればよい。このような工程によれば、半導体基板面内のムラの影響等を除けば、実質的に同じ形状を有する導波路部材106a及び導波路部材106bを形成することができる。

【0071】

図3(a)においては、第1平坦膜301、遮光部材108を形成する。まず、導波路部材106a、106bに対して半導体基板101とは反対側に第1平坦膜301を形成する。平坦膜301は、例えばシリコン酸化膜である。次に、第1平坦膜301の半導体基板101と反対の面をCMPによって平坦化する。平坦化する方法はCMPに限らず、エッチングや研磨など周知の方法を用いることができる。なお、第1平坦膜301を形成する前の面がすでに平坦化されている場合は、第1平坦膜301が形成された後の平坦化は必ずしも必要ではない。なお、第1平坦膜301を省略することもできる。

【0072】

平坦膜301に対して半導体基板101とは反対側に遮光部材108を形成する。遮光部材108は遮光領域の光電変換部103bに対応して配される。遮光部材108は光電変換部103bに向かって進む光を反射、あるいは吸収する。そのため、遮光部材108の材料は光を反射する金属や、光を吸収する有機材料が適している。本実施例では、遮光部材108はアルミで形成される。遮光部材108を形成する方法は、第1配線層112aまたは第2配線層112bを形成する方法を適宜使用すればよい。遮光部材108が第3配線層に含まれてもよい。すなわち、遮光部材108を形成する工程において、同時にパッドや周辺回路の配線を構成する導電部材を形成することができる。また、遮光部材108が配線を構成していてもよい。

【0073】

図3(b)においては、層内レンズ114を形成する。第1平坦膜301に対して半導体基板101とは反対側に層内レンズ114を形成する。層内レンズ114は受光領域の光電変換部103aに対応して配される。層内レンズ114は例えばシリコン窒化膜で形成される。層内レンズ114を形成する方法は、周知の方法を用いることができる。

【0074】

図3(a)が示すように、本実施例においては遮光部材108の半導体基板101側の面が第1平坦膜301と接する。そして、図3(b)が示すように、層内レンズ114の半導体基板101側の面が第1平坦膜301と接する。言い換えると、遮光部材108と層内レンズ114とが、半導体基板101とは反対側の面が平坦化された同一の膜(例えば、平坦膜301)に接するように配される。このような構成によれば、遮光部材108及び層内レンズ114を覆うように新たな膜を形成した時に、受光領域と遮光領域との段差を小さくすることが可能となる。

【0075】

また、平坦膜301の屈折率は、層内レンズ114の屈折率よりも小さいことが好ましい。本実施例では、層内レンズ114を形成するシリコン窒化膜の屈折率は約2.0であり、平坦膜301を形成するシリコン酸化膜の屈折率は約1.46である。このような屈折率の関係によれば、斜めに入射する光に対する感度を向上することができる。この理由

は次のように説明される。斜めに入射する光（矢印 L 1）は層内レンズ 1 1 4 で十分集光されず、導波路部材 1 0 6 a に入射されないことがある。このような光路は図 3（b）の点線で示される。しかし、層内レンズ 1 1 4 と導波路部材 1 0 6 a との間に層内レンズ 1 1 4 よりも屈折率の低い部材が配されたことにより、斜めに入射した光が層内レンズ 1 1 4 によって集光された後、光軸 O P に向かって屈折する。図 3（b）では破線が光軸 O P を示す。こうして、斜めに入射する光が導波路部材 1 0 6 a に入射されるようになるので、斜めに入射する光に対する感度が向上する。

【0076】

図 3（c）においては、カラーフィルタ 3 0 3、マイクロレンズ 3 0 4 を形成する。遮光部材 1 0 8、層内レンズ 1 1 4 が形成された後に、遮光部材 1 0 8 及び層内レンズ 1 1 4 を覆うように第 2 平坦膜 3 0 2 を形成する。第 2 平坦膜 3 0 2 は絶縁体である。例えば、第 2 平坦膜はシリコン酸化膜である。必要に応じて、第 2 平坦膜 3 0 2 の半導体基板 1 0 1 とは反対側の面を平坦化する。その後、受光領域の光電変換部 1 0 3 a に対応した領域にカラーフィルタ 3 0 3、マイクロレンズ 3 0 4 を形成する。カラーフィルタ 3 0 3、マイクロレンズ 3 0 4 は必要に応じて配される。本実施例において、第 2 平坦膜 3 0 2 は、第 1 光電変換部 1 0 3 a に対応した部分、及び第 2 光電変換部 1 0 3 b に対応した別の部分の一方のみが除去されることはない。

【0077】

本実施例では、図 2（b）で示される工程において、絶縁体 1 0 4 のエッチングが受光領域及び遮光領域の両方に対して同時に行われる。少なくとも絶縁体 1 0 4 のエッチングが受光領域及び遮光領域の両方に対して同時に行われれば、穴 1 0 5 a と穴 1 0 5 b は同時に形成されたといえることができる。すなわち、穴 1 0 5 a が形成されるべき領域及び穴 1 0 5 b が形成されるべき領域のそれぞれに対応した開口を有するエッチングマスクを用いて絶縁体 1 0 4 をエッチングする工程は、穴 1 0 5 a と穴 1 0 5 b と同時に形成する工程である。

【0078】

もし、エッチングマスクが穴 1 0 5 a の形成されるべき領域に対応した開口のみを有している場合、後のエッチング工程では絶縁体 1 0 4 の穴 1 0 5 a に対応した部分のみがエッチングされる。このような工程では、穴 1 0 5 a と穴 1 0 5 b とが同時には形成されない。

【0079】

また、図 2（c）で示される工程において、導波路部材 1 0 6 a、1 0 6 b の材料が穴 1 0 5 a、1 0 5 b の両方に同時に堆積される。少なくとも、導波路部材 1 0 6 a、1 0 6 b の材料が穴 1 0 5 a、1 0 5 b の両方に同時に堆積していれば、導波路部材 1 0 6 a 及び導波路部材 1 0 6 b が同時に形成されたといえることができる。半導体基板 1 0 1 に半導体領域を形成する工程から導波路部材 1 0 6 a、1 0 6 b を形成する工程までの全工程が、受光領域及び遮光領域の両方に対して同時に行われることが好ましい。

【0080】

もし、導波路部材 1 0 6 a、1 0 6 b のうち一方のみを形成する工程が含まれる場合には、導波路部材 1 0 6 a と導波路部材 1 0 6 b とが同時には形成されない。

【0081】

そして、遮光部材 1 0 8 が形成された後に、第 2 平坦膜 3 0 2 が形成される。本実施例において、第 2 平坦膜 3 0 2 は、第 1 光電変換部 1 0 3 a に対応した部分、及び第 2 光電変換部 1 0 3 b に対応した別の部分の一方のみが除去されることはない。

【0082】

次に、図 2（b）の工程において、エッチストップ部材 1 1 3 が配されたことの利点を図 4（a）～（c）を用いて説明する。図 4（a）～（c）において、図 1～3 と同様の機能を有する部分には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0083】

図 4（a）は本実施例の固体撮像装置の平面構造の概略図である。受光領域 4 0 1、遮

10

20

30

40

50

光領域 402、周辺回路領域 403 が示される。受光領域 401 及び遮光領域 402 には、光電変換部を含む画素が複数配される。例えば受光領域 401 には、 1920×1080 個の画素が行列状に配されうる。遮光領域 402 に配された光電変換部は遮光されている。遮光領域 402 は受光領域 401 と周辺回路領域 403 との間に配される。周辺回路領域 403 には固体撮像装置の動作に必要な回路が配される。あるいは、周辺回路領域 403 には、光電変換部からの信号を処理する信号処理回路が配される。周辺回路領域 403 に配される回路としては、垂直シフトレジスタ、水平シフトレジスタ、アンプ、ADC (Analog to Digital Converter)、メモリなどが挙げられる。アンプ、ADC、メモリは行列状に配された複数の光電変換部の列ごとに配されている。10

【0084】

図 4 (b)、(c) は図 4 (a) の直線 AB、直線 CD、及び直線 EF に沿った断面構造の概略図である。図 4 (b) はエッチストップ部材 113 が配された場合の、図 2 (b) の工程における断面を示す。図 4 (c) はエッチストップ部材 113 が配されていない場合の、図 2 (b) の工程における断面を示す。直線 AB は受光領域 401 に配された画素 401a の断面を示す。直線 CD は、画素 401b と、受光領域 401 に配された画素 401b 及び遮光領域 402 に配された画素の断面を示す。画素 401b は、画素 401a よりも受光領域 401 の中心から遠い領域に配される。画素 401b は、遮光領域 402 に配された画素に隣接する画素である。直線 EF は周辺回路領域 403 の断面を示す。20

【0085】

本実施例では第 1 配線層 112a、第 2 配線層 112b を形成する工程において、平坦化工程が含まれる。しかし、この平坦化工程において、受光領域 401 に配された絶縁体 104 と周辺回路領域 403 に配された絶縁体 104 との間で段差が生じる場合がある。受光領域 401 に配されたプラグの密度が、周辺回路領域 403 に配されたプラグの密度と異なることなどが原因である。プラグの密度は、平面における単位面積当たりのプラグの数である。例えば、プラグの密度が高い受光領域 401 は、平坦化によって周辺回路領域 403 に対して凹む場合がある。他にも配線の密度の違いなども原因となる。このため、受光領域 401 に配された絶縁体 104 と、周辺回路領域 403 の近傍に配された遮光領域 402 に配された絶縁体 104 との間にも段差が生じる場合がある。30

【0086】

図 4 (b)、(c) では、 h_1 が画素 401a における半導体基板 101 の主面 102 から絶縁体 104 の半導体基板 101 とは反対側の面までの高さを示す。 h_2 が遮光領域 402 における半導体基板 101 の主面 102 から絶縁体 104 の半導体基板 101 とは反対側の面までの高さを示す。図 4 (b)、(c) が示す通り、高さ h_1 は高さ h_2 と異なる。ただし、遮光領域 402 に含まれる画素のすぐ近くの領域に配された画素ではこのような段差は生じにくい。これは、周辺回路領域 403 から受光領域 401 の中心に向かって緩やかに高さが変化するからである。したがって、たとえば遮光領域 402 に含まれる画素と隣接する画素 401b における、半導体基板 101 の主面 102 から絶縁体 104 の半導体基板 101 とは反対側の面までの高さ h_3 は、高さ h_2 とほぼ等しい。40

【0087】

図 4 (b) のようにエッチストップ部材 113 が配される場合には、図 2 (b) の工程においてエッチストップ部材 113 が露出するまで絶縁体 104 をエッチングすればよい。エッチストップ部材 113 はエッチングレートが低いため、エッチストップ部材 113 が露出した後はほとんどエッチングが進行しない。エッチストップ部材 113 が穴 105a、105b の底になるので、画素 401a と遮光領域 402 との間で、穴 105a、105b の底の半導体基板 101 の主面 102 からの高さが実質的に同じになる。図 4 (b)、(c) では z_1 が受光領域 401 における半導体基板 101 の主面 102 から穴 105a の底までの高さを示している。 z_2 が遮光領域 402 における半導体基板 101 の主面 102 から穴 105b の底までの高さを示している。図 2 (b) では高さ z_1 と高さ z_2 がほぼ同じである。50

【0088】

これに対してエッチストップ部材113が配されていない場合は、エッチングを行った時間に応じた量だけ絶縁体104がエッチングされる。したがって、図4(c)が示す通り、高さz1と高さz2とが異なる。これは、もともとの絶縁体104の段差が反映されるからである。

【0089】

このように、エッチストップ部材113が配されたことによって、受光領域401における穴105aの底の高さz1と、遮光領域402における穴105bの底の高さz2とを実質的に同じにすることができる。これによって、受光領域401の光電変換部で発生するノイズと、遮光領域402の光電変換部で発生するノイズとの差を小さくすることができるので、画質の向上させることができる。

10

【0090】

なお、本実施例では導波路部材106の屈折率が絶縁体104より高い例を説明した。しかしながら、導波路部材106の屈折率が必ずしも絶縁体104より高い必要はない。例えば穴105の側壁に光を反射する部材が配され、穴105の他の部分に導波路部材106が埋め込まれた構成としてもよい。

【実施例2】

【0091】

本発明に係る固体撮像装置の別の実施例について図面を用いて説明する。図5(a)は実施例2の固体撮像装置100の断面構造の概略図である。図5(b)は実施例2の固体撮像装置100の平面構造の概略図である。図1～図4と同様の機能を有する部分については同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

20

【0092】

本実施例の特徴は受光領域に配された光電変換部同士の間には遮光部材501a～502cが配されたことである。この点を除いて、本実施例は実施例1と同様の構成としてもよい。

【0093】

図5(a)に示されるように、受光領域には光電変換部103aと光電変換部103cが配される。光電変換部103aに対応して導波路部材106aが配される。そして光電変換部103cに対応して導波路部材106cが配される。光電変換部103c及び導波路部材106cは便宜的に光電変換部103a及び導波路部材106aと異なる符号を付されている。しかし、光電変換部103a及び光電変換部103cは同様の機能を有する。また、導波路部材106a及び導波路部材106cは同様の機能を有する。したがって、実施例1における光電変換部103a及び導波路部材106aについての説明は、適宜光電変換部103c及び導波路部材106cに適用できる。

30

【0094】

光電変換部103aに対応して配された導波路部材106aと光電変換部103cに対応して配され導波路部材106cとの間に遮光部材502bが配される。ここで導波路部材106aと導波路部材106cとの間に遮光部材502bが配されるとは次のような意味である。導波路部材106a、導波路部材106b、及び遮光部材502bが同一の平面に射影されたときに、導波路部材106aが射影された領域と導波路部材106cが射影された領域との間の領域に遮光部材502bが射影される。遮光部材501aは、導波路部材106aと光電変換部103aに隣接する別の画素の光電変換部に対応した導波路部材との間に配される。遮光部材501cは導波路部材106cと光電変換部103cに隣接する別の画素の光電変換部に対応して配された導波路部材との間に配される。

40

【0095】

遮光部材501a～501cの材料は、遮光部材108と同様の材料を適宜用いることができる。遮光部材501a～501cの材料は、遮光部材108と同一の材料であることが好ましい。本実施例では遮光部材501a～501cはアルミで形成される。また、遮光部材501a～501cは導波路部材106a、106cよりも半導体基板101か

50

らの距離が遠い位置に配される。遮光部材 501a～501c は、遮光部材 108 と同一の配線層に配されることが望ましい。これによって、配線形成工程を増やすことなく遮光部材 501a～501c を形成することができる。本実施例では、遮光部材 108、及び遮光部材 501a～501c が第 3 配線層に配される。

【0096】

図 5 (b) は本実施例の固体撮像装置 100 の平面構造の概略図である。図 5 (b) の直線 PQ に沿った断面が図 5 (a) に示されている。図 5 (b) が示すように、光電変換部 103a と光電変換部 103c との間に遮光部材 501b が配される。さらに、光電変換部 103a は遮光部材 501a、501b、及び 501d によって周囲を囲まれることが望ましい。つまり、受光領域においては遮光部材が格子状に配され、遮光部材によって 10 囲まれた領域に光電変換部が配されることが望ましい。もちろんこのような配置に限らず、光電変換部 103a と光電変換部 103c との間の一部の領域にのみ遮光部材 501b が配されてもよい。一方遮光領域においては全面に遮光部材 108 が配されることが好ましい。これによって遮光領域に配された光電変換部 103b に入射する光の量が低減される。

【0097】

なお、本実施例において、固体撮像装置 100 はさらに層内レンズ 114、カラーフィルター 303、マイクロレンズ 304 を備えていてもよい。

【0098】

このような遮光部材 501a～501c を形成する方法を説明する。図 2 (c) で示される工程までは、実施例 1 の工程と同様である。次に、図 3 (a) が示す工程において、遮光部材 108 を形成する際に、同一配線層に含まれる遮光部材 501a～501c を形成する。 20

【0099】

以上に述べた通り、本実施例においては受光領域の導波路部材 106a と導波路部材 106c との間に遮光部材 501b が配される。これによって、導波路部材 106a、106c 以外の領域に入射する光の量を低減することができる。導波路部材 106a、106c 以外の領域に入射した光は、半導体基板 101 のうち光電変換部以外の領域に入射する可能性が高い。そのため、導波路部材 106a、106c 以外の領域に入射した光は、混色などのノイズの原因となる。したがって、本実施例は、実施例 1 の効果に加えて、ノイズをさらに低減することができるという効果を有する。 30

【実施例 3】

【0100】

本発明に係る固体撮像装置のさらに別の実施例について図面を用いて説明する。図 6 は本実施例の固体撮像装置 100 の断面構造の概略図である。図 1～図 5 と同様の機能を有する部分には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0101】

本実施例の特徴は、導波路部材 106a に対して半導体基板 101 とは反対側に配された層内レンズ 601 の構造である。実施例 1 の層内レンズ 114 は、半導体基板 101 とは反対方向に向かって凸のレンズ（以下、上に凸のレンズ）である。これに対して本実施 40 例の層内レンズ 601 は、半導体基板 101 の方向に向かって凸のレンズ（以下、下に凸のレンズ）である。

【0102】

下に凸の層内レンズ 601 を形成する方法について説明する。まず、図 2 (c) で示される工程までは、実施例 1 の工程と同様である。次に、図 3 (a) が示す工程において、遮光部材 108 を形成する際に、同一配線層に含まれる遮光部材 501a～501c を形成する。この時、遮光部材 501a～501c を格子状に形成する。その後、ベース部材 602 を形成する。ベース部材 602 は遮光部材 501a～501c を覆うように形成される。そうすると、遮光部材 501a～501c が配された領域と遮光部材 501a～501c が配されていない領域との間の段差に起因して、ベース部材 602 には凹凸が形成 50

される。遮光部材 501a～501c は光電変換部を囲うように格子状に配されるので、ベース部材 602 の光電変換部に対応した部分に凹部が配される。続いてベース部材 602 に対して半導体基板 101 とは反対側に、ベース部材 602 よりも屈折率の高い材料を堆積する。このような工程によって、下に凸の層内レンズ 601 を形成することができる。

【0103】

必要に応じて、層内レンズ 601 を形成する材料の堆積を行った後、層内レンズ 601 の半導体基板 101 とは反対側の面を平坦化してもよい。さらに、カラーフィルター 303、マイクロレンズ 304 を形成してもよい。

【符号の説明】

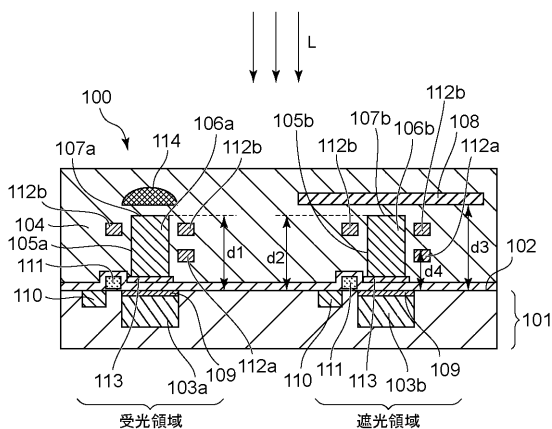
【0104】

- 100 固体撮像装置
- 101 半導体基板
- 103a、103b 光電変換部
- 104 絶縁体
- 105a、105b 穴
- 106a、106b 導波路部材
- 107a、107b 導波路部材の半導体とは反対側の面
- 108 遮光部材
- 112a 第1配線層
- 302 第2平坦膜

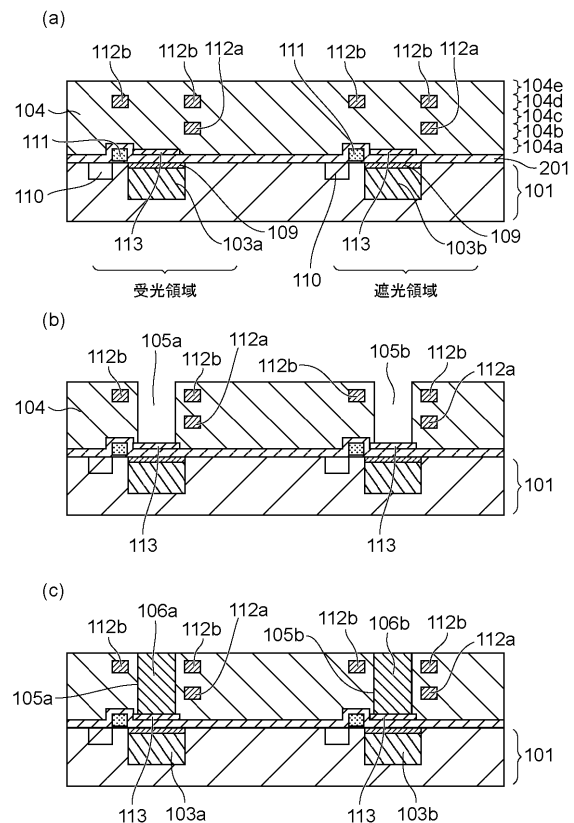
10

20

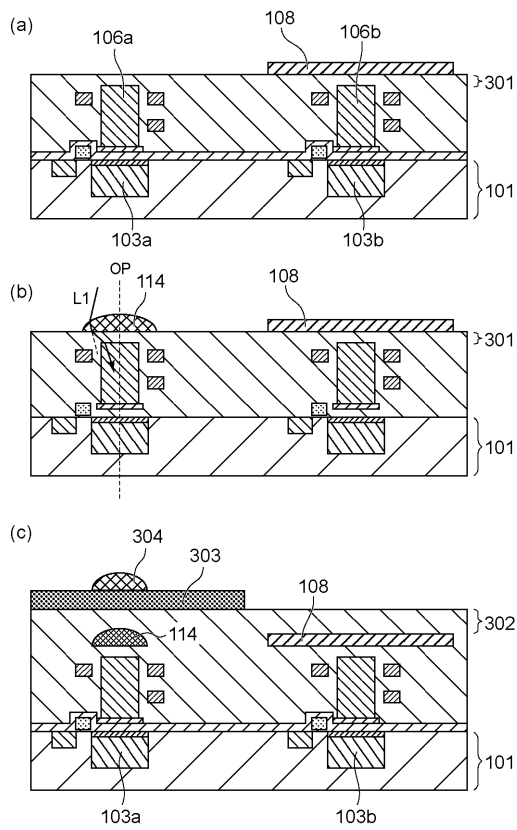
【図1】



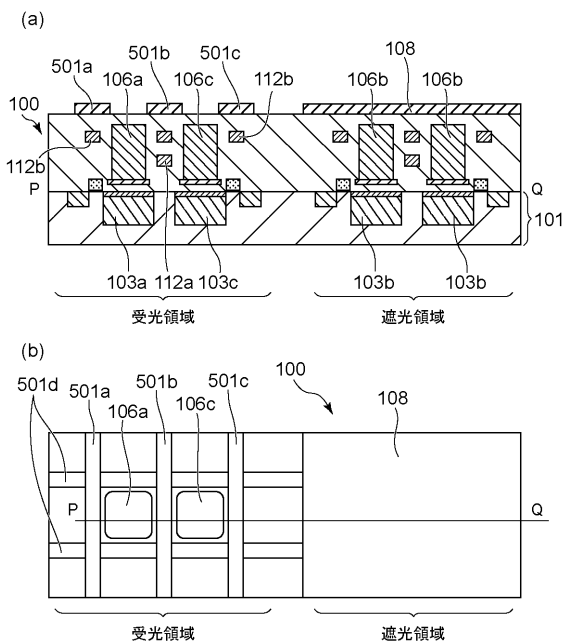
【図2】



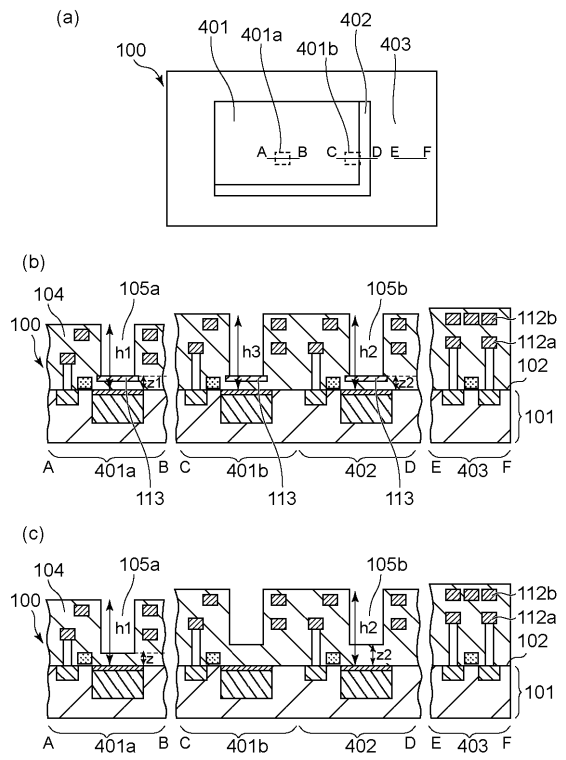
【 図 3 】



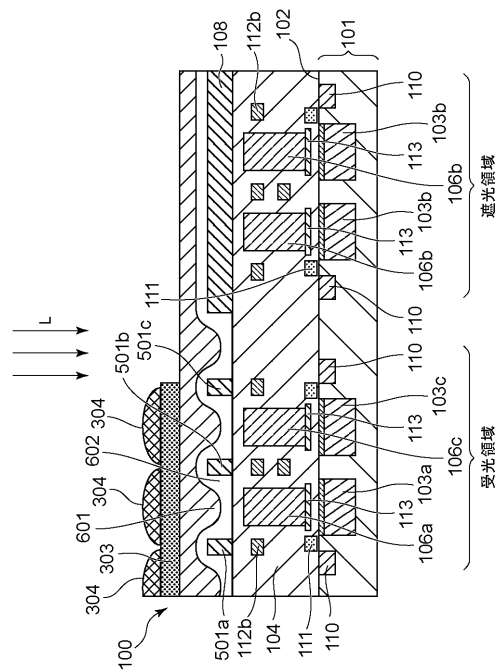
【図 5】



【圖 4】



【图 6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 BA14 CA04 CA32 DD04 EA01 EA14 FA33 GA09 GB06 GB07
GB09 GC07 GD04 GD07 GD11
5C024 AX01 CY47