

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第6368177号  
(P6368177)

(45) 発行日 平成30年8月1日(2018.8.1)

(24) 登録日 平成30年7月13日(2018.7.13)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/146 D
HO 4 N 5/361 (2011.01)	HO 1 L 27/146 A
HO 4 N 5/369 (2011.01)	HO 4 N 5/361
HO 4 N 5/374 (2011.01)	HO 4 N 5/369
	HO 4 N 5/374

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-140000 (P2014-140000)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年7月7日(2014.7.7)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-18859 (P2016-18859A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年2月1日(2016.2.1)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成29年6月9日(2017.6.9)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体撮像装置の製造方法において、  
光電変換素子が配された有効画素領域及びオブティカルブラック画素領域を有する半導体基板の上に、複数の導電層と、層間絶縁膜とを形成する工程と、  
前記形成する工程の後に熱処理を行う工程と、  
前記層間絶縁膜及び前記複数の導電層の上に保護膜を形成する工程と、を有し、  
前記複数の導電層は、前記オブティカルブラック画素領域の上に設けられた遮光層と、前記有効画素領域の上であって前記遮光層の下面よりも低い高さに設けられた第1の配線層と、前記オブティカルブラック画素領域の上であって前記第1の配線層と同じ高さに設けられた第2の配線層とを含み、  
前記層間絶縁膜は、前記有効画素領域の上であって前記第1の配線層の下面よりも下にある第1の部分と、前記オブティカルブラック画素領域の上であって前記第2の配線層の下面よりも下にある第2の部分と、を含み、  
前記熱処理を行う工程の前において、前記層間絶縁膜の前記第2の部分の平均の水素濃度が、前記層間絶縁膜の前記第1の部分の平均の水素濃度よりも高いことを特徴とする製造方法。

【請求項 2】

前記熱処理を行う工程の前において、前記層間絶縁膜の前記第2の部分は、第1の絶縁層と、前記第1の絶縁層よりも水素濃度が高い第2の絶縁層と、を含むことを特徴とする

請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】

前記熱処理を行う工程の前において、前記第 2 の絶縁層の水素濃度は、前記層間絶縁膜の前記第 1 の部分の水素濃度よりも高いことを特徴とする請求項 2 に記載の製造方法。

【請求項 4】

固体撮像装置の製造方法において、

光電変換素子が配された有効画素領域及びオプティカルブラック画素領域を有する半導体基板の上に、少なくとも 1 層の導電層と層間絶縁膜とを形成する工程と、

前記形成する工程の後に熱処理を行う工程と、

前記層間絶縁膜及び前記少なくとも 1 層の導電層の上に保護膜を形成する工程と、を有し、

前記少なくとも 1 層の導電層は前記オプティカルブラック画素領域の上に設けられた遮光層を含み、

前記層間絶縁膜は、前記有効画素領域の上にある第 1 の部分と、前記オプティカルブラック画素領域の上であり前記遮光層よりも下にある第 2 の部分と、を含み、

前記熱処理を行う工程の前において、前記層間絶縁膜の前記第 2 の部分の平均の水素濃度が、前記層間絶縁膜の前記第 1 の部分の平均の水素濃度よりも高く、

前記少なくとも 1 層の導電層は、銅を含む配線層を含み、

前記層間絶縁膜は、前記銅を含む配線層の上にある銅拡散防止層を含み、

前記銅拡散防止層は、前記第 1 の部分に形成された第 1 の銅拡散防止層と、前記第 2 の部分に形成された第 2 の銅拡散防止層と、を含み、

前記熱処理を行う工程の前において、前記第 2 の銅拡散防止層の水素濃度が、前記第 1 の銅拡散防止層よりも高いことを特徴とする製造方法。

【請求項 5】

前記層間絶縁膜の前記第 1 の部分は、前記第 1 の銅拡散防止層と、第 3 の絶縁層とを含む複数の絶縁層を含み、

前記熱処理を行う工程の前において、前記層間絶縁膜の前記第 1 の部分の水素濃度は、前記複数の絶縁層の平均の水素濃度であることを特徴とする請求項 4 に記載の製造方法。

【請求項 6】

前記熱処理を行う工程は、前記保護膜を形成した後に行われることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の製造方法。

【請求項 7】

光電変換素子が配された有効画素領域及びオプティカルブラック画素領域を有する半導体基板と、

複数の導電層と、

層間絶縁膜と、

前記層間絶縁膜及び前記複数の導電層の上に保護膜と、を備える固体撮像装置であって、

前記複数の導電層は、前記オプティカルブラック画素領域の上に設けられた遮光層と、前記有効画素領域の上であって前記遮光層の下面よりも低い高さに設けられた第 1 の配線層と、前記オプティカルブラック画素領域の上であって前記第 1 の配線層と同じ高さに設けられた第 2 の配線層とを備え、

前記層間絶縁膜は、前記有効画素領域の上であって前記第 1 の配線層の下面よりも下にある第 1 の部分と、前記オプティカルブラック画素領域の上であって前記第 2 の配線層の下面よりも下にある第 2 の部分と、を含み、

前記層間絶縁膜の前記第 1 の部分と、前記層間絶縁膜の前記第 2 の部分と、はそれぞれ少なくとも 1 層の絶縁層を有し、

前記第 1 の部分の層構造と前記第 2 の部分の層構造とが互いに異なり、前記第 2 の部分の平均の水素濃度が前記第 1 の部分の平均の水素濃度よりも高いことを特徴とする固体撮像装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8】

前記少なくとも 1 層の導電層は、銅を含む配線層を含み、

前記層間絶縁膜は、前記銅を含む配線層の上にある銅拡散防止層を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の固体撮像装置。

## 【請求項 9】

前記少なくとも 1 層の導電層は、金属を用いた配線層及び前記遮光層を含むことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の固体撮像装置。

## 【請求項 10】

前記遮光層は、前記少なくとも 1 層の導電層のうちの最上位層に形成されることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

10

## 【請求項 11】

前記固体撮像装置は、CMOS 型であることを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

## 【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その製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 には、固体撮像装置の有効画素領域のうちオプティカルブラック画素領域の近傍部とオプティカルブラック画素領域から離れたセンター部とで生じる暗電流を均一にするための製造方法が記載されている。この方法では、保護膜のうちオプティカルブラック画素領域の上にある部分が有効画素領域の上にある部分よりも厚くなるように保護膜を形成する。シンター処理の際、保護膜から基板に供給される水素の一部は、有効画素領域のうちオプティカルブラック画素領域の近傍部において、オプティカルブラック画素領域の遮光層に吸蔵される。保護膜のうちオプティカルブラック画素領域の上の部分の厚くすることによって、有効画素のオプティカルブラック画素領域の近傍部において、保護膜から基板表面に供給する水素量を多くする。これによって、有効画素領域のうちオプティカルブラック画素領域の近傍部とオプティカルブラック画素領域から離れたセンター部とで、基板の表面に供給される水素量が均一化される。この結果、有効画素領域全域で暗電流のばらつきが減少する。

20

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 23319 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

発明者は、保護膜から放出された水素が、有効画素領域全域に均一に供給される一方で、遮光層に遮られることにより、遮光層の下にあるオプティカルブラック画素領域へ拡散し難いことを見出した。これによってシンター処理の後のオプティカルブラック画素領域の暗電流は、有効画素領域の暗電流と比較して大きくなり、有効画素領域から出力される黒レベルを補正する適正範囲を超えてしまう場合がある。本発明は、固体撮像装置の有効画素領域で生じる暗電流とオプティカルブラック画素領域で生じる暗電流とのばらつきを抑制する技術を提供することを目的とする。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明の 1 つの側面は、固体撮像装置の製造方法において、光電変換素子が配された有効画素領域及びオプティカルブラック画素領域を有する半導体基板の上に、複数の導電層と、層間絶縁膜とを形成する工程と、前記形成する工程の後に熱処理を行う工程と、前記

50

層間絶縁膜及び前記複数の導電層の上に保護膜を形成する工程と、を有し、前記複数の導電層は、前記オプティカルブラック画素領域の上に設けられた遮光層と、前記有効画素領域の上であって前記遮光層の下面よりも低い高さに設けられた第１の配線層と、前記オプティカルブラック画素領域の上であって前記第１の配線層と同じ高さに設けられた第２の配線層とを含み、前記層間絶縁膜は、前記有効画素領域の上であって前記第１の配線層の下面よりも下にある第１の部分と、前記オプティカルブラック画素領域の上であって前記第２の配線層の下面よりも下にある第２の部分と、を含み、前記熱処理を行う工程の前に、前記層間絶縁膜の前記第２の部分の平均の水素濃度が、前記層間絶縁膜の前記第１の部分の平均の水素濃度よりも高い。

【発明の効果】

10

【０００６】

上記手段により、固体撮像装置の有効画素領域で生じる暗電流とオプティカルブラック画素領域で生じる暗電流とのばらつきを抑制する技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】本発明に係る固体撮像装置の平面図。

【図２】本発明の第１の実施形態に係る固体撮像装置の断面図。

【図３】図２の固体撮像装置の製造方法を示す工程図。

【図４】本発明の第２の実施形態に係る固体撮像装置の断面図。

【図５】図４の固体撮像装置の製造方法を示す工程図。

20

【図６】本発明の第３の実施形態に係る固体撮像装置の断面図。

【図７】図６の固体撮像装置の製造方法を示す工程図。

【図８】本発明の第４の実施形態に係る固体撮像装置の断面図。

【図９】本発明の第５の実施形態に係る固体撮像装置の断面図。

【図１０】本発明の第６の実施形態に係る固体撮像装置の断面図。

【図１１】本発明の第７の実施形態に係る固体撮像装置の断面図。

【図１２】図１１の固体撮像装置の製造方法を示す工程図。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

以下、本発明に係る固体撮像装置の製造方法の具体的な実施形態を、添付図面を参照して説明する。以下の実施形態で製造される固体撮像装置は、いわゆるＣＭＯＳ型の固体撮像装置である。しかし、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えば、本発明はＣＣＤ型の固体撮像装置にも適用されうる。

30

【０００９】

第１の実施形態

図１、２及び３を参照して、本発明の一部の実施形態による固体撮像装置の製造方法を説明する。図１は、本発明の第１の実施形態における固体撮像装置１００の構成例を模式的に示す平面図である。図１において、本実施形態における固体撮像装置１００は、その中央部に有効画素領域１０１を有し、この有効画素領域１０１の外周にオプティカルブラック画素領域１０２を有している。さらにオプティカルブラック画素領域１０２の外周には、周辺回路部（図示せず）が設けられている。図１ではオプティカルブラック画素領域１０２が有効画素領域１０１のすべての辺に隣接しているが、オプティカルブラック画素領域１０２は有効画素領域１０１の一部のみに隣接するように配置されてもよい。

40

【００１０】

図２は、図１の破線Ａ－Ａ'における固体撮像装置１００の構成例を模式的に示した断面図である。本実施形態において固体撮像装置１００はＣＭＯＳ型であり、半導体基板２０１に、光電変換素子の一例であるフォトダイオード２０２が形成されている。このフォトダイオード２０２に隣接する位置に、フォトダイオード２０２で発生した信号電荷をフローティングディフュージョン部（不図示）に転送するための電荷転送トランジスタのゲート電極２０３が設けられている。フォトダイオード２０２毎にフローティングディフュ

50

ージョン部に転送された信号電荷が、電圧に変換され出力される。この電圧に変換された信号電荷が、電圧に応じて増幅され各画素部の撮像信号として読み出される。

【 0 0 1 1 】

ゲート電極 2 0 3 の上に、層間絶縁膜 2 0 4 が形成されている。層間絶縁膜 2 0 4 の上に、3 層の配線層 2 0 5 と、これらの配線層 2 0 5 を分離する 3 層の層間絶縁膜 2 5 1 が形成されている。一番下にある配線層 2 0 5 とゲート電極 2 0 3 とは層間絶縁膜 2 0 4 によって分離される。最上の層間絶縁膜 2 5 1 の上に遮光層 2 0 8 が形成されている。層間絶縁膜 2 5 1 及び遮光層 2 0 8 は保護膜 2 0 9 によって覆われている。

【 0 0 1 2 】

遮光層 2 0 8 は、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上に配されており、有効画素領域 1 0 1 の上に配されていない。その結果として、有効画素領域 1 0 1 の上に 3 層の配線層 2 0 5 を含む導電層が配され、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上に 3 層の配線層 2 0 5 と 1 層の遮光層 2 0 8 を含む導電層が配される。図示しないが、それぞれの配線層 2 0 5 の間は金属材料などを用いたプラグによって電氣的に接続されている。また、配線層 2 0 5 と遮光層 2 0 8 との間も、金属材料などを用いたプラグによって電氣的に接続されてもよい。本実施形態では、遮光層 2 0 8 は、3 層の配線層 2 0 5 の何れよりも、半導体基板 2 0 1 の表面から高い位置、すなわち最上位層に配される。しかし、遮光層 2 0 8 は、3 層の配線層 2 0 5 のうちの何れかの層と同じ階層に配されてもよい。この場合に配線層 2 0 5 と遮光層 2 0 8 とが同一の導電パターンとして形成されてもよい。

【 0 0 1 3 】

各々の層間絶縁膜 2 5 1 は、絶縁層 2 0 6 と絶縁層 2 0 7 とを含む。絶縁層 2 0 6 は、有効画素領域 1 0 1 の上と、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上との両方に配されている。一方、絶縁層 2 0 7 は、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上のみ配されており、有効画素領域 1 0 1 の上には配されていない。その結果として、層間絶縁膜 2 5 1 は、有効画素領域 1 0 1 の上において、絶縁層 2 0 6 による単層構造を有し、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上において、絶縁層 2 0 6 と絶縁層 2 0 7 とによる積層構造を有する。本実施形態では、絶縁層 2 0 7 は絶縁層 2 0 6 の上にある。図 2 では 3 層の層間絶縁膜 2 5 1 のすべてが積層構造を有するが、一部の層間絶縁膜 2 5 1 が絶縁層 2 0 6 による単層構造を有してもよい。

【 0 0 1 4 】

次に、図 3 を用いて上述した本実施形態における固体撮像装置 1 0 0 の製造方法について述べる。図 3 ( a ) に示すように、半導体基板 2 0 1 に、有効画素領域 1 0 1 及びオプティカルブラック画素領域 1 0 2 の画素領域をそれぞれ形成する。これらの画素領域の上に、ゲート電極 2 0 3 及び層間絶縁膜 2 0 4 を形成する。さらに層間絶縁膜 2 0 4 の上に配線層 2 0 5 を形成する。この配線層 2 0 5 は、例えばアルミニウムなどを主成分とする材料を用いて形成される。これらの構成は既存の手法を用いて形成できるため、その詳細な説明は、ここでは省略する。次に絶縁層 2 0 6 を、例えば C V D 法を用いて成膜する。この絶縁層 2 0 6 には、例えばシリコン酸化膜を用いる。この成膜された絶縁層 2 0 6 は配線層 2 0 5 に起因する凹凸があるため、C M P 法などによって絶縁層 2 0 6 の上面を平坦化する。

【 0 0 1 5 】

次に図 3 ( b ) に示すように、絶縁層 2 0 6 の上に、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上を開口したマスクパターン 2 1 0 を形成する。この後、例えばドライエッチング法によって、絶縁層 2 0 6 のうちマスクパターン 2 1 0 に覆われていない部分をエッチングすることによって、当該部分の膜厚を低減する。このエッチングは、図 3 ( b ) に示すように、配線層 2 0 5 の上面が露出する前に終了してもよい。

【 0 0 1 6 】

次いでマスクパターン 2 1 0 を除去し、図 3 ( c ) に示すように、絶縁層 2 0 6 の上に、絶縁層 2 0 6 よりも水素濃度の高い絶縁層 2 0 7 を、例えば C V D 法によって成膜する。この絶縁層 2 0 7 には、例えばシリコン酸化膜を用いる。本実施形態において、絶縁層

207を成膜するための温度は、絶縁層206を成膜するための温度よりも低い。水素を含む原料を用いてCVD法によって成膜を行う場合、形成された膜に含まれる水素濃度は、成膜の温度によって変化させることが可能である。低い温度で成膜された絶縁層207の水素濃度は、高い温度で成膜された絶縁層206の水素濃度よりも高くなる。

#### 【0017】

絶縁層207を成膜した後、図3(d)に示すように、オプティカルブラック画素領域102の上に絶縁層207が残り、有効画素領域101の上から絶縁層207が除去されるよう、CMP法などによって絶縁層207の上面を平坦化する。これらの工程によって有効画素領域101の上に絶縁層206を有し、オプティカルブラック画素領域102の上に絶縁層206及び絶縁層207を有する層間絶縁膜251が形成される。この後、本実施形態では、同様の工程を用いて3層の層間絶縁膜251及び3層の配線層205を形成する。

10

#### 【0018】

その後、オプティカルブラック画素領域102の上に、例えばアルミニウムなどを主成分とする遮光層208を形成する。この遮光層208のバリアメタル層には、チタン膜などが用いられる。次に例えばCVD法によって、有効画素領域101及びオプティカルブラック画素領域102の上に保護膜209を形成する。保護膜209として例えばシリコン窒化膜を用いる。以上の工程によって、図2に示される固体撮像装置100の各構成要素が形成される。

#### 【0019】

20

保護膜209の形成後、シンター処理を行う。このシンター処理とは、層間絶縁膜204、251の膜中に含まれる水素を拡散させ、各画素を構成するフォトダイオード202の表面に水素を供給するために実施される熱処理のことである。供給された水素は、フォトダイオード202の表面のダングリングボンドの水素終端結合を促進する。これによってフォトダイオード202で発生する暗電流が低減される。

#### 【0020】

ここで、本実施形態の効果を説明する。シンター処理の際、層間絶縁膜から放出され拡散する水素の一部は、オプティカルブラック画素領域102の上に配された遮光層208のバリアメタル層を構成する金属膜、例えばチタン膜に吸蔵される。このため、層間絶縁膜の水素濃度が均一である場合、オプティカルブラック画素領域102の各々のフォトダイオード202に供給される水素量は、有効画素領域101の各々のフォトダイオード202に供給される水素量よりも少なくなる。

30

#### 【0021】

また特許文献1の構成では、有効画素領域とオプティカルブラック画素領域とを覆い、配線層及び遮光層の上にある保護膜から水素の供給を行っている。この構成では、保護膜から放出された水素は遮光層に遮られ、遮光層の下にあるオプティカルブラック画素領域への拡散が抑制されるので、オプティカルブラック画素領域よりも有効画素領域に多くの水素が拡散する。これによってシンター処理の後のオプティカルブラック画素領域の暗電流は、有効画素領域の暗電流と比較してさらに大きくなり、有効画素領域から出力される黒レベルを補正する適正範囲を超えてしまう場合がある。

40

#### 【0022】

本実施形態において、絶縁層207の水素濃度は、絶縁層206の水素濃度よりも高い。絶縁層207はオプティカルブラック画素領域102の上のみに配されている。このため、層間絶縁膜204、251のうち、オプティカルブラック画素領域102の上であり、遮光層208よりも下にある部分の水素濃度は、有効画素領域101の上にある部分の水素濃度よりも高くなる。

#### 【0023】

また絶縁層207が遮光層208よりも下に形成されるため、絶縁層207から半導体基板201へ向けて拡散する水素が遮光層208によって遮られる可能性は低い。これらによって有効画素領域101及びオプティカルブラック画素領域102の各々のフォトダ

50

イオード 202 の表面に供給される水素の量のばらつきを抑制できる。結果として有効画素領域 101 とオプティカルブラック画素領域 102 との間の暗電流のばらつきを抑制し、形成された固体撮像装置の製品性能と製造歩留りが改善される。遮光層 208 に吸蔵される水素の量を考慮し、絶縁層 207 の厚さを調整し、層間絶縁膜 251 の平均の水素濃度を決定する。

#### 【0024】

特許文献 1 の構成と比較して、本実施形態では水素を供給する絶縁層が各々のフォトダイオード 202 に近接して設けられる。このため有効画素領域 101 とオプティカルブラック画素領域 102 とに効率的に水素を供給することが可能となる。さらに、上述の工程によって製造された固体撮像装置 100 においても、絶縁層 207 の水素濃度が絶縁層 206 の水素濃度より高くてもよい。これは例えば飛行時間型の二次イオン質量分析法などを用いて測定することができる。

10

#### 【0025】

本実施形態では、層間絶縁膜 251 は、有効画素領域 101 の上において 1 層構造を有し、オプティカルブラック画素領域 102 の上に 2 層構造を有する場合の例を示したが、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えばそれぞれの領域の上において、層間絶縁膜 251 は 3 層以上の構造を有してもよい。

#### 【0026】

##### 第 2 の実施形態

図 4 及び 5 を参照して、本発明の第 2 の実施形態による固体撮像装置 400 の構造及び製造方法を説明する。固体撮像装置 400 の平面図は、図 1 に示した固体撮像装置 100 の平面図と同様であってもよい。図 4 は、図 1 の破線 A - A' における固体撮像装置 400 の構成例を模式的に示した断面図である。固体撮像装置 400 は、層間絶縁膜 251 の代わりに層間絶縁膜 451 を有する点で固体撮像装置 100 とは異なり、他の点は同じであってもよい。そこで、以下では層間絶縁膜 451 の構造及び製造工程に焦点を当てて説明し、固体撮像装置 100 と同様の構成要素については重複する説明を省略する。

20

#### 【0027】

本実施形態において、層間絶縁膜 204 の上に、3 層の配線層 205 と、これらの配線層 205 を分離する 3 層の層間絶縁膜 451 が形成されている。層間絶縁膜 451 の上に遮光層 208 が形成されている。層間絶縁膜 451 及び遮光層 208 は保護膜 209 によって覆われている。

30

#### 【0028】

本実施形態において配線層 205 は、銅などを主成分とする配線である。このため各々の層間絶縁膜 451 は、配線層 205 の上に銅拡散防止層 401 を含み、銅拡散防止層 401 の上にさらに絶縁層 206 と絶縁層 207 とを含む。銅拡散防止層 401 と絶縁層 206 とは、有効画素領域 101 の上と、オプティカルブラック画素領域 102 の上との両方に配されている。一方、絶縁層 207 は、オプティカルブラック画素領域 102 の上にみに配されており、有効画素領域 101 の上には配されていない。その結果として、層間絶縁膜 451 は、有効画素領域 101 の上において、銅拡散防止層 401 と絶縁層 206 とによる積層構造を有する。またオプティカルブラック画素領域 102 の上において、銅拡散防止層 401 と絶縁層 206 と絶縁層 207 とによる積層構造を有する。本実施形態では、絶縁層 206 は絶縁層 207 の上にある。図 4 では 3 層の層間絶縁膜 451 のすべてが積層構造を有するが、一部の層間絶縁膜 451 が銅拡散防止層 401 と絶縁層 206 とによる積層構造を有してもよいし、また銅拡散防止層 401 による単層構造を有してもよい。

40

#### 【0029】

次に、図 5 を用いて上述した本実施形態における固体撮像装置 400 の製造方法について述べる。図 5 (a) に示すように、半導体基板 201 に、有効画素領域 101 及びオプティカルブラック画素領域 102 の画素領域をそれぞれ形成する。これらの画素領域の上に、層間絶縁膜 204 を形成する。さらに層間絶縁膜 204 の上に配線層 205 を形成す

50

る。本実施形態において、配線層 205 はダマシン法によって形成される。この配線層 205 は、銅などを主成分とする材料を用いる。これらの構成は既存の手法を用いて形成できるため、その詳細な説明は、ここでは省略する。

次に図 5 (b) に示すように、有効画素領域 101 及びオプティカルブラック画素領域 102 の上の、層間絶縁膜 204 及び配線層 205 を覆うように銅拡散防止層 401 を、例えば CVD 法によって成膜する。この銅拡散防止層 401 は例えばシリコン窒化膜を用いる。これに積層するように、水素濃度の高い絶縁層 207 を、例えば CVD 法によって成膜する。この絶縁層 207 は、例えばシリコン酸化膜を用いる。

#### 【0030】

次いで図 5 (c) に示すように、オプティカルブラック画素領域 102 の上に絶縁層 207 が残り、有効画素領域 101 の上から絶縁層 207 が除去されるよう、有効画素領域 101 の上を開口したマスクパターン 210 を形成する。この後、例えばドライエッチング法によって有効画素領域 101 の絶縁層 207 をマスクパターン 510 の開口部分をエッチングすることによって、当該部分の絶縁層 207 を除去する。この後、マスクパターン 510 を除去し、図 5 (d) に示すように、有効画素領域 101 とオプティカルブラック画素領域 102 を覆うように、絶縁層 206 を、例えば CVD 法によって成膜する。この絶縁層 206 は、例えばシリコン酸化膜を用いる。

#### 【0031】

次いで図 5 (e) に示すように、絶縁層 206 の上面には絶縁層 207 に起因する凹凸があるため、CMP 法などによって絶縁層 206 の上面を平坦化する。これらの工程によって有効画素領域 101 の上に銅拡散防止層 401 及び絶縁層 206 を有し、オプティカルブラック画素領域 102 の上に銅拡散防止層 401、絶縁層 206 及び絶縁層 207 を有する層間絶縁膜 451 が形成される。この後、本実施形態では、同様の工程を用いて 3 層の層間絶縁膜 451 及び 3 層の配線層 205 を形成する。

#### 【0032】

その後、固体撮像装置 100 の製造方法と同様にして、遮光層 208 及び保護膜 209 を形成する。以上の工程によって、図 4 に示される固体撮像装置 400 の各構成要素が形成される。

#### 【0033】

保護膜 209 の形成後、シンター処理を行う。このシンター処理によって、層間絶縁膜 204、451 の膜中に含まれる水素が拡散し、各画素を構成するフォトダイオード 202 の表面に供給される。

#### 【0034】

本実施形態において、絶縁層 206 を成膜する温度は、絶縁層 207 を成膜する温度よりも高い。このため絶縁層 207 は絶縁層 206 より高い水素濃度を有する。絶縁層 207 はオプティカルブラック画素領域 102 の上のみに配されている。このため、層間絶縁膜 204、451 のうち、オプティカルブラック画素領域 102 の上にあり、遮光層 208 よりも下にある部分の水素濃度は、有効画素領域 101 の上にある部分の水素濃度よりも高くなる。従って、固体撮像装置 400 の製造方法においても、上述の固体撮像装置 100 の製造方法と同様の効果が得られる。

#### 【0035】

本実施形態では、層間絶縁膜 451 は、有効画素領域 101 の上において 2 層構造を有し、オプティカルブラック画素領域 102 の上に 3 層構造を有する場合の例を示したが、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えばそれぞれの領域の上において、層間絶縁膜 451 は 4 層以上の構造を有してもよい。

#### 【0036】

### 第 3 の実施形態

図 6 及び 7 を参照して、本発明の第 3 の実施形態による固体撮像装置 600 の構造及び製造方法を説明する。固体撮像装置 600 の平面図は、図 1 に示した固体撮像装置 100 の平面図と同様であってもよい。図 6 は、図 1 の破線 A - A' における固体撮像装置 60

10

20

30

40

50



0の構成例を模式的に示した断面図である。固体撮像装置600は、層間絶縁膜251の代わりに層間絶縁膜651を有する点で固体撮像装置100とは異なり、他の点は同じであってもよい。そこで、以下では層間絶縁膜651の構造及び製造工程に焦点を当てて説明し、固体撮像装置100と同様の構成要素については重複する説明を省略する。

#### 【0037】

本実施形態において、層間絶縁膜204の上に、3層の配線層205と、これらの配線層205を分離する3層の層間絶縁膜651が形成されている。層間絶縁膜651の上に遮光層208が形成されている。層間絶縁膜651及び遮光層208は保護膜209によって覆われている。

#### 【0038】

本実施形態では、配線層205は、銅などを主成分とする配線である。このため各々の層間絶縁膜651は、配線層205の上に銅拡散防止層601と銅拡散防止層602とを含み、これらの銅拡散防止層601、602の上にさらに絶縁層206を含む。絶縁層206は、有効画素領域101の上と、オプティカルブラック画素領域102の上との両方に配されている。一方、銅拡散防止層601は、有効画素領域101の上のみに配されており、オプティカルブラック画素領域102の上には配されていない。また銅拡散防止層602は、オプティカルブラック画素領域102の上に配されている。図6に示すように、銅拡散防止層602の端部は、有効画素領域101とオプティカルブラック画素領域102との間の境界を超え、銅拡散防止層601の端部に乗り上げてよい。銅拡散防止層602は、有効画素領域101のうち少なくともフォトダイオード202を覆う位置には配されていない。その結果として、層間絶縁膜651は、有効画素領域101のうち少なくともフォトダイオード202の上において、銅拡散防止層601と絶縁層206とによる積層構造を有する。またオプティカルブラック画素領域102の上において、銅拡散防止層602と絶縁層206とによる積層構造を有する。図6では3層の層間絶縁膜651のすべてが積層構造を有するが、一部の層間絶縁膜251が銅拡散防止層601と銅拡散防止層602とによる単層構造を有してもよい。

#### 【0039】

次に、図7を用いて上述した本実施形態における固体撮像装置600の製造方法について述べる。図7(a)に示すように、半導体基板201に、有効画素領域101及びオプティカルブラック画素領域102の画素領域をそれぞれ形成する。これらの画素領域の上に、ゲート電極203及び層間絶縁膜204を形成する。さらに層間絶縁膜204の上に配線層205を形成する。本実施形態において、配線層205はダマシン法によって形成される。この配線層205は、銅などを主成分とする材料を用いる。これらの構成は既存の手法を用いて形成できるため、その詳細な説明は、ここでは省略する。配線層205を形成した後、有効画素領域101及びオプティカルブラック画素領域102の上の、層間絶縁膜204及び配線層205を覆うように銅拡散防止層601を、例えばCVD法によって成膜する。この銅拡散防止層601は、例えばシリコン窒化膜を用いる。

#### 【0040】

次に図7(b)で示すように、有効画素領域101の上に銅拡散防止層601が残り、オプティカルブラック画素領域102の上から銅拡散防止層601が除去されるよう、オプティカルブラック画素領域102を開口したマスクパターン710を形成する。この後、例えばドライエッチング法によってオプティカルブラック画素領域102の上の銅拡散防止層601のマスクパターン710の開口部分をエッチングすることによって、当該部分の銅拡散防止層601を除去する。

#### 【0041】

マスクパターン710を除去した後、図7(c)に示すように、有効画素領域101とオプティカルブラック画素領域102を、例えばCVD法によって銅拡散防止層602で覆う。この銅拡散防止層602は、例えばシリコン窒化膜を用いる。本実施形態において、銅拡散防止層601を成膜する温度は、銅拡散防止層602を成膜する温度よりも高くする。これによって銅拡散防止層601に含まれる水素濃度と比較して、銅拡散防止層6

10

20

30

40

50

０２に含まれる水素濃度は高くなる。

【００４２】

図７（ｄ）に示すように、オプティカルブラック画素領域１０２の上に銅拡散防止層６０２が残り、有効画素領域１０１の上から銅拡散防止層６０２が除去されるよう、有効画素領域１０１を開口したマスクパターン７１１を形成する。この後、例えばドライエッチング法によって有効画素領域１０１の上の銅拡散防止層６０２のマスクパターン７１１の開口部分をエッチングすることによって、当該部分の銅拡散防止層６０２を除去する。

【００４３】

マスクパターン７１１を除去した後、有効画素領域１０１とオプティカルブラック画素領域１０２の全面を、例えばＣＶＤ法によって形成した絶縁層２０６で覆い、次にＣＭＰ法などによって絶縁層２０６の上面を平坦化する。この絶縁層２０６は、例えばシリコン酸化膜を用いる。このときの断面図を図７（ｅ）に示す。これらの工程によって有効画素領域１０１の上に少なくとも銅拡散防止層６０１及び絶縁層２０６を有し、オプティカルブラック画素領域１０２の上に銅拡散防止層６０２及び絶縁層２０６を有する層間絶縁膜６５１が形成される。この後、本実施形態では、同様の工程を用いて３層の層間絶縁膜６５１及び３層の配線層２０５を形成する。

【００４４】

その後、固体撮像装置１００の製造方法と同様にして、遮光層２０８及び保護膜２０９を形成する。以上の工程によって、図６に示される固体撮像装置６００の各構成要素が形成される。

【００４５】

保護膜２０９の形成後、シンター処理を行う。このシンター処理によって、層間絶縁膜２０４、６５１の膜中に含まれる水素が拡散し、各画素を構成するフォトダイオード２０２の表面に供給される。

【００４６】

本実施形態において、銅拡散防止層６０２は銅拡散防止層６０１より高い水素濃度を有する。銅拡散防止層６０１は有効画素領域１０１の上のみに配されており、銅拡散防止層６０２はオプティカルブラック画素領域１０２及び有効画素領域１０１の端部の上のみに配されている。そのため、層間絶縁膜２０４、６５１のうち、オプティカルブラック画素領域１０２の上であり、遮光層２０８よりも下にある部分の水素濃度は、有効画素領域１０１の上にある部分の水素濃度よりも高くなる。従って、固体撮像装置６００の製造方法においても、上述の固体撮像装置１００及び４００の製造方法と同様の効果が得られる。

【００４７】

本実施形態では、層間絶縁膜６５１は、有効画素領域１０１の上、及びオプティカルブラック画素領域１０２の上に２層構造を有する場合の例を示したが、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えばそれぞれの領域の上において、層間絶縁膜６５１は３層以上の構造を有してもよい。また例えば銅拡散防止層６０１の端部は有効画素領域１０１とオプティカルブラック画素領域１０２との間の境界付近において、オプティカルブラック画素領域１０２のフォトダイオード２０２は覆わず、銅拡散防止層６０２の端部に乗り上げてよい。

【００４８】

第４の実施形態

図８を参照して、本発明の第４の実施形態による固体撮像装置８００の構造及び製造方法を説明する。固体撮像装置８００の平面図は、図１に示した固体撮像装置１００の平面図と同様であってもよい。図８は、図１の破線Ａ－Ａ'における固体撮像装置８００の構成例を模式的に示した断面図である。固体撮像装置８００は、層間絶縁膜２５１の代わりに層間絶縁膜８５１を有する点で固体撮像装置１００とは異なり、他の点は同じであってもよい。そこで、以下では層間絶縁膜８５１の構造に焦点を当てて説明し、固体撮像装置１００と同様の構成要素については重複する説明を省略する。

【００４９】

本実施形態において、層間絶縁膜 204 の上に、3 層の配線層 205 と、これらの配線層 205 を分離する 3 層の層間絶縁膜 851 が形成されている。層間絶縁膜 851 の上に遮光層 208 が形成されている。層間絶縁膜 851 及び遮光層 208 は保護膜 209 によって覆われている。本実施形態において、各々の層間絶縁膜 851 は、絶縁層 206 と絶縁層 207 とを含む。絶縁層 206 は、有効画素領域 101 の上と、オプティカルブラック画素領域 102 の上との両方に配されている。一方、絶縁層 207 は、有効画素領域 101 の上のみに配されており、オプティカルブラック画素領域 102 の上には配されていない。その結果として、層間絶縁膜 851 は、有効画素領域 101 の上において、絶縁層 206 と絶縁層 207 による積層構造を有し、オプティカルブラック画素領域 102 の上において、絶縁層 206 による単層構造を有する。本実施形態では、絶縁層 207 は絶縁層 206 の上にある。図 8 では 3 つの層間絶縁膜 851 のすべてが積層構造を有するが、一部の層間絶縁膜 251 が絶縁層 206 による単層構造を有してもよい。

10

#### 【0050】

続いて、固体撮像装置 800 の製造方法について説明する。遮光層 208 を形成する工程までは固体撮像装置 100 の製造方法と同様であるが、絶縁層 207 が形成される場所が異なる。固体撮像装置 100 の製造方法ではオプティカルブラック画素領域 102 の上に絶縁層 207 が形成されたが、固体撮像装置 800 の製造方法では有効画素領域 101 の上に絶縁層 207 が形成される。絶縁層 207 は絶縁層 206 よりも低い温度で成膜されるので、絶縁層 206 より高い水素濃度を有する。その後、シンター処理を行い、保護膜 209 を形成する。

20

#### 【0051】

本実施形態では、配線信頼性の向上を目的として保護膜 209 を形成する前にシンター処理が行われる。このシンター処理によって、層間絶縁膜 204、851 の膜中に含まれる水素が拡散し、各画素を構成するフォトダイオード 202 の表面に供給される。このシンター処理において、層間絶縁膜 204、851 のうちオプティカルブラック画素領域 102 の上にある部分に含まれる水素は、遮光層 208 に遮られるため層間絶縁膜 851 の上方へ放出され難い。一方、有効画素領域 101 の上には遮光層 208 が形成されておらず、シンター処理の際に保護膜 209 もまだ形成されていない。そのため、層間絶縁膜 204、851 のうち有効画素領域 101 の上にある部分に含まれる水素は遮られることなく拡散し、層間絶縁膜 851 の上方へ放出されやすい。このため層間絶縁膜 204、851 の水素濃度が均一な場合、有効画素領域 101 へ供給される水素量は、オプティカルブラック画素領域 102 へ供給される水素量よりも少なくなる。

30

#### 【0052】

本実施形態において、シンター処理の実行前に、絶縁層 207 の水素濃度は、絶縁層 206 の水素濃度よりも高い。絶縁層 207 は有効画素領域 101 の上のみに配されているため、層間絶縁膜 204、851 のうち、有効画素領域 101 の上にある部分の水素濃度は、オプティカルブラック画素領域 102 の上にあり、遮光層 208 よりも下にある部分の水素濃度よりも高くなる。

#### 【0053】

保護膜 209 を形成する前に施すシンター処理によって有効画素領域 101 の上から外部に放出される水素の量を考慮し、高い水素濃度を有する絶縁層 207 の厚さを調整することによって、層間絶縁膜 851 の平均の水素濃度を決定する。これによって有効画素領域 101 及びオプティカルブラック画素領域 102 の各々のフォトダイオード 202 の表面に供給される水素の量のばらつきを抑制できる。結果として有効画素領域 101 とオプティカルブラック画素領域 102 の間との暗電流のばらつきを抑制し、形成された固体撮像装置の製品性能と製造歩留りが改善される。

40

#### 【0054】

本実施形態では、層間絶縁膜 851 は、有効画素領域 101 の上において 2 層構造を有し、オプティカルブラック画素領域 102 の上に 1 層構造を有する場合の例を示したが、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えばそれぞれの領域の上におい

50

て、層間絶縁膜 2 5 1 は 3 層以上の構造を有してもよい。

#### 【 0 0 5 5 】

##### 第 5 の実施形態

図 9 を参照して、本発明の第 5 の実施形態による固体撮像装置 9 0 0 の構造及び製造方法を説明する。固体撮像装置 9 0 0 の平面図は、図 1 に示した固体撮像装置 1 0 0 の平面図と同様であってもよい。図 9 は、図 1 の破線 A - A ' における固体撮像装置 9 0 0 の構成例を模式的に示した断面図である。固体撮像装置 9 0 0 は、層間絶縁膜 2 5 1 の代わりに層間絶縁膜 9 5 1 を有する点で固体撮像装置 1 0 0 とは異なり、他の点は同じであってもよい。そこで、以下では層間絶縁膜 9 5 1 の構造に焦点を当てて説明し、固体撮像装置 1 0 0 と同様の構成要素については重複する説明を省略する。

10

#### 【 0 0 5 6 】

本実施形態において、各々の層間絶縁膜 9 5 1 は、配線層 2 0 5 の上に銅拡散防止層 4 0 1 を含み、銅拡散防止層 4 0 1 の上にさらに絶縁層 2 0 6 と絶縁層 2 0 7 とを含む。銅拡散防止層 4 0 1 と絶縁層 2 0 6 とは、有効画素領域 1 0 1 の上と、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上との両方に配されている。一方、絶縁層 2 0 7 は、有効画素領域 1 0 1 の上の上にのみ配されており、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上には配されていない。その結果として、層間絶縁膜 9 5 1 は、有効画素領域 1 0 1 の上において、銅拡散防止層 4 0 1 と絶縁層 2 0 6 と絶縁層 2 0 7 による積層構造を有する。またオプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上において、銅拡散防止層 4 0 1 と絶縁層 2 0 6 による積層構造を有する。本実施形態では、絶縁層 2 0 6 は絶縁層 2 0 7 の上にある。図 9 では 3 層の層間絶縁膜 9 5 1 のすべてが積層構造を有するが、一部の層間絶縁膜 2 5 1 が銅拡散防止層 4 0 1 と絶縁層 2 0 6 とによる積層構造を有してもよい。

20

#### 【 0 0 5 7 】

続いて、固体撮像装置 9 0 0 の製造方法について説明する。遮光層 2 0 8 を形成する工程までは固体撮像装置 4 0 0 の製造方法と同様であるが、絶縁層 2 0 7 が形成される場所が異なる。固体撮像装置 4 0 0 の製造方法ではオプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上に絶縁層 2 0 7 が形成されたが、固体撮像装置 9 0 0 の製造方法では有効画素領域 1 0 1 の上に絶縁層 2 0 7 が形成される。絶縁層 2 0 7 は絶縁層 2 0 6 よりも低い温度で成膜されるので、絶縁層 2 0 6 より高い水素濃度を有する。その後、シンター処理を行い、保護膜 2 0 9 を形成する。

30

#### 【 0 0 5 8 】

本実施形態では、第 4 の実施形態と同様に、配線信頼性の向上を目的として保護膜 2 0 9 を形成する前にシンター処理が行われる。このシンター処理によって、層間絶縁膜 2 0 4、9 5 1 の膜中に含まれる水素が拡散し、各画素を構成するフォトダイオード 2 0 2 の表面に供給される。

#### 【 0 0 5 9 】

本実施形態において、絶縁層 2 0 7 の水素濃度は、絶縁層 2 0 6 の水素濃度よりも高い。絶縁層 2 0 7 は有効画素領域 1 0 1 の上の上にのみ配されているため、層間絶縁膜 2 0 4、8 5 1 のうち、有効画素領域 1 0 1 の上にある部分の水素濃度は、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上にあり、遮光層 2 0 8 よりも下にある部分の水素濃度よりも高くなる。従って、固体撮像装置 9 0 0 の製造方法においても、第 4 の実施形態で述べた固体撮像装置 8 0 0 の製造方法と同様の効果が得られる。

40

#### 【 0 0 6 0 】

本実施形態では、層間絶縁膜 9 5 1 は、有効画素領域 1 0 1 の上において 3 層構造を有し、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上に 2 層構造を有する場合の例を示したが、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えばそれぞれの領域の上において、層間絶縁膜 9 5 1 は 4 層以上の構造を有してもよい。

#### 【 0 0 6 1 】

##### 第 6 の実施形態

図 1 0 を参照して、本発明の第 6 の実施形態による固体撮像装置 1 0 0 0 の構造及び製

50

造方法を説明する。固体撮像装置 1000 の平面図は、図 1 に示した固体撮像装置 100 の平面図と同様であってもよい。図 10 は、図 1 の破線 A - A' における固体撮像装置 1000 の構成例を模式的に示した断面図である。固体撮像装置 1000 は、層間絶縁膜 251 の代わりに層間絶縁膜 1051 を有する点で固体撮像装置 100 とは異なり、他の点は同じであってもよい。そこで、以下では層間絶縁膜 1051 の構造に焦点を当てて説明し、固体撮像装置 100 と同様の構成要素については重複する説明を省略する。

#### 【0062】

本実施形態において、各々の層間絶縁膜 1051 は、配線層 205 の上に銅拡散防止層 601 と銅拡散防止層 602 とを含み、銅拡散防止層の上にさらに絶縁層 206 を含む。絶縁層 206 は、有効画素領域 101 の上と、オプティカルブラック画素領域 102 の上との両方に配されている。一方、銅拡散防止層 602 は、有効画素領域 101 の上に配されている。また銅拡散防止層 601 は、オプティカルブラック画素領域 102 の上のみ配されており、有効画素領域 101 の上には配されていない。図 10 に示すように、銅拡散防止層 602 の端部は、有効画素領域 101 とオプティカルブラック画素領域 102 との間の境界を超え、銅拡散防止層 601 の端部に乗り上げてよい。銅拡散防止層 602 は、オプティカルブラック画素領域 102 のうち少なくともフォトダイオード 202 を覆う位置には配されていない。その結果として、層間絶縁膜 651 は、有効画素領域 101 のうち少なくともフォトダイオード 202 の上において、銅拡散防止層 602 と絶縁層 206 とによる積層構造を有する。またオプティカルブラック画素領域 102 の上において、銅拡散防止層 601 と絶縁層 206 とによる積層構造を有する。図 10 では 3 層の層間絶縁膜 1051 のすべてが積層構造を有するが、一部の層間絶縁膜 251 が銅拡散防止層 601 と銅拡散防止層 602 とによる単層構造を有してもよい。

#### 【0063】

続いて、固体撮像装置 1000 の製造方法について説明する。遮光層 208 を形成する工程までは固体撮像装置 600 の製造方法と同様であるが、銅拡散防止層 601、602 が形成される場所が異なる。固体撮像装置 1000 の製造方法では有効画素領域 101 の上に銅拡散防止層 601 が形成され、オプティカルブラック画素領域 102 の上に銅拡散防止層 602 が形成される。銅拡散防止層 601 の端部は有効画素領域 101 とオプティカルブラック画素領域 102 との間の境界付近において、銅拡散防止層 602 の端部に乗り上げてよい。銅拡散防止層 602 は銅拡散防止層 601 よりも低い温度で成膜され、銅拡散防止層 601 より高い水素濃度を有する。その後、シンター処理を行い、保護膜 209 を形成する。

#### 【0064】

本実施形態では、第 4 及び第 5 の実施形態と同様に、配線信頼性の向上を目的として保護膜 209 を形成する前にシンター処理が行われる。このシンター処理によって、層間絶縁膜 204、1051 の膜中に含まれる水素が拡散し、各画素を構成するフォトダイオード 202 の表面に供給される。

#### 【0065】

本実施形態において、銅拡散防止層 602 の水素濃度は、銅拡散防止層 601 の水素濃度よりも高い。銅拡散防止層 602 は有効画素領域 101 の上のみ配されている。このため、層間絶縁膜 204、1051 のうち、有効画素領域 101 の上にある部分の水素濃度は、オプティカルブラック画素領域 102 の上にあり、遮光層 208 よりも下にある部分の水素濃度よりも高くなる。従って、固体撮像装置 1000 の製造方法においても、上述の固体撮像装置 800 及び 900 の製造方法と同様の効果が得られる。

#### 【0066】

本実施形態では、層間絶縁膜 1051 は、有効画素領域 101 の上、及びオプティカルブラック画素領域 102 の上に 2 層構造を有する場合の例を示したが、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えばそれぞれの領域の上において、層間絶縁膜 1051 は 3 層以上の構造を有してもよい。また例えば銅拡散防止層 601 の端部は有効画素領域 101 とオプティカルブラック画素領域 102 との間の境界付近において、有効画

素領域 101 のフォトダイオード 202 は覆わず、銅拡散防止層 602 の端部に乗り上げてもよい。

#### 【0067】

##### 第 7 の実施形態

図 11 及び 12 を参照して、本発明の第 7 の実施形態による固体撮像装置 1100 の製造方法を説明する。固体撮像装置 1100 の平面図は、図 1 に示した固体撮像装置 100 の平面図と同様であってもよい。図 11 は、それぞれ図 1 の破線 A - A' における固体撮像装置 1100 の構成例を模式的に示した断面図である。固体撮像装置 1100 は、層間絶縁膜 204 の代わりに層間絶縁膜 1151 を有する点で固体撮像装置 100 とは異なり、他の点は同じであってもよい。そこで、以下では層間絶縁膜 1151 の構造及び製造工程に焦点を当てて説明し、固体撮像装置 100 と同様の構成要素については重複する説明を省略する。

10

#### 【0068】

本実施形態において、ゲート電極 203 の上に、層間絶縁膜 1151 が形成されている。この層間絶縁膜 1151 は、絶縁層 206 と絶縁層 207 とを含む。絶縁層 206 は、有効画素領域 101 の上と、オプティカルブラック画素領域 102 の上との両方に配されている。一方、絶縁層 207 は、オプティカルブラック画素領域 102 の上のみ配されており、有効画素領域 101 の上には配されていない。その結果として、層間絶縁膜 251 は、有効画素領域 101 の上において、絶縁層 206 による単層構造を有し、オプティカルブラック画素領域 102 の上において、絶縁層 206 と絶縁層 207 とによる積層構造を有する。本実施形態では、絶縁層 207 は絶縁層 206 の上にある。

20

#### 【0069】

次に、図 12 を用いて上述した本実施形態における固体撮像装置 1100 の製造方法について述べる。図 12 (a) に示すように、半導体基板 201 に、有効画素領域 101 及びオプティカルブラック画素領域 102 の画素領域をそれぞれ形成し、さらにゲート電極 203 を形成する。これらの画素領域の上に、例えば CVD 法によって絶縁層 206 を形成する。この絶縁層 206 には、例えばシリコン酸化膜を用いる。

#### 【0070】

次いで図 12 (b) に示すように、ゲート電極 203 に起因する凸凹があるため、CMP 法などによって絶縁層 206 の上面を平坦化する。次に図 12 (c) に示すように、絶縁層 206 の上に、オプティカルブラック画素領域 102 の上を開口したマスクパターン 1210 を形成する。その後、例えばドライエッチング法によって、絶縁層 206 のうちマスクパターン 1210 に覆われていない部分をエッチングする。このエッチングは、図 12 (c) に示すように、ゲート電極 203 の上面が露出する前に終了してもよい。

30

#### 【0071】

この後、図 12 (d) に示すように、マスクパターンを除去し、絶縁層 206 の上に、絶縁層 206 よりも水素濃度の高い絶縁層 207 を、例えば CVD 法によって成膜する。この絶縁層 207 には、例えばシリコン酸化膜を用いる。絶縁層 207 は絶縁層 206 よりも低い温度で成膜され、絶縁層 206 より高い水素濃度を有する。

#### 【0072】

40

絶縁層 207 を成膜した後、図 12 (e) に示すように、オプティカルブラック画素領域 102 の上に絶縁層 207 が残り、有効画素領域 101 の上から絶縁層 207 が除去されるよう、CMP 法などによって絶縁層 207 の上面を平坦化する。これらの工程によって有効画素領域 101 の上に絶縁層 206 を有し、オプティカルブラック画素領域 102 の上に絶縁層 206 及び絶縁層 207 を有する層間絶縁膜 1151 が形成される。この後、固体撮像装置 100 の製造方法と同様にして配線層 205、層間絶縁膜 251、遮光層 208 及び保護膜 209 を形成し、シンター処理を行う。以上の工程によって、図 11 に示されている固体撮像装置 1100 の各構成要素が形成される。

#### 【0073】

本実施形態において、絶縁層 207 の水素濃度は、絶縁層 206 の水素濃度よりも高い

50

。層間絶縁膜 1 1 5 1 のうち絶縁層 2 0 7 はオプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上に配されている。このため層間絶縁膜 1 1 5 1 のオプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上にある部分の水素濃度は、有効画素領域 1 0 1 の上にある部分の水素濃度よりも高くなる。また先に述べたとおり固体撮像装置 1 0 0 において、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上にあり、遮光層 2 0 8 よりも下にある部分の水素濃度は、有効画素領域 1 0 1 の上にある部分の水素濃度よりも高い。従って、固体撮像装置 1 1 0 0 の製造方法においても、上述の固体撮像装置 1 0 0 の製造方法と同様の効果が得られる。

【 0 0 7 4 】

固体撮像装置 4 0 0 及び 6 0 0 の層間絶縁膜 2 0 4 を層間絶縁膜 1 1 5 1 に置き換えてもよい。この場合に、配線層 2 0 5 は、層間絶縁膜 1 1 5 1 に含まれる絶縁層 2 0 6 及び 2 0 7 に埋め込まれてもよい。

10

【 0 0 7 5 】

本実施形態では、層間絶縁膜 1 1 5 1 は、有効画素領域 1 0 1 の上において 1 層構造を有し、オプティカルブラック画素領域 1 0 2 の上に 2 層構造を有する場合の例を示したが、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えばそれぞれの領域の上において、層間絶縁膜 1 1 5 1 は 3 層以上の構造を有してもよい。

【 0 0 7 6 】

以上、本発明に係る実施形態を 7 形態示したが、本発明はそれらの実施形態に限定されるものではない。例えば層間絶縁膜 2 5 1、4 5 1、6 5 1、8 5 1、9 5 1 及び 1 0 5 1 がそれぞれ 3 層積層された構造の例を示したが、1 層、2 層又は 4 層以上の積層構造でも良い。また例えば複数の構成を有する層間絶縁膜が積層されてもよい。これらは、例えば配線層のレイアウトなどによって適宜設定されるものである。また、これら層間絶縁膜の構成や形状は、少なくとも有効画素領域 1 0 1 とオプティカルブラック画素領域 1 0 2 との各々のフォトダイオード 2 0 2 に水素が均等に供給されればよい。例えば、絶縁層 2 0 6 と比較して高い水素濃度を有する絶縁層 2 0 7 が井桁状に形成されてもよい。また例えば、絶縁層 2 0 7 がフォトダイオード 2 0 2 を覆う位置のみに形成されてもよい。絶縁層 2 0 6 や絶縁層 2 0 7 や配線層 2 0 5 の形状は、各々のレイアウトや膜厚などに応じて適宜設定されるものである。また銅拡散防止層においても、銅を含む配線層 2 0 5 からの銅の拡散を防止し、有効画素領域 1 0 1 とオプティカルブラック画素領域 1 0 2 との各々のフォトダイオード 2 0 2 に水素が均等に供給されれば、各々の形状や膜厚などは適宜設定されるものである。例えば配線層 2 0 5 に沿って、配線層 2 0 5 の上のみ銅拡散防止層が形成されてもよい。また配線層 2 0 5 は、遮光層 2 0 8 として機能してもよい。

20

30

【 0 0 7 7 】

以下、上記の各実施形態に係る固体撮像装置の応用例として、この固体撮像装置が組み込まれたカメラについて例示的に説明する。カメラの概念には、撮影を主目的とする装置のみならず、撮影機能を補助的に有する装置（例えば、パーソナルコンピュータ、携帯端末等）も含まれる。カメラは、上記の実施形態として例示された本発明に係る固体撮像装置と、この固体撮像装置から出力される信号を処理する信号処理部とを含む。この信号処理部は、例えば、固体撮像装置から得られた信号に基づくデジタルデータを処理するプロセッサを含みうる。このデジタルデータを生成するための A / D 変換器を、固体撮像装置の半導体基板に設けてもよいし、別の半導体基板に設けてもよい。上記の各実施形態は適宜変更、組み合わせが可能である。

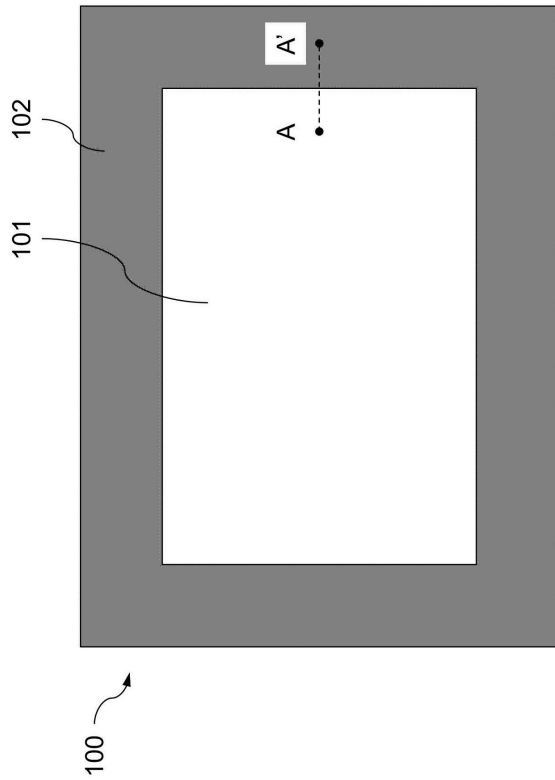
40

【 符号の説明 】

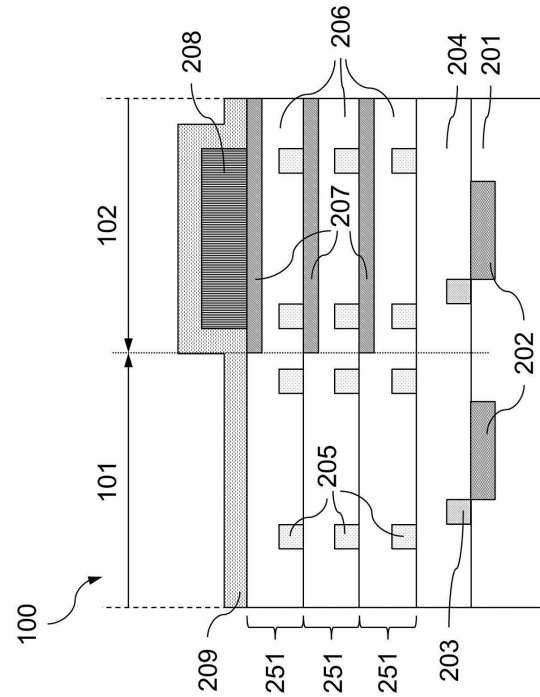
【 0 0 7 8 】

1 0 1 有効画素領域、1 0 2 オプティカルブラック画素領域、2 0 1 半導体基板、2 0 4 層間絶縁膜、2 0 5 配線層、2 0 8 遮光層、2 0 9 保護膜、2 5 1 層間絶縁膜

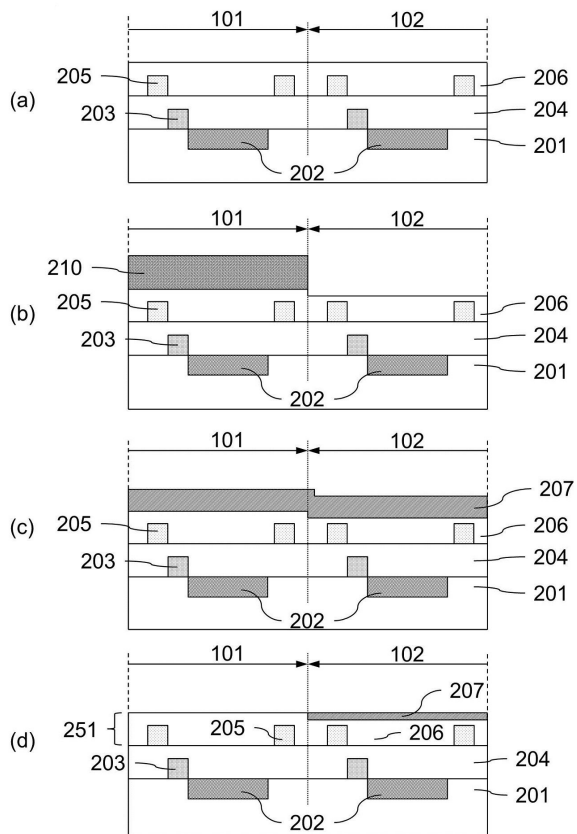
【図 1】



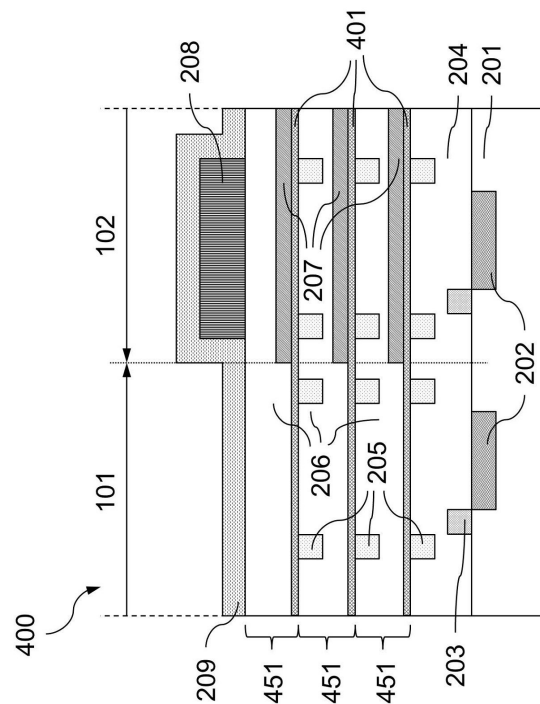
【図 2】



【図 3】

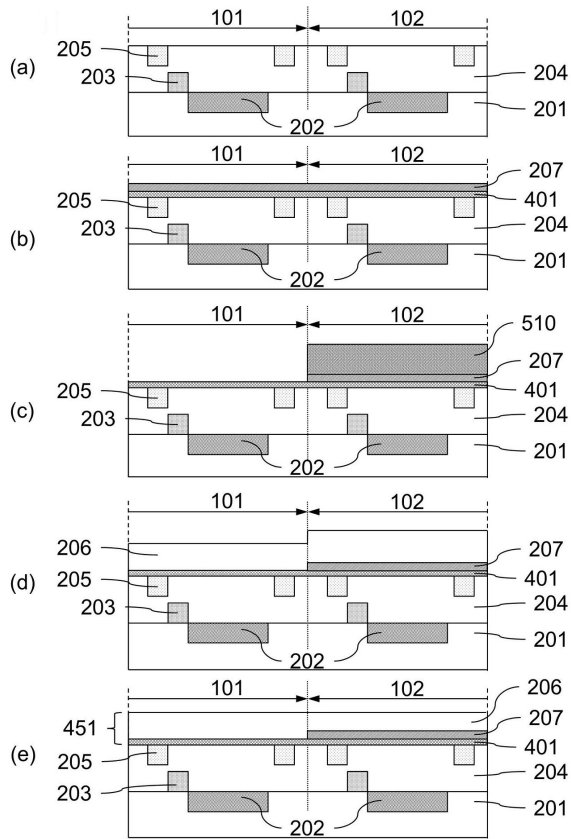


【図 4】

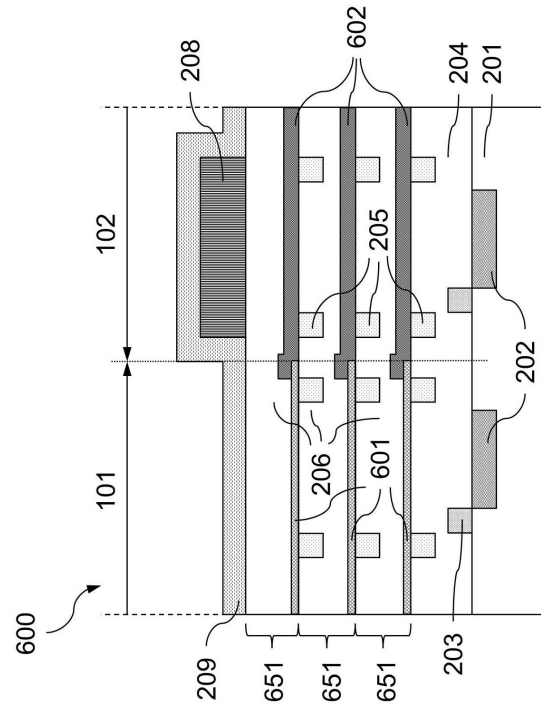




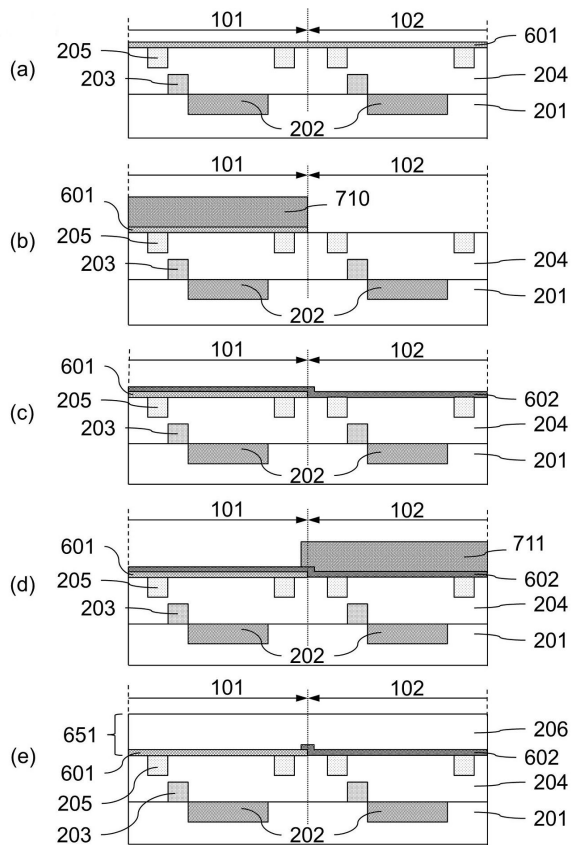
【図 5】



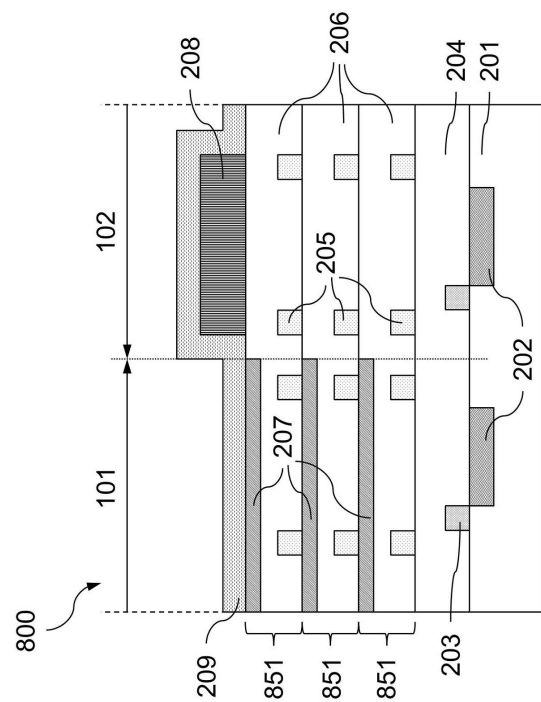
【図 6】



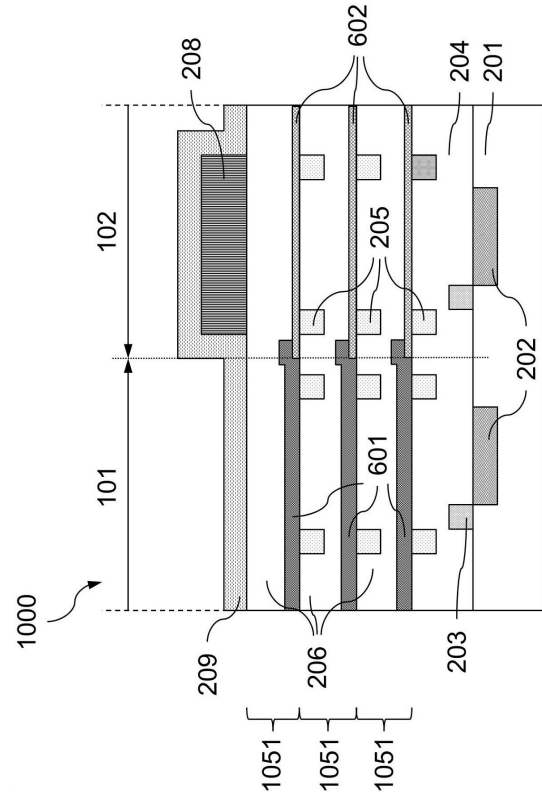
【図 7】



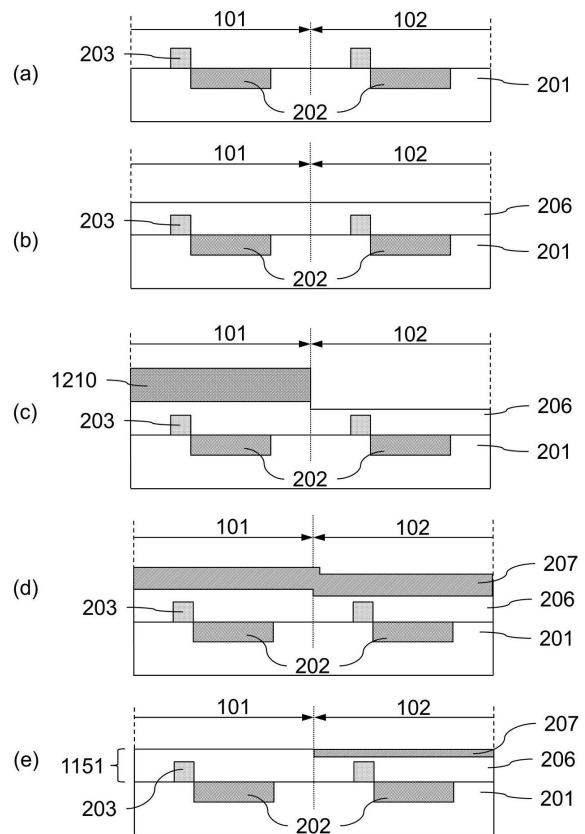
【図 8】



【 図 1 0 】



【 图 1 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 青木 武志  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 鈴木 肇

(56)参考文献 特開2010-135509(JP,A)  
特開2012-023319(JP,A)  
特開2010-267675(JP,A)  
特開2007-128979(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/339  
H01L 27/14 - 27/148  
H01L 27/30  
H01L 29/762  
H04N 5/30 - 5/378