

(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2012-114155

(P2012-114155A)

(43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
H O 1 L	27/14	(2006.01)	H O 1 L	27/14	D	4 M 1 1 8
H O 4 N	5/369	(2011.01)	H O 4 N	5/335	6 9 O	5 C O 2 4
H O 4 N	9/07	(2006.01)	H O 4 N	9/07	A	5 C O 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-260254 (P2010-260254)	(71) 出願人	000005821
(22) 出願日	平成22年11月22日 (2010.11.22)		パナソニック株式会社
			大阪府門真市大字門真1006番地
		(74) 代理人	100090446
			弁理士 中島 司朗
		(74) 代理人	100125597
			弁理士 小林 国人
		(74) 代理人	100146798
			弁理士 川畑 孝二
		(74) 代理人	100121027
			弁理士 木村 公一
		(72) 発明者	高瀬 雅之
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

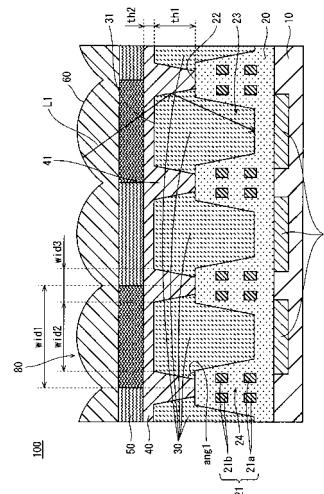
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 混色による画質の劣化を抑制する固体撮像装置を提供する。

【解決手段】 半導体基板10と、半導体基板10に行列状に形成された複数の光電変換部11と、半導体基板10の上に形成された第1の屈折率の層間絶縁膜20と、複数の光電変換部それぞれの上であって、層間絶縁膜20に形成された複数の穴部23と、各穴部23内と、層間絶縁膜20よりも上方とに形成された第2の屈折率の複数の光導波路30と、複数の光導波路30の上に形成された第3の屈折率の平坦化膜40とを備え、前記第2の屈折率は前記第1の屈折率および第3の屈折率よりも大きいことを特徴とする固体撮像装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体基板と、
前記半導体基板に行列状に形成された複数の光電変換部と、
前記半導体基板の上に形成された第 1 の屈折率の層間絶縁膜と、
前記複数の光電変換部それぞれの上であって、前記層間絶縁膜に形成された複数の穴部と、
各穴部内と、前記層間絶縁膜よりも上方とに形成された第 2 の屈折率の複数の光導波路と、
前記複数の光導波路の上に形成された第 3 の屈折率の平坦化膜とを備え、
前記第 2 の屈折率は前記第 1 の屈折率および第 3 の屈折率よりも大きい
ことを特徴とする固体撮像装置。

10

【請求項 2】

前記複数の光導波路は、各々独立に形成されている
ことを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記層間絶縁膜は、その内部に配線層を含み、
前記複数の光導波路は前記複数の光電変換部に亘って連続的に形成されている
ことを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

20

【請求項 4】

前記複数の光導波路における、前記層間絶縁膜よりも上方に形成された部分が、レンズ
形状である
ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

半導体基板に行列状に複数の光電変換部を形成する工程と、
前記半導体基板の上に第 1 の屈折率の層間絶縁膜を形成する工程と、
前記複数の光電変換部それぞれの上であって、前記層間絶縁膜に複数の穴部を形成する
工程と、
前記層間絶縁膜の上に第 2 の屈折率の第 1 の透明膜を形成する工程と、
前記複数の光電変換部ごとに複数の凸部が形成されるように、前記層間絶縁膜の上方に
位置する第 1 の透明膜をエッチングし、複数の光導波路を形成する工程と、
前記複数の光導波路の上に第 3 の屈折率の平坦化膜を形成する工程とを備え、
前記第 2 の屈折率は前記第 1 の屈折率および第 3 の屈折率よりも大きい
ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

30

【請求項 6】

前記複数の光導波路を形成する工程では、
前記第 1 の透明膜の上にレジストレンズを形成する工程と、
前記レジストレンズをマスクとして前記第 1 の透明膜をエッチングして、前記レジスト
レンズの形状を前記第 1 の透明膜に転写する工程とを含む
ことを特徴とする請求項 5 に記載の固体撮像装置の製造方法。

40

【請求項 7】

前記複数の光導波路を形成する工程の後であって、
前記平坦化膜を形成する工程の前に、
前記第 1 の透明膜の上に、第 4 の屈折率の第 2 の透明膜を形成する工程をさらに備え、
前記第 4 の屈折率は前記第 1 の屈折率および前記第 3 の屈折率よりも大きい
ことを特徴とする請求項 5 または 6 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、光導波路を備えた固体撮像装置とその製造方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

この種の固体撮像装置は、デジタルカメラや携帯電話機等に用いられている。同装置の一般的な構成の一例について説明する。図12は、特許文献1の固体撮像装置1100の構成を示す部分断面図である。図12に示すように、特許文献1の固体撮像装置1100では、半導体基板（不図示）上に、シリコン酸化膜、ポリシリコン、および膜質の異なる三層のシリコンナイトライド層からなる受光部1aと受光部1aを覆うシリコン酸化膜1bとを有するセンサ部1が形成されている。センサ部1上には、酸化シリコン膜および窒化シリコン膜の積層体等からなる層間絶縁膜3が形成されており、この層間絶縁膜3内には、銅配線などからなる複数の配線層2（配線層2a、配線層2b、および配線層2c）が埋め込まれている。そして、配線層2aと受光部1aとがコンタクトプラグV1により、配線層2aと配線層2bとがコンタクトプラグV2により、配線層2bと配線層2cとがコンタクトプラグV3により、それぞれ電氣的に接続されている。

10

【0003】

一方、層間絶縁膜3上には、保護膜4が形成されており、保護膜4上には、層間絶縁膜3を構成する材料の屈折率よりも高い屈折率のTiO分散型ポリイミド部5が形成されている。このTiO分散型ポリイミド部5は、一部が受光部1a方向に向かって伸びた構成となっている（以下、保護膜4の表面領域から受光部1a方向に向かって伸びた部分5aを「光導波路」と記す。）。

【0004】

さらに、TiO分散型ポリイミド5上に、アクリル系熱硬化樹脂7を介して、カラーフィルタ8が形成され、カラーフィルタ8上にオンチップレンズ9が形成されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-222270号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記固体撮像装置1100では、光導波路5aの上方にオンチップレンズ9が形成されているため、このレンズ9に入射した光は、基本的には、光導波路5a内に集光され、当該光導波路5aを通して受光部1aに到達することになる。ただし、全ての光が光導波路5a内に集光されるわけではなく、一部の光は、光導波路5a内に入射せず、当該光導波路5aからずれた領域（すなわち、保護膜4上面。）に向かう。そのとき、例えば保護膜4上面に対して斜めに入射した光が、隣り合う光導波路に混ざりこむ恐れがある（所謂、混色。）。保護膜4上には、TiO分散型ポリイミド部5が存在するため、保護膜4上面に向けて斜めに入射した光が、保護膜4とアクリル系熱硬化樹脂7またはカラーフィルタ8底面との間を多重反射し、隣り合う光導波路の方向へ向かうためである。

30

【0007】

そうすると、隣り合う光導波路に対応する受光部に到達する光量が、混ざりこんだ光の分だけ増加するため、正確に色を再現することが困難になり、画質の劣化を招いてしまう。

40

【0008】

本発明は、上記課題を解決するもので、混色による画質の劣化を抑制する固体撮像装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の一態様である固体撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に行列状に形成された複数の光電変換部と、前記半導体基板の上に形成された第1の屈折率の層間絶縁膜と、前記複数の光電変換部それぞれの上であって、前記層間

50

絶縁膜に形成された複数の穴部と、各穴部内と、前記層間絶縁膜よりも上方とに形成された第2の屈折率の複数の光導波路と、前記複数の光導波路の上に形成された第3の屈折率の平坦化膜とを備え、前記第2の屈折率は前記第1の屈折率および第3の屈折率よりも大きいことを特徴とする。

【0010】

ここで、複数の光導波路の各々は、実質的に独立している。複数の光導波路の各々が実質的に独立しているとは、一の光導波路に入射した光が当該光導波路から隣り合う光導波路に伝播するための光路が、存在しないことである。したがって、図1, 8に示すように、隣り合う光導波路30の間が平坦化膜40により埋められている場合はもちろん、光が伝播しない限りにおいて、図4, 6, 10, 11に示すように、隣り合う光導波路30の間に、第2の屈折率を有する材料からなる膜の一部(膜30bの部分33、配線保護膜90)が存在し、当該膜の一部が両光導波路を繋いでいる場合も含む。

10

【0011】

なお、本明細書では、光導波路は、光の通路となる、所謂コア部のみを指している。

【発明の効果】

【0012】

本発明の一態様に係る固体撮像装置には、層間絶縁膜の各穴部を埋め、かつ、当該層間絶縁膜よりも上方に形成された複数の光導波路が存在し、これら複数の光導波路の上に平坦化膜が形成されている。したがって、一の光導波路に入射した光が、穴部内に向かわずに、隣り合う光導波路の方向へ向かったとしても、これら光導波路間に存在する平坦化膜で反射し、当該穴部内に集光されることになる。

20

【0013】

よって、隣り合う光導波路に対応する光電変換部に混ざりこむ光量を低減することができるので、画質の劣化を抑制することができる。

ここで、本発明の別の態様として、前記層間絶縁膜は、その内部に配線層を含み、前記複数の光導波路は前記複数の光電変換部に亘って連続的に形成されているとしてもよい。

【0014】

この態様では、層間絶縁膜の表面全体が、前記第1および前記第3の屈折率より高い屈折率を有する材料により覆われることになる。これにより、層間絶縁膜に浸透する水分を抑制することができるので、層間絶縁膜内に存在する配線層の劣化を抑制することができる。

30

【0015】

また、本発明の別の態様として、前記複数の光導波路における、前記層間絶縁膜よりも上方に形成された部分が、レンズ形状であるとしてもよい。

この態様では、光導波路自体にレンズと同様の集光能力を持たせることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施の形態1の固体撮像装置100の構成を示す部分断面図である。

【図2】固体撮像装置100の製造工程の一部分を示す図である。

【図3】固体撮像装置100の製造工程のうち図2で示す部分に後続する部分を示す図である。

40

【図4】実施の形態2の固体撮像装置200の構成を示す部分断面図である。

【図5】固体撮像装置200の製造工程を示す図である。

【図6】変形例2-1の固体撮像装置201の構成を示す部分断面図である。

【図7】固体撮像装置201の製造工程を示す図である。

【図8】実施の形態3の固体撮像装置300の構成を示す部分断面図である。

【図9】固体撮像装置300の製造工程を示す図である。

【図10】固体撮像装置400の構成を示す部分断面図である。

【図11】固体撮像装置500の構成を示す部分断面図である。

【図12】特許文献1の固体撮像装置1100の構成を示す部分断面図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0017】

<実施の形態1>

1-1. 固体撮像装置の構成

- 構成概略 -

図1は、実施の形態1の固体撮像装置100の構成を示す部分断面図である。固体撮像装置100は、図1に示すように、半導体基板10と、半導体基板10に行列状に形成された複数の光電変換部11と、半導体基板10上に形成された層間絶縁膜20と、層間絶縁膜20上にセル80毎に形成された光導波路30と、光導波路30および層間絶縁膜20における、当該光導波路30が形成されていない領域上に形成された平坦化膜40と、平坦化膜40上に形成され、有機材料に顔料が分散されてなるカラーフィルタ50と、カラーフィルタ50上に形成され、入射光を光電変換部11に集光するマイクロレンズ60とを備えている。

10

【0018】

- 各部構成 -

以下、固体撮像装置100の構成について詳細に説明する。

層間絶縁膜20は、複数の膜が積層された積層体であり、各膜は後述する光導波路30を構成する材料の屈折率より低い屈折率（以下、「第1の屈折率」とも記す。）の材料からなる。材料としては、例えば、酸化シリコン、窒化シリコン、および炭化シリコン等が挙げられる。層間絶縁膜20は、表面領域において、光電変換部11の上方に当たる部分23が窪んでいる（以下、窪んでいる部分を「穴部」と記し、穴部23とは反対に、山状になっている部分24を「突出部」とも記す。）。一方、内部領域には、複数の配線層21（配線層21aおよび配線層21b）が形成されており、これら配線層21は、層間絶縁膜20における、隣り合う光電変換部11の間上方に当たる部分（すなわち、突出部24内）に位置している。光電変換部11への光の入射を妨げないためである。

20

【0019】

光導波路30は、透光性を有し、層間絶縁膜20および後述する平坦化膜40を構成する材料の屈折率より高い屈折率（以下、「第2の屈折率」とも記す。）の材料からなる。材料としては、例えば、TiO₂分散ポリイミド等のTiO₂を含む有機材料、または窒化シリコン等が挙げられる。光導波路30は、層間絶縁膜20の穴部23内、および層間絶縁膜20の上方に形成され、光導波路30における、層間絶縁膜20よりも上方に形成された部分（すなわち穴部23からはみ出した部分）が、台錐形状になっている。また、ここでは、光導波路30の一部が、突出部24の端部上面に乗り上げた状態となっている。ただし、隣り合う光導波路30同士は、層間絶縁膜20の突出部24上で接しておらず、互いに離れた位置に存在している。すなわち、光導波路30の各々が独立した状態にある。

30

【0020】

平坦化膜40は、層間絶縁膜20と光導波路30との表面段差を平坦に調整するために設けられ、光導波路30を構成する材料の屈折率より低い屈折率（以下、「第3の屈折率」とも記す。）の材料からなる。材料としては、例えば、アクリル系熱硬化樹脂等が挙げられる。平坦化膜40は、一部が隣り合う光導波路30の間を埋めており、これにより、隣り合う光導波路30が隔てられている（以下、平坦化膜40において、隣り合う光導波路30の間を埋める部分41を「隔壁部」と記す。）。

40

【0021】

このような構成において、層間絶縁膜20および平坦化膜40がクラッド部として機能している。このように、本実施の形態の固体撮像装置100では、クラッド部が層間絶縁膜20だけでなく、平坦化膜40を含んで構成されている。言い換えると、隣り合う光導波路30の間を埋めている平坦化膜40の隔壁部41の厚みの分だけ、クラッド部が積層方向に伸び、その結果、光導波路30も積層方向に伸びた構成となっている。

【0022】

したがって、図1に示すように、マイクロレンズ60から光導波路30内に入射した後

50

、層間絶縁膜 20 の穴部 23 内に向かわずに、突出部 24 上面の方向に向かう光 L1 は、平坦化膜 40 の隔壁部 41 により反射され、当該穴部 23 内へ向かうことになる。光導波路 30 が積層方向に伸びた分だけ、隣り合う光導波路 30 に向かう光量が低減されるので、混色を抑制することができる。

【0023】

- 層間絶縁膜 20、光導波路 30、および平坦化膜 40 の位置関係 -

光導波路 30 は、上述のように、一部が突出部 24 の端部上面に乗り上げた状態となっている。ここで、光導波路 30 の乗り上げた部分の端部と突出部 24 上面とがなす内角 α_{ng1} は、直角に近いほど好ましい。内角 α_{ng1} が直角に近いほど、光導波路 30 上面の幅が広がるため、光導波路 30 の領域が増し、より多くの光を光導波路 30 内に集光

10

【0024】

また、1セル 80 の幅 $wid1$ は、例えば $1.4 \mu m$ であり、光導波路 30 上面の幅 $wid2$ は、 $1.1 \sim 1.2 \mu m$ である。隣り合う光導波路 30 の間における、最も幅広になっている部分の幅 $wid3$ は、後述する光染み出し量より広い範囲内で狭い方が好ましく、例えば $191 \sim 300 nm$ である。この幅が狭いほど、光導波路 30 の領域が広くなり、より多くの光を光導波路 30 内に集光することができるためである。

【0025】

また、光導波路 30 における、層間絶縁膜 20 よりも上方に形成された部分の厚み $th1$ は、厚い方が好ましく、例えば $200 \sim 400 nm$ である。逆に、平坦化膜 40 における、光導波路 30 の上面に位置する部分の膜厚 $th2$ は、薄い方が好ましく、例えば $100 nm$ である。光導波路 30 がマイクロレンズ 60 に近づくことにより、当該レンズ 60 から隣り合う光導波路 30 に向かう光を減少させ、より一層混色を抑制することができるからである。

20

【0026】

- 光染み出し量 -

光が光導波路 30 内を伝播する際、当該光導波路 30 の外側に染み出す。光導波路 30 を伝播する光の染み出し量は、以下の数式 1 により導出される。

【0027】

$$Wp = \lambda / (\pi \cdot (Nf^2 - Ns^2)^{0.5}) \cdots (\text{数式 1})$$

30

ここで、 Wp は光染み出し量、 λ は真空中の光の波長、 Nf は光導波路 30 の屈折率、 Ns はクラッド部である平坦化膜 40 の屈折率である。光導波路 30 を構成する材料が、例えば窒化シリコンである場合、 Nf は 1.9 であり、平坦化膜 40 を構成する材料が、例えば芳香族系高分子やアクリル酸系樹脂である場合、 Ns は 1.5 である。そうすると、波長 $400 nm$ の光の染み出し量は、およそ $109 nm$ となり、波長 $700 nm$ の光の染み出し量は、およそ $191 nm$ となる。したがって、隣り合う光導波路 30 の間の距離 $wid3$ を $191 nm$ より大きく設定することで、一の光導波路 30 内の光が、隣り合う光導波路 30 内まで染み出すことなく、当該一の光導波路 30 内を進行することになる。よって、より一層混色を抑制することができる。

40

1 - 2 . 固体撮像装置の製造方法

続いて、固体撮像装置 100 の製造方法について説明する。図 2、3 は、製造方法における各工程での固体撮像装置 100 の構成を示す断面図である。

【0028】

まず、半導体基板 10 内に複数の光電変換部 11 を行列状に形成する。次に、半導体基板 10 上に、第 1 屈折率材料膜として、複数の膜の積層体からなる積層体膜 20a を CVD (Chemical Vapor Deposition) 法などにより形成する。この際、ダマシン法により、積層体膜 20a 内に複数の配線層 21 を併せて形成する。より詳細には、まず、積層体膜 20a を構成する積層体の 1 層中に、配線を形成するための溝をエッチングにより形成する。そして、溝の底面及び側面にシード層となるバリアメタル膜を形成する。その後、溝内部のバリアメタル膜上に電解めっきにより銅を堆積し、溝の

50

外部に堆積した導電材料をCMP (Chemical Mechanical Polishing) により除去する。この工程を各配線層について行うことで、図2(a)に示すように、積層体膜20aに埋め込まれた複数の配線層を形成することができる。

【0029】

次に、図2(b)に示すように、例えば、リソグラフィ工程により、積層体膜20aにおける、光電変換部11の上方に当たる部分を開口するためのレジストパターン501を形成する。その後、RIE (反応性イオンエッチング) などで積層体膜20aをエッチングすることにより穴部23を形成することで、積層体膜20aの表面領域に段差を形成する。これにより、図2(c)に示すように、表面領域において、光電変換部11の上方に当たる部分が窪んだ層間絶縁膜20を形成することができる。このエッチングで形成される穴部の深さ23aは、例えば400nm~600nm程度とする。

10

【0030】

次に、図2(d)に示すように、層間絶縁膜20上に、第2屈折率材料膜(第1の透明膜)として、当該層間絶縁膜20を構成する材料の屈折率より高い屈折率の材料からなる光導波路材料膜30aを形成する。この光導波路材料膜30aは、当該光導波路材料膜30aの膜厚のばらつきを抑制するのに十分な厚みを有することが好ましい。具体的には、表面領域の全体が、突出部24の上面22よりも高くなっている。光導波路材料膜30a形成後、例えば、CMPまたはエッチバック等により、当該光導波路材料膜30aを平坦化してもよい。

【0031】

20

次に、図3(a)に示すように、例えば、光導波路材料膜30aにおける、隣り合う光電変換部11の間の上方に当たる部分を開口するためのレジストパターン502をリソグラフィ工程により形成した後、RIEなどのエッチング処理を実施する。これにより、図3(b)に示すように、光導波路材料膜30aにおける、隣り合う光電変換部11の間の上方に当たる部分32が除去され、層間絶縁膜20の各穴部23に、当該各穴部23を埋め、かつ、層間絶縁膜20よりも盛り上がった部分を有する光導波路30を形成することができる。

【0032】

次に、図3(c)に示すように、層間絶縁膜20と光導波路30との表面段差を平坦に調整するために、平坦化膜40を形成し、当該平坦化膜40上にカラーフィルタ50を形成する。

30

【0033】

最後に、図3(d)に示すように、カラーフィルタ50上にマイクロレンズ60を形成する。

以上で、図1に示す構成の固体撮像装置100を製造することができる。

<実施の形態2>

実施の形態1の固体撮像装置100では、隣り合う光導波路30同士は、層間絶縁膜20の突出部24上で接しておらず、互いに離れた位置に存在していた。そのため、層間絶縁膜20の表面領域上には、第2の屈折率の材料からなる領域が形成されていな部分が存在した。そうすると、第2の屈折率の材料で覆われずに当該材料から露出した領域から水分が浸透し、この水分により配線層21の劣化が早まる可能性がある。

40

【0034】

本実施の形態では、混色の抑制に加え、水分による配線層21の劣化も抑制する固体撮像装置について説明する。

2-1. 固体撮像装置の構成

図4は、実施の形態2の固体撮像装置200の構成を示す部分断面図である。図4に示すように、本実施の形態の固体撮像装置200は、層間絶縁膜20の表面領域の全体が第2の屈折率を有する材料からなる膜30bにより覆われている点が異なる以外は、基本的に実施の形態1の固体撮像装置100と同様の構成をしている。したがって、図4において、実施の形態1に係る固体撮像装置100と同様の構成部分の説明は省略し、以下では

50

異なる部分を中心に説明する。

【0035】

上述のように、固体撮像装置200では、層間絶縁膜20の表面領域上に、第2の屈折率を有する材料からなる膜30bが全体に亘って形成されている。

ここで、第2の屈折率を有する材料は、第1および第3の屈折率を有する材料よりも高い屈折率を有するため、膜30bはこれらの材料からなる膜より緻密であり、水分に対するバリア性が高い。このような膜30bが層間絶縁膜20の表面領域の全体に亘って形成されているので、層間絶縁膜20に浸透する水分を低減することができ、層間絶縁膜20内に存在する配線層21の水分による劣化を抑制することができる。

【0036】

また、固体撮像装置200では、膜30bの一部、すなわち光電変換部11の上方に当たる部分の各々が、光導波路30を形成している。そして、膜30bのうち、光導波路30における、層間絶縁膜20の窪んでいる部分からはみ出した部分の膜厚 t_{h1} が、光導波路30を形成する部分以外の部分33（以下、単に「部分」と記す。）の膜厚 t_{h3} よりも厚くなっている。この部分33の膜厚 t_{h3} の制限について説明する。光学的な観点から見ると、部分33の膜厚 t_{h3} は、光を伝播しない厚さである必要がある。当該部分33を通じて、隣り合う光導波路30に光を伝播させないためである。

【0037】

一方、配線層21の劣化を抑制するという観点から見ると、膜30bにおける部分33は、厚いほうが好ましい。水分に対するバリア性を向上させることができるからである。

これらを踏まえ、部分33の膜厚 t_{h3} を、光を伝播しない範囲内で最も厚くすることにより、水分に対するバリア性を最大限に高めつつ、混色を抑制することができる。具体的には、部分33の厚み t_{h3} は、数nm以上、数十nm以下の範囲が好ましい。ここで、可視光の波長は、およそ400nm～800nm程度であるため、部分33の厚み t_{h3} を仮に50nmとすると、可視光のどの波長に対しても、その膜厚は、波長の8分の1以下となる。これは、可視光の波長に対して十分に薄いため、光学的な劣化が生じることなく、十分に混色防止効果を得ることができると考えられる。また、水分による配線層21の劣化も抑制することができる。

【0038】

以上のように本実施の形態の固体撮像装置200では、混色を抑制しつつ、水分による配線層21の劣化を防止することができる。

2-2. 固体撮像装置の製造方法

続いて、固体撮像装置200の製造方法について説明する。図5は、製造方法における各工程での固体撮像装置200の構成を示す断面図である。

【0039】

実施の形態1の図3(a)で示す工程までは、実施の形態1で説明したものと同様であるので、ここでは、それ以降の工程について説明する。

膜30aにおいて、隣り合う光電変換部11の間の上方に当たる部分を開口するためのレジストパターン502を、リソグラフィ工程により形成した後、RIEなどのエッチング処理を実施する。ただし、この際、エッチングレートを調節し、層間絶縁膜20における、隣り合う光電変換部11の間の上方に当たる部分の表面に、膜30aの一部を残存させる。これにより、図5(a)に示すように、層間絶縁膜20の表面領域の全体に亘って、第2の屈折率を有する材料からなる膜30bを形成することができる。

【0040】

また、膜30bの部分33は、光導波路30と同一の材料から構成され、光導波路30と同一工程で形成される。そのため、膜30bの部分33の形成に伴う工程数の増加を抑制することができる。したがって、別途工程を追加することなく、配線層21の劣化を抑制することができる。

【0041】

次に、図5(b)に示すように、膜30bの表面段差を平坦に調整するために、平坦化

10

20

30

40

50

膜 40 を形成し、当該平坦化膜 40 上にカラーフィルタ 50 を形成する。

最後に、図 5 (c) に示すように、カラーフィルタ 50 上にマイクロレンズ 60 を形成する。

【 0042 】

以上で、図 4 に示す構成の固体撮像装置 200 を製造することができる。

< 変形例 2 - 1 >

配線保護膜を備えた一変形例について説明する。

2 - 1 - 1 . 固体撮像装置の構成

図 6 は、変形例 2 - 1 の固体撮像装置 201 の構成を示す部分断面図である。図 6 に示すように、本実施の形態の固体撮像装置 201 は、配線保護膜 90 を備える点が異なる以外は、基本的に実施の形態 1 の固体撮像装置 100 と同様の構成をしている。したがって、図 6 において、実施の形態 1 に係る固体撮像装置 100 と同様の構成部分の説明は省略し、以下では異なる部分を中心に説明する。

10

【 0043 】

配線保護膜 90 は、層間絶縁膜 20 の各穴部 23 に形成された光導波路 30 の全てを覆うように形成され、光導波路 30 と同様、第 2 の屈折率を有する材料からなる。すなわち、層間絶縁膜 20 の表面全体が、第 2 の屈折率を有する材料からなる配線保護膜 90 で覆われている。また、配線保護膜 90 は、光導波路 30 に沿って形成されているため、表面領域に段差が存在し、この表面段差を平坦に調整するために、平坦化膜 40 が形成されている。

20

【 0044 】

配線保護膜 90 における、隣り合う光導波路 30 間の部分の厚みの制限については、膜 30 b の部分 33 と同様であるので、ここでは説明を省略する。

このような構成でも、配線保護膜 90 における、隣り合う光導波路 30 間の部分の厚みを制限することにより、混色を抑制しつつ、水分による配線層 21 の劣化を防止することができる。

【 0045 】

なお、ここでは、配線保護膜 90 は、第 2 の屈折率を有する材料からなるとしたが、第 1 および第 3 の屈折率より高い屈折率を有する材料であればよい。

30

2 - 1 - 2 . 固体撮像装置の製造方法

続いて、固体撮像装置 201 の製造方法について説明する。図 7 は、製造方法における各工程での固体撮像装置 201 の構成を示す断面図である。

【 0046 】

実施の形態 1 の図 3 (b) で示す工程までは、実施の形態 1 で説明したものと同様であるので、ここでは、それ以降の工程について説明する。

膜 30 a に対し R I E などのエッチング処理を実施した後、図 7 (a) に示すように、光導波路 30 と同様の材料からなる配線保護膜 90 を全体に亘って形成する。

【 0047 】

配線層 21 の劣化を防止するための配線保護膜 90 を別途形成することで、エッチングによる光導波路 30 間の膜厚のばらつきを低減することができる。膜 30 a をエッチングする際、膜材料が異なる位置、すなわち層間絶縁膜 20 の突出部 24 上面 22 が露出した段階でエッチング処理を停止すればよいので、エッチングの停止を精度よく行うことができるためである。これにより、配線層 21 の劣化を抑制しつつ、セル間の光学特性の差も抑制することができる。

40

【 0048 】

配線保護膜 90 を形成した後、図 7 (b) に示すように、平坦化膜 40 、カラーフィルタ 50 、およびマイクロレンズ 60 を形成する。

以上で、図 6 に示す構成の固体撮像装置 201 を製造することができる。

< 実施の形態 3 >

3 - 1 . 固体撮像装置の構成

50

図 8 は、実施の形態 3 の固体撮像装置 3 0 0 の構成を示す部分断面図である。図 8 に示すように、本実施の形態の固体撮像装置 3 0 0 は、光導波路 3 0 における、層間絶縁膜 2 0 よりも上方に形成された部分の形状が異なる以外は、基本的に実施の形態 1 の固体撮像装置 1 0 0 と同様の構成をしている。したがって、図 8 において、実施の形態 1 に係る固体撮像装置 1 0 0 と同様の構成部分の説明は省略し、以下では異なる部分を中心に説明する。

【 0 0 4 9 】

本実施の形態の光導波路 3 0 は、層間絶縁膜 2 0 よりも上方に形成された部分 3 4 の形状が凸レンズ状になっている。これにより、光導波路 3 0 自体にもレンズと同様の集光能力を持たせることができるので、光導波路 3 0 に入射した光を、より垂直方向に導くことができる。

10

3 - 2 . 固体撮像装置の製造方法

続いて、固体撮像装置 3 0 0 の製造方法について説明する。図 9 は、製造方法における各工程での固体撮像装置 3 0 0 の構成を示す断面図である。

【 0 0 5 0 】

実施の形態 1 の図 3 (a) で示す工程までは、実施の形態 1 で説明したものと同様であるので、ここでは、それ以降の工程について説明する。

膜 3 0 a において、隣り合う光電変換部 1 1 の間の上方に当たる部分を開口するためのレジストパターンを、リソグラフィ工程により形成した後、当該レジストパターンをベークすることにより、図 9 (a) に示すように、表面が凸形状のレジストパターン (レジストレンズ) 5 0 2 a を形成する。

20

【 0 0 5 1 】

次に、R I E などのエッチング処理を実施する。これにより、図 9 (b) に示すように、膜 3 0 a における、隣り合う光電変換部 1 1 の間の上方に当たる部分が除去され、層間絶縁膜 2 0 の各穴部 2 3 に、光導波路 3 0 を形成することができる。このとき、レジストパターンの表面が凸形状であるため、当該レジストパターンをマスクとしてエッチングすることで、膜 3 0 a の表面に凸形状が転写される。これにより、光導波路 3 0 における、層間絶縁膜 2 0 よりも上方に形成された部分を凸形状にすることができる。

【 0 0 5 2 】

エッチング処理後、図 9 (c) に示すように、平坦化膜 4 0 、およびカラーフィルタ 5 0 を形成し、最後に、図 9 (d) に示すように、カラーフィルタ 5 0 上にマイクロレンズ 6 0 を形成する。

30

【 0 0 5 3 】

以上で、図 8 に示す構成の固体撮像装置 3 0 0 を製造することができる。

< その他の変形例 >

以上、本発明に係る固体撮像装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、上記実施の形態に限られないことは勿論である。

(1) 上記実施の形態及び変形例を組み合わせるとしてもよい。例えば、実施の形態 2 の固体撮像装置 2 0 0 と実施の形態 3 の固体撮像装置 3 0 0 とを組み合わせてもよい。図 1 0 は、実施の形態 2 の固体撮像装置 2 0 0 と実施の形態 3 の固体撮像装置 3 0 0 とを組み合わせた固体撮像装置 4 0 0 の構成を示す部分断面図である。図 1 0 に示す固体撮像装置 4 0 0 では、層間絶縁膜 2 0 の表面領域上に、第 2 の屈折率を有する材料からなる膜 3 0 c が全体に亘って形成されている (すなわち膜 3 0 c の部分 3 3 が隣り合う光導波路 3 0 を繋いでいる。) 。加えて、光導波路 3 0 の盛り上がった部分の形状が凸レンズ状になっている。

40

【 0 0 5 4 】

また、変形例 2 - 1 の固体撮像装置 2 0 1 と実施の形態 3 の固体撮像装置 3 0 0 とを組み合わせてもよい。図 1 1 は、変形例 2 - 1 の固体撮像装置 2 0 1 と実施の形態 3 の固体撮像装置 3 0 0 とを組み合わせた固体撮像装置 5 0 0 の構成を示す部分断面図である。図 1 1 に示す固体撮像装置 5 0 0 では、層間絶縁膜 2 0 の窪んでいる各部分に形成された光

50

導波路 30 の全てを覆うように、配線保護膜 91 が形成されている。加えて、光導波路 30 の盛り上がった部分の形状が凸レンズ状になっている。

【 0 0 5 5 】

このように、固体撮像装置 400, 500 では、層間絶縁膜 20 の表面全体が第 2 の屈折率を有する材料で覆われ、かつ、光導波路 30 の盛り上がった部分の形状が凸レンズ状になっているので、光導波路 70 に入射した光の光電変換部 11 への集光効率を高めつつ、配線層 21 の劣化を抑制することができる。

(2) 上記実施の形態等では、層間絶縁膜 20 内に 2 層の配線層が形成されていたが、配線層は 1 層でもよいし、3 層以上であってもよい。

【 産業上の利用可能性 】

10

【 0 0 5 6 】

本発明は、光導波路を備えた固体撮像装置に広く適用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

100, 200, 201, 300, 400, 500 固体撮像装置

10 半導体基板

11 光電変換部

20 層間絶縁膜

21 配線層

30 光導波路

40 平坦化膜

50 カラーフィルタ

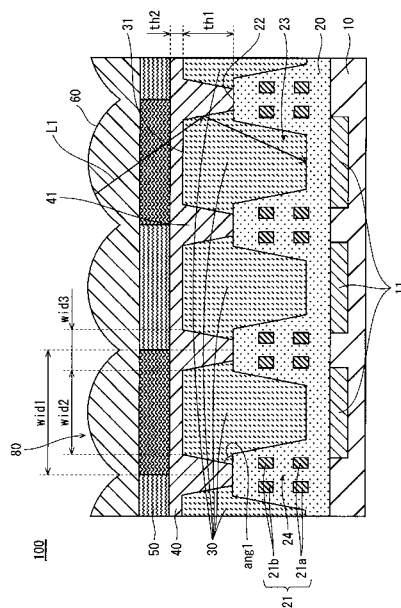
60 レンズ

80 セル

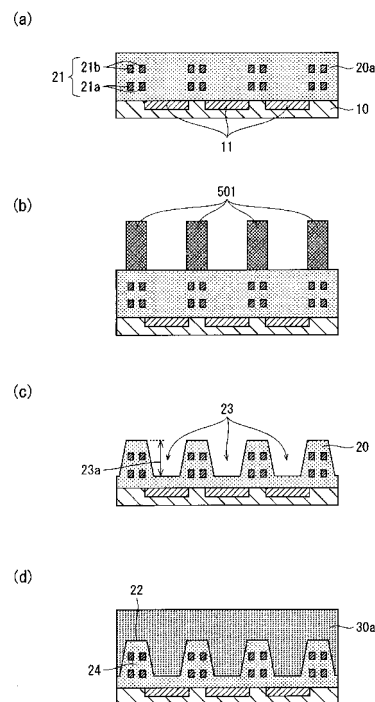
90, 91 配線保護膜

20

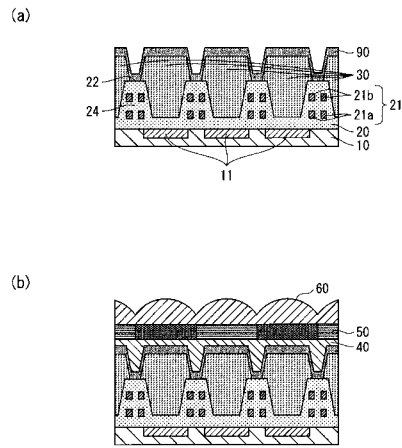
【 図 1 】



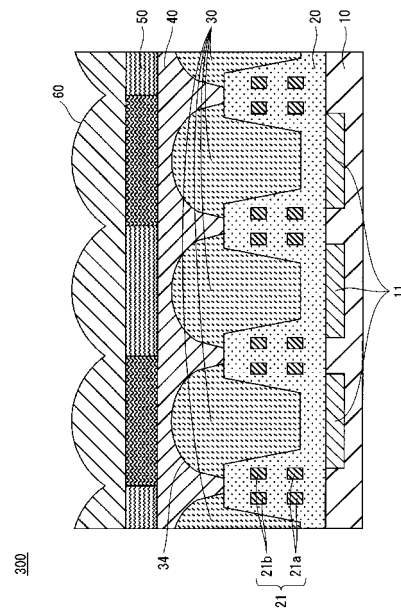
【 図 2 】



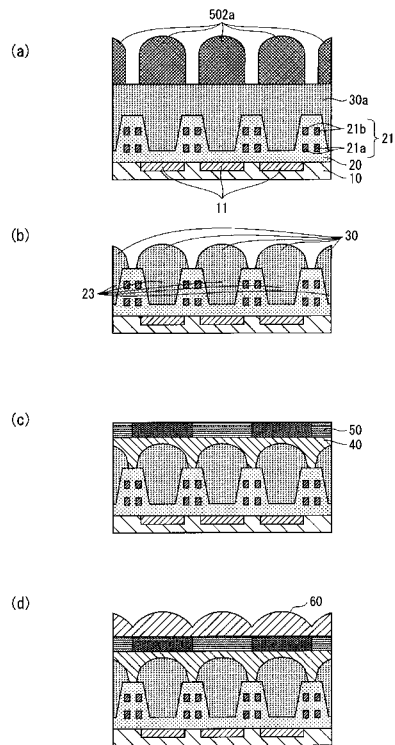
【図 7】



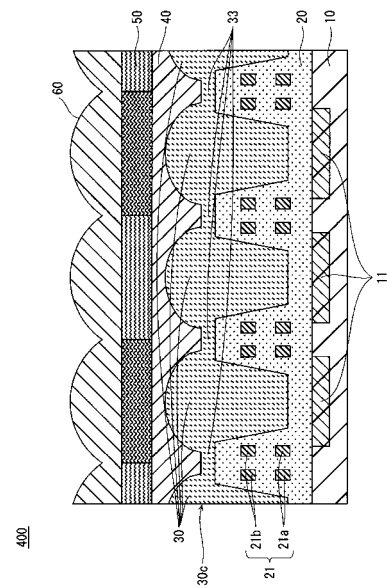
【図 8】



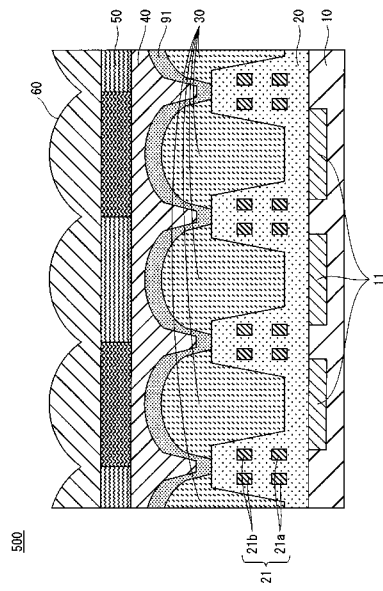
【図 9】



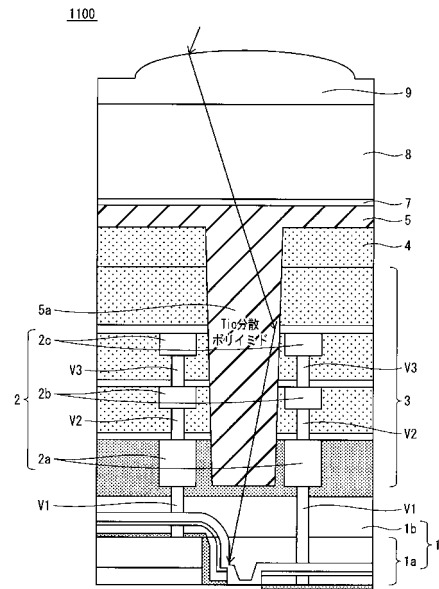
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 勝野 元成
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 平井 純
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 矢野 尚
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 鈴木 繁
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

F ターム(参考) 4M118 AA05 AB01 BA06 CA32 CA34 EA01 EA14 GA09 GC07 GD04
GD07 GD11
5C024 CY47 EX43 EX52 GX02
5C065 BB19 BB42 CC01 DD01 EE03 EE11