

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5704811号  
(P5704811)

(45) 発行日 平成27年4月22日 (2015. 4. 22)

(24) 登録日 平成27年3月6日 (2015. 3. 6)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 27/14 (2006.01)

H O 1 L 27/14 D

H O 4 N 5/374 (2011.01)

H O 4 N 5/335 7 4 O

請求項の数 9 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2009-282285 (P2009-282285)  
 (22) 出願日 平成21年12月11日 (2009. 12. 11)  
 (65) 公開番号 特開2011-124454 (P2011-124454A)  
 (43) 公開日 平成23年6月23日 (2011. 6. 23)  
 審査請求日 平成24年12月11日 (2012. 12. 11)

(73) 特許権者 000001007  
 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 田添 浩一  
 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 行武 哲太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光電変換素子が2次元に配された撮像領域と、前記撮像領域の周辺に配された周辺回路領域と、を有し、前記撮像領域よりも前記周辺回路領域において配線パターン密度が高い配線パターンを含み、前記配線パターンが、前記周辺回路領域に設けられたオプティカルブラック領域において光電変換素子を遮光するパターンを有する構造の上に、前記撮像領域および前記周辺回路領域において、前記配線パターンの上面を覆い、かつ、前記配線パターンの間を埋め込む絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜のうちの前記撮像領域の上に設けられた部分がエッチングされないように、前記撮像領域の上で前記絶縁膜を覆い、かつ、前記周辺回路領域の上で開口を有するレジストを用いて、前記周辺回路領域において前記絶縁膜のうちの少なくとも前記配線パターンの前記上面の上に位置する一部をエッチングによって除去する工程と、

前記除去する工程の後に、前記撮像領域および前記周辺回路領域において前記上面を覆う第1膜を前記絶縁膜から形成するように、前記絶縁膜の表面をCMP法によって平坦化する工程と、

前記平坦化する工程の後に、前記撮像領域および前記周辺回路領域において前記上面を覆う前記第1膜の上に第2膜を形成する工程と、を有する  
 固体撮像装置の製造方法。

【請求項 2】

前記構造は前記配線パターンが前記撮像領域において最上配線パターンをなす多層配線

10

20

構造である請求項 1 記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 3】

前記第 2 膜は、反射防止層を含む請求項 1 あるいは 2 のいずれかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 4】

前記絶縁膜を形成する工程における前記絶縁膜の膜厚は、前記除去する工程において除去される前記絶縁膜の前記一部の膜厚の 2 倍以上 4 倍以下である請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 5】

前記除去する工程で除去される前記絶縁膜の前記一部の膜厚は、前記撮像領域および前記周辺回路領域において、前記第 1 膜のうちの前記上面と前記第 2 膜との間に位置する部分の膜厚よりも大きい請求項 1 乃至 4 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 6】

前記除去する工程において、前記レジストは前記周辺回路領域の上にも配置されている請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 7】

前記平坦化では、前記撮像領域および前記周辺回路領域において前記上面の上の前記絶縁膜の膜厚が小さくなる請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 8】

前記撮像領域における前記配線パターン密度を A、前記周辺回路領域における前記配線パターン密度を B として、 $A/B$  が 0.5 以下である請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 9】

前記第 2 膜を形成する工程で、前記撮像領域の中心部において前記第 1 膜のうちの前記上面と前記第 2 膜との間に位置する部分の膜厚と、前記撮像領域の周辺部において前記第 1 膜のうちの前記上面と前記第 2 膜との間に位置する部分の膜厚との差が、100 nm 未満となるように、前記除去する工程および前記平坦化する工程を行う請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項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 CMOS 型固体撮像装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどのイメージセンサーとして、CCD 型や CMOS 型といった固体撮像装置が使用されている。このようなイメージセンサーは、多画素化や小型化（微細化）が強く求められている。

【0003】

特許文献 1 には、多層配線構造を有する CMOS 型固体撮像装置で、撮像領域の配線パターンが周辺回路領域の配線パターンに対して疎の構成が開示されている。ここで、特許文献 1 においては、配線層上に CVD 法にて絶縁膜を堆積した後に、CMP 法で平坦化することで、層内レンズの下に配された絶縁膜を形成することが記載されている。

【0004】

特許文献 2 には、多層配線構造を有する CMOS 技術を用いた固体撮像装置において、配線層パターンの粗密によって、配線層の上層に平坦化層を成膜する際に段差が生じることが記載されている。特許文献 2 では、この段差を低減するため、配線層パターンが疎である受光部には光透過性のダミーパターンを形成し、受光部と受光部周辺領域のパターンの疎密差を緩和して平坦化する技術が開示されている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

## 【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-012189

【特許文献2】特開2006-294765

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1では、撮像領域の配線パターンが周辺回路領域の配線パターンに対して疎であるため、CVD法で絶縁膜を形成した際に、撮像領域と周辺回路領域との間に絶縁膜の表面に段差が生じてしまう。このような段差が存在する状態で、CMP法で平坦化を行うと、ディッシングが発生し膜厚が不均一になる可能性がある。このような不均一な層間絶縁膜の膜厚によって、撮像領域の中心部と周辺部とで、多層配線構造における光路長が異なるってしまうため、光の干渉による色むらが発生してしまう。

10

【0007】

特許文献2に記載の受光部にダミーパターンを配置する手法では、光の反射、屈折、吸収などにより受光部に達する入射光の光量が低下し、感度が低下してしまう可能性がある。

【0008】

そこで、本発明では、撮像領域と周辺回路領域とで配線パターンに疎密差がある場合にも、配線層上の絶縁膜の平坦化後の膜厚のばらつきを低減し、色むらが抑制された固体撮像装置の製造方法を提供することを目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の固体撮像装置の製造方法は、複数の光電変換素子が2次元に配された撮像領域と、前記撮像領域の周辺に配された周辺回路領域と、を有し、前記撮像領域よりも前記周辺回路領域において配線パターン密度が高い配線パターンを含み、前記配線パターンが、前記周辺回路領域に設けられたオプティカルブラック領域において光電変換素子を遮光するパターンを有する構造の上に、前記撮像領域および前記周辺回路領域において、前記配線パターンの上面を覆い、かつ、前記配線パターンの間を埋め込む絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜のうちの前記撮像領域の上に設けられた部分がエッチングされないように、前記撮像領域の上で前記絶縁膜を覆い、かつ、前記周辺回路領域の上で開口を有するレジストを用いて、前記周辺回路領域において前記絶縁膜のうちの少なくとも前記上面の上に位置する一部をエッチングによって除去する工程と、前記除去する工程の後に、前記撮像領域および前記周辺回路領域において前記上面を覆う第1膜を前記絶縁膜から形成するように、前記絶縁膜の表面をCMP法によって平坦化する工程と、前記平坦化する工程の後に、前記撮像領域および前記周辺回路領域において前記上面を覆う前記第1膜の上に第2膜を形成する工程と、を有する。

30

## 【発明の効果】

【0010】

本発明の固体撮像装置の製造方法によれば、撮像領域と周辺回路領域とで配線パターンに疎密差がある場合にも、配線層上の絶縁膜の平坦化後の膜厚のばらつきを低減し、色むらが抑制された固体撮像装置を製造することが可能となる。

40

## 【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1の製造方法を説明する固体撮像装置の断面模式図

【図2】実施例1の製造方法を説明する固体撮像装置の断面模式図

【図3】実施例1の固体撮像装置を説明する平面図

【図4】実施例2の固体撮像装置の断面模式図

## 【発明を実施するための形態】

【0012】

50

本発明の固体撮像装置の製造方法は、基板上に撮像領域と周辺回路領域を形成する工程と、撮像領域よりも周辺回路領域の配線パターン密度が高くなるように、複数の配線パターンを形成する工程と、配線パターンの間を埋め込む絶縁膜を形成する工程を有する。そして、周辺回路領域上の前記絶縁膜の少なくとも一部をエッチングして除去する工程と、絶縁膜の表面をCMP法によって平坦化する工程と、を有する。このような製造方法によって、撮像領域と周辺回路領域とで配線パターンに疎密差がある場合にも、光電変換素子の感度の低下を抑制しつつ、配線層上の絶縁膜の平坦化後の膜厚のばらつきを低減することが可能となる。よって、色むらが抑制され、高感度の固体撮像装置を製造することが可能となる。

#### 【実施例１】

10

#### 【００１３】

本実施例の固体撮像装置の製造方法について、図１および図２を用いて説明する。図１および図２は、多層配線構造を有するＣＭＯＳ型の固体撮像装置の断面模式図である。図１および図２には、構造の要部のみを示している。

#### 【００１４】

図１（Ａ）では、基板に撮像領域と周辺回路領域が形成される。撮像領域は、基板に光電変換素子であるフォトダイオード１と素子分離領域２が配された領域である。フォトダイオード１が２次元に配されている。周辺回路領域は、走査回路や増幅器などが配された領域である。周辺回路領域は、基準信号を得るために遮光膜によってフォトダイオード１が遮光されたオプティカルブラック領域を含んでもよい。本実施例において、周辺回路領域に配された回路については不図示である。図１（Ａ）では、このような基板上に多層配線構造が形成されている。多層配線構造は、第１の絶縁膜３と、第１の絶縁膜３の上部に配された第１の配線パターン４と、第１の配線パターン４を覆う第２の絶縁膜５と、第２の絶縁膜５の上部に配された第２の配線パターン６と、を含む。第１の絶縁膜３および第２の絶縁膜５は、例えばシリコン酸化膜からなり、層間絶縁膜として機能しうる。第１の配線パターン４と第２の配線パターン６とは、それぞれ複数の導電体のパターンからなり、配線として機能し、遮光膜としても機能しうる。第１の配線パターン４と第２の配線パターン６とは、アルミニウムからなり、アルミニウム膜を第１の絶縁膜３あるいは第２の絶縁膜５上に形成した後、フォトリソグラフィとドライエッチングによって形成される。これらの製造方法については、公知の製造方法が適用可能である。なお、本実施例においては、基板と第１の配線パターン４とを接続するコンタクトや第１の配線パターン４と第２の配線パターン６とを接続するビアなどは不図示である。

20

30

#### 【００１５】

ここで、図１（Ａ）において、本実施例の第２の配線パターン６は、最上配線パターンであり、周辺回路領域を覆うパターンを有している。この第２の配線パターン６の密度が撮像領域よりも周辺回路領域の方が高くなっている。ここで密度とは、単位面積当たりに配された配線パターンの面積を示す。

#### 【００１６】

次に、図１（Ｂ）において、第２の配線パターン６を覆う、例えばシリコン酸化膜からなる第３の絶縁膜７をＣＶＤ法によって形成する。この時形成される第３の絶縁膜７の膜厚を $X$ （ ）とする。膜厚 $X$ （ ）は第２の配線パターン６の上面からの膜厚であり、絶縁膜堆積膜厚である。ここで、第３の絶縁膜７は、第２の配線パターン６の形状に応じて、その表面に凹凸を有している。

40

#### 【００１７】

次に、図１（Ｃ）に示すように、第３の絶縁膜７上に周辺回路領域に開口を有するフォトレジスト８を形成する。そして、ドライエッチングにてフォトレジスト８で覆われていない周辺回路領域の第３の絶縁膜７の一部をエッチングし除去する。この時の第３の絶縁膜７が除去される膜厚（エッチング量）を $Y$ （ ）とする。なお、フォトレジスト８の開口部分は、周辺回路領域のみにとどまらず、撮像領域の上部に設けられていてもよい。また、周辺回路領域の内部にフォトレジスト８が配置されていてもよい。

50

## 【0018】

そして、フォトリソスト8を剥離し、第3の絶縁膜7の全面に対して、その表面を平らにするため、CMP法にて平坦化を行う(図2(d))。平坦化後の絶縁膜の膜厚(CMP後絶縁膜厚)をZ( )とする。Z( )は膜厚X( )と同様に第2の配線パターン6の上面からの膜厚である。

## 【0019】

その後、図2(e)に示すように、平坦化された第3の絶縁膜7の上に、例えばプラズマ窒化膜やプラズマ窒化膜からなる反射防止層9を形成する。次に、反射防止層9上に樹脂からなる第1の平坦化膜10とカラーフィルタ11と第2の平坦化膜12とをこの順で形成する。そして、第2の平坦化膜12上にマイクロレンズ13を形成する。これらの製造方法については、公知の製造方法が適用可能である。以上のようにして、本実施例の固体撮像装置が完成する。

10

## 【0020】

このような製造方法によって、配線パターンが密である周辺回路領域の絶縁膜の一部をエッチングにて除去した後に、CMP法によって平坦化を行うことで、配線パターンの疎密差があるレイアウトでも均一に平坦化を実施することが出来る。よって、撮像領域全域において多層配線構造の膜厚、すなわち光路長を均一にすることが可能となるため、色むらの発生を抑制し、光電変換素子の光学的特性を均一することが可能となった。

## 【0021】

ここで、本発明者らは、検討の結果、絶縁膜の膜厚X( )が除去される膜厚Y( )の2倍以上4倍以下であることが好ましい。特に、3倍程度のときに、膜厚ばらつきに起因する色むら抑制効果が最も顕著である。例えば、絶縁膜の膜厚Xを15000( )とし、除去される膜厚Yを5000( )とし、最終的な絶縁膜の膜厚Zを2500( )とした場合に、色むらのない画像が得られた。

20

## 【0022】

また、図3を用いて第2の配線パターン6の密度について説明する。図3は、第2の配線パターン6を設けた時の撮像領域と周辺回路領域をそれぞれ上部から見た模式図を示す。第2の配線パターン6を構成する配線パターン14が、単位面積当りに占める密度を撮像領域についてはA、周辺回路領域についてはBとする。本実施例の製造方法においては、密度の比、A/Bが0.5以下の時に、より大きな効果を発揮する。つまり、密度の比A/Bが小さい程、図1(B)に示す第3の絶縁膜7の表面の凹凸が大きくなるためである。しかし、このような第2の配線パターン6比率は、すなわちフォトダイオード1上の開口部は広いことを意味し、フォトダイオード1の感度の向上が可能となることがわかる。よって、感度の向上のために、撮像領域の配線パターン密度Aをより小さくした場合であっても、本実施例の製造方法を用いることによって、CMP法による平坦化後の膜厚ばらつきの発生を容易に抑制することが可能となる。よって、感度を向上しつつ、色むら等の光学特性劣化を抑制することが可能となる。

30

## 【実施例2】

## 【0023】

本実施例について、図4を用いて説明する。本実施例では、実施例1と層内レンズ層を有する点が異なる。図4において、実施例1(図1および図2)と同様の構成については記載を省略する。

40

## 【0024】

図4において、実施例1と同様の製造方法によって平坦化された第2の絶縁膜7の上に、例えばプラズマ窒化膜を用いた層内レンズの複数を含む層内レンズ層20を形成する。ここで層内レンズ層20の各層内レンズはフォトダイオード1と1対1で対応して形成される。その後、層内レンズ層20の上に第1の平坦化膜21、カラーフィルタ22、第2の平坦化膜23、マイクロレンズ24をこの順で形成する。これらの製造方法については、公知の製造方法が適用可能である。

## 【0025】

50

本実施例にて示したように、１つのフォトダイオード１に対して、２つのレンズ（層内レンズおよびマイクロレンズ）を形成した場合においても、多層配線構造における光路長が均一になるため、色ムラ等の光学特性劣化を抑制することが可能となる。

#### 【００２６】

ここで、実施例２の構成において、膜厚 $X$ は１５０００（ ）、除去される膜厚 $Y$ は５０００（ ）、第２の配線パターン６の密度の比 $A/B$ は０．３５の場合における撮像領域の中心部及び周辺部でＣＭＯＳ型固体撮像装置の画像評価結果を表１に示す。

#### 【００２７】

#### 【表１】

表１

	Z (Å)		色むら
	中心部	周辺部	
実施例２	2500	2550	なし
比較例	2500	4500	あり

10

#### 【００２８】

表１において、膜厚 $Z$ はＣＭＰ法による平坦化処理後の第３の絶縁膜７の膜厚である（図２（ｄ）参照）。膜厚 $Z$ は第２の配線パターン６の上面からの膜厚である。実施例１と同様の製造方法によって平坦化された実施例２の膜厚においては、中心部と周辺部とでその差が５０（ ）である。一方、実施例１と同様の製造方法ではなくＣＭＰ法のみによって平坦化された比較例の膜厚においては、中心部と周辺部とでその差が２０００（ ）である。ここで、固体撮像装置で利用される可視光の波長、具体的には約４００ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の範囲（オプトロニクス社 光技術用語辞典 第３版）である。膜厚差２０００（ ）では、可視光の波長の１／４倍以上のばらつきを有するため、干渉によって光の強弱が変わり色むらが発生してしまう。一方、膜厚の差が５０（ ）である本実施例の構成においては、そのばらつきが可視光の波長の１／４倍以下であるため、色むらが低減されたと考えられる。

20

#### 【００２９】

以上述べてきたように、本発明の固体撮像装置の製造方法によれば、撮像領域と周辺回路領域とで配線パターンに疎密差がある場合にも、光電変換素子の感度の低下を抑制しつつ、配線層上の絶縁膜の平坦化後の膜厚のばらつきを低減することが可能となる。よって、色むらが抑制され、高感度の固体撮像装置を製造することが可能となる。

30

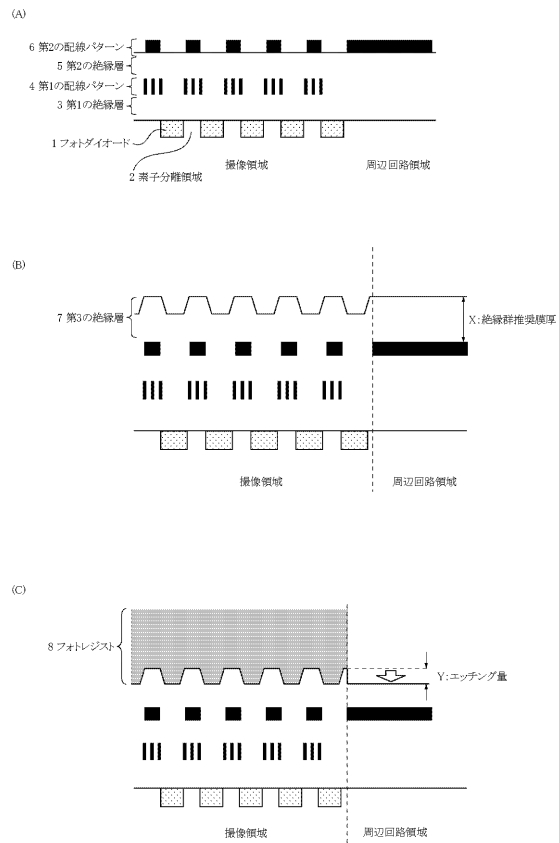
#### 【符号の説明】

#### 【００３０】

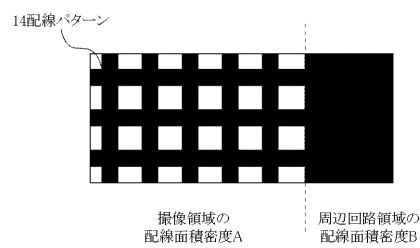
- １ フォトダイオード
- ２ 素子分離領域
- ３ 第１の絶縁膜
- ４ 第１の配線パターン
- ５ 第２の絶縁膜
- ６ 第２の配線パターン
- ７ 第３の絶縁膜
- ８ フォトレジスト

40

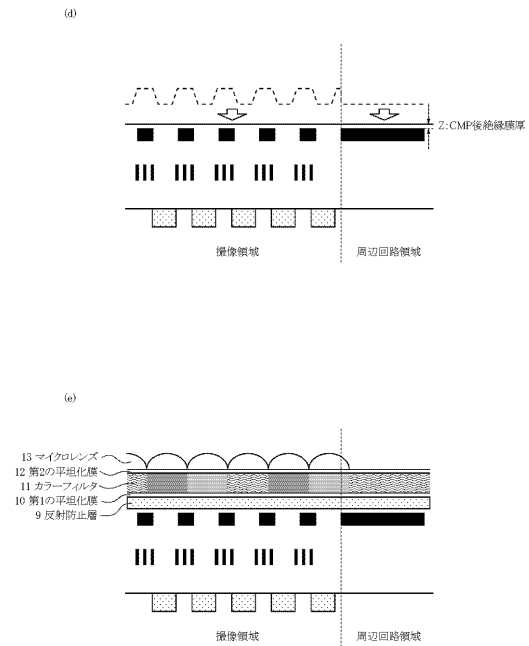
【図 1】



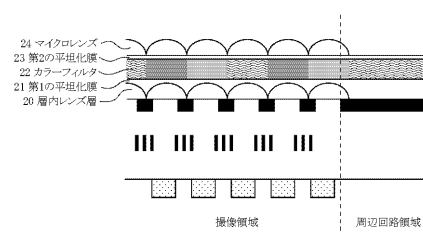
【図 3】



【図 2】



【図 4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-294765(JP,A)  
特開平11-067765(JP,A)  
特開平07-235537(JP,A)  
特開2005-012189(JP,A)  
特開2007-242697(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 27/14 - 27/148