

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6664175号  
(P6664175)

(45) 発行日 令和2年3月13日(2020.3.13)

(24) 登録日 令和2年2月20日(2020.2.20)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 27/146 (2006.01)

H01L 27/146

D

H04N 5/369 (2011.01)

H04N 5/369

H04N 5/374 (2011.01)

H04N 5/374

請求項の数 20 (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2015-180068 (P2015-180068)

(22) 出願日

平成27年9月11日 (2015.9.11)

(65) 公開番号

特開2017-55080 (P2017-55080A)

(43) 公開日

平成29年3月16日 (2017.3.16)

審査請求日

平成30年8月21日 (2018.8.21)

(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 鈴木 健太郎

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 中塚 俊介

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 田邊 順人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置及び撮像装置の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光電変換部と、

前記光電変換部から転送される信号電荷を蓄積する電荷蓄積部と、

前記電荷蓄積部の信号電荷が転送されるフローティングディフュージョンと、

少なくとも前記電荷蓄積部の一部を覆い、前記光電変換部上が開口された遮光部と、

前記光電変換部上に配された光導波路と、を含む画素が複数配された画素領域を有し、

前記画素領域上に多層配線構造が配された撮像装置であって、

前記光導波路の下部に配された絶縁膜を備え、

前記絶縁膜は、

前記多層配線構造の層間絶縁膜のうち前記電荷蓄積部上に配された部分よりも大きい屈折率を有し、前記多層配線構造の配線層のうち最下層の配線層より前記光電変換部に近い位置で前記光導波路の下部から前記遮光部の上部まで延在していることを特徴とする撮像装置。

## 【請求項 2】

前記絶縁膜はシリコン窒化膜を含むことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

## 【請求項 3】

前記光電変換部の上に反射防止膜が配され、前記反射防止膜は開口部を備え、前記反射防止膜の開口部の上に前記絶縁膜が配されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像装置。

**【請求項 4】**

光電変換部と、

前記光電変換部から転送される信号電荷を蓄積する電荷蓄積部と、

前記電荷蓄積部の信号電荷が転送されるフローティングディフュージョンと、

少なくとも前記電荷蓄積部の一部を覆い、前記光電変換部上が開口された遮光部と、

前記光電変換部上に配された光導波路と、を含む画素が複数配された画素領域を有し、

前記画素領域上に多層配線構造が配された撮像装置であって、

前記光導波路の下部に配された絶縁膜を備え、

前記多層配線構造の層間絶縁膜のうち前記電荷蓄積部上に配された部分は、シリコン酸化物を主成分とする膜であり、

前記絶縁膜は、少なくともシリコン窒化膜またはシリコン炭化膜を含む膜であり、前記多層配線構造の配線層のうち最下層の配線層より前記光電変換部に近い位置で前記光導波路の下部から前記遮光部の上部まで延在していることを特徴とする撮像装置。

**【請求項 5】**

前記光電変換部の上に第 2 のシリコン窒化膜が配され、前記第 2 のシリコン窒化膜は開口部を備え、前記第 2 のシリコン窒化膜の開口部の上に前記絶縁膜が配されていることを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

**【請求項 6】**

前記絶縁膜は前記電荷蓄積部の全体を覆っていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 7】**

前記光導波路上部の入射面の面積は出射面の面積よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 8】**

前記光電変換部から前記電荷蓄積部へ電荷を転送するための第 1 ゲート電極と、前記電荷蓄積部から前記フローティングディフュージョンへ電荷を転送するための第 2 ゲート電極と、を有することを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 9】**

前記絶縁膜の端部は、前記遮光部の上に位置していることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 10】**

前記遮光部の前記開口に、前記絶縁膜の少なくとも一部が位置していることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 11】**

前記絶縁膜の面積は前記光電変換部の面積よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 12】**

前記撮像装置は、オーバーフロードレイン部と、前記光電変換部と前記オーバーフロードレイン部との間の導通を制御する第 3 ゲート電極と、を有し、

前記絶縁膜は、前記第 3 ゲート電極の上まで延在していることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 13】**

前記遮光部の前記開口の面積は、前記光導波路の射出面の面積よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 14】**

前記遮光部と前記絶縁膜との間に、別の絶縁膜が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

**【請求項 15】**

光電変換部と、

前記光電変換部から転送される信号電荷を蓄積する電荷蓄積部と、

10

20

30

40

50

前記電荷蓄積部の信号電荷が転送されるフローティングディフュージョンと、少なくとも前記電荷蓄積部の一部を覆い前記光電変換部上が開口された遮光部と、前記光電変換部上に配された光導波路と、を含む画素が複数配された画素領域を有する撮像装置の製造方法であって、

前記電荷蓄積部と前記光電変換部とが配された半導体基板を準備する工程と、

前記遮光部を形成する工程と、

前記遮光部及び前記光電変換部を覆うように層間絶縁膜を形成する工程と、

前記層間絶縁膜に、少なくとも一部が前記光電変換部に重なる開口を、エッティングにより形成する工程と、

前記開口に前記光導波路を形成する工程と、を有し、

前記エッティングの際のエッティングストップ膜を、平面視で、前記光電変換部の少なくとも一部の上から、前記遮光部の少なくとも一部の上まで連続して配されるように形成することを特徴とする撮像装置の製造方法。

#### 【請求項 1 6】

前記画素領域上に多層配線構造を形成する工程をさらに有し、

前記半導体基板と前記多層配線構造の配線層に含まれる配線とを接続するコンタクトブループラグが存在する領域に位置する前記エッティングストップ膜を除去することを特徴とする請求項 1 5 に記載の撮像装置の製造方法。

#### 【請求項 1 7】

前記遮光部と前記エッティングストップ膜との間に、絶縁膜を形成する工程を有することを特徴とする請求項 1 5 又は 1 6 に記載の撮像装置の製造方法。

#### 【請求項 1 8】

当該絶縁膜の少なくとも一部を除去する工程とを有し、

前記絶縁膜が除去された領域に前記エッティングストップ膜を残すことを特徴とする請求項 1 7 に記載の撮像装置の製造方法。

#### 【請求項 1 9】

前記エッティングストップ膜はシリコン窒化膜を含むことを特徴とする請求項 1 5 ~ 1 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置の製造方法。

#### 【請求項 2 0】

前記遮光部を形成する工程と前記層間絶縁膜を形成する工程との間に、前記エッティングストップ膜を形成する工程を有し、

前記エッティングストップ膜を形成する工程と前記遮光部を形成する工程との間に、絶縁膜を形成する工程を有することを特徴とする請求項 1 5 ~ 1 9 のいずれか 1 項に記載の撮像装置の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0 0 0 1】

本発明は撮像装置に関し、より詳細には光電変換部上に光導波路を有する構成に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0 0 0 2】

画素に、光電変換部に光を導くための光導波路と、光電変換部で生成した信号電荷を蓄積する電荷蓄積部とを有する CMOS センサが知られている（例えば特許文献 1）。特許文献 1 の撮像装置においては、電荷蓄積部は、絶縁膜を介して電荷蓄積部の上部に配された遮光部（金属遮光膜）で覆われている。また遮光部の下面と、光導波路の下面及び電荷蓄積部の上部に配された絶縁膜の上面とが一致している。更に、遮光部の上面には反射防止膜が配されている。

##### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0 0 0 3】

10

20

30

40

50

【特許文献 1】特開 2013 - 168546 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 では、以下の 2 点の課題が生じる。

【0005】

まず 1 つ目の課題は、特許文献 1 の構成では光導波路に入射した光が、遮光部下部の絶縁膜を介して電荷蓄積部に入射する可能性がある。仮に電荷蓄積部に光が入射すると、電荷蓄積部に前の蓄積期間の信号に対してノイズとなる。

【0006】

2 つ目の課題は、特許文献 1 に開示されている撮像装置の製造方法に関するものである。特許文献 1 においては、層間絶縁膜をエッチングして開口を形成し、開口内に光導波路となるコア材を形成している。層間絶縁膜をエッチングする際に遮光部をエッチングストップ膜として用いて層間絶縁膜、反射防止膜をエッチングして開口を形成し、層間絶縁膜、反射防止膜の開口に対してセルファアラインで更に開口を形成している。しかしながらこのような製造方法を用いると、光電変換部にダメージが入りやすくノイズが増える恐れがある。

【0007】

本発明は、これらの課題の少なくとも 1 つを解決するものであり、低ノイズの撮像位相値を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の撮像装置は、光電変換部と、前記光電変換部から転送される信号電荷を蓄積する電荷蓄積部と、前記電荷蓄積部の信号電荷が転送されるフローティングディフュージョンと、少なくとも前記電荷蓄積部を覆い、前記光電変換部上方に開口された遮光部と、前記光電変換部上に配された光導波路と、を含む画素が複数配された画素領域を有し、前記画素領域上に多層配線構造が配された撮像装置であって、前記光導波路の下部に配された絶縁膜を備え、前記絶縁膜は、前記多層配線構造の層間絶縁膜より大きい屈折率を有し、前記多層配線構造の配線層のうち最下層の配線層より前記光電変換部に近い位置で前記光導波路の下部から前記遮光部の上部まで延在しており、平面視で、前記絶縁膜の面積は前記光導波路の出射面の面積より大きい。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、画素に電荷保持部と光導波路を設けた撮像装置もしくはこの撮像装置の製造方法において、ノイズを低減させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】画素の平面図

【図 2】本発明の実施例 1 の断面図

【図 3】画素の平面図の変形例

【図 4】実施例 1 の製造方法を説明するための断面図

【図 5】実施例 1 の製造方法を示す断面図

【図 6】実施例 1 の製造方法を示す断面図

【図 7】実施例 2 の撮像装置の断面図

【図 8】実施例 3 の撮像装置の断面図

【図 9】実施例 4 の撮像装置の断面図

【図 10】実施例 5 の撮像装置の断面図

【図 11】画素の等価回路図

【発明を実施するための形態】

【0011】

10

20

30

40

50

本発明の実施形態を、実施例を挙げて具体的に説明する。本発明は、CMOSセンサに好適に適用することができる。もしくは複数の画素が配された画素領域上に多層配線構造が配される撮像装置に好適に適用することができる。本発明の撮像装置の1画素の等価回路図を図11に示す。

#### 【0012】

画素は、光電変換部102、電荷蓄積部105、フローティングディフュージョン部(FD部)3、信号線8及びオーバーフロードレイン部(OFD部)15を備える。画素はこれらの各部の接続/非接続の切替え又は信号増幅のための、第1転送トランジスタ4、第2転送トランジスタ5、選択トランジスタ7、リセットトランジスタ9、ソースフォロアトランジスタ10及びOFDトランジスタ16をさらに備える。各トランジスタはMOSFET等により構成され、ドレイン-ソース間に制御電極として設けられたゲート電極を有する。  
10

#### 【0013】

光電変換部102は入射された光量に応じた信号電荷を発生する素子である。光電変換部102にはフォトダイオードを用いることができる。電荷蓄積部105は、第1転送トランジスタ4を介して光電変換部102に接続される。電荷蓄積部105は接地容量として機能し、電荷蓄積部105は光電変換部102から転送された電荷を一時的に蓄積する。  
。

#### 【0014】

FD部3は電荷蓄積部105から転送された電荷を電圧信号に変換する。FD部3は後述する半導体基板に配された半導体領域を含んで構成され、このノードに生じる寄生容量を含めた容量を指す。FD部3は第2転送トランジスタ5を介して電荷蓄積部105と接続される。また、FD部3はリセットトランジスタ9のソース端子及びソースフォロアトランジスタ10のゲート端子とも接続される。リセットトランジスタ9のドレイン端子には電源電圧が供給される。リセットトランジスタ9をオンにすることでFD部3の電圧は電源電圧にリセットされる。このとき、リセット信号電圧がソースフォロアトランジスタ10のソース端子に出力される。  
20

#### 【0015】

第2転送トランジスタ5がオンになり電荷蓄積部105からFD111に電荷が転送されると、転送された電荷量に対応した画素信号電圧がソースフォロアトランジスタ10のソース端子に出力される。  
30

#### 【0016】

ソースフォロアトランジスタ10のソース端子は選択トランジスタ7のドレイン端子に接続される。選択トランジスタ7のソース端子は垂直出力線8に接続される。選択トランジスタ7がオンになると、リセット信号又は画素信号が垂直出力線8に出力される。このようにして、画素からの信号の読み出しが行われる。

#### 【0017】

光電変換部102には、さらにOFDトランジスタ16を介してOFD部15が接続される。OFDトランジスタ16がオンになると、光電変換部102に蓄積されている電荷はOFD部15に排出される。全画素に対し同時にOFD部15へ電荷を排出し、その後蓄積された電荷を電荷蓄積部105に転送することにより、全画素に対し同時かつ一定の露光時間を設定する電子シャッタが実現される。これにより、各画素から順次電荷を読み出すために生じる露光タイミングのずれが抑制され、画像の歪みが低減される。  
40

#### 【0018】

図11で示した等価回路図は以下の全ての実施例に適用することができる。

#### 【0019】

(実施例1)

図1は、本実施例の1画素の平面図である。なお、図11、及び以下の各実施例における各図面を通じて同一の構成要素には同一の符号を付している。

#### 【0020】

10

20

30

40

50

光電変換部 102 と電荷蓄積部 105 の間には第 1 転送トランジスタ 4 のゲート電極 104 が配されている。電荷蓄積部 105 と FD111との間には第 2 転送トランジスタ 5 のゲート電極 106 が配されている。

#### 【0021】

更に、リセットトランジスタ 9 のゲート電極 107 が FD111 に隣り合って配置されている。ゲート電極 107 を挟んで FD111 とは反対側には、リセットトランジスタ 9 のドレイン領域が配されている。このドレイン領域はソースフォロアトランジスタ 10 のドレイン領域と共に通の領域となっている。そしてドレイン領域に隣接してソースフォロアトランジスタ 10 のゲート電極 108 が配されている。ゲート電極 108 を挟んで反対側にはソースフォロアトランジスタ 10 のソース領域が配されている。本図では選択トランジスタは不図示である。たとえば、リセットトランジスタ 9 のソースフォロアトランジスタ 10 を挟んで反対側に配することができる。  
10

#### 【0022】

光電変換部 102 に隣り合って、OFDトランジスタ 16 のゲート電極 101 が配される。ゲート電極 110 は光電変換部 102 ゲート電極 104 が配された側とは異なる部分に配される。光電変換部 102 のゲート電極 101 を挟んで反対側には OFD 部 15 の一部を構成する半導体領域が配される。この半導体領域は OFD トランジスタ 16 のドレイン領域となる。

#### 【0023】

光電変換部 102 の上には、光電変換部 102 と少なくとも一部が重なるように光導波路 103 が配される。本図では、平面視において光導波路 103 の全てが光電変換部 102 に包含されるように配されるが少なくとも一部が重なるように配されればよい。  
20

#### 【0024】

遮光部 109 は電荷蓄積部 105 を覆い、光電変換部 102 上が開口されている。絶縁膜 110 は光電変換部 102 の全体、電荷保持部 105 の一部、ゲート電極 101、104 の一部を覆うように配されている。絶縁膜 110 に関しては後述する。また実線で示された部分以外には絶縁体で形成された素子分離領域が配されている。絶縁膜 110 の一部は、素子分離領域に重なって配されている。

#### 【0025】

図 2 は、図 1 の X-X' における断面図である。図 2 において、半導体基板 200 内の光電変換部 102 は例えば n 型半導体領域であり、光電変換部 102 の上部に p 型半導体領域 205 を配し、埋め込み型のフォトダイオード構造としている。この構造により、半導体基板とその表面に配された絶縁膜との界面で発生するノイズを抑制することができる。電荷蓄積部 105 は例えば n 型半導体領域であり、その上部に p 型半導体領域 206 を配することで埋め込み型の構造としている。このような構造とすることでノイズを低減することが可能となる。  
30

#### 【0026】

光電変換部 102 の上には反射防止膜 211 が配されている。反射防止膜 211 として、層間絶縁膜 214 と半導体基板 200 との間の屈折率を有する膜を用いることができる。反射防止膜 211 には、屈折率約 2.0 のシリコン窒化膜 (SiN) が用いられる。  
40

#### 【0027】

遮光部 109 は光電変換部 102 の一部と平面視において重なるように配され、光電変換部 102 の他の一部と平面視において重なる部分が開口されている。遮光部 109 は、電荷蓄積部 105、及び光電変換部から電荷蓄積部に電荷を転送するトランジスタのゲート電極 104 の少なくとも一部を覆うように配置されている。遮光部 109 の光電変換部 102 と重なる部分は、ゲート電極 104 上から延出した部分とゲート電極 101 の上から延出した部分とを有する。遮光部 109 は電荷蓄積部 105 への光の入射を抑制する、入射光によって電荷蓄積部 105 で電荷が生成されノイズが発生することを抑制する。

#### 【0028】

遮光部 109 は、例えはタングステン、タングステンシリサイド、タングステン酸化膜  
50

、アルミニウム又はそれらの合金膜等の可視光を透過しにくい材料を用いて形成するとよい。遮光部 109 の膜厚 d は、例えば 100 d 200 nm とするのがよい。遮光部 109 は、ゲート電極の上とそれ以外の部分とに同時に形成されるので、ゲート電極の膜厚に起因する凹凸を有するように形成される。

#### 【0029】

半導体基板 200 の上には、配線層 216a ~ 216c、コンタクト 215、ビア 219、223 が配される。本図では配線層が 3 層の場合を例に説明するが更に多層の配線層を有していてもよいし、もしくは少なくともよい。また、以下では、配線層、層間絶縁膜、拡散防止膜はそれぞれ複数層で形成されているがこれらを区別する必要が無い場合には、アルファベットを付さずに総称として説明を行なう。拡散防止膜 217 は特に配線 216 の材料に Cu を主成分とする際に用いられるものである。10

#### 【0030】

各配線層 216 を構成する配線の材料としては、銅、アルミニウム、それらの合金膜を用いることができる。なお、遮光部 109 に電圧を印加するために、配線 216 と遮光部 109 をコンタクト 215 で接続してもよい。または、遮光部 109 と半導体基板 200 間にコンタクト（不図示）を形成して接続してもよい。

#### 【0031】

配線 216a ~ 216c の上部には、配線材料の拡散防止膜 217a ~ 217c が設けられていてもよい。拡散防止膜 217a ~ 217c としては、例えばシリコン窒化膜（SiN）や炭化シリコン（SiC）が用いられる。20

#### 【0032】

各画素は光電変換部 102 の直上に配置された光学系として、光導波路 103、層内レンズ 232 をさらに備える。なお、光導波路 103 の平面形状は円形としているが、正方形、長方形、橍円、多角形等の形状であってもよい。また、層内レンズ 232 の上方に不図示のカラーフィルタやマイクロレンズを備えていても良い。

#### 【0033】

光導波路 103 は、入射光を光電変換部 102 に集光させる機能を有する。光導波路 103 により光電変換部 102 に入射される光量が増加するため、光導波路 103 が無い場合に比べ感度が向上する。特に、光電変換部 102 の面積が小さい場合又は、撮像装置をカメラに用いた際のカメラのレンズの F ナンバーが大きい場合、感度低下がおこる場合がある。これに対し、光導波路 103 を設けることによりこの影響を抑制することが可能となる。30

#### 【0034】

各配線層間に層間絶縁膜 214a ~ 214c が配される。層間絶縁膜 214 は光導波路 103 を構成する材料よりも屈折率の低い材料を用いることが好ましい。例えば、層間絶縁膜 104 には、屈折率約 1.5 のシリコン酸化膜（SiO）を用い、光導波路 103 の材料には屈折率約 1.8 のシリコン酸窒化膜（SiON）を用いることができる。光導波路 103 と各層間絶縁膜 214a ~ 214c の界面に対し、所定の角度で斜めに入射された光は界面で全反射される。よって、光導波路 103 に入射した光は、層間絶縁膜 214 への漏出が抑制され、より多くの入射光が光電変換部 102 に到達する。なお、層間絶縁膜 214 と光導波路 103 の材料はシリコン酸化膜とシリコン酸窒化膜の組合せに限定されない。光導波路 103 の屈折率が層間絶縁膜の屈折率よりも高くなるように材料が組合せられていればよく、任意の材料を選択可能である。例えば、層間絶縁膜がシリコン酸化膜であり、光導波路 103 が屈折率約 2.0 のシリコン窒化膜（SiN）であってもよい。また、有機膜材料及び有機膜材料に酸化チタン等の粒子を混入した材料を用いてもよい。層間絶縁膜が異なる材料からなる積層膜で形成されていてもよく、その場合は、光導波路 103 の屈折率がその周りの層間絶縁膜の屈折率よりも高くなるように構成すればよい。また光導波路 103 は、入射面の面積が出射面の面積よりも大きい順テーパー形状を有している。これにより、多くの入射光を光導波路 103 を介して光電変換部 102 に集光させることが可能となる。4050

## 【0035】

光導波路103と層内レンズ232の間には、反射防止膜228、層間絶縁膜229、反射防止膜230が配される。反射防止膜228、230として例えば屈折率約1.6のシリコン酸窒化膜(SiON)を、層間絶縁膜229として屈折率約1.5のシリコン酸化膜(SiO)を用いることができる。層間絶縁膜229は、周辺回路領域の層間絶縁膜として用いることができる。

## 【0036】

また、層内レンズ232の上方にさらに反射防止膜231を形成してもよい。このような反射防止構造を探ることにより、入射光の透過率を向上させ、ひいては感度を向上させることができる。

10

## 【0037】

本実施例では、画素領域の半導体基板200上に配線層216、層間絶縁膜214を含んで構成される多層配線構造が配されている。光導波路103は多層配線構造の各層間絶縁膜214を貫通して形成された開口に上述の高屈折率部材を埋め込んで形成するのがよい。

## 【0038】

絶縁膜110は、光導波路103の下部から、遮光部109の上部にまで延在して配置されている。絶縁膜110は層間絶縁膜214よりも屈折率の高い材料を含んで構成されている。特に、層間絶縁膜214のうち電荷保持部の上に配された部分よりも高い屈折率を有しているのがよい。このような構造とすることにより、光導波路103から漏出した光が電荷蓄積部105に侵入することを抑制することができる。以下、この理由を説明する。

20

## 【0039】

絶縁膜110が遮光部109の上まで延在しない場合、つまり、絶縁膜110の端部が遮光部109の端部と断面図においておおよそ同じ高さで向かい合っている場合を考える。光導波路103内に入射した入射光の一部は絶縁膜110中を伝搬し、絶縁膜110の端部においてその一部が、電荷保持部上の層間絶縁膜214中に漏出して迷光となる。この迷光は、遮光部109と半導体基板200の間の絶縁膜を通して、電荷蓄積部105に侵入しノイズが発生しうる。一方で、図2のように絶縁膜110が遮光部109の上まで延在していれば、光導波路103から絶縁膜110へ伝搬した光が絶縁膜110に沿って遮光部109の上にまで到達する。この場合、絶縁膜110の端部から漏出した光は、遮光部109が存在するために電荷蓄積部105へ侵入するのが抑制される。平面視で、絶縁膜の面積は光導波路の出射面の面積より大きくするとさらによい。

30

## 【0040】

また、絶縁膜110が遮光部109の上まで延在することにより、光導波路103から層間絶縁膜214へ漏出した光や、光導波路103の上部開口に入射しなかった光は、層間絶縁膜214より屈折率の高い絶縁膜110を通して光導波路103へ集光されうる。この場合においても、層間絶縁膜214中の迷光が抑制されるため、電荷蓄積部105への光の入射を抑制できる。絶縁膜110の平面視における形状は図1に示した形に限らず種々の形態をとることができるもの。

40

## 【0041】

図3(a)に、本実施例の絶縁膜110の形状の第一の変形例を示す。図3(a)は、絶縁膜110が遮光部109を全て覆っている点で図1とは異なる。図1においては、電荷蓄積部105上で絶縁膜110と遮光部109が縦方向に積層されていない部分が存在するが、本変形例においては遮光部109の上方に全て絶縁膜110が存在する積層構造となっている。一般に、積層膜ではその界面で入射光の反射が発生するので、上方からの入射光の透過率が減少しうる。すなわち、本変形例では、図2の実施例と比較して、光導波路103の上部開口に入射せず層間絶縁膜214中に侵入した迷光の中で、遮光部109をも透過して電荷蓄積部105に到達する割合を減少させることができる。なお、図3-1では単位画素あたりの平面図を示しているが、遮光部109や絶縁膜110が隣接画

50

素間で繋がっていても構わない。

#### 【0042】

図3(b)に本実施例の絶縁膜110の第二の変形例を示す。図3(b)では、OVDトランジスタ16のゲート電極101上で遮光部109上に絶縁膜110が延在していない点が図1、図2の実施例と異なる。製造プロセス上の理由でコンタクトプラグ215が平面図において遮光部109や絶縁膜110と重ねない場合は本変形例が好適となる。本変形例においても、光導波路103と電荷蓄積部105の間では絶縁膜110が遮光部109の上方に延在するため、前記のメカニズムにより電荷蓄積部105への遮光性能向上させることができる。

#### 【0043】

10

以上の変形例のように、画素内の少なくとも一部、望ましくは光導波路103と電荷蓄積部105の間ににおいて絶縁膜110が遮光部109の上方に延在していれば本実施例の効果が得られる。どの部分で絶縁膜110を遮光部109の上方に延在させるかは、画素レイアウトや所望の画素特性、製造プロセスを考慮して適宜設計することが可能である。

#### 【0044】

(実施例2)

図4～図6は本実施例の撮像装置の製造方法を表す断面図である。

#### 【0045】

図4(a)において、半導体基板200を準備したのち、OVD部201、光電変換部102、電荷蓄積部105、FD111、各トランジスタのゲート電極101、104、106、107を形成する。

20

#### 【0046】

次に、光電変換部102、各トランジスタのゲート電極上及び各トランジスタのソース、ドレイン領域上に反射防止膜211を形成する。反射防止膜211はシリコン窒化膜を用いることができる。また反射防止膜211は不図示の、画素領域の外側にある周辺回路領域に配されるトランジスタのサイドスペーサを形成するための膜として用いることができる。

#### 【0047】

次に、図4(b)に示すように画素領域全体に絶縁膜301を形成する。そして、絶縁膜301上に、遮光部109となる遮光部材を、少なくとも光電変換部102、ゲート電極104、電荷蓄積部105を覆うように形成する。そして、遮光部材の、平面視において光電変換部102に重なる部分を除去し、光電変換部102の一部、電荷蓄積部105を覆う遮光部109を形成する。絶縁膜301の材料はシリコン酸化膜を用いることができる。遮光部材の除去はドライエッチングを用いることができる。なお遮光部109の開口部に絶縁膜301を一部残存させることが好ましい。これは、絶縁膜301を完全に除去すると、反射防止膜211の一部も除去され、反射防止効果が低減し感度が低下しうるためである。

30

#### 【0048】

次に、図4(c)に示すように、画素領域に絶縁膜302を形成する。その後、光電変換部102上の、遮光部109の開口内及びゲート電極104、電荷蓄積部105の少なくとも一部の上に絶縁膜110を形成する。絶縁膜110の平面視における形状は後述する。

40

#### 【0049】

絶縁膜110のパターニングにはドライエッチングを用いることができる。なお絶縁膜110を除去する領域では、絶縁膜302を一部残存させることが好ましい。これは、絶縁膜302を完全に除去すると、その下部に遮光部109が配される領域においては遮光部109の一部も除去されてしまうためである。

#### 【0050】

次に、図5(a)に示すように、公知の方法により配線層216a～216c、コンタクトプラグ215、ビアプラグ219a、219b、層間絶縁膜214a～214d、拡

50

散防止膜 217a～217cを形成する。本図では配線層が3層の場合を例に説明するが更に多層の配線層を有していてもよいし、もしくは少なくともよい。また、以下では、配線層、層間絶縁膜、拡散防止膜はそれぞれ複数層で形成されているがこれらを区別する必要が無い場合には、アルファベットを付さずに総称として説明を行なう。拡散防止膜 217は特に配線 216の材料にCuを主成分とするものに用いられるものでなくてもよい。

#### 【0051】

その後、図 5 (b) に示すように層間絶縁膜 214と拡散防止膜 217の、光導波路が形成されるべき場所に開口 103を形成する。開口の形成方法としては、ドライエッティングを用いることができる。開口を形成する際、絶縁膜 110はエッティングストップ膜として機能する。絶縁膜 110でエッティングをストップすることにより、光電変換部 102がエッティングダメージに曝されノイズが増加するのを抑制することができる。絶縁膜 110によって完全にエッティングが停止する必要は無い。層間絶縁膜 214のエッティングの際のエッティング条件に対し、層間絶縁膜 214よりもエッティングされにくい材料であればよい。層間絶縁膜 214がシリコン酸化膜、もしくはシリコン酸化物を主成分とするようなBPSG、PSG、NSGなどのガラス系の材料であれば、絶縁膜 110にシリコン窒化膜、シリコン炭化膜を含む膜を用いることができる。

#### 【0052】

また絶縁膜 110を更にエッティングにより一部もしくは全部を除去してもよい。

#### 【0053】

次に、図 6 (a) に示すように、開口 103内に、層間絶縁膜 214よりも屈折率の高い高屈折率材料を埋め込み、平坦化を行ない光導波路 103を形成する。高屈折率材料を埋め込む方法としては、高密度プラズマCVD法や、有機材料のスピニ塗布法を用いることができる。平坦化は、CMP法やエッチバック法を用いて行なうことができる。

#### 【0054】

次に、図 6 (b) に示すように、絶縁膜 229とその上下に反射防止膜 228、230を形成する。絶縁膜 229にはシリコン酸化膜を用いることができ、反射防止膜 228にはシリコン酸窒化膜を用いることができる。反射防止膜 228は、絶縁膜 229が光導波路 103を構成する部材に接して設けられる構成に比べて、光電変換部 102への入射光量を増加させることができる。

#### 【0055】

反射防止膜 230は後述の層内レンズ 232と絶縁膜 229とが接して設けられる構成に比べて、光電変換部 102への入射光量を増加させることができるとなる。

#### 【0056】

そして反射防止膜 230の上部に層内レンズ 232を形成しその上部に反射防止膜 231を形成する。

#### 【0057】

以上述べたように本実施例の製造方法においては、エッティングストップ膜として機能する絶縁膜 110を、平面視で、前記光電変換部の少なくとも一部から、前記遮光部の少なくとも一部上まで連続して配されるように形成する。このような構成とすることで、絶縁膜 110の横側面から染み出す光が、遮光部 109下の半導体基板内に混入するのを抑制することが可能となり、電荷蓄積部 105における遮光性能を向上させることが可能となる。

#### 【0058】

更に別の効果として、層間絶縁膜 214に開口 218を形成する際に、開口 218を電荷蓄積部 105側に広く形成することが可能となる。なぜならば、仮に開口 218が、平面視において、遮光膜 109と重なるように配されても、遮光膜 109が開口 218のエッティング時に絶縁膜 110により保護されるためである。

#### 【0059】

(実施例 3)

10

20

30

40

50

図7は、本実施例を表す撮像装置の断面図である。実施例1と同様の部分には同様の符号を付し詳細な説明は省略する。

#### 【0060】

本実施例と実施例1、2との違いは、絶縁膜110の平面形状である。本実施例では、遮光部109の開口された部分よりも光導波路103の端部が外側に位置する点で異なっている。本実施例では、実施例1、2に比べて光導波路103出射面および入射面を広く形成しているため、より多くの光を光電変換部102へ集光することが可能になる。

#### 【0061】

図7の構成においても、絶縁膜110が遮光部109の上方に延在することにより、層間絶縁膜214へ漏出した光や、光導波路103の入射面に入射しなかった光は、層間絶縁膜214より屈折率の高い絶縁膜110を通して光導波路103へ集光される。したがって、層間絶縁膜114中の迷光が抑制され、電荷蓄積部105で発生するノイズを抑制することができる。10

#### 【0062】

##### (実施例4)

図8は本実施例を表す断面図である。本実施例は、実施例3と比較して、電荷蓄積部105の上方のp型半導体領域205が存在せず、代わりに、第1転送トランジスタのゲート電極104が電荷蓄積部105の上方に延在している。

#### 【0063】

本実施例では、電荷蓄積部105において半導体基板表面近傍で発生するノイズを、ゲート電極104へ印加する電圧を利用して抑制している。この場合、p型半導体領域205をイオン注入で設ける場合と比較して、シリコン基板表面のp型半導体部分の体積を小さくできるため、結果として電荷蓄積部105に溜めることができる電子数を増加させることが可能である。20

#### 【0064】

##### (実施例5)

図9は本実施例を表す断面図である。本実施例では、光導波路103の上部の開口領域A4が、各配線層の開口領域A1、A2、A3よりも大きい点で、実施例1と異なる。本発明の実施形態では、半導体基板200内に、光電変換部102に加えて電荷蓄積部105も存在するため、光電変換部102が占める面積は相対的に小さくなる。本実施例のように、光導波路103の上部開口を大きく広げることで、相対的に面積の小さい光電変換部により多くの光を入射させることができが可能になり、感度を向上させることができる。30

#### 【0065】

##### (実施例6)

図10は本実施例を表す断面図である。図10では、実施例1と比較して、FD111およびソースフォロートランジスタのゲート電極107へのコンタクト215が形成されるべき場所で反射防止膜211が開口している。そして、コンタクト215が形成されるべき場所に絶縁膜110が残されていることを特徴とする。絶縁膜110は、コンタクト215をドライエッチングで開口する際のエッチングストップ膜として機能させる。

#### 【0066】

反射防止膜211は、水素シンター工程にて水素が半導体基板200内に拡散するのを抑制しうるが、本実施例においては反射防止膜211の開口部を通してより多くの水素を半導体基板に拡散させることができる。そのため、シリコン基板表面に存在するタンギングボンドを終端する効果が高まり、よりノイズを低減させることができる。40

#### 【0067】

なお、反射防止膜211の開口を形成する場所は、FD111とソースフォロートランジスタのゲート電極107へのコンタクト215が形成されるべき場所に限定されない。その他のコンタクト(不図示)が形成されるべき場所に反射防止膜211の開口を設けても良いし、FD111やSFトランジスタのゲート電極107へのコンタクトでは反射防止膜211を残してエッチングストップ膜として利用しても良い。50

## 【0068】

以上本発明を実施例を挙げて説明したが、本発明は発明の思想を超えない範囲で適宜組み合わせ変更が可能である。

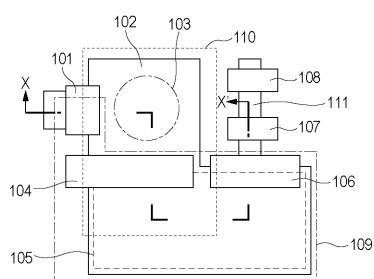
## 【符号の説明】

## 【0069】

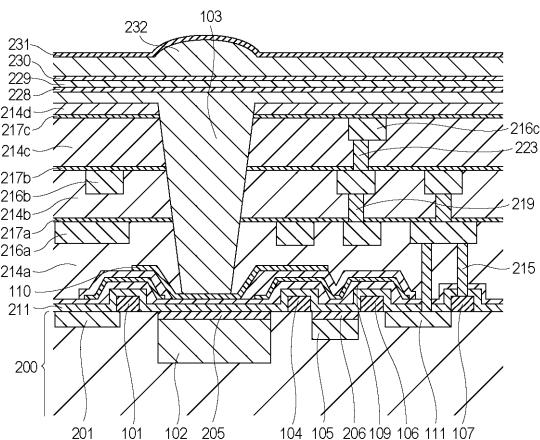
- 102 光電変換部
- 103 光導波路
- 105 電荷蓄積部
- 109 遮光部
- 110 絶縁膜
- 214 層間絶縁膜
- 216 配線層

10

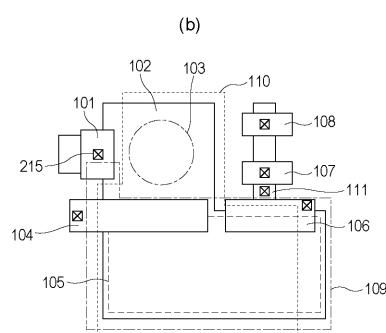
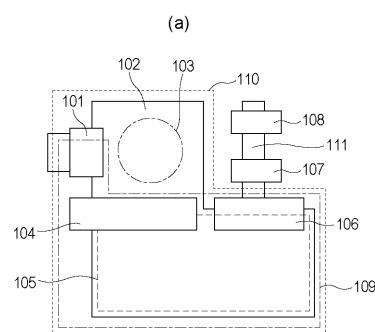
【図1】



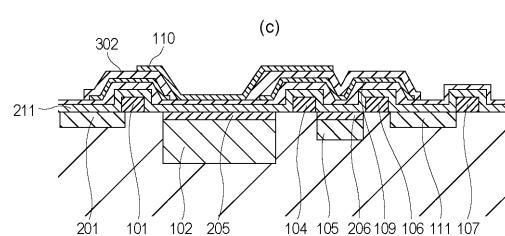
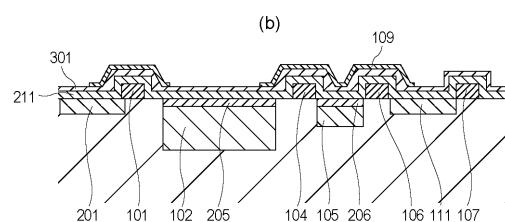
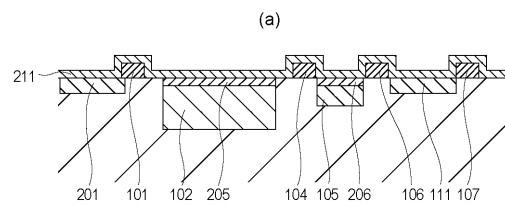
【図2】



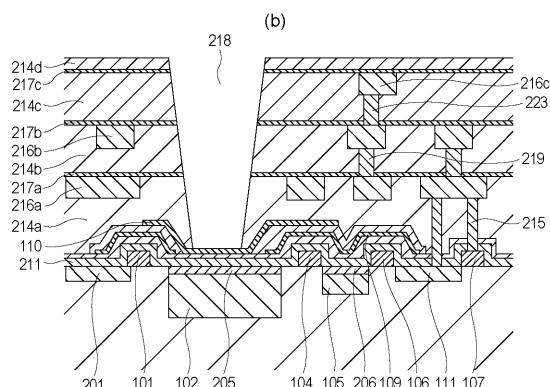
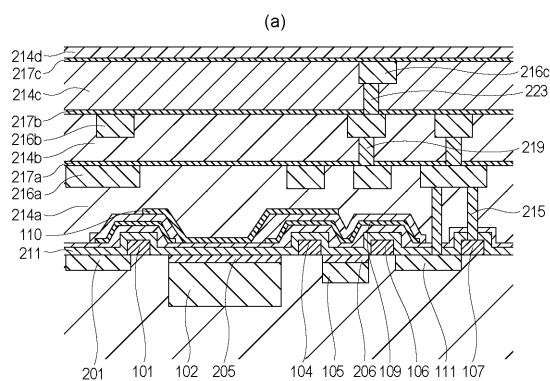
【図3】



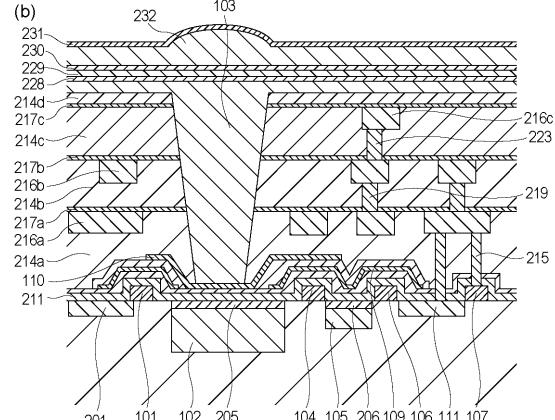
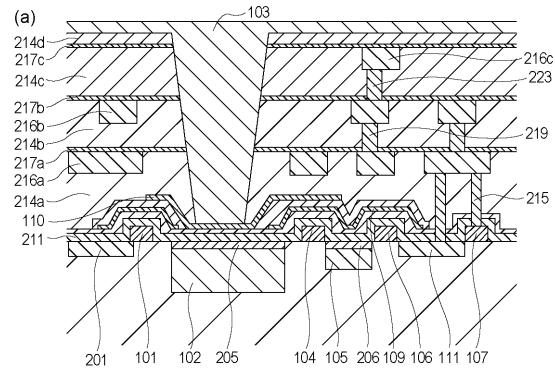
【図4】



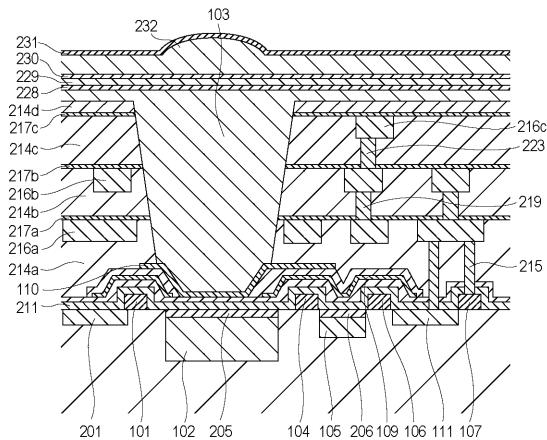
【図5】



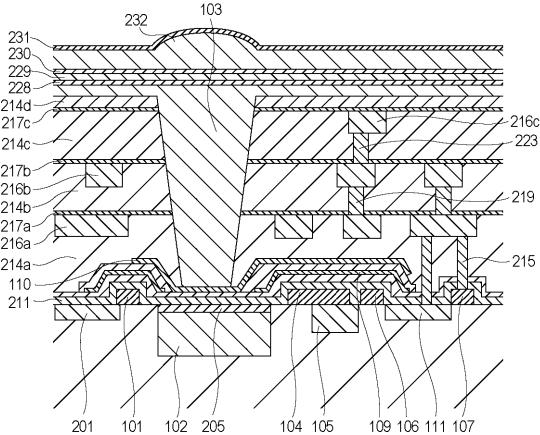
【図6】



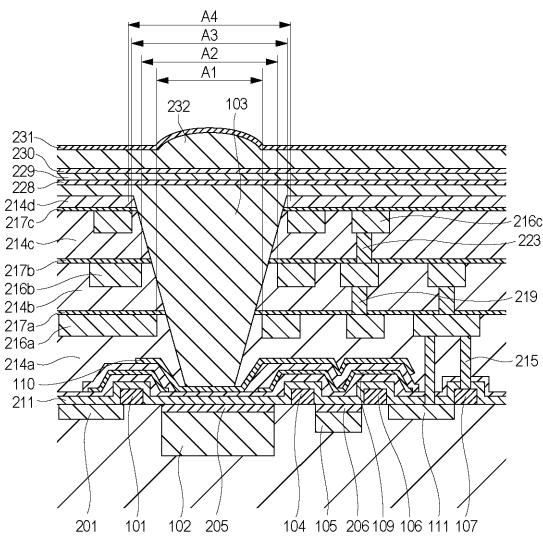
【図7】



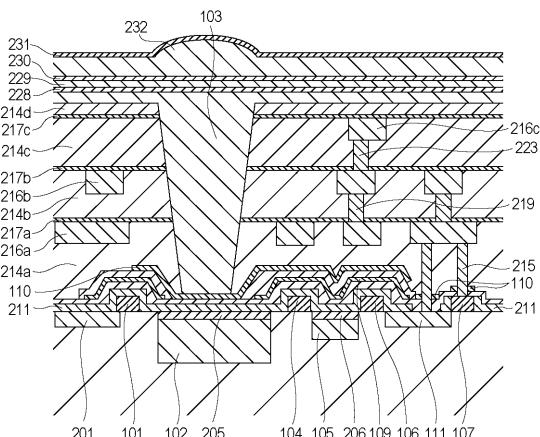
【図8】



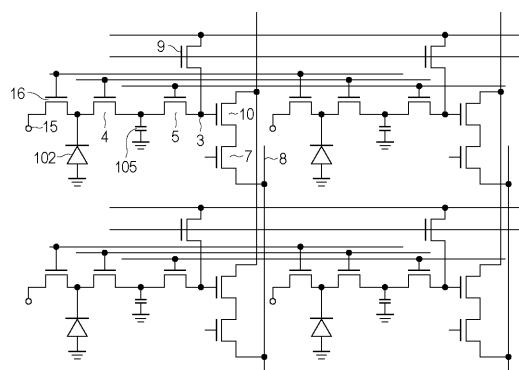
【図9】



【図10】



【図 1 1】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-156334(JP,A)  
特開2013-168546(JP,A)  
特開2014-049575(JP,A)  
特開2012-038986(JP,A)  
特開2014-003333(JP,A)  
特開2008-109153(JP,A)  
特開2012-182427(JP,A)  
特開平07-045808(JP,A)  
特開2003-197897(JP,A)  
特開2010-213231(JP,A)  
特開2012-248681(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/146  
H04N 5/369  
H04N 5/374