

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7013425号  
(P7013425)

(45)発行日 令和4年1月31日(2022.1.31)

(24)登録日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 27/146 (2006.01)	H 0 1 L 27/146 E
H 0 1 L 51/42 (2006.01)	H 0 1 L 31/08 T

請求項の数 17 (全10頁)

(21)出願番号	特願2019-182456(P2019-182456)	(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
(22)出願日	令和1年10月2日(2019.10.2)	(74)代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(62)分割の表示	特願2014-163208(P2014-163208) )の分割	(74)代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
原出願日	平成26年8月8日(2014.8.8)	(72)発明者	佐藤 信彦 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
(65)公開番号	特開2020-10062(P2020-10062A)	審査官	田邊 顕人
(43)公開日	令和2年1月16日(2020.1.16)		
審査請求日	令和1年10月17日(2019.10.17)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光電変換装置、及び撮像システム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

半導体基板を有する光電変換装置において、  
前記半導体基板の上に配された第1電極と、前記第1電極の上に配された第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間に配された光電変換膜と、を有する光電変換部と、  
前記半導体基板と前記第1電極との間に配された第1配線層と、  
前記第1配線層と前記第1電極との間に配された第2配線層と、  
前記第2電極と電氣的に接続する導電体パターンと、  
前記第1電極と前記光電変換膜との間に配され、前記第1電極を露出する開口と前記導電体パターンを露出する開口を有する第2の絶縁膜と、  
外部との電氣的接続を取るパッドと、を有し、  
前記光電変換装置は、  
前記第2配線層と前記第1電極との間に配された、シリコン窒化膜またはシリコン炭化膜である第1膜と、  
前記第2電極の上に配され、前記第2の絶縁膜の側面を覆い、無機材料からなる第1の絶縁膜と、を有し、  
前記第1膜と前記第1の絶縁膜とで、前記光電変換膜が囲まれており、  
前記第1膜は、前記導電体パターンと前記第2配線層との間に配されていることを特徴とする光電変換装置。

## 【請求項2】

前記光電変換装置は、前記第 1 電極を含む第 1 電極層を有し、  
前記パッドは、前記第 1 電極層に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換装置。

【請求項 3】

前記パッドは、前記第 2 配線層に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換装置。

【請求項 4】

前記光電変換装置は、複数の画素が配された第 1 領域を有し、  
前記複数の画素のそれぞれは、少なくとも 1 つの前記第 1 電極を含み、  
前記パッドは、前記第 1 領域の外のパッド部に位置することを特徴とする請求項 1 乃至 3  
のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

10

【請求項 5】

前記光電変換膜は、前記第 1 領域に渡って延在し、  
前記光電変換膜は、前記パッド部に位置しないことを特徴とする請求項 4 に記載の光電変換装置。

【請求項 6】

前記光電変換装置は、複数の画素が配された第 1 領域を有し、  
前記複数の画素のそれぞれは、少なくとも 1 つの前記第 1 電極を含み、  
前記パッドは、前記第 1 領域の外のパッド部に位置し、  
前記導電体パターンは、前記第 1 領域と前記パッド部との間の第 2 領域に位置することを  
特徴とする請求項 1 に記載の光電変換装置。

20

【請求項 7】

前記第 1 膜は、前記第 1 領域と、前記第 2 領域と、前記パッド部に渡って配されていることを特徴とする請求項 6 に記載の光電変換装置。

【請求項 8】

前記半導体基板の表面に平行な第 2 方向において、前記第 1 膜の幅は、前記光電変換膜の幅よりも大きいことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 9】

前記第 2 電極は、前記光電変換膜の側面を覆うことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

30

【請求項 10】

前記第 1 膜は、前記パッドの下面と接していることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 11】

前記第 1 配線層と前記半導体基板との間に配された、シリコン酸化膜である第 2 膜を有し、  
前記第 1 膜はシリコン窒化膜であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 12】

前記第 1 膜は、前記第 2 膜よりも単位体積当たりの密度が高いことを特徴とする請求項 1 乃至 11 に記載の光電変換装置。

40

【請求項 13】

前記第 2 電極は、ITO や IZO を主成分とする導電体のいずれかであることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 14】

前記光電変換膜は有機材料からなることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 15】

前記光電変換装置は、前記第 2 電極の上に配されたカラーフィルタ層を有し、前記カラーフィルタ層は、黒色のカラーフィルタを有することを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

50

## 【請求項 1 6】

前記第 2 膜は、水素供給膜として機能し、  
前記第 1 膜は、水素阻止膜として機能することを特徴とする請求項 1 1 に記載の光電変換装置。

## 【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置と、  
前記光電変換装置からの信号を処理する信号処理部と、を有する撮像システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光電変換装置、撮像システム、及び光電変換装置の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

回路が設けられた半導体基板の上に設けられた光電変換膜を有する光電変換装置が知られている。特許文献 1 には、光電変換膜として有機光電変換膜を用いた固体撮像素子が開示されている。

## 【0003】

また、特許文献 2 には、シリコン半導体基板の内部に光電変換素子を有する光電変換装置において、半導体基板のダングリングボンドを低減する方法が開示されている。特許文献 2 には、配線等を形成した後に、熱処理を行うことで、シリコン酸化膜から水素を拡散させて、ダングリングボンドを終端させている。半導体基板のダングリングボンドを低減することで、光電変換装置のノイズが低減される。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【文献】特開 2014 - 067948

特開 2009 - 295799

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

特許文献 1 のような光電変換膜を用いた光電変換装置において、ノイズを低減するために特許文献 2 に記載の熱処理を行うと、有機光電変換膜が変質してしまう可能性がある。その他の材料からなる光電変換膜でも、高い温度の熱処理によって、光電変換膜が変質してしまう可能性がある。

## 【0006】

よって、本発明では、光電変換膜の特性を維持しつつ、ノイズが低減された光電変換装置、及びその製造方法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】

## 【0007】

本発明の光電変換装置の製造方法の一例は、MOSトランジスタが設けられた半導体基板を準備する第 1 工程と、前記半導体基板の上に、複数の層間絶縁膜を形成する第 2 工程と、前記半導体基板の上に、光電変換部を形成する第 3 工程と、を有し、前記第 2 工程は、水素を含有した第 1 膜を形成する工程を有し、前記第 3 工程は、第 1 電極を形成する工程と、光電変換膜を形成する工程と、第 2 電極を形成する工程とを有し、前記第 1 膜を形成する工程と前記光電変換膜を形成する工程との間に、熱処理を行う工程を有する。

## 【0008】

また、本発明の光電変換装置の一例は、半導体基板を有する光電変換装置において、前記半導体基板の上に配された複数の層間絶縁膜と、前記半導体基板の上に配された第 1 電極と、前記第 1 電極の上に配された光電変換膜と、前記光電変換膜の上に配された第 2 電極とを有する光電変換部と、前記半導体基板に配された MOS トランジスタを含む読み出し

10

20

30

40

50

回路部と、を有し、前記第 1 電極は、前記 MOS トランジスタと電氣的に接続し、前記複数の層間絶縁膜は、前記第 1 電極と前記半導体基板との間に配された、水素を含有する第 1 膜を含む。

【発明の効果】

【0009】

本発明によって、光電変換膜の特性を維持しつつ、ノイズが低減された光電変換装置、及びその製造方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】第 1 の実施形態を説明するための光電変換装置の断面模式図。

10

【図 2】第 2 の実施形態を説明するための光電変換装置の断面模式図。

【図 3】第 3 の実施形態を説明するための光電変換装置の断面模式図。

【図 4】第 4 の実施形態を説明するための光電変換装置の断面模式図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(第 1 実施形態)

第 1 実施形態について図 1 を用いて説明する。図 1 では、同一層の部材については同一の符号を付している。なお、本明細書で図示または記載されない部分に関しては、当該技術分野の周知または公知技術を適用する。

【0012】

20

図 1 は、本実施形態を説明するための光電変換装置の断面模式図である。光電変換装置は、複数の画素が 2 次元アレイ状に配列されている。ここでは、4 つの画素 161 ~ 164 を示している。各画素 161 ~ 164 は、少なくとも 1 つの光電変換部と、光電変換部にて生じた信号を読み出すための読み出し回路を含む。画素 161 ~ 164 のうち、画素 164 は、黒のカラーフィルタ 132 が設けられたオプティカルブラック画素 (OPB 画素) である。OPB 画素にて得られた信号は基準信号として利用される。読み出し回路は、例えば、光電変換部と電氣的に接続した転送トランジスタや、光電変換部と電氣的に接続したゲート電極を有する増幅トランジスタや、光電変換部をリセットするためのリセットトランジスタを含む。光電変換装置は、画素の他に、周辺回路部 165 と、パッド部 166 などを有する。パッド部 166 は、外部との電氣的接続を取る部分であり、導電体からなるパッドが露出する部分である。周辺回路部 165 は、画素の動作の制御や読み出された信号の処理を行う部分であり、増幅回路、水平走査回路、垂直走査回路等の処理回路を含む。ここでは、周辺回路部 165 として、画素の電極に電圧を供給する回路の一部が示されている。

30

【0013】

図 1 の各構成について、説明する。まず、半導体基板 101 に、画素 161 ~ 164、周辺回路部 165、パッド部 166 にある MOS トランジスタ等の素子が設けられている。画素 161 ~ 164 には、MOS トランジスタのソース・ドレイン 102、ゲート 103 が設けられ、周辺回路部 165 には半導体領域 104 が設けられ、パッド部 166 には半導体領域 105 が設けられている。ここで、半導体基板 101 は表面 106 を有する。表面 106 に対して垂直な方向であって、基板内部に向かう方向を下方向とし、その反対方向を上方向とする。また、表面 106 を基準とした場合、上方向の距離は高さとも言う。また、ソース・ドレイン 102 は、ソース及びドレインのいずれか一方をさす場合も含む。

40

【0014】

半導体基板 101 の表面 106 の上には、ゲート絶縁膜 107 が設けられ、更に、複数の層間絶縁膜 108 ~ 114 と、複数の配線層 116、118、120、122 が設けられている。各配線層 116、118、120、122 を電氣的に接続させるため、コンタクト層 115 やビア層 117、119、121、123 は、タンゲステンを主成分とする導電体によってプラグが構成されており、チタン等のバリアメタルを有していてもよい。各配線層 116、118、120、122 と接続されている。複数の層間絶縁膜 108 ~ 1

50

14と、複数の配線層116、118、120、122の上には、第1電極層124と、分離膜125と、光電変換膜126と、第2電極層127が設けられている。第2電極層127の上には、平坦化膜128と、カラーフィルタ層が設けられている。ここで、各配線層116、118、120、122は複数の配線パターンを含む。各コンタクト層は複数のコンタクトプラグを、各ビア層は複数のビアプラグを含む。各第1電極層124は、複数の第1電極を含む。分離膜125は複数の分離部を含む。カラーフィルタ層は、例えば青色のカラーフィルタ129と、緑色のカラーフィルタ130と、赤色のカラーフィルタ131と、黒色のカラーフィルタ132を含む。黒色のカラーフィルタは遮光部材として機能する。以降の説明において、各層の含むパターンなどに対しても各層と同一の符号を付して説明する。

10

#### 【0015】

1つの光電変換部は、半導体基板101の上であって、複数の層間絶縁膜108~114と複数の配線層116、118、120、122の上に設けられており、第1電極124と、光電変換膜126と、第2電極127を含む。ここで、光電変換膜126と第2電極127は、複数の画素にまたがって設けられているが、各画素で分離されていてもよい。

#### 【0016】

このような光電変換装置において、複数の層間絶縁膜108~114は、水素を含有する第1膜110を、第1電極124と半導体基板101との間に有する。水素を含有する膜とは、例えば、シリコン酸化膜や、シリコン酸窒化膜や、シリコン窒化膜である。シリコン酸化膜としては、TEOS(Tetraethyl orthosilicate)や、BPSG(Boron Phosphorus Silicate Glass)や、USG(Un-doped Silicate Glass)等も含む。シリコン酸窒化膜は、シリコンと酸素と窒素を含む膜とも言える。半導体基板101に近い位置に水素を含有する第1膜110が配されることで、半導体基板101の表面106におけるダングリングボンドを水素によって終端することができる。よって、ダングリングボンドに起因するノイズを低減することが可能となる。

20

#### 【0017】

更に、複数の層間絶縁膜108~114は、水素の移動を抑制する機能を有する第2膜114を、第1膜110と第1電極124との間に有する。水素の移動を抑制する機能を有する膜とは、例えば、シリコン窒化膜(シリコンと窒素を含む膜)やシリコン炭化膜(シリコンと炭素を含む膜)などの緻密な膜である。つまり、第2膜114は、第1膜110よりも単位体積当たりの密度が高い膜である、あるいは第1膜110よりも水素透過率が低い膜であればよい。第2膜114が第1膜110の上に設けられていることで、第1膜110から拡散する水素が半導体基板101と反対側に拡散することを低減することが可能となる。よって、半導体基板101への水素の拡散量が増大し、よりノイズを低減することが可能となる。

30

#### 【0018】

次に、各構成について詳述する。半導体基板101は、例えば、シリコンからなる半導体基板である。ゲート103は、例えば、ポリシリコンからなる。ゲート絶縁膜は、シリコン酸化膜やシリコン酸窒化膜などである。複数の層間絶縁膜108~114は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等の無機材料、及びSiLK等の有機材料を用いることができる。複数の配線層116、118、120、122は、アルミニウムや銅を主成分とする導電体からなる。コンタクト層115やビア層117、119、121、123は、本実施形態では、配線層122はパッド部166のパッドを含むため、アルミニウムを主成分とする導電体からなる。第1電極124は、下部電極とも称し、アルミニウムや銅を主成分とする導電体からなる。第1電極124は、複数の配線層116、118、120、122を介して、読み出し回路のMOSトランジスタのソース・ドレイン102に電氣的に接続される。第2電極127は、上部電極とも称し、第1電極よりも光入射面側に位置する。第2電極127は、透明導電材料からなることが望ましく、例えば、ITO(Indium Tin Oxide)や、IZO(Indium Zinc Oxide)を主成分

40

50

とする導電体からなる。第2電極127は、第1電極層124にある導電体を介して、配線層122に電氣的に接続され、周辺回路部165に設けられた素子と電氣的に接続する。光電変換膜126は、無機材料あるいは有機材料からなる光電変換可能な材料からなる。光電変換膜126として、例えば、無機材料の場合には、アモルファスシリコン層、アモルファスセレン層、量子ドット層、化合物半導体層等を適宜選択できる。光電変換膜220の材料として、有機材料を用いることができる。有機材料の例としては、金属錯体色素、シアニン系色素等の色素等である。その他には、アクリジン、クマリン、トリフェニルメタン、フラレーン、アルミニウムキノリン、ポリパラフェニレンビニレン、ポリフルオレン、ポリビニルカルバゾール、ポリチオール、ポリピロール、ポリチオフエンなどの誘導体を用いることができる。また、その他の光電変換膜126の例として、量子ドット層を用いることができる。例えば、量子ドット層は、AlGaAsあるいはGaAsのバッファ材と、InAsあるいはInGaAsの量子ドットからなる。また、量子ドット層は、有機材料からなるバッファ材に、光電変換材料が分散された層であってもよい。分離膜125は、シリコン酸化膜などの絶縁体を用いることができる。平坦化膜128の材料として、無機材料あるいは有機材料を用いることができ、例えば、シリコン窒化膜、シリコン炭化膜、アクリル樹脂などを用いることができる。

10

#### 【0019】

次に、本実施形態の光電変換装置の製造方法について、説明する。以下の製造方法において、一般の半導体プロセスにて形成可能である部分については、説明を省略する。

#### 【0020】

まず、MOSトランジスタ(102、103、107)等の半導体素子が形成された半導体基板を準備する。そして、半導体基板の上に、複数の層間絶縁膜108~114と、複数の配線層116、118、120、122と、コンタクト層115と、複数のビア層117、119、121とを形成する。

20

#### 【0021】

ここで、水素を拡散させるための熱処理を行う(熱処理工程)。熱処理は、水素雰囲気、窒素雰囲気、あるいは不活性ガス雰囲気で、250~450の間で行われる。特に、水素雰囲気が好ましい。

#### 【0022】

第2膜114が形成された後、且つ、熱処理工程の後に、ビア層123を形成する。ビア層123を形成した後、第1電極層124と、分離膜125と、光電変換膜126と、第2電極層127をこの順に形成する。ここで、分離膜125は、例えば、シリコン酸化膜を形成した後、各第1電極124の一部を露出する開口を形成する。光電変換膜126は、第1電極124が露出した部分を覆って、形成される。第2電極層127は画素161~164において光電変換膜126を覆い、周辺回路部165において第1電極層124の1つのパターンに接続されるように形成される。

30

#### 【0023】

その後、平坦化膜128が形成され、カラーフィルタ129~132が形成される。そして、カラーフィルタ129~132の上に、平坦化膜(不図示)やマイクロレンズ(不図示)を形成してもよい。そして、平坦化膜128に開口133を形成し、パッドを形成することで、光電変換装置が完成する。

40

#### 【0024】

ここで、複数の層間絶縁膜108~114の製造方法について詳述する。複数の層間絶縁膜108~114のうち、第1膜110と第2膜114以外の膜として、シリコン酸化膜が形成される。このシリコン酸化膜は、例えば、プラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)法や高密度プラズマCVD(HDP-CVD)法によって、形成される。そして、第1膜110は、プラズマCVD法や熱CVD法によって形成され、原料ガスに水素を添加して形成される。第1膜110を形成する時の温度(成膜温度)は、450以下、より好ましくは400以下である。第2膜114は、誘導結合(ICP)型HDP-CVD法や熱CVD法によって、シリコン窒化膜が形成される。

50

原料ガスには、 $\text{SiH}_4$ と、 $\text{O}_2$ を含む。場合によって、キャリアガスとして $\text{Ar}$ を添加する。または、原料ガスとして、テトラエトキシシラン( $\text{TEOS}$ 、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ )と $\text{O}_2$ を用いてもよい。第2膜114を形成する時の温度(成膜温度)は、450以下、より好ましくは400以下である。ここで、第1膜110を形成する時の温度を $T_1$ 、第2膜114を形成する時の温度を $T_2$ とすると、 $T_1 < T_2$ であることが望ましい。第1膜110より第2膜114の密度を高めるためである。また、第1膜110を形成する時のCVD装置のチャンバーの圧力は、第2膜114を形成する時のCVD装置のチャンバーの圧力よりも低い。また、第1膜110、及び第2膜114を形成する時の温度は、熱処理工程の温度以下であることが望ましい。熱処理工程の温度を $T_3$ とすると、 $T_1 < T_3$ 、且つ、 $T_2 < T_3$ である。よって、望ましくは、 $T_1 < T_2 < T_3$ である。

10

#### 【0025】

このような条件によって、第1膜110と第2膜114を形成した後、熱処理工程を行う。熱処理工程は、少なくとも光電変換膜126を形成する工程の前に行う。このような工程によって、光電変換膜126の特性変化を抑制することができる。

#### 【0026】

本実施形態では、第2膜114を形成した後、且つ第1電極層124を形成する前に熱処理工程を行う場合を説明した。しかし、第1電極層124を形成した後に、熱処理工程を行ってもよい。製造過程にて生じる半導体基板のダメージを低減するためにも、出来る限り、製造工程の終わりに近い工程に熱処理工程を行うことが望ましい。また、第2電極層127を形成する前に、熱処理工程を行うことで、第2電極層127の抵抗値の変化を抑制

20

#### 【0027】

本実施形態では、シリコン窒化膜からなる平坦化膜128と第2膜114とで光電変換膜126を囲んでいる。このような構成によって、光電変換膜126への水やイオンの侵入を低減することが可能となる。

#### 【0028】

##### (第2実施形態)

第2実施形態について、図2を用いて説明する。第2実施形態は、第1実施形態と第1電極124と光電変換膜126との間に、絶縁膜201を設けた点異なる。本実施形態において、第1実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、説明を省略する。

30

#### 【0029】

本実施形態では、光電変換部は、第1電極124と、絶縁膜201と、光電変換膜126と、第2電極127とを有する。本実施形態の光電変換部の構造は、MIS型構造とも称する。絶縁膜201は、第1電極124を覆って、分離部125の上に位置する。この絶縁膜201は、少なくとも第1電極124と光電変換膜126との間にあればよく、分離部125の下に設けられていてもよい。このような構成においても、第1実施形態と同様に、光電変換装置のノイズを低減することが可能となる。

#### 【0030】

##### (第3実施形態)

第3実施形態について、図3を用いて説明する。第3実施形態は、第1実施形態とパッド部166の構成異なる。本実施形態において、第1の実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、説明を省略する。

40

#### 【0031】

本実施形態では、パッド部166において、開口133によって露出するパッドが配線層122にある配線パターンではなく、第1電極層124にあるパターン302を用いている点異なる。パターン302は、ビア層123のビアプラグ301を介して配線層122の配線パターンに接続される。このような構成においても、第1実施形態と同様に、光電変換装置のノイズを低減することが可能となる。

#### 【0032】

##### (第4実施形態)

50

第4実施形態について、図4を用いて説明する。第4実施形態は、第1実施形態と分離膜125を設けていない点が異なる。本実施形態において、第1の実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0033】

本実施形態では、分離膜125が設けられていないため、第1電極層401の膜厚を第1実施形態の第1電極層124の膜厚よりも薄く（上面と下面の距離が短く）している。このような構成によって、分離膜125が設けられていなくても、第1電極401間のリークを低減することができる。そして、分離膜125が設けられていないため、光電変換膜402が平坦な上面を有し、第2電極層403も平坦な上面を有する。光電変換膜402が平坦な上面を有するため、第2電極層403の膜厚を薄く形成することができる。光電変換膜402が凹凸のある上面があると、第2電極層403の膜厚が薄い場合には、断線が生じ得る。このような構成によって、平坦化膜404の膜厚も薄くすることが可能となる。

10

【0034】

以下、上記の各実施形態に係る光電変換装置の応用例として、該光電変換装置が組み込まれた撮像システムについて例示的に説明する。撮像システム概念には、撮影を主目的とするカメラなどの装置のみならず、撮影機能を補助的に備える装置（例えば、パーソナルコンピュータ、携帯端末）も含まれる。撮像システムは、上記の実施形態として例示された本発明に係る光電変換装置と、該光電変換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。該信号処理部は、例えば、A/D変換器、および、該A/D変換器から出力されるデジタルデータを処理するプロセッサを含みうる。

20

【0035】

各実施形態は、発明の一つの実施形態であって、これに限定されるものではない。例えば、各実施形態において、カラーフィルタ層の上にマイクロレンズ層を設けていてもよい。少なくとも1つの電極と光電変換膜との間に、電極から光電変換膜へ電荷が注入されるのを抑制する電荷ブロッキング層などの機能層を設けてもよい。また、層間絶縁膜、絶縁膜、電極層等は単層でも多層でもよく、各層が異なる材料からなってもよい。その他、各実施形態は、適宜変更、組み合わせが可能である。また、各実施形態は公知の半導体製造技術によって製造可能である。

【符号の説明】

30

【0036】

161～164 画素

101 半導体基板

102 MOSトランジスタのソース・ドレイン

103 MOSトランジスタのゲート

124 第1電極層

126 光電変換膜

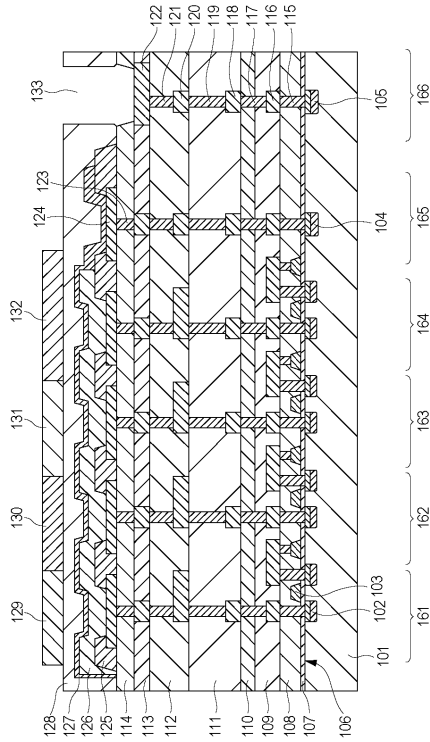
127 第2電極層

110 第1膜

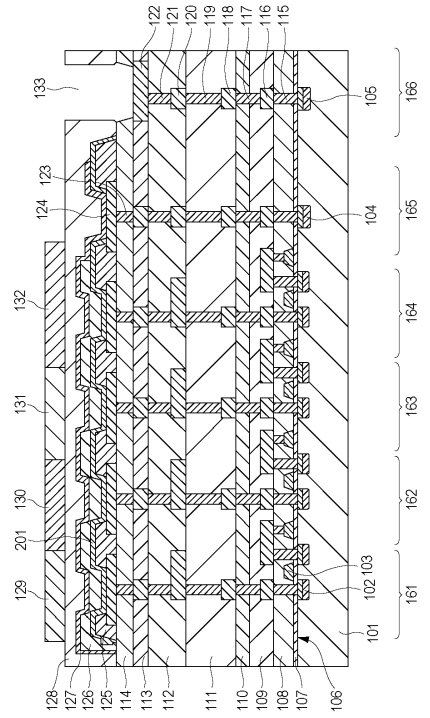
114 第2膜

40

【図面】  
【図 1】



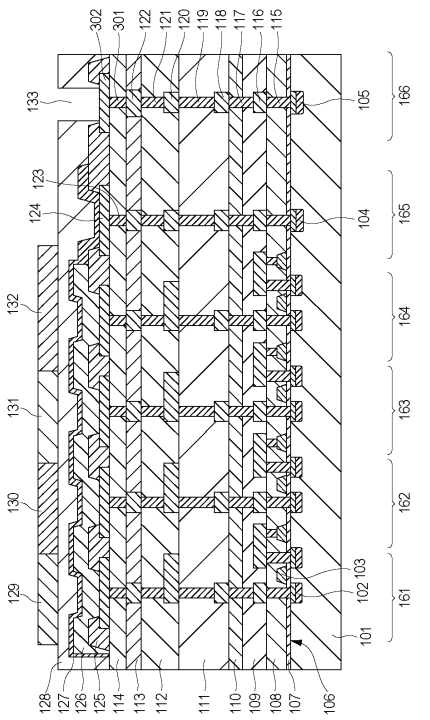
【図 2】



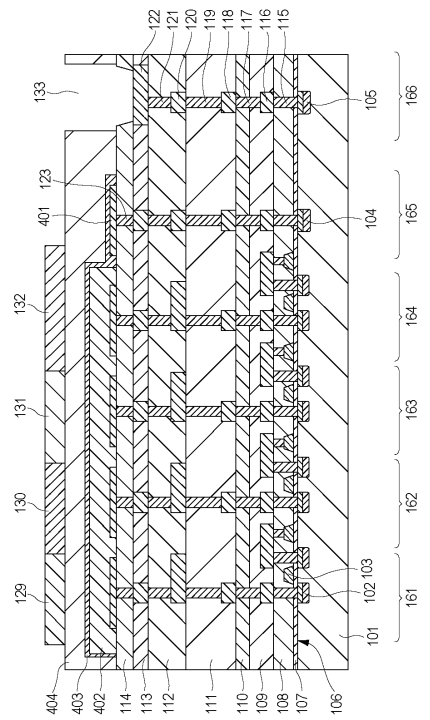
10

20

【図 3】



【図 4】



30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-063808(JP,A)  
特開2014-067768(JP,A)  
国際公開第2012/117670(WO,A1)  
国際公開第2012/004923(WO,A1)  
特開2006-340064(JP,A)  
特開2011-243945(JP,A)  
特開2011-244010(JP,A)  
特開2009-295799(JP,A)  
国際公開第2014/103150(WO,A1)  
特開2006-332124(JP,A)  
特開2003-282855(JP,A)  
特開昭60-000171(JP,A)  
特開昭61-292960(JP,A)  
特開2007-035993(JP,A)  
特開2012-069803(JP,A)  
特開2013-164941(JP,A)  
特開平02-230768(JP,A)  
特開2000-252451(JP,A)  
特開2008-263119(JP,A)  
特開2012-114160(JP,A)  
特開平05-167056(JP,A)  
特開平08-204164(JP,A)  
特開2013-093353(JP,A)  
特開2009-010075(JP,A)  
特開2008-256677(JP,A)  
特開2007-059516(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01L 27/146  
H01L 51/42