

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6650898号  
(P6650898)

(45) 発行日 令和2年2月19日 (2020.2.19)

(24) 登録日 令和2年1月23日 (2020.1.23)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 27/146 (2006.01)

H O 1 L 27/146

D

H O 1 L 21/3205 (2006.01)

H O 1 L 21/88

S

H O 1 L 21/768 (2006.01)

H O 1 L 23/522 (2006.01)

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2017-37713 (P2017-37713)  
 (22) 出願日 平成29年2月28日 (2017.2.28)  
 (65) 公開番号 特開2018-142681 (P2018-142681A)  
 (43) 公開日 平成30年9月13日 (2018.9.13)  
 審査請求日 平成30年9月13日 (2018.9.13)

(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 河野 章宏  
 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 中川 善之  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電変換装置、電子機器および輸送機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主面に沿って複数の光電変換部が配列された光電変換エリアを有する基板と、  
 前記光電変換エリアの上に配され、前記基板の側の内面および前記基板の側とは反対側  
 の外面を有する膜と、

前記膜と前記光電変換エリアとの間に配され、前記基板の側に位置する下面、前記基板  
 の側とは反対側に位置する上面、および、前記下面と前記上面とを結ぶ側面を有し、遮光  
 体からなる第1部材と、

少なくとも前記膜と前記上面との間に配された第2部材と、

前記膜の上に配されたカラーフィルターと、  
 を備える光電変換装置であって、

前記主面から前記上面までの距離は、前記主面から前記カラーフィルターまでの距離は  
 よりも小さく、

前記膜は、前記基板の主面に対する法線方向において前記光電変換部の少なくとも一部  
 に重なる第1部分と、前記法線方向において前記上面に重なる第2部分と、前記第1部分  
 と前記第2部分との間に位置する第3部分と、を含み、

前記主面から前記第1部分の前記内面までの距離は、前記主面から前記下面までの距離  
よりも大きく、かつ、前記主面から前記上面までの距離よりも小さく、

前記主面から前記第1部分の前記外面までの距離は前記主面から前記第2部分の前記外  
 面までの距離よりも小さく、前記第3部分の前記外面は前記上面に対して傾斜しており、

10

20

前記第 2 部材の前記膜の側の表面は、前記法線方向における前記膜と前記上面との間に、前記上面に対して傾斜しており、

前記第 2 部材は、前記法線方向において前記膜と前記上面との間に位置する第 4 部分と、前記側面と前記第 3 部分との間に位置する第 5 部分と、前記第 1 部分と前記光電変換部との間に位置する第 6 部分と、を有し、

前記主面から前記第 6 部分までの距離は前記主面から前記下面までの距離よりも小さく

、  
（ A ）前記第 2 部材は前記膜よりも低い屈折率を有すること、  
（ B ）前記膜および前記第 2 部材はシリコン化合物であって、前記第 2 部材は前記膜よりも低い窒素濃度および / または高い酸素濃度を有すること、  
の少なくともいずれかを満たすことを特徴とする光電変換装置。

【請求項 2】

主面に沿って複数の光電変換部が配列された光電変換エリアを有する基板と、  
前記光電変換エリアの上に配され、前記基板の側の内面および前記基板の側とは反対側の外面を有する膜と、

前記膜と前記光電変換エリアとの間に配され、前記基板の側に位置する下面、前記基板の側とは反対側に位置する上面、および、前記下面と前記上面とを結ぶ側面を有し、遮光体からなる第 1 部材と、

少なくとも前記膜と前記上面との間に配された第 2 部材と、を備える光電変換装置であって、

前記膜は、前記基板の主面に対する法線方向において前記光電変換部の少なくとも一部に重なる第 1 部分と、前記法線方向において前記上面に重なる第 2 部分と、前記第 1 部分と前記第 2 部分との間に位置する第 3 部分と、を含み、

前記主面から前記第 1 部分の前記内面までの距離は、前記主面から前記下面までの距離よりも大きく、かつ、前記主面から前記上面までの距離よりも小さく、

前記主面から前記第 1 部分の前記外面までの距離は前記主面から前記第 2 部分の前記外面までの距離よりも小さく、前記第 3 部分の前記外面は前記上面に対して傾斜しており、

前記第 2 部材は、前記法線方向において前記膜と前記上面との間に位置する第 4 部分と、前記側面と前記第 3 部分との間に位置する第 5 部分と、前記第 1 部分と前記光電変換部との間に位置する第 6 部分と、を有し、

前記法線方向における前記第 4 部分の厚さは、前記側面から前記第 3 部分の前記内面までの距離の 2 倍よりも大きく、

（ A ）前記第 2 部材は前記膜よりも低い屈折率を有すること、  
（ B ）前記膜および前記第 2 部材はシリコン化合物であって、前記第 2 部材は前記膜よりも低い窒素濃度および / または高い酸素濃度を有すること、  
の少なくともいずれかを満たすことを特徴とする光電変換装置。

【請求項 3】

前記第 2 部材の前記膜の側の表面は、前記法線方向における前記膜と前記上面との間に、前記上面に対して傾斜している、請求項 2 に記載の光電変換装置。

【請求項 4】

前記主面から前記第 6 部分までの距離は前記主面から前記下面までの距離よりも小さい、請求項 2 または 3 に記載の光電変換装置。

【請求項 5】

前記主面から前記第 1 部分の前記外面までの距離は前記主面から前記第 2 部分の前記内面までの距離よりも小さい、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 6】

前記主面から前記第 1 部分の前記外面までの距離と前記主面から前記上面までの距離との差は、前記下面から前記上面までの距離の半分よりも小さい、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 7】

前記法線方向における前記第 2 部分の厚さは、前記法線方向における前記第 1 部材の厚さよりも小さい、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 8】

前記上面から前記第 2 部分の前記外面までの距離は、前記法線方向における前記第 1 部材の厚さよりも小さい、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】

前記法線方向における前記第 4 部分の厚さは前記上面の幅の  $1/4$  以上である、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 10】

前記法線方向における前記第 4 部分の厚さは、前記法線方向における前記第 2 部分の厚さよりも小さい、請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。 10

【請求項 11】

前記法線方向における前記第 4 部分の厚さおよび前記法線方向における前記第 6 部分の厚さは、前記側面に垂直な方向における前記第 5 部分の厚さよりも大きく、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】

前記側面に垂直な方向における前記第 5 部分の厚さは、前記法線方向における前記第 6 部分の厚さの半分未満である、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 13】

前記外面は、前記法線方向において前記第 1 部材に重なる位置において前記上面に対して傾斜している、請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。 20

【請求項 14】

前記上面はチタンまたはチタン化合物で構成されており、前記側面はアルミニウムで構成されている、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】

前記膜は、第 1 層と、前記第 1 層よりも厚い第 2 層とを有する複層膜であり、前記第 1 層が前記内面を構成する、請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 16】

前記第 1 層および前記第 2 層はシリコン化合物であって、前記第 2 層は前記第 1 層よりも高い窒素濃度を有する、請求項 15 に記載の光電変換装置。 30

【請求項 17】

前記膜は、前記第 2 層よりも薄い第 3 層を有する複層膜であり、前記第 3 層が前記外面を構成する、請求項 15 または 16 に記載の光電変換装置。

【請求項 18】

前記膜および前記第 2 部材はシリコン化合物であって、前記第 2 部材は前記膜よりも高いアルゴン濃度を有する、請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 19】

請求項 1 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置を備える機器であって、

前記光電変換装置に結像する光学系、前記光電変換装置を制御する制御装置、前記光電変換装置から出力された信号を処理する処理装置、前記光電変換装置で得られた情報を表示する表示装置、および、前記光電変換装置で得られた情報を記憶する記憶装置の少なくともいずれかと、をさらに備えることを特徴とする電子機器。 40

【請求項 20】

請求項 1 乃至 19 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置を備える機器であって、機械装置と、

前記光電変換装置で得られた情報に基づいて前記機械装置を操作するための処理を行う処理装置と、をさらに備えることを特徴とする機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

C M O S イメージセンサなどの光電変換装置では、遮光部材の上に、パッシベーション膜としての誘電体膜が形成される。

【0003】

特許文献1には、層間絶縁膜とパッシベーション膜であるS i N膜の間に、その中間の屈折率を有するS i O N膜を設けた固体撮像装置が開示されている。

【0004】

特許文献2には、最上層の配線を含む層間絶縁膜の上から、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜の2層膜から成るパッシベーション膜を形成した固体撮像素子が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-156611号公報

【特許文献2】特開2006-294773号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の技術では、配線での光の反射により、光利用効率の低下や迷光の発生などが生じ、優れた光学的特性を得られないという課題がある。そこで本発明は、優れた光学的特性を有する光電変換装置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】

【0007】

上記課題を解決するための手段は、主面に沿って複数の光電変換部が配列された光電変換エリアを有する基板と、前記光電変換エリアの上に配され、前記基板の側の内面および前記基板の側とは反対側の外面を有する膜と、前記膜と前記光電変換エリアとの間に配され、前記基板の側に位置する下面、前記基板の側とは反対側に位置する上面、および、前記下面と前記上面とを結ぶ側面を有し、遮光体からなる第1部材と、少なくとも前記膜と前記上面との間に配された第2部材と、を備える光電変換装置であって、前記膜は、前記基板の主面に対する法線方向において前記光電変換部の少なくとも一部に重なる第1部分と、前記法線方向において前記上面に重なる第2部分と、前記第1部分と前記第2部分との間に位置する第3部分と、を含み、前記主面から前記第1部分の前記内面までの距離は前記主面から前記上面までの距離よりも小さく、前記主面から前記第1部分の前記外面までの距離は前記主面から前記第2部分の前記外面までの距離よりも小さく、前記第3部分の前記外面は前記上面に対して傾斜しており、前記第2部材の前記膜の側の表面は、前記法線方向における前記膜と前記上面との間にて、前記上面に対して傾斜しており、(A)前記第2部材は前記膜よりも低い屈折率を有すること、(B)前記膜および前記第2部材はシリコン化合物であって、前記第2部材は前記膜よりも低い窒素濃度および/または高い酸素濃度を有すること、の少なくともいずれかを満たすことを特徴とする。

30

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、優れた光学的特性を有する光電変換装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】光電変換装置の一例を示す断面模式図。

【図2】光電変換装置の一例を示す平面模式図。

【図3】光電変換装置の一例を示す断面模式図。

【図4】光電変換装置を備える機器の一例を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

50

## 【0010】

以下、図面を参照して、本発明を実施するための形態を説明する。なお、以下の説明および図面において、複数の図面に渡って共通の構成については共通の符号を付している。そのため、複数の図面を相互に参照して共通する構成を説明し、共通の符号を付した構成については適宜説明を省略する。

## 【0011】

図1は実施形態の一例としての表面照射型の光電変換装置APRの模式図である。光電変換装置APRは基板1を備える半導体装置である。光電変換装置APRは、基板1と、誘電体膜40と、遮光部材20と、誘電体部材30と、を備える。基板1は、主面101に沿って複数の光電変換部2が配列された光電変換エリアPXを有する。誘電体膜40は、光電変換エリアPXの上に配され、基板1の側の内面401および基板1の側とは反対側の外面402を有する。誘電体膜40は、シリコン化合物に代表される無機材料あるいは有機材料からなる誘電体からなり、絶縁体膜である。誘電体膜40は光電変換部2で受光可能のように、光透過性を有する光透過膜である。遮光部材20は、誘電体膜40と光電変換エリアとの間に配されている。遮光部材20は金属や金属化合物などの遮光体からなり、導電部材でもある。遮光部材20は、基板1の側に位置する下面201および基板1の側とは反対側に位置する上面202を有する。遮光部材20は光電変換部2の上方に開口が形成されるようなパターンを有している。そのため、遮光部材20は下面201と上面202とを結ぶ側面203を有する。側面203が遮光部材20の開口を画定する。誘電体部材30は、少なくとも誘電体膜40と遮光部材20との間に配されている。誘電体部材は、有機材料やシリコン化合物などの誘電体からなり、絶縁体部材である。誘電体部材30は、誘電体膜40側の表面302と、表面302に対して反対側(基板1側)の反対面301とを有する。誘電体部材30は誘電体膜40の内面401に沿っている。

## 【0012】

基板1の主面101は光電変換部2の受光面を含み、受光面に平行である。基板1が半導体基板である場合に、主面101は絶縁体と界面を成しうる。基板1の主面101が広がる面内方向X、Yを、座標軸のX方向およびY方向として説明し、主面101に対する法線方向Z(主面101に垂直な方向)を座標軸のZ方向として説明する。X方向とY方向とZ方向は互いに直交する。以下の説明において、基板1の主面101からの、膜や部材およびそれらの部分や面までの距離を説明する。主面101からの距離とは主面101を基準としたときの膜や部材およびそれらの部分や面の高さと言い換えることができる。なお、膜や部材およびそれらの部分の厚さとは、膜や部材およびそれらの部分の基板1の主面101に対する法線方向Zにおける寸法である。また、膜や部材およびそれらの部分や面の幅とは、膜や部材およびそれらの部分や面の基板1の主面101に対する面内方向X、Yにおける寸法である。

## 【0013】

遮光部材20の上に、誘電体部材30を介して、誘電体膜40が設けられた構成になっている。誘電体部材30は誘電体膜40と層間絶縁膜17との間にも設けられている。誘電体膜40の上には平坦化膜50と、カラーフィルター60と、平坦化膜70と、マイクロレンズ80とがこの順で設けられている。平坦化膜50、カラーフィルター60、平坦化膜70およびマイクロレンズ80は樹脂からなる。平坦化膜50は外面402に沿った非平坦面と、非平坦面とは反対側の平坦面を有する。平坦化膜50の平坦面は非平坦面よりも平坦であればよい。平坦化膜50の平坦面の上に複数の色のカラーフィルター60が配列されたカラーフィルタレイが配置される。誘電体膜40はこれらの樹脂部材からの汚染や樹脂部材を介した水分の侵入に対するパッシベーション膜として用いられる。マイクロレンズ80を介して入射した光は、誘電体膜40を介して基板1で受光される。

## 【0014】

本実施形態は、誘電体部材30と誘電体膜40との屈折率の違いによる光の挙動を利用して、光電変換装置APRの光学的特性を向上しようとするものである。誘電体部材30は誘電体膜40よりも低い屈折率を有することが好ましい。誘電体膜40および誘電体部

材 3 0 はシリコン化合物であることも好ましい。誘電体膜 4 0 および誘電体部材 3 0 がシリコン化合物である場合、誘電体部材 3 0 は誘電体膜 4 0 よりも低い窒素濃度を有することも好ましい。誘電体膜 4 0 および誘電体部材 3 0 がシリコン化合物である場合、誘電体部材 3 0 は誘電体膜 4 0 よりも高い酸素濃度を有することも好ましい。誘電体膜 4 0 および誘電体部材 3 0 がシリコン化合物である場合、誘電体部材 3 0 は誘電体膜 4 0 よりも高いアルゴン濃度を有することも好ましい。誘電体膜 4 0 および誘電体部材 3 0 がシリコン化合物であって、誘電体部材 3 0 は誘電体膜 4 0 よりも高い酸素濃度を有し、かつ、誘電体部材 3 0 は誘電体膜 4 0 よりも高い酸素濃度を有することも好ましい。シリコン化合物の屈折率は、窒素濃度が高いほど高くなり、酸素濃度および / またはアルゴン濃度が高いほど低くなる傾向にある。

10

#### 【 0 0 1 5 】

上述した窒素濃度、酸素濃度および / またはアルゴン濃度の関係を満たすシリコン化合物は、誘電体部材 3 0 と誘電体膜 4 0 の屈折率の関係を適切にするうえで好ましい材料の組合せとなる。なお、2つの材料中における特定の元素の濃度を比較する際に、濃度が低い方の材料には当該特定の元素は含まれていなくてもよい。つまり、特定の元素の濃度が低いということは、特定の元素の濃度がゼロであることを包含している。シリコン濃度、窒素濃度、酸素濃度およびアルゴン濃度は、SEM - EDX や TEM - EDX あるいは SIMS によって分析することができる。

#### 【 0 0 1 6 】

光電変換エリアにおける遮光部材 2 0 の近傍の構造について詳細に説明する。図 2 では、誘電体膜 4 0 を法線方向 Z に対して平面視した時の状態を平面図として示している。図 2 は、光電変換装置 A P R のうち、光電変換部 2 と遮光部材 2 0 を含むように、誘電体膜 4 0 を透過的に示した平面図である。図 2 ではハッチングの重なりによって、遮光部材 2 0 と誘電体膜 4 0 の各部分との位置関係を示している。2つの部材が法線方向 Z において重なることは、法線方向 Z に対する平面視において2つの部材が重なることと同じである。図 3 は、光電変換装置 A P R のうち、誘電体膜 4 0 と遮光部材 2 0 とを含む部分を拡大した断面図である。

20

#### 【 0 0 1 7 】

図 2 に示すように、誘電体膜 4 0 は、誘電体膜 4 0 が延在する方向において、第 1 部分 4 1 と、第 2 部分 4 2 と、第 3 部分 4 3 と、を含む。誘電体膜 4 0 が延在する方向は巨視的に見ると面内方向 X , Y に沿っており、例えば第 1 部分 4 1 および第 2 部分 4 2 は面内方向 X , Y に沿って延在するが、微視的に見ると第 3 部分 4 3 は法線方向 Z に延在する部分を有する。第 1 部分 4 1 は、基板 1 の主面 1 0 1 に対する法線方向 Z において光電変換部 2 の少なくとも一部に重なる。第 2 部分 4 2 は、法線方向 Z において遮光部材 2 0 の少なくとも一部に重なる。第 3 部分 4 3 は、第 1 部分 4 1 と第 2 部分 4 2 とを接続するように、第 1 部分 4 1 と第 2 部分 4 2 との間に位置する。図 2 からは、第 3 部分 4 3 が法線方向 Z に対する平面視において第 1 部分 4 1 と第 2 部分 4 2 との間に位置することが理解できよう。また、図 3 からは、法線方向 Z に対して傾斜した方向において第 3 部分 4 3 が第 1 部分 4 1 と第 2 部分 4 2 との間に位置することが理解できよう。誘電体膜 4 0 の内面 4 0 1 は誘電体膜 4 0 の各部分の内面によって構成される。すなわち、誘電体膜 4 0 の内面 4 0 1 は第 1 部分 4 1 の内面 4 1 1 と、第 2 部分 4 2 の内面 4 2 1 と、第 3 部分 4 3 の内面 4 3 1 とで構成される。同様に、誘電体膜 4 0 の外面 4 0 2 は第 1 部分 4 1 の外面 4 1 2 と、第 2 部分 4 2 の外面 4 2 2 と、第 3 部分 4 3 の外面 4 3 2 とで構成される。図 3 では外面 4 1 2 と外面 4 2 2 とを点線で示しており、外面 4 3 2 をハッチングで示している。

30

40

#### 【 0 0 1 8 】

第 1 部分 4 1 は光電変換部 2 の受光面を覆っている。そのため、第 1 部分 4 1 の内面 4 1 1 は光電変換部 2 の受光面に対向している。第 1 部分 4 1 は、法線方向 Z において光電変換部 2 の少なくとも一部に重なる。第 2 部分 4 2 は遮光部材 2 0 の上面 2 0 2 を覆っている。そのため、第 2 部分 4 2 の内面 4 2 1 は遮光部材 2 0 の上面 2 0 2 に対向してい

50

る。第3部分43は遮光部材20の側面203を覆っている。つまり、第3部分34の内面341は遮光部材20の側面203に対向している。

【0019】

主面101から第1部分41の内面411までの距離D411は主面101から上面202までの距離D202よりも小さいことが好ましい。また、主面101から第1部分41の外面412までの距離D412は主面101から第2部分42の外面422までの距離D422よりも小さいことが好ましい。このように、第1部分41を光電変換部2に近づけることにより、遮光部材20の上面202よりも上方の光を遮光部材20の上面202よりも下方へ導くことができる。そのため、遮光部材20の上面202での光の反射による迷光の発生を抑制できる。

10

【0020】

第3部分43の外面432は上面202に対して傾斜している。そのため、第1部分41の上方から第3部分43へ向かう光を、傾斜した外面432によって第1部分41へ反射させることができる。そのため、光利用効率の向上や迷光の低減を図ることができる。外面432の上面202に対する傾斜角は、外面432の接線と上面202とが成す角度であり、0°より大きく90°より小さい。すなわち、外面432の上面202に対する傾斜角は鋭角である。本例では外面432の傾斜角は0°から90°の間で連続的に変化している。第3部分43の外面402は、法線方向Zにおいて遮光部材20に重なる位置においても上面202に対して傾斜していることが、光学的特性向上の上で好ましい。

【0021】

20

誘電体部材30は法線方向Zにおいて誘電体膜40の内面201と上面202との間に位置する第4部分34を少なくとも有する。第4部分34は、上面202に対して傾斜した傾斜領域343を表面302に有している。表面302の傾斜領域343は、法線方向Zにおいて誘電体膜40と上面202との間に位置する。傾斜領域343は、第3部分43の外面402に対向している。2つの面同士が対向するとは、一方の面に対する法線が他方の面と交差し、一方の面が他方の面に対する法線と交差することを意味する。第4部分34の傾斜領域343は、誘電体膜40の内面401に沿っている。したがって、第3部分43の内面431は、第3部分43の外面402に対向し、上面202に対して傾斜している。

【0022】

30

傾斜領域343の上面202に対する傾斜角は、傾斜領域343の接線と上面202とが成す角度であり、0°より大きく90°より小さい。すなわち、傾斜領域343の上面202に対する傾斜角は鋭角である。本例では傾斜領域343の傾斜角は30°～60°であるが、0°から90°の間で連続的に変化していてもよい。

【0023】

光の入射角によっては外面432から第3部分43へ光が侵入し、上面202で反射して迷光になる可能性がある。本実施形態では、このように第3部分43へ入射した光を、第3部分43の内面431や誘電体部材30の傾斜領域343で反射させることで上面202での光の反射を抑制し、また、光利用効率を向上している。本例では、誘電体膜40と誘電体部材30とが互いに接触し、誘電体膜40と誘電体部材30とが界面を形成する。この界面は内面431と表面302の傾斜領域343とで形成される。ただし、本実施形態においては、誘電体膜40と誘電体部材30との間に別の層が配されていてもよい。同様に、遮光部材20と誘電体部材30との間に別の層が配されていてもよい。

40

【0024】

第2部分42の外面422は、上面202に沿って平坦になった平坦領域を有しうる。外面422は平坦領域を有さず傾斜領域のみによって構成されていてもよいが、外面422が平坦領域を有することは、第3部分43の外面432の上面202に対する傾斜角を大きくする上で有利である。第2部分42は、誘電体膜40のうち、上面202に重なる部分であって、外面402のうち主面101および/または上面202から最も離れた領域(頂)を構成する部分である。典型的には、本例のように第2部分42の外面422の

50

最も離れた領域が平坦領域を構成する。

【0025】

同様に、誘電体部材30の第4部分34の表面302は傾斜領域343に加えて、上面202に沿って平坦な平坦領域342を有することができる。平坦領域342の幅W42は上面202の幅W202よりも小さい。第4部分34の表面は平坦領域342を有せずに傾斜領域343のみで構成されていてもよいが、第4部分34が平坦領域342を有することは、傾斜領域343の上面202に対する傾斜角を大きくする上で有利である。

【0026】

主面101から第3部分43までの距離D43（距離D411と同等）は主面101から下面201までの距離D201よりも大きいこと（ $D43 > D201$ ）も好ましい。このようにすることで、第3部分43の基板1側に遮光部材20の側面203を延在させた形態が得られる。第3部分43から出射した光が遮光部材20で遮光され、また、遮光部材20の側面203で反射されるため、迷光を低減し、光利用効率を向上できる。

【0027】

主面101から第1部分41の外面412までの距離D412は、主面101から第2部分42の内面421までの距離D421よりも小さいこと（ $D412 < D421$ ）が好ましい。距離D412を小さくすることで外面432の傾斜角を大きくできるため、光利用効率を向上できる。主面101から第1部分41の外面412までの距離D412と主面101から上面202までの距離D202との差は、遮光部材20の厚さT20の半分よりも小さいこと（ $D412 - D202 < T20 / 2$ ）も好ましい。本例では、距離D202と距離D412の差はほぼゼロである。つまり、第1部分41の外面412は遮光部材20の上面202とは略同じ高さに位置している。このようにすることで傾斜した外面432を第3部分43における光の屈折を制御するのに好適な円弧形状にできる。

【0028】

第2部分42の法線方向Zにおける厚さT42は、遮光部材20の厚さT20よりも小さいことも好ましい。上面202から第2部分42の外面422までの距離D624は、遮光部材20の法線方向Zにおける厚さよりも小さいことも好ましい。上面202から第2部分42の外面422までの距離D624は第2部分42の厚さT42と第4部分34の厚さT34との和（ $D624 = T42 + T34$ ）におおむね相当する。第4部分34の厚さT34は上面202の幅W202の1/4以上である（ $T34 \geq W202 / 4$ ）ことも好ましい。第4部分34の法線方向Zにおける厚さT34は、第2部分42の法線方向Zにおける厚さT42よりも小さいことも好ましい。厚さT42や厚さT34をこのような関係にすることで、光学特性を向上する上で、第3部分43の高さや外面432、傾斜領域343の角度を適切にできる。また、誘電体部材30の第4部分34の厚さT34は適度に大きければ傾斜領域343が長くなり、光利用効率が向上しうる。しかし、第4部分34の厚さT34が極端に大きくなると、第2部分42や第3部分43の高さが高くなることで斜入射特性が低下する。よって、光利用効率と斜入射特性の両面から、上述した範囲を採用するのがよい。

【0029】

誘電体部材30は第4部分34の他に、法線方向Zに直交する面内方向Xにおいて遮光部材20の側面203と第3部分43との間に位置する第5部分35を有しうる。第5部分35の側面203に垂直な方向における第5部分35の厚さT25は、第4部分34の法線方向Zにおける厚さT34よりも小さいことも好ましい。法線方向Zにおける第4部分34の厚さT34は、側面203から第3部分43の内面431までの距離の2倍よりも大きいことが好ましい。誘電体膜40と誘電体部材30とが界面を成す場合、側面203から第3部分43の内面431までの距離は、厚さT25に相当する（ $T34 > T25 \times 2$ ）。誘電体部材30は、第4部分34の他に、第1部分41と光電変換部との間に位置する第6部分36を有しうる。なお、第6部分36は、誘電体部材30のうち、法線方向Zにおいて第3部分43と基板1との間に位置する部分も含んでおり、当該部分が第5部分35に接続している。側面203に垂直な方向における第5部分35の厚さT25は



、法線方向Zにおける第6部分36の厚さ $T_{36}$ よりも小さいことも好ましい。側面203に垂直な方向における第5部分35の厚さ $T_{25}$ は、法線方向Zにおける第6部分36の厚さ $T_{36}$ の半分未満であること( $T_{25} < T_{36} / 2$ )が好ましい。このように、第5部分35の厚さ $T_{25}$ を小さくすることで、第3部分43の幅が増大することを抑制できるため、光利用効率を向上できる。主面101から第6部分36までの距離は主面101から下面201までの距離よりも小さいことも好ましい。このようにすることで、第6部分36の厚さ $T_{36}$ を大きくしても、主面101から第1部分41の内面401までの距離 $D_{401}$ の増大を抑制し、迷光の発生を抑制できる。

#### 【0030】

光電変換装置APRのより詳細な構成を説明する。基板1には、フォトダイオードとして構成された光電変換部2、フローティングノードを構成する検出部4、増幅トランジスタやリセットトランジスタなどのソース/ドレイン領域7が配されている。光電変換部2は、光電変換部2の電荷蓄積領域が基板1の主面101(光電変換部2の受光面)から離れて基板1の中に配されている。これにより埋め込み型のフォトダイオードとなっている。光電変換部2が電子を信号電荷として出力する場合、n型の半導体領域である電荷蓄積領域と基板1の主面101との間にp型の半導体領域である表面分離領域とが設けられ、この表面分離領域が受光面を構成する。また、基板1には、STIやLOCOSなどの絶縁体からなる素子分離部3が配されている。基板1上にゲート絶縁膜6を介してゲート電極5が配されている。ゲート電極5は転送トランジスタとして機能する。ゲート電極5を覆うように絶縁膜8が設けられている。

#### 【0031】

ゲート電極5や絶縁膜8が基板1の主面101と界面を成す。絶縁膜8の上には層間絶縁膜9が設けられている。層間絶縁膜9を貫通してコンタクトプラグ10が設けられている。コンタクトプラグ10は、転送トランジスタのドレインである検出部4や、ソース/ドレイン領域7に接続されている。

#### 【0032】

基板1と誘電体膜40との間には、配線層、プラグおよび層間絶縁膜を含む多層配線構造が設けられている。層間絶縁膜9の上には、各々が複数のコンタクトプラグ10の各々に接続する複数の導電パターンを含む第1配線層12が設けられている。第1配線層12の上には層間絶縁膜11を介して第2配線層15が設けられている。第1配線層12と第2配線層15はビアプラグ13を介して相互に接続されている。同様に第2配線層15の上に層間絶縁膜14、ビアプラグ16、第3配線層18、層間絶縁膜17、ビアプラグ19、遮光部材20が設けられている。遮光部材20は配線層(第4配線層)としても機能する。

#### 【0033】

遮光部材20は、バリアメタル部210と、導電部220と、バリアメタル部230を有する。法線方向Zにおいて導電部220がバリアメタル部210とバリアメタル部230との間に位置する。バリアメタル部210が下面201を構成し、バリアメタル部230が上面202を構成し、導電部220が側面を構成する。バリアメタル部210は、チタン層あるいは窒化チタン層の単層膜であっても、チタン層と窒化チタン層の積層構造であっても良い。またバリアメタル部210の厚さは20~100nm、好ましくは20~70nm程度である。導電部220は、アルミニウム層あるいはアルミニウム合金層からなる。アルミニウム合金としてはアルミニウムと銅の合金(AlCu)やアルミニウムとシリコンの合金(AlSi)が典型的である。導電部220の厚さは遮光性能が満たせる以上が必要であるが、例えば300~1200nm程度である。バリアメタル部230は、窒化チタン層の単層構造であり、膜厚は10~60nm、好ましくは20~50nm程度である。バリアメタル部230は、バリアメタル部210と同様にチタン層と窒化チタン層の積層体であっても良い。バリアメタル部230はバリアメタル部210よりも薄くてもよい。バリアメタル部230の幅が上面202の幅 $W_{202}$ である。幅 $W_{202}$ は、画素間の遮光性能に必要な太さが必要であるが、例えば500~900nm程度である

。このように、遮光部材 20 の下面 201 および上面 202 はチタンまたはチタン化合物で構成されており、遮光部材 20 の側面 203 はアルミニウムで構成されている。上面 202 をチタンまたはチタン化合物で構成することにより、上面 202 をアルミニウムで構成する場合に比べて、上面 202 での光反射率を低減できるため、迷光を抑制することができる。

#### 【0034】

本例の誘電体膜 40 は複数の誘電体層が積層された複層膜であるが、単一の誘電体層からなる単層膜であってよい。複層膜を構成する複数の誘電体層の各々の屈折率が誘電体部材 30 よりも高い屈折率を有することが好ましい。本例の誘電体膜 40 は、誘電体層 410 と、誘電体層 410 よりも厚い誘電体層 420 とを有する複層膜であり、誘電体層 410 が内面 401 を構成する。さらに、本例の誘電体膜 40 は、誘電体層 420 よりも薄い誘電体層 430 をさらに有する複層膜であり、誘電体層 430 が外面 402 を構成する。つまり、誘電体層 430 と誘電体層 410 との間に誘電体層 420 が位置する。誘電体膜 40 は、酸窒化シリコン層である誘電体層 410 と、窒化シリコン層である誘電体層 420 と、酸窒化シリコン層である誘電体層 430 とを含む。そのため、誘電体部材 30 は誘電体膜 40 よりも高い酸素濃度を有し、かつ、誘電体部材 30 は誘電体膜 40 よりも高い酸素濃度を有する。誘電体層 420 が酸窒化シリコン層であってもよいし、誘電体部材 30 が酸窒化シリコン層であってもよい。酸窒化シリコン層である誘電体層 410 は、屈折率が 1.7 ~ 1.8 程度、厚さが 30 ~ 120 nm、好ましくは 60 ~ 100 nm である。窒化シリコン層である誘電体層 420 は、屈折率が 1.9 ~ 2.1 程度、厚さが 100 ~ 1000 nm、好ましくは 300 ~ 600 nm 程度である。酸窒化シリコン層である誘電体層 430 は、屈折率が 1.7 ~ 1.8 程度、厚さが 40 ~ 200 nm、好ましくは 60 ~ 100 nm 程度である。ここで挙げた誘電体部材 30 の誘電体層 410、420、430 の厚さは第 1 部分 41 における厚さである。本例の誘電体部材 30 は酸化シリコン層の単層膜であり、屈折率は 1.4 ~ 1.6 程度、厚さは 100 ~ 500 nm、好ましくは 200 ~ 300 nm である。ここで挙げた誘電体部材 30 の厚さは第 4 部分 34 あるいは第 6 部分 36 における厚さである。

#### 【0035】

遮光部材 20、誘電体部材 30 および誘電体膜 40 の形成方法について説明する。基板 1 の上に多層配線プロセスを用いて層間絶縁膜 17 にビアプラグ 19 を形成する。チタン系のバリアメタル層とアルミニウム系の導電層とチタン系のバリアメタル層の積層膜である遮光膜を層間絶縁膜 17 の上に形成する。適当なマスクを用いて遮光膜をエッチングし、遮光部材 20 としてパターンニングする。この時、遮光部材 20 が形成されていない領域における層間絶縁膜 17 をオーバーエッチングすることで、層間絶縁膜 17 に凹部を形成することができる。

#### 【0036】

遮光部材 20 の上に、誘電体部材 30 を形成する。誘電体部材 30 は、高密度プラズマ CVD 法 (HDP (High Density Plasma) - CVD) が好適である。高密度プラズマ CVD 法におけるプラズマ密度は、例えば  $10^{11} \sim 10^{13} / \text{cm}^3$  でありうる。誘電体部材 30 の原料ガスにはシラン系ガスを用いることができる。また、誘電体部材 30 の成膜時の成膜温度を 400 ~ 450 とすることができる。高密度プラズマ CVD 法のプラズマ密度やプロセスガスの成分を調整して、誘電体部材 30 の成膜時にスパッタリングとデポジッションを同時に生じさせる。これにより、成膜された有体無部材 30 は、遮光部材 20 の上面 202 と側面 203 の角を覆う部分がスパッタリングによってエッチングされる。よって、上面 202 上において、誘電体部材 30 の表面 302 は傾斜領域 343 を有することができる。デポジッションはシラン系ガスなどのシリコン含有ガスと酸素含有ガスとの反応によって生じ、スパッタリングはイオン化されたアルゴンによって生じる。このようにスパッタリングに用いられるアルゴンは誘電体部材 30 に取り込まれる。そのため、誘電体部材 30 はアルゴンを含みうる。また、誘電体部材 30 の成膜時に、遮光部材 20 の側面 203 上の誘電体部材 30 をスパッタリングすること

で厚さT25を小さくできる。また、上述したように層間絶縁膜17に凹部を形成することにより、距離D36を距離D202よりも小さくできる。

#### 【0037】

誘電体部材30の上に通常のプラズマCVD法によって、誘電体膜40を形成する。通常のプラズマCVD法におけるプラズマ密度は、例えば $10^8 \sim 10^{11} / \text{cm}^3$ でありうる。通常のプラズマCVD法によれば、誘電体部材30（および層間絶縁膜17、遮光部材20）によって形成された下地の上に等方的に誘電体膜40が成膜される。その結果、誘電体膜40は誘電体部材30の傾斜面に対向して傾斜する外面432を有することができる。通常のプラズマCVD法による誘電体膜40の成膜では、上述した誘電体部材30の成膜とは異なり、極力スパッタを生じさせないことが好ましい。そのため、誘電体膜40はアルゴンを含まない組成となる。その結果、誘電体膜40は誘電体部材30よりも低いアルゴン濃度を有しうる。

10

#### 【0038】

プラズマCVD法によって誘電体膜40を形成することで、誘電体膜40は水素を豊富に含むことができる。水素を豊富に含む誘電体膜40と遮光部材20との間に誘電体部材30を介在させることで、誘電体膜40のうちの遮光部材20に重なる第2部分42から基板1への水素供給を効率的に行うことができる。誘電体膜40に比べて低い窒素濃度、高いアルゴン濃度を有する誘電体部材30は水素透過性が誘電体膜40に比べて向上する。このように、基板1への水素供給を増加させることで、光電変換エリアにおける暗電流を低減することができる。また同様の構造を周辺回路エリアでも採用することで、周辺回路エリアにおけるホットキャリアによるトランジスタ特性の劣化を防ぐこともできる。

20

#### 【0039】

なお、誘電体部材30を、遮光部材20のパターニングの前に、遮光部材20の形成のための遮光膜の上にパターニングして形成してもよい。遮光膜の上にパターニングされた誘電体部材30をハードマスクとして用いて遮光膜をエッチングすることによって、遮光部材20と誘電体部材30とを形成してもよい。その場合、誘電体部材30は遮光部材20の上面202の上のみに配置され、遮光部材20の側面203の上や光電変換部2の上には配置されないことになる。このような誘電体部材30の傾斜領域343は、遮光膜のパターニング前に形成されてもよいし、遮光膜のパターニング中、あるいは遮光膜のパターニング後に形成されてもよい。

30

#### 【0040】

ここまで表面照射型の光電変換装置APRを説明したが、複数の配線層12、15、18を基板1に対して主面101とは反対側に配置して、裏面照射型の光電変換装置APRとしてもよい。そのようにすれば、遮光部材20と基板1との距離を小さくでき、斜入射特性を向上することができる。

#### 【0041】

図4は、光電変換装置APRを備える機器EQPの構成の一例を示している。光電変換エリアPXを有する半導体チップICには、周辺回路が設けられた周辺回路エリアPRを更に設けることができる。周辺回路を別の半導体チップに設けることもできる。周辺回路が設けられた別の半導体チップと光電変換エリアPXを有する半導体チップとを積層することもできる。

40

#### 【0042】

半導体装置APRは基板1を有する半導体チップICの他に、半導体チップICを収容するパッケージPKGを含みうる。パッケージPKGは、半導体チップICが固定された基体と、半導体チップICに対向するガラス等の蓋体と、基体に設けられた端子と半導体チップICに設けられた端子とを接続するボンディングワイヤや bumps等の接続部材と、を含みうる。

#### 【0043】

機器EQは、光学系OPT、制御装置CTRL、処理装置PRCS、表示装置DSPL、記憶装置MMRYの少なくともいずれかをさらに備え得る。光学系OPTは光電変換装

50

置 A P R に結像するものであり、例えばレンズやシャッター、ミラーである。制御装置 C T R L は光電変換装置 A P R を制御するものであり、例えば A S I C などの半導体装置である。処理装置 P R C S は光電変換装置 A P R から出力された信号を処理するものであり、A F E (アナログフロントエンド)あるいは D F E (デジタルフロントエンド)を構成するための、C P U や A S I C などの光電変換装置である。表示装置 D S P L は光電変換装置 A P R で得られた情報(画像)を表示する、E L 表示装置や液晶表示装置である。記憶装置 M M R Y は、光電変換装置 A P R で得られた情報(画像)を記憶する、磁気装置や半導体装置である。記憶装置 M M R Y S R A M や D R A M などの揮発性メモリ、あるいは、フラッシュメモリやハードディスクドライブなどの不揮発性メモリである。機械装置 M C H N はモーターやエンジン等の可動部あるいは推進部を有する。

10

#### 【0044】

図4に示した機器 E Q P は、撮影機能を有する情報端末やカメラなどの電子機器でありうる。カメラにおける機械装置 M C H N は光学系 O P T の部品を駆動することができる。また、機器 E Q P は、車両や船舶、飛行体などの輸送機器でありうる。輸送機器における機械装置 M C H N は移動装置として用いられうる。輸送機器としての機器 E Q P は、光電変換装置 A P R を輸送するものや、撮影機能により運転(操縦)の補助および/または自動化を行うものに好適である。運転(操縦)の補助および/または自動化のための処理装置 P R C S は、光電変換装置 A P R で得られた情報に基づいて移動装置としての機械装置 M C H N を操作するための処理を行うことができる。

#### 【0045】

20

本実施形態による光電変換装置 A P R を用いれば、太陽光や車両のヘッドライトのような強い光に対しても、遮光部材 20 での反射による迷光の発生を抑制できる。そのため、光電変換装置 A P R を輸送機器に搭載して輸送機器の外部の撮影や外部環境の測定を行う際に優れた画質や測定精度を得ることができる。よって、輸送機器の製造、販売を行う上で、輸送機器に本実施形態の光電変換装置 A P R の搭載を決定することは、輸送機器の性能を高める上で有利である。

#### 【0046】

以上、説明した実施形態は、技術思想を逸脱しない範囲において適宜変更が可能である。なお、本実施形態の開示内容は、本明細書に明記したことのみにらず、本明細書に添付した図面から把握可能な全ての事項を含む。

30

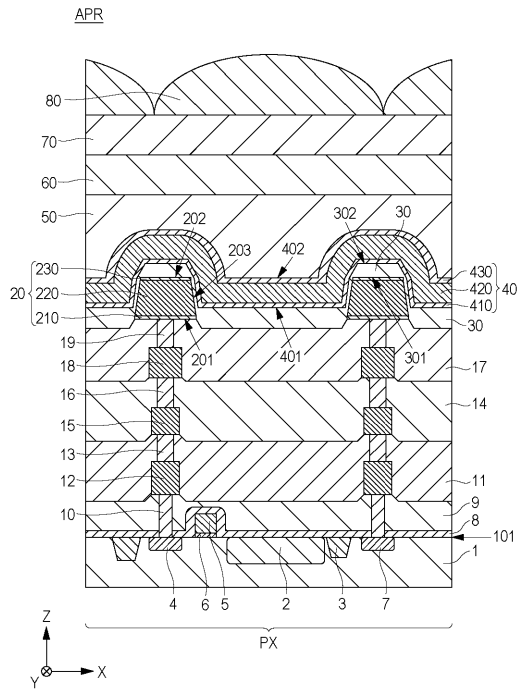
#### 【符号の説明】

#### 【0047】

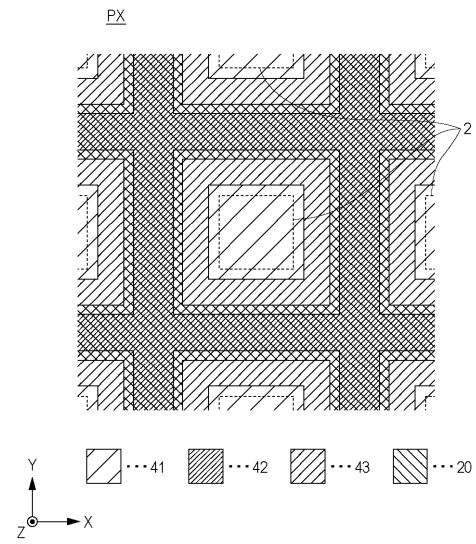
- 1 基板
- 20 遮光部材
- 201 下面
- 202 上面
- 203 側面
- 30 誘電体部材
- 302 表面
- 342 傾斜領域
- 40 誘電体膜
- 401、411、421、431 内面
- 402、412、422、432 外面

40

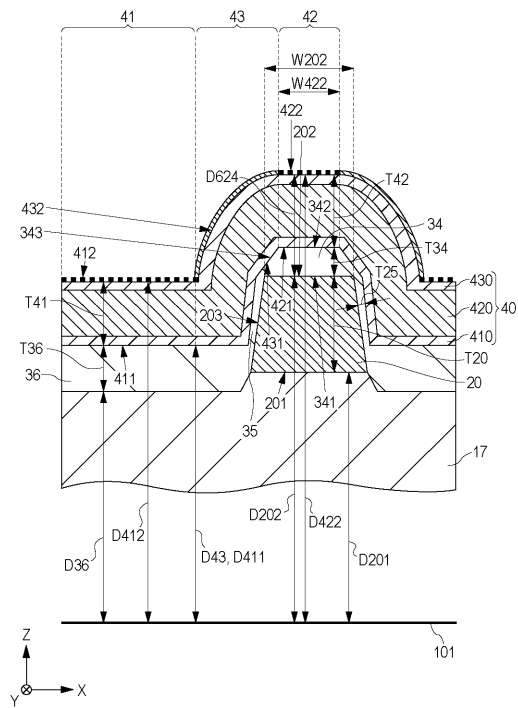
【図 1】



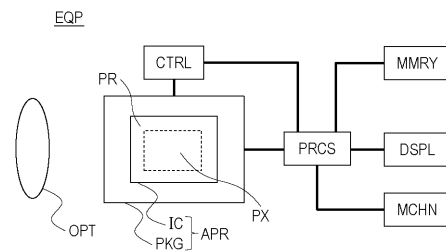
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 石岡 真男  
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 岡川 崇  
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 柴山 将隆

- (56)参考文献 特開2006-156611(JP,A)  
特開2001-267544(JP,A)  
特開2007-242697(JP,A)  
特開2012-209439(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |         |
|------|---------|
| H01L | 27/146  |
| H01L | 21/3205 |
| H01L | 21/768  |
| H01L | 23/522  |