

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4696104号  
(P4696104)

(45) 発行日 平成23年6月8日(2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月4日(2011.3.4)

(51) Int.Cl.	F 1		
HO 1 L 27/14	(2006.01)	HO 1 L 27/14	D
HO 1 L 27/148	(2006.01)	HO 1 L 27/14	B
HO 1 L 27/146	(2006.01)	HO 1 L 27/14	A
HO 4 N 5/369	(2011.01)	HO 4 N 5/335	690
HO 4 N 5/372	(2011.01)	HO 4 N 5/335	720

請求項の数 11 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-256228 (P2007-256228)	(73) 特許権者	306037311 富士フィルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22) 出願日	平成19年9月28日 (2007.9.28)	(74) 代理人	100115107 弁理士 高松 猛
(65) 公開番号	特開2009-88261 (P2009-88261A)	(74) 代理人	100132986 弁理士 矢澤 清純
(43) 公開日	平成21年4月23日 (2009.4.23)	(72) 発明者	岩田 充 埼玉県朝霞市泉水3丁目11番46号 富士フィルム株式会社内
審査請求日	平成22年2月12日 (2010.2.12)	審査官	恩田 春香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

半導体基板の表面部に複数の画素が二次元アレイ状に形成され該半導体基板の裏面側から入射する被写界光の入射光量に応じて発生する信号電荷を前記画素が蓄積する裏面照射型固体撮像素子の製造方法において、前記半導体基板の前記裏面側に反射防止膜を積層し、前記半導体基板の受光面の中央部分に設ける前記反射防止膜の膜厚を厚く、周辺部分に設ける前記反射防止膜の膜厚を薄く形成したことを特徴とする裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

## 【請求項 2】

前記受光面を中央部分から周辺部分にかけて複数の領域に分け、該領域毎に前記反射防止膜の膜厚を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

## 【請求項 3】

前記膜厚は、該反射防止膜を透過する光の光路長が該光の波長をとしたとき / 4 またはその奇数倍となるように形成したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

## 【請求項 4】

前記反射防止膜の上にカラーフィルタが前記画素対応に形成され、該画素毎の前記反射防止膜の膜厚が該画素毎の前記カラーフィルタの色別に形成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

**【請求項 5】**

前記カラー フィルタを透過する光の波長が長いほど前記膜厚を厚くすることを特徴とする請求項 4 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

**【請求項 6】**

前記カラー フィルタの或る色の画素に対応して設けた前記反射防止膜の膜厚を  $n \cdot / 4$  ( $n$  は奇数、 $\cdot$  は入射光の波長) としたとき、該色と異なる色の前記カラー フィルタが設けられた隣接画素に対応して設けた前記反射防止膜の膜厚を、 $m \cdot / 4$  ( $m \neq n$  の奇数) としたことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

**【請求項 7】**

前記半導体基板から見て最初に形成する平坦化膜であって、前記反射防止膜の段差を吸収する平坦化膜を、該平坦化膜の上層、下層に設けられる材料の屈折率と該平坦化膜の屈折率との差が最も小さくなる層間に該平坦化膜を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

**【請求項 8】**

前記半導体基板がシリコンであり、前記反射防止膜が窒化シリコンの単層膜であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

**【請求項 9】**

前記反射防止膜が多層膜であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

**【請求項 10】**

前記カラー フィルタの代わりに、該カラー フィルタが透過する光の波長のみ選択的に透過し他の波長域の光を反射する前記反射防止膜を設けたことを特徴とする請求項 4 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

**【請求項 11】**

半導体基板の表面部に複数の画素が二次元アレイ状に形成され該半導体基板の裏面側から入射する被写界光の入射光量に応じて発生する信号電荷を前記画素が蓄積する裏面照射型固体撮像素子において、請求項 1 乃至請求項 10 のいずれかに記載の製造方法で製造したことを特徴とする裏面照射型固体撮像素子。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法に係り、特に、光利用効率が高く高感度な撮影を行うのに好適な構造を備える裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

C M O S イメージセンサや C C D イメージセンサ等の固体撮像素子には、表面照射型と裏面照射型とがある。イメージセンサの主要電子素子である信号読出回路 (C M O S イメージセンサであればトランジスタ回路及び配線層、C C D イメージセンサであれば配線を含む電荷転送路) が形成された半導体基板の一面側 (この面を「表面側」ということにする。) と同一面で、被写体からの入射光を受光する構造になっているものが表面照射型である。

**【0003】**

これに対し、裏面照射型とは、例えば下記特許文献 1 に記載されている様に、信号読出回路が形成された半導体基板表面側と反対側の面、すなわち、裏面で被写体からの入射光を受光する構造のものをいう。裏面照射型は、受光面積を表面照射型に比べて広くすることができ、また、光利用効率が高く高感度であるという利点がある。

**【0004】**

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2006 32497号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、裏面照射型固体撮像素子は、表面照射型固体撮像素子に比較して光利用効率が高く高感度であるといつても、画素の微細化が進む近年の固体撮像素子では、更なる光利用効率の高効率化を図る必要がある。

【0006】

本発明の目的は、光利用効率が高く高感度な裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、半導体基板の表面部に複数の画素が二次元アレイ状に形成され該半導体基板の裏面側から入射する被写界光の入射光量に応じて発生する信号電荷を前記画素が蓄積する裏面照射型固体撮像素子の製造方法において、前記半導体基板の前記裏面側に反射防止膜を積層し、前記半導体基板の受光面の中央部分に設ける前記反射防止膜の膜厚を厚く、周辺部分に設ける前記反射防止膜の膜厚を薄く形成したことを特徴とする

【0008】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記受光面を中央部分から周辺部分にかけて複数の領域に分け、該領域毎に前記反射防止膜の膜厚を制御することを特徴とする。

20

【0009】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法の前記膜厚は、該反射防止膜を透過する光の光路長が該光の波長を  $\lambda$  としたとき  $\lambda/4$  またはその奇数倍となるように形成したことを特徴とする。

【0010】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記反射防止膜の上にカラーフィルタが前記画素対応に形成され、該画素毎の前記反射防止膜の膜厚が該画素毎の前記カラーフィルタの色別に形成されることを特徴とする。

30

【0011】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記カラーフィルタを透過する光の波長が長いほど前記膜厚を厚くすることを特徴とする。

【0012】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記カラーフィルタの或る色の画素に対応して設けた前記反射防止膜の膜厚を  $n \cdot \lambda/4$  ( $n$  は奇数、 $\lambda$  は入射光の波長) としたとき、該色と異なる色の前記カラーフィルタが設けられた隣接画素に対応して設けた前記反射防止膜の膜厚を、 $m \cdot \lambda/4$  ( $m$   $n$  の奇数) としたことを特徴とする。

【0013】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記半導体基板から見て最初に形成する平坦化膜であって、前記反射防止膜の段差を吸収する平坦化膜を、該平坦化膜の上層、下層に設けられる材料の屈折率と該平坦化膜の屈折率との差が最も小さくなる層間に該平坦化膜を設けたことを特徴とする。

40

【0014】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記半導体基板がシリコンであり、前記反射防止膜が窒化シリコンの単層膜であることを特徴とする。

【0015】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記反射防止膜が多層膜であることを特徴とする。

【0016】

50

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記カラーフィルタの代わりに、該カラーフィルタが透過する光の波長のみ選択的に透過し他の波長域の光を反射する前記反射防止膜を設けたことを特徴とする。

【0017】

本発明の裏面照射型固体撮像素子は、半導体基板の表面部に複数の画素が二次元アレイ状に形成され該半導体基板の裏面側から入射する被写界光の入射光量に応じて発生する信号電荷を前記画素が蓄積する裏面照射型固体撮像素子において、上記のいずれかに記載の製造方法で製造したことを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、反射防止膜を裏面側の受光面に設けたので、半導体基板の裏面側における入射光の反射率を抑制でき、より多くの入射光を半導体基板内の光電変換領域に導入できるため、光利用効率が高く高感度な撮像が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0020】

図1は、本発明の第1実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の断面模式図である。本実施形態の裏面照射型固体撮像素子100は、インターライン型CCDであり、p型半導体基板1の表面側に垂直電荷転送路(VCCD)21とフォトダイオード22とが形成され、裏面側に、反射防止膜27、カラーフィルタ(赤(R)、緑(G)、青(B))層23及びマイクロレンズ24が積層される。

【0021】

半導体基板1の裏面側表面部には高濃度p<sup>++</sup>層25が形成され、この高濃度p<sup>++</sup>層25が接地される。高濃度p<sup>++</sup>層25の上には入射光に対して透明な酸化膜26が積層されており、その上に、本実施形態では、反射防止膜27が積層され、その上に、カラーフィルタ層23、マイクロレンズ(トップレンズ)層24が順に積層される。各マイクロレンズ24は、対向する位置に設けられた対応のフォトダイオード22の中心に焦点が合うように形成される。

【0022】

カラーフィルタ層23は画素(フォトダイオード)単位に区画され、カラーフィルタ層23の半導体基板1側の隣接区画間には、画素間の混色を防ぐための遮光部材28が設けられる。

【0023】

半導体基板1の表面側に形成される垂直電荷転送路(VCCD)21は、n<sup>+</sup>層の埋め込みチャネル31と、半導体基板1の表面側最表面に形成されたシリコン酸化膜やONO(酸化膜 室化膜 酸化膜)構造の絶縁膜でなるゲート絶縁層32を介して積層された転送電極膜33とで構成される。

【0024】

垂直電荷転送路21は、表面照射型固体撮像素子と同様に、図示しない水平電荷転送路(HCCD)が延びる方向に対して垂直方向に延びる様に形成され、且つ、複数本の垂直電荷転送路21が形成される。そして、隣接する垂直電荷転送路21間に、垂直電荷転送路21に沿う方向に複数のフォトダイオード22が所定ピッチで形成される。

【0025】

フォトダイオード22は、本実施形態では、p型半導体基板1の表面側に形成されたn層35とその下に形成されたn<sup>-</sup>層36とで構成される。そして、n層35の表面部に暗電流抑制用の薄いp型高濃度(p<sup>+</sup>)表面層38が形成され、表面層38の中央表面部に、コンタクト部としてn<sup>+</sup>層39が形成される。

【0026】

垂直電荷転送路21の埋め込みチャネル(n<sup>+</sup>層)31の下には基板1よりp濃度の高

10

20

30

40

50

い p 層 4 1 が形成されており、この n 層 3 1 及び p 層 4 1 と、図示の例では右隣のフォトダイオード 2 2 との間に、素子分離帯としての p<sup>+</sup> 領域 4 2 が形成される。各 p 層 4 1 の下には、半導体基板 1 より高濃度な p<sup>-</sup> 領域 4 2 が設けられ、隣接するフォトダイオード 2 2 間の素子分離が図られる。各 p<sup>-</sup> 領域 4 2 は、上述した画素区画部分すなわち遮光部材 2 8 に対応する箇所に設けられる。

#### 【 0 0 2 7 】

垂直電荷転送路 2 1 の埋め込みチャネル 3 1 の下に形成された p 層 4 1 は、図示の例では左隣の n 層 3 5 の表面端部の上まで延び、この端部分の p<sup>+</sup> 表面層 3 8 は、n 層 3 5 の右端面位置より後退した位置になっている。そして、転送電極膜 3 3 の左端面は、p 層 4 1 の左端面まで重なる様に延設され、n 層 3 5 と、転送電極膜 3 3 及び p 層 4 1 の表面端部とが若干オーバーラップする構成になっている。

10

#### 【 0 0 2 8 】

この様なオーバーラップ構成が可能なのは、裏面照射型では半導体基板 1 の表面側に面積的な余裕があるためである。表面照射型では、面積的余裕がないため、転送電極膜の端部はフォトダイオードの端部に一致する位置までしか延設できず、間に p 層を介在させることができない。

#### 【 0 0 2 9 】

本実施形態の様に、転送電極膜 3 3 と n 層 3 5 との間に p 層 4 1 を介在させると、転送電極膜（読出電極兼用）3 3 に印加する読出電圧の低電圧化を図ることができ、C C D 型固体撮像素子の低消費電力化を図ることが可能となる。

20

#### 【 0 0 3 0 】

半導体基板 1 の最表面に形成される絶縁層 3 2 の上に例えばポリシリコン膜でなる転送電極膜 3 3 が形成され、その上に、絶縁層 4 5 が積層される。そして、n<sup>+</sup> 層 3 9 の上の絶縁層 3 2, 4 5 に開口が開けられ、絶縁層 4 5 の上に金属電極 4 6 が積層されることで、n<sup>+</sup> 層 3 9 と電極 4 6 とがコンタクトされる。電極 4 6 は、この裏面照射型固体撮像素子 1 0 0 のオーバーフロードレインとして機能する。

#### 【 0 0 3 1 】

尚、上述した実施形態では、C C D 型の裏面照射型固体撮像素子を説明したが、C M O S 等のM O S タイプの裏面照射型固体撮像素子でも良い。M O S タイプとするには、図 1 に示す垂直電荷転送路 2 1 やオーバーフロードレイン等の代わりに、信号読出回路としてM O S トランジスタや配線層を基板 1 の表面側に形成すれば良い。

30

#### 【 0 0 3 2 】

斯かる構造の裏面照射型固体撮像素子 1 0 0 で被写体画像を撮像する場合、被写界からの入射光は、半導体基板 1 の裏面側から入射する。この入射光はマイクロレンズ 2 4 で集光され、カラーフィルタ層 2 3 を通り、半導体基板 1 内に浸入する。本実施形態の場合、半導体基板 1 の裏面に反射防止膜 2 7 が設けられているため、入射光が高効率で半導体基板 1 内に進入することになる。

#### 【 0 0 3 3 】

マイクロレンズ 2 4 で集光された光が半導体基板 1 内に入射すると、この入射光は当該マイクロレンズ 2 4 及びカラーフィルタ 2 3 に対応するフォトダイオード 2 2 の方向に集光しながら進み、半導体基板 1 に光吸収され、光電変換されて正孔電子対が発生する。

40

#### 【 0 0 3 4 】

裏面照射型固体撮像素子 1 0 0 では、半導体基板 1 の裏面からフォトダイオードを構成する n 領域 2 2 までの距離を、9 μm 程度の厚さにしているため、入射光が半導体基板 1 の表面側に設けた n<sup>+</sup> 領域すなわち電荷転送路 2 1 に達するまでに全て基板 1 に吸収され光電変換されてしまう。従って、垂直電荷転送路 2 1 を遮光する必要がない。

#### 【 0 0 3 5 】

各画素の光電変換領域（p<sup>++</sup> 層 2 5 から n 領域 3 5 までの領域）で発生した電子は、当該画素における n 領域 3 5 に蓄積され、読出電極兼用の転送電極膜 3 3 に読出電圧が印加されると、n 領域 3 5 から、図 1 に示す例では右隣の埋め込みチャネル 3 1 に読み出さ

50

れる。以後、垂直電荷転送路 21 に沿って図示しない水平電荷転送路 (HCCD) まで転送され、次に水平電荷転送路に沿って図示しないアンプまで転送され、このアンプが信号電荷量に応じた電圧値信号を撮像画像信号として出力する。

【0036】

p型半導体基板1の光電変換領域で発生した正孔(ホール)が基板1内でふらつくと、裏面照射型固体撮像素子100における受光面(撮像領域)の中央部分と周辺部分とでホール掃き出しムラが生じ、画素特性に差が生じてしまう。しかし、本実施形態の裏面照射型固体撮像素子100では、半導体基板1で発生したホールを裏面の略全面に設けられた<sup>p</sup><sup>++</sup>層25で吸い取り、これを安定的にアースに掃き出すことができるため、このホール掃き出しムラによる画質劣化を回避できる。

10

【0037】

図2(a)は、図1に示す実施形態に係る反射防止膜部分の説明図である。反射防止膜及びカラーフィルタ、マイクロレンズ以外の図示は省略している。

【0038】

本実施形態の裏面照射型固体撮像素子100は、半導体基板1の光入射面に、反射防止膜27を設けたことを特徴とする。反射防止膜27を設けない図2(b)に示す構造では、屈折率“1.5”程度のマイクロレンズ24を通り、屈折率“1.6”程度のカラーフィルタ23を通過した入射光が屈折率“4”程度の半導体基板1に進入するとき、屈折率差が“4-1.6”と大きいためカラーフィルタ23と半導体基板1(酸化膜26の膜厚は小さいので考慮する必要がない。)との界面での反射率が高くなってしまう。

20

【0039】

これに対し、図2(a)に示す様に、反射防止膜27を上記の界面に設けることでこの界面での反射を防止でき、半導体基板1への光入射効率を高めることができるとなる。反射防止膜27の屈折率としては、シリコン半導体基板1の屈折率が“4”程度であるため“4”すなわち“2”程度の材料が好適である。この屈折率を持つ材料としては、窒化シリコンがある。また、反射防止膜27の膜厚は反射を抑制する入射光の波長の1/4すなわち1/4(または、この奇数倍)が好適である。

【0040】

この様に、反射防止膜27を半導体基板1の光入射面に設けることで、入射光を高効率で半導体基板1内に取り込むことができ、更なる高感度撮影を行うことが可能となる。

30

【0041】

図3(a)は、本発明の第2実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。その他の構成は図1と同様であり、図示は省略している(尚、以下の実施形態でも同様である。)。

【0042】

図2(a)で説明した様に、反射防止膜27を設ければ、シリコン界面での反射を防止できる。単板式の固体撮像素子でカラー画像を撮像する場合には、各画素(フォトダイオード22)毎に赤色(R), 緑色(G), 青色(B)のカラーフィルタ23を積層することになるが、各カラーフィルタR, G, Bを透過して半導体基板1に入射する光の波長は、カラーフィルタの色毎に異なる。

40

【0043】

図3(b)に示す様に、このカラーフィルタR, G, Bの違いを無視し、各カラーフィルタR, G, Bで同一膜厚の反射防止膜27R, 27G, 27Bを用いても、反射防止膜のない図2(b)に示す固体撮像素子より半導体基板1への光入射率を改善できることは勿論である。

【0044】

しかし、本実施形態では、図3(a)に示す様に、カラーフィルタR, G, Bの違いも考慮して、反射防止膜27R, 27G, 27Bの夫々の膜厚を制御している。各カラーフィルタR, G, Bを透過する光の分光特性は釣り鐘状の山形になるため、赤色, 緑色, 青色それぞれの分光特性のピーク位置(あるいは各ピーク位置を中心とした所定範囲(色信

50

号として取り出したい範囲)内の平均値)の波長  $r$ ,  $g$ ,  $b$  の  $1/4$  (またはその奇数倍)に反射防止膜  $27R$ ,  $27G$ ,  $27B$  の各膜厚を制御する。

【0045】

この様に、カラーフィルタの色毎に反射防止膜  $27R$ ,  $27G$ ,  $27B$  の膜厚をきめ細かく制御することで、各色画素毎の光入射率を高めることができると共に各色画素毎の光入射率の均一化も図ることが可能となる。

【0046】

反射防止膜  $27R$ ,  $27G$ ,  $27B$  を夫々図2で説明した窒化シリコンの単層膜で製造すれば、膜厚の大小関係は、 $27R > 27G > 27B$  となる。しかし、反射防止膜は単層構造である必要はなく、多種材料の多層膜で形成することも可能である。多層膜で形成する場合の上記大小関係は単純な式にならないため、単層構造の場合と異なり、使用する材料によって制御するのが好ましい。10

【0047】

図4は、本発明の第3実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。上述した第2実施形態では、カラーフィルタ  $R$ ,  $G$ ,  $B$  の色別に、当該色画素に設ける反射防止膜  $27R$ ,  $27G$ ,  $27B$  の膜厚を調整している。しかし、この膜厚は、膜表面に対して垂直方向の厚さで規定している。

【0048】

デジタルカメラ等に搭載する固体撮像素子の入射光は、撮影レンズを通して入射するため、撮影レンズの中心光軸上の光以外は、斜め入射光になる。つまり、撮像素子の受光面の中央領域には略垂直に入射するが、受光面の周辺領域には斜め入射光になる。20

【0049】

反射防止膜が反射防止機能を持つには、膜厚を  $/4$  (またはその奇数倍) にしなければならない。しかし、この  $/4$  の長さは、実際には光路長で計算する必要があり、上記で「膜厚」としたのは、光が反射防止膜に垂直に入射することを前提としている。つまり、斜め入射光の場合には、反射防止膜の表面に垂直な「膜厚」は薄くても実際の光路長は確保可能となる。

【0050】

従って、図4に示す実施形態では、固体撮像素子の受光面中央領域の反射防止膜  $27R$ ,  $27G$ ,  $27B$  の膜厚(表面に垂直な方向の膜厚)は厚く、周辺領域の膜厚は薄くすることで、斜め入射光でも受光面全面で最適な反射防止機能を得ることが可能となる。30

【0051】

理想的には、受光面の位置毎、画素毎、色毎に入射角度を計算して反射防止膜の膜厚を規定するのが良いが、実際に画素毎に膜厚制御を行うと製造コスト的に割高になってしまう。このため、受光面を、例えば「中央部」「中間部」「周辺部」と複数領域に分割し、夫々で膜厚制御を行うのが好ましい。

【0052】

尚、本実施形態では、色毎でも膜厚制御を行ったが、図3(b)に示す様に、色毎の膜厚制御は行わずに、受光面の位置毎に膜厚制御をするだけでも良い。

【0053】

図5は、本発明の第4実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。単板式の固体撮像素子では、隣接する画素の色が異なる画素となる場合が生じる。この場合、赤色画素、緑色画素、青色画素が隣接していたとする。上述した実施形態では、 $n$ を奇数としたとき、赤色画素の反射防止膜  $27R$  の膜厚を  $n \cdot r/4$ 、緑色画素の反射防止膜  $27G$  の膜厚を  $n \cdot g/4$ 、青色画素の反射防止膜  $27B$  の膜厚を  $n \cdot b/4$ とした。即ち、同一数  $n$  を用いた。40

【0054】

これに対し、本実施形態では、色が異なる隣接画素の反射防止膜  $27R$ ,  $27G$ ,  $27B$  の膜厚を、「 $n \cdot r/4$ 」「 $m \cdot g/4$ 」「 $q \cdot b/4$ 」(ここで、 $n$ ,  $m$ ,  $q$  の奇数)とし、好適には、隣接画素の  $n$ ,  $m$ ,  $q$  間の数値が大きくずれる様にする。例え50

ば、 $n = 1$  ,  $m = 7$  ,  $q = 11$  とする。

【0055】

但し、例えば  $g / 4$  の  $m$  倍が、 $r$  ,  $b$  の  $1 / 4$  の奇数倍に一致するような  $m$  は選択しないようにする。つまり、ある画素のカラーフィルタを透過した光が迷光となって隣接画素の反射防止膜内に入射としたとき、混色が起きてしまうが、このとき、隣接画素の反射防止膜内に入射した迷光が反射防止されずに反射率が大きくなる様にする。これにより、混色がより少なくなる。

【0056】

図6は、本発明の第5実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。

10

【0057】

反射防止膜を上述した各実施形態の様に設けると、画素毎や位置毎に段差が生じる。このため、通常、段差が生じた部分に平坦化膜を積層して、その上にカラーフィルタ等を積層することになる。

【0058】

従来の場合には、図6(b)に示す様に、平坦化膜51は、段差が生じた原因となる反射防止膜27R, 27G, 27Bの直ぐ上(裏面側)に積層し、平坦化膜51の上下それぞれの材質について考慮しなかった。

20

【0059】

しかし、本実施形態では、平坦化膜51を設ける位置を、図6(a)に示す様に、平坦化膜51とその上、下の材質の屈折率差が最も小さくなる位置に設ける。図示する実施形態では、平坦化膜51の屈折率が“1.4”程度であるため、屈折率1.5のマイクロレンズ24と、屈折率1.6のカラーフィルタ23との間に設けている。これにより、マイクロレンズから半導体基板1に入射する入射光のトータルとしての反射率を下げ透過率を上げることができる。

【0060】

図7は、本発明の第6実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。本実施形態の反射防止膜27R, 27G, 27Bとして、特定波長成分のみ透過させる反射防止膜を用いる。

30

【0061】

つまり、赤色光を透過し他色光を遮断する反射防止膜27Rと、緑色光を透過し他色光を遮断する反射防止膜27Gと、青色光を透過し他色光を遮断する反射防止膜27Bとを用いる。

【0062】

例えば、3板式カラー固体撮像装置では、入射光をプリズムを用いてR光, G光, B光に3分割し、夫々の光を対応する固体撮像素子に入射させる構成となっているが、このプリズムに用いる反射膜材料を用いて上記の反射防止膜27R, 27G, 27Bを形成すれば、カラーフィルタが不要となる。

【産業上の利用可能性】

【0063】

40

本発明に係る裏面照射型固体撮像素子は、入射光の半導体基板への入射光率が高いため、高感度撮影を行うデジタルカメラ等に搭載する固体撮像素子として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明の第1実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の断面模式図である。

【図2】図1に示す反射防止膜部分の説明図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。

【図4】本発明の第3実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。

50

【図5】本発明の第4実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。

【図6】本発明の第5実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。

【図7】本発明の第6実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の反射防止膜部分の説明図である。

【符号の説明】

【0065】

1 半導体基板

2 2 n領域(フォトダイオード)

10

2 3 カラーフィルタ

2 4 マイクロレンズ

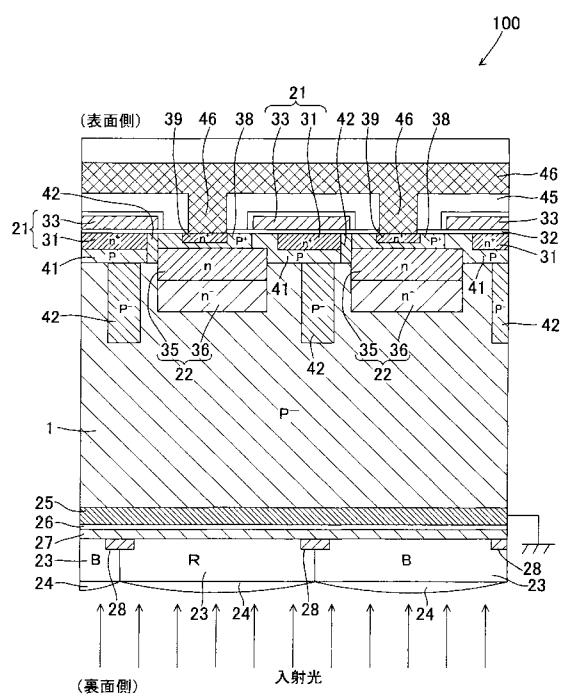
2 7, 2 7 R, 2 7 G, 2 7 B 反射防止膜

2 8 遮光部材

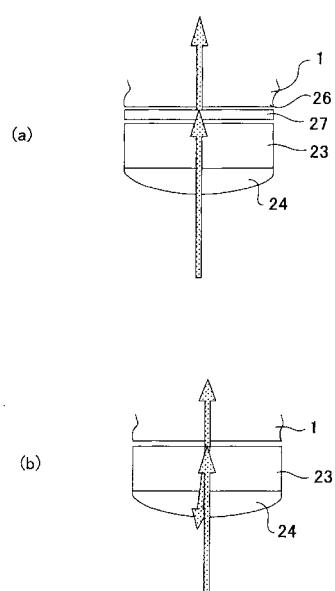
5 1 平坦化膜

1 0 0 裏面照射型固体撮像素子

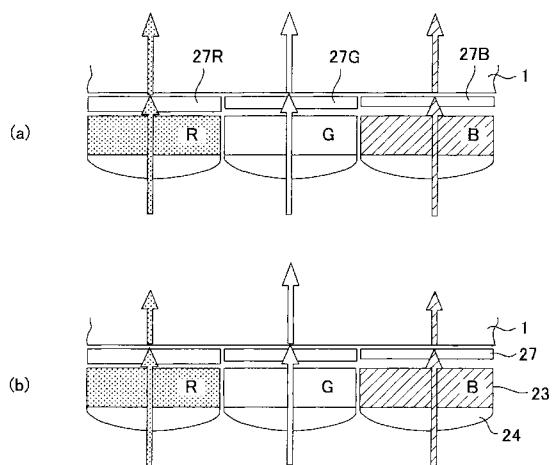
【図1】



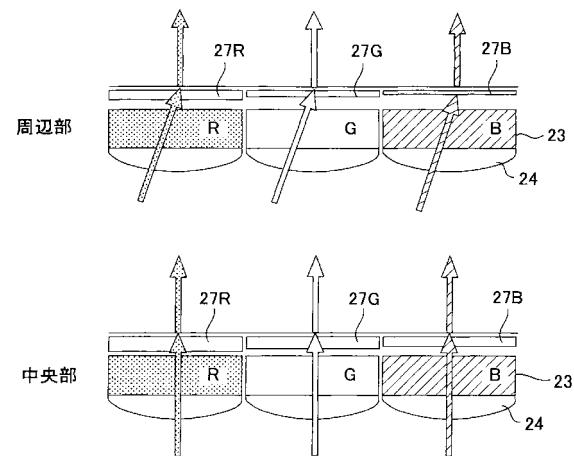
【図2】



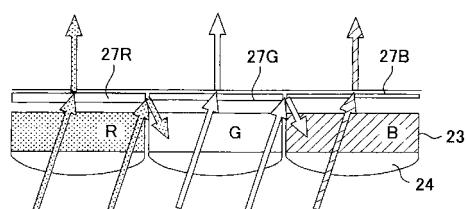
【図3】



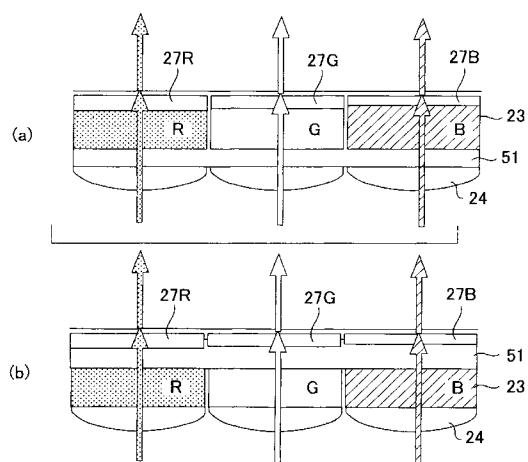
【図4】



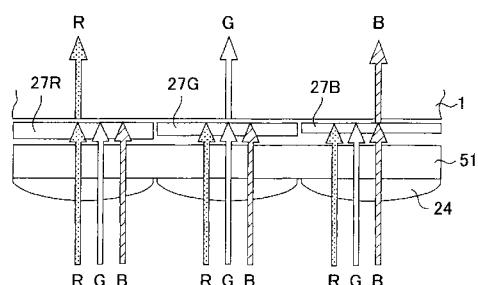
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 4 N 5/374 (2011.01) H 0 4 N 5/335 7 4 0

(56)参考文献 特開2 0 0 5 - 2 6 8 6 4 3 (JP, A)  
特開2 0 0 5 - 2 3 4 0 3 8 (JP, A)  
特開2 0 0 7 - 0 2 7 6 0 3 (JP, A)  
特開2 0 0 0 - 0 0 1 3 3 7 (JP, A)  
特開2 0 0 2 - 2 0 3 9 5 3 (JP, A)  
特開2 0 0 5 - 1 4 2 5 1 0 (JP, A)  
再公表特許第2 0 0 5 / 0 6 9 3 7 6 (JP, A 1)  
特開2 0 0 6 - 2 4 5 1 0 1 (JP, A)  
特開2 0 0 4 - 2 5 3 6 3 0 (JP, A)  
再公表特許第2 0 0 6 / 0 2 8 1 2 8 (JP, A 1)  
特開2 0 0 7 - 1 6 5 6 4 6 (JP, A)  
特開2 0 0 7 - 1 0 3 4 0 1 (JP, A)  
特開2 0 0 6 - 3 5 1 8 0 0 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 7 / 1 4 - 2 7 / 1 4 8  
H 0 4 N 5 / 3 6 9  
H 0 4 N 5 / 3 7 2  
H 0 4 N 5 / 3 7 4