

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4751865号
(P4751865)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日(2011.5.27)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 27/14 (2006.01) H O 1 L 27/14 D

請求項の数 19 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-233960 (P2007-233960)</p> <p>(22) 出願日 平成19年9月10日 (2007.9.10)</p> <p>(65) 公開番号 特開2009-65098 (P2009-65098A)</p> <p>(43) 公開日 平成21年3月26日 (2009.3.26)</p> <p>審査請求日 平成22年2月12日 (2010.2.12)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号</p> <p>(74) 代理人 100115107 弁理士 高松 猛</p> <p>(74) 代理人 100132986 弁理士 矢澤 清純</p> <p>(72) 発明者 高橋 周 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地 富士フイルムフォトニクス株式会社内</p> <p>(72) 発明者 伊藤 雄二 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地 富士フイルムフォトニクス株式会社内</p> <p>審査官 杵 哲次</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(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】

半導体基板と、該半導体基板の表面側に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した光によって光電変換された信号電荷を蓄積する複数のフォトダイオードと、前記裏面側に形成され前記光電変換により前記信号電荷と対で発生する電荷を引き寄せる高濃度不純物層と、該高濃度不純物層が隣接フォトダイオード間で少なくとも一部が連続するように該高濃度不純物層に埋設され前記各フォトダイオードへの入射光を隣接する前記フォトダイオードから区画する遮光部材とを備えることを特徴とする裏面照射型固体撮像素子。

【請求項2】

前記遮光部材は導電性材料で形成され、該遮光部材は前記高濃度不純物層内に絶縁膜を被覆した状態で埋設され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。

【請求項3】

前記遮光部材は導電性材料で形成され、前記高濃度不純物層に直接接触する前記遮光部材は該高濃度不純物層を突き抜けて形成され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。

【請求項4】

前記遮光部材の埋め込み深さが前記高濃度不純物層を突き抜けて形成され、該遮光部材には、光の入射方向に該遮光部材の分断部が生じないようにして隣接画素間で前記高濃度不純物層を連続させる一部欠損部が設けられる請求項2に記載の裏面照射型固体撮像素子

。

【請求項 5】

前記遮光部材は、前記裏面側から突出して形成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の裏面照射型固体撮像素子。

【請求項 6】

前記裏面側の表面には絶縁膜と反射防止膜とが形成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の裏面照射型固体撮像素子。

【請求項 7】

前記反射防止膜は前記遮光部材によって分断されることを特徴とする請求項 6 に記載の裏面照射型固体撮像素子。

10

【請求項 8】

前記遮光部材の前記裏面側先端部が先細に形成され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。

【請求項 9】

前記遮光部材には所定電圧が印加されることを特徴とする請求項 3 に記載の裏面照射型固体撮像素子。

【請求項 10】

前記所定電圧は、前記半導体基板の周辺部に設けられた回路から印加されることを特徴とする請求項 9 に記載の裏面照射型固体撮像素子。

【請求項 11】

20

表面側に複数のフォトダイオードが二次元アレイ状に形成され、裏面側から入射した光によって光電変換された信号電荷が前記フォトダイオードに蓄積される半導体基板の前記裏面側に、前記光電変換により前記信号電荷と対で発生する電荷を引き寄せる高濃度不純物層を形成し、該裏面のうち、前記各フォトダイオードへの入射光を隣接する前記フォトダイオードから区画する境界位置をエッチングにより削り、該境界位置の前記高濃度不純物層に、該高濃度不純物層が隣接フォトダイオード間で少なくとも一部が連続するように遮光材料を埋設する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 12】

前記遮光部材は導電性材料で形成され、該遮光部材は前記高濃度不純物層内に絶縁膜を被覆した状態で埋設されることを特徴とする請求項 11 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

30

【請求項 13】

前記遮光部材は導電性材料で形成され、前記高濃度不純物層に直接接触する前記遮光部材は該高濃度不純物層を突き抜けて形成されることを特徴とする請求項 11 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

【請求項 14】

前記遮光部材の埋め込み深さが前記高濃度不純物層を突き抜けて形成され、該遮光部材には、光の入射方向に該遮光部材の分断部が生じないようにして隣接画素間で前記高濃度不純物層を連続させる一部欠損部が設けられることを特徴とする請求項 12 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

40

【請求項 15】

前記遮光部材は、前記裏面側から突出して形成されることを特徴とする請求項 11 乃至請求項 14 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 16】

前記裏面側の表面には絶縁膜と反射防止膜とが形成されることを特徴とする請求項 11 乃至請求項 15 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 17】

前記反射防止膜は前記遮光部材によって分断されることを特徴とする請求項 16 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

【請求項 18】

50

前記遮光部材の前記裏面側先端部が先細に形成されることを特徴とする請求項 1 1 乃至請求項 1 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 1 9】

前記遮光部材に所定電圧を印加する周辺回路が前記半導体基板に形成されることを特徴とする請求項 1 3 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

【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、画素間のクロストークや混色等を好適に回避することができる裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

CMOSイメージセンサやCCD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（CMOSイメージセンサであればトランジスタ回路及び配線層，CCD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】

20

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（＝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。

【0004】

即ち、裏面照射型固体撮像素子は、半導体基板の表面側に多数のフォトダイオードが二次元アレイ状に形成されると共に各フォトダイオードが検出した撮像画像信号を読み出す信号読出回路が形成され、裏面側に、カラーフィルタやマイクロレンズが形成され、裏面側から半導体基板内に入射した光によって発生した光電荷を表面側のフォトダイオードで捕らえ、信号読出回路がこの光電荷を出力する構成になっている。

【0005】

30

この裏面照射型は、信号読出回路を裏面側に設ける必要がないため開口率を大きくとることができ、また、半導体基板の厚さを厚くできるため入射光エネルギーの殆ど全てを光電変換でき、高感度であるという利点がある。

【0006】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 8 0 4 5 7 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

裏面照射型固体撮像素子は、裏面側から入射した被写界光を、表側のフォトダイオードが受光する構成のため、各フォトダイオード毎に設けられるカラーフィルタやマイクロレンズが当該フォトダイオードに整列して形成されていないと、斜め入射光が隣接画素（フォトダイオード）に入り、クロストークや混色等が発生してしまう。

40

【0008】

しかし、カラーフィルタやマイクロレンズをフォトダイオードに整列させて形成しても、裏面照射型固体撮像素子では、光電変換効率を高めるために半導体基板が厚く光路長が長くなっているため、斜め入射光が隣接画素に入ってしまうという問題がある。

【0009】

特許文献 1 記載の従来技術では、半導体基板のマイクロレンズ直下を画素毎に広くエッチングで削ることで画素毎に凹所を形成し、この凹所の内周面に反射膜を形成することで、マイクロレンズで集光された光を全て該当のフォトダイオードに入射させる構成になっ

50

ている。

【0010】

しかし、この従来技術では、凹所の中を透明絶縁層で埋めているため、この凹所内が光電変換に寄与することがなく、裏面照射型の利点を犠牲にして混色防止を図っている。

【0011】

本発明の目的は、斜め入射光の隣接画素への進入を好適に抑制することができしかも光電変換効率の高い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。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の裏面照射型固体撮像素子は、半導体基板と、該半導体基板の表面側に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した光によって光電変換された信号電荷を蓄積する複数のフォトダイオードと、前記裏面側に形成され前記光電変換により前記信号電荷と対で発生する電荷を引き寄せる高濃度不純物層と、該高濃度不純物層が隣接フォトダイオード間で少なくとも一部が連続するように該高濃度不純物層に埋設され前記各フォトダイオードへの入射光を隣接する前記フォトダイオードから区画する遮光部材とを備えることを特徴とする。

10

【0013】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、表面側に複数のフォトダイオードが二次元アレイ状に形成され、裏面側から入射した光によって光電変換された信号電荷が前記フォトダイオードに蓄積される半導体基板の前記裏面側に、前記光電変換により前記信号電荷と対で発生する電荷を引き寄せる高濃度不純物層を形成し、該裏面のうち、前記各フォトダイオードへの入射光を隣接する前記フォトダイオードから区画する境界位置をエッチングにより削り、該境界位置の前記高濃度不純物層に、該高濃度不純物層が隣接フォトダイオード間で少なくとも一部が連続するように遮光材料を埋設することを特徴とする。

20

【0015】

本発明の裏面照射型固体撮像素子の製造方法は、前記遮光部材が導電性材料で形成され、該遮光部材が前記高濃度不純物層内に絶縁膜を被覆した状態で埋設されることを特徴とする。

【0016】

本発明の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記遮光部材は導電性材料で形成され、前記高濃度不純物層に直接接触する前記遮光部材は該高濃度不純物層を突き抜けて形成されることを特徴とする。

30

【0017】

本発明の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記遮光部材の埋め込み深さが前記高濃度不純物層を突き抜けて形成され、該遮光部材には、光の入射方向に該遮光部材の分断部が生じないようにして隣接画素間で前記高濃度不純物層を連続させる一部欠損部が設けられることを特徴とする。

【0018】

本発明の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記遮光部材が、前記裏面側から突出して形成されることを特徴とする。

40

【0019】

本発明の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記裏面側の表面に絶縁膜と反射防止膜とが形成されることを特徴とする。

【0020】

本発明の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記反射防止膜が前記遮光部材によって分断されることを特徴とする。

【0021】

本発明の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記遮光部材の前記裏面側先端部が先細に形成されることを特徴とする。

【0022】

50

本発明の裏面照射型固体撮像素子は、前記遮光部材に所定電圧が印加されることを特徴とする。

【0023】

本発明の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記所定電圧を印加する回路が前記半導体基板の周辺部に設けられることを特徴とする。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、裏面画素の画素区画部に設ける遮光部材を半導体基板に埋設することで形成するため、光入射方向に長さの長い遮光部材を形成することができ、遮光性能の向上を図ることが可能となる。また、本発明では、半導体基板の光電変換領域となる部分を厚さ方向に削ることはしないため、高い光電変換率を得ることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

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。

【0026】

図1は、本発明の一実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子100の断面模式図である。本実施形態の固体撮像素子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(光電変換素子)22とが形成され、裏面側に、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。

20

【0027】

各色カラーフィルタ23は対応するフォトダイオード22に整列する位置に積層され、また、各マイクロレンズ24は、対応するフォトダイオード22の中心に焦点が合うようにフォトダイオード22に整列して形成される。

【0028】

尚、本実施形態の裏面照射型固体撮像素子100はCCDタイプであるが、特許文献1記載の様なCMOSタイプその他の形式の固体撮像素子にも本実施形態を同様に適用できる。

【0029】

半導体基板1の裏面側表面部には高濃度p層(p⁺層)25が形成され、このp層25が接地される。高濃度p層25の上には入射光に対して透明な絶縁層(例えば酸化膜)26が積層され、その上に、窒化シリコンやダイヤモンド構造炭素膜等の入射光に対して透明な高屈折率層27が反射防止膜として積層され、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。

30

【0030】

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、詳細は後述する遮光部材28が設けられる。この遮光部材28は、斜め入射光が隣接画素に進入するのを防止するために設けられ、タンゲステン膜やアルミニウム膜等で遮光部材への入射光を反射する構成のものや、遮光部材への入射光を吸収する材料で形成する(本実施形態では、タンゲステン膜とする。)

40

【0031】

図2は、遮光部材28を裏面側から見た状態を示す図であり、全体として網目状に形成され、各網目が1画素1画素を区画する。この遮光部材28を設けることにより、単板式カラー画像撮像用固体撮像素子では、異なる色を検出する隣接画素間の混色が抑制され、多板式カラー画像撮像用固体撮像素子では、同色の信号を検出する隣接画素間のクロストークが抑制される。

【0032】

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、高濃度n層の埋め込みチャンネル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 窒化膜 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

50

た転送電極膜 33 とで構成される。

【0033】

垂直電荷転送路 21 は、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。

【0034】

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⁻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⁺層 39 が形成される。

10

【0035】

垂直電荷転送路 21 の埋め込みチャンネル (n⁺層) 31 の下には基板 1 より p 濃度の高い p 層 41 が形成されており、この n 層 31 及び p 層 41 と、図示の例では右隣のフォトダイオード 22 との間に、素子分離帯としての p⁺領域 42 が形成される。各 p 層 41 の下には、半導体基板 1 より高濃度な p⁻領域 42 が設けられ、隣接するフォトダイオード 22 間の素子分離が図られる。各 p⁻領域 42 は、上述した画素区画部分すなわち遮光部材 28 に対応する箇所設けられる。

【0036】

垂直電荷転送路 21 の埋め込みチャンネル 31 の下に形成された p 層 41 は、図示の例では左隣の n 層 35 の表面端部の上まで延び、この端部分の p⁺表面層 38 は、n 層 35 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 33 の左端面は、p 層 41 の左端面まで重なる様に延設され、n 層 35 と、転送電極膜 33 及び p 層 41 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。

20

【0037】

このよう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。被写体からの入射光が、フォトダイオードや信号読出回路が設けられた側から入射する表面照射型では、面積的な余裕がないため、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。

30

【0038】

本実施形態の様に、転送電極膜 33 と n 層 35 との間に p 層 41 を介在させると、転送電極膜 (読出電極兼用) 33 に印加する読出電圧の低電圧化を図ることができ、CCD 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。

【0039】

半導体基板 1 の最表面に形成される絶縁層 32 の上に例えばポリシリコン膜でなる転送電極膜 33 が形成され、その上に、絶縁層 45 が積層される。そして、n⁺層 39 の上の絶縁層 32, 45 に開口が開けられ、絶縁層 45 の上に金属電極 46 が積層されることで、n⁺層 39 と電極 46 とがコンタクトされる。電極 46 は、この裏面照射型固体撮像素子 100 のオーバーフロートレインとして機能する。

40

【0040】

斯かる構成の裏面照射型固体撮像素子 100 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 24 で集光され、カラーフィルタ層 23 を通り、半導体基板 1 内に進入する。

【0041】

マイクロレンズ 24 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 24 及びカラーフィルタ 23 に対応するフォトダイオード 22 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。

【0042】

裏面照射型固体撮像素子 100 では、半導体基板 1 の裏面からフォトダイオードを構成

50

するn領域22までの距離を、9 μ m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⁺領域すなわち電荷転送路21に達するまでに殆ど全て基板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21を遮光する必要がない。

【0043】

各画素の光電変換領域(p層25からn領域35までの領域)で発生した正孔は高濃度p層25に吸収され、アースに廃棄される。各画素の光電変換領域で発生した電子は、当該画素におけるn領域35に蓄積され、読出電極兼用の転送電極膜33に読出電圧が印加されると、n領域35から、図示する例では右隣の埋め込みチャネル31に読み出される。以後、垂直電荷転送路21に沿って水平電荷転送路(図示せず)まで転送され、水平電荷転送路に沿ってアンプまで転送され、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。

10

【0044】

この様な動作を行う裏面照射型固体撮像素子100では、入射光は図示しない撮影レンズを通して入ってくるため、斜め入射光になっている。従って、遮光部材28が無いと、図1に示す例では、赤色(R)フィルタを通過した入射光が、青色(B)フィルタに対応するフォトダイオード22に入射し、混色が発生してしまう。

【0045】

この混色を避けるために遮光部材28を設けるのであるが、本実施形態の遮光部材28は、単に、反射防止膜27の裏面側表面に積層するだけの薄い遮光膜とするのではなく、半導体基板1に埋め込まれるように、即ち、フォトダイオード22に近づけるようにして形成される。これにより、遮光部材28の遮光性能が向上する。

20

【0046】

尚、図1に示す遮光部材28は導電性部材で形成されており、この遮光部材28に所定の電位(アース電位を含む。)を印加することで固体撮像素子の動作性能向上を図ってもよい。

【0047】

図3は、図1に示す裏面照射型固体撮像素子100の遮光部材28の製造工程説明図である。先ず、高濃度p⁺層25が形成され裏面側表面に酸化膜26が形成されたp型半導体基板1にレジスト61を塗布し、レジスト61の遮光部材形成箇所のレジストを除去する。そして、裏面側をエッチングする(工程a)。

30

【0048】

このエッチングにより、半導体基板1の裏面側に、各画素を区画する凹所62が境界線上に形成される(工程b)。この凹所62は、本実施形態では、高濃度p⁺層25を突き抜けない深さとする。

【0049】

次に、凹所62の内表面を酸化して酸化膜63を形成する。裏面表面の酸化膜63は、酸化膜26と一体化される(工程c)。

【0050】

次に、半導体基板1の裏面全面にタングステン膜28aをPVDまたはCVDにて形成し、凹所62内を埋める(工程d)。次に、裏面側表面を酸化膜26をストッパとしてCMP(ケミカルメカニカルポリッシング)にて削成する(工程e)。

40

【0051】

次に、酸化膜26の表面にタングステン膜28bを更にPVDまたはCVDにて積層し、その上にレジスト64を塗布する。そして、レジスト64のうち凹所62対応箇所のレジストを残し、裏面全体をエッチングする(工程f)。

【0052】

これにより、タングステンによる遮光部材28が、半導体基板1内に埋め込まれると共に、半導体基板1の裏面側に突出する形状となる(工程g)。

【0053】

次に、半導体基板1の裏面側に、反射防止膜27を積層し、その上に、カラーフィルタ

50

23を積層する(工程h)。

【0054】

以上が、図1に示す裏面照射型固体撮像素子100の遮光部材28側の製造工程である。この様に製造することで、遮光部材28を半導体基板1内に埋設状態で形成でき、更に、半導体基板1の裏面側に突出する形状で形成でき、遮光部材28の光入射方向の長さが長くなり、それだけ遮光性能が向上する。

【0055】

また、本実施形態では、反射防止膜27が画素毎に遮光部材28で区画されることになる。反射防止膜27は、透明部材であるため、斜め入射光が反射防止膜27内で多重反射して隣接画素内に進入してしまう虞がある。特に、画素の微細化が進むほど、これが無視できなくなる可能性がある。しかし、本実施形態では、反射防止膜27が画素毎に分断されるため、この虞が無い。

10

【0056】

図4は、図1の裏面照射型固体撮像素子100における遮光部材28の裏面側先端部を、先細に形成する場合の製造工程説明図である。この様に、遮光部材28の裏面側先端部を先細にするには、図3の工程fで用いたレジスト64の代わりに、先細となるレジスト65を用いる(図4の工程f')ことで、先細の遮光部材28'(図4の工程g')を得ることができる。

【0057】

遮光部材28の裏面側先端部を先細形状とすることで、裏面側開口率が向上し、更なる高感度化を図ることが可能となる。

20

【0058】

図5は、別実施形態に係る遮光部材28''を示す図である。図1, 図3の実施形態では、半導体基板1内に埋め込み形成した遮光部材28を、半導体基板1の裏面側にも突出させた形状としたが、本実施形態の遮光部材28''は、埋め込み部分のみの形状としている。この構成でも、遮光性能の向上を図ることができる。

【0059】

尚、本実施形態では、反射防止膜27は、遮光部材28''で分断される構造にはならず、裏面側の受光面全面で連続する反射防止膜27となっている。このため、反射防止膜27内での多重反射による混色の可能性が生じるが、画素の微細化を図らないのであれば、この混色の可能性は低く、問題とはならない。

30

【0060】

図1に示す実施形態では、半導体基板1内に埋め込み形成した遮光部材28が、高濃度 p^{++} 層25を突き抜けない構造としている。これは、遮光部材28の外周面を酸化膜63で覆い絶縁しているためである。

【0061】

即ち、外周面が電氣的に絶縁された遮光部材28を p^{++} 層25を突き抜けて形成すると、図2から分かるように、 p^{++} 層25が遮光部材28によって分断され、同一電圧(図1に示す例ではアース電位)を p^{++} 層25の全体に印加することができなくなってしまう。つまり、光電変換により生じた正孔を外部に廃棄することができなくなってしまう。

40

【0062】

しかし、図6に示す様に、 p^{++} 層25の厚さ d_1 より遮光部材68の埋め込み深さ(酸化膜63を含む) d_2 を深くし、遮光部材68の光入射方向の長さを長くして遮光性能向上を図る必要が生じる場合がある。

【0063】

この様な場合には、遮光部材68の上面視の構造を、図2に示す様な画素毎に画素周囲全部を分断する構造ではなく、図7に示す様に、隣接する画素間で一部66で遮光部材68が遮断される構造にする。この一部66では、遮光部材が存在しないため、この部分66から光が若干漏れる虞がある。

50

【 0 0 6 4 】

裏面照射型固体撮像素子 1 0 0 の受光面を、図 8 に示す様に、チップ上端側，チップ右端側，チップ左端側，チップ下端側に分けて考えた場合、図示しない撮影レンズを通して入射してくる光は、撮影レンズの中心光軸に対して広がる様に受光面に入ってくる。

【 0 0 6 5 】

そこで、遮光部材 6 8 の全体形状を、図 9 に示す様に、光の入射方向に上記遮光部材の分断部（画素間の連続部）6 6 が生じない様にして隣接画素間で p^{++} 層 2 5 が連続するようにする。これにより、光の漏れが極めて小さくなると共に、 p^{++} 層 2 5 全体への所定電圧印加が可能となる。

【 0 0 6 6 】

図 1 0 は、本発明の別実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の遮光部材の製造工程説明図である。本実施形態では、 p 型半導体基板 1 の表面に形成された酸化膜 2 6 の上の全面に先ず反射防止膜 2 7 を積層し（工程（1））、次に、レジスト 6 1 を塗布すると共にレジスト 6 1 の遮光部材形成箇所のレジストを除去し、裏面側をエッチングする（工程（2））。

【 0 0 6 7 】

このエッチングにより、半導体基板 1 の裏面側に、各画素を区画する凹所 6 2 が形成される（工程（3））。

【 0 0 6 8 】

次に、図 3 の実施形態と異なり、凹所 6 2 の内表面を酸化することなく、半導体基板 1 の裏面全面にタングステン膜 2 8 a を PVD または CVD にて形成し、凹所 6 2 内を埋める（工程（4））。

【 0 0 6 9 】

次に、裏面側表面を反射防止膜 2 7 まで CMP にて削成する（工程（5））。そして、再び反射防止膜 2 7 の表面にタングステン膜 2 8 b を PVD または CVD にて積層し、その上にレジスト 6 4 を塗布し、レジスト 6 4 のうち凹所 6 2 対応箇所のレジストを残し、裏面全体をエッチングする（工程（6））。

【 0 0 7 0 】

これにより、タングステンによる遮光部材 2 8 が、半導体基板 1 内に埋め込まれると共に、半導体基板 1 の裏面側に突出する形状となる（工程（7））。そして、半導体基板 1 の裏面側に、カラーフィルタ 2 3 を積層する（工程（8））。

【 0 0 7 1 】

この実施形態では、タングステンの半導体基板埋設部表面を酸化しないため、メタル金属が半導体基板 1 に直接接触することになる。従って、半導体基板 1 がメタル金属で汚染されない様にする処理が必要となる。しかし、図 1 0 では p^{++} 層 2 5 は図示していないが、導電性遮光部材 2 8 に所定の負電圧を印加することで p^{++} 層 2 5 で吸収する正孔を遮光部材 2 8 を通して廃棄することが可能となる。

【 0 0 7 2 】

遮光部材 2 8 の材料としてメタル金属でない材料を用いることも可能である。この様な場合に図 1 0 の実施形態は最適である。また、図 1 0 の実施形態でも、図 4 で説明して様に、遮光部材 2 8 の先端部を先細形状にすることができる。

【 0 0 7 3 】

図 1 1 は、図 1 0 の実施形態の変形例を示す図である。この図 1 1 では、図 5 と同様に、半導体基板 1 内に埋設形成した遮光部材 2 8 の裏面側先端部を突出させない形状としている。この場合、図 5 の実施形態と異なり、遮光部材 2 8 は、反射防止膜 2 7 を分断する構成になる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 4 】

本発明に係る裏面照射型固体撮像素子は、画素間を分離する遮光部材を半導体基板に埋設して設けたため、光電変換効率を犠牲にすることなく、画素間のクロストーク，混色等

10

20

30

40

50

を好適に抑制することができ、高感度撮影を行うデジタルカメラ等に搭載する撮像素子として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明の一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に示す遮光部材を裏面側から見た平面図である。

【図3】図1に示す裏面照射型固体撮像素子の遮光部材の製造工程説明図である。

【図4】図3に示す実施形態の変形例の説明図である。

【図5】図1に示す実施形態とは別実施形態に係る遮光部材の断面模式図である。

【図6】図1に示す裏面照射型固体撮像素子において遮光部材が p^{++} 層25を突き抜け
て形成される場合の断面模式図である。 10

【図7】図6で説明した遮光部材を裏面側から見た平面図である。

【図8】裏面照射型固体撮像素子の受光面の説明図である。

【図9】図8に示すチップの上下左右における図7の遮光部材の配置図である。

【図10】本発明の別実施形態に係る遮光部材の製造工程説明図である。

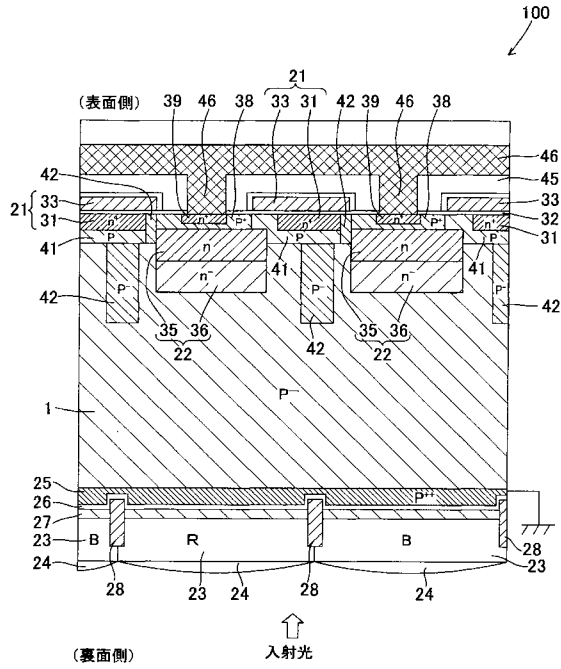
【図11】図10に示す実施形態とは別実施形態に係る遮光部材の断面模式図である。

【符号の説明】

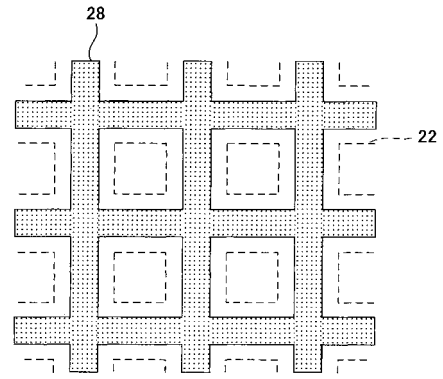
【0076】

- 1 p型半導体基板
- 2 2 フォトダイオード(n領域)
- 2 3 カラーフィルタ
- 2 4 マイクロレンズ(トップレンズ)
- 2 5 正孔引き抜き用の高濃度 p^{++} 層
- 2 6 酸化膜
- 2 7 反射防止膜
- 2 8 , 2 8 ' , 2 8 " , 6 8 遮光部材
- 6 6 遮光部材の分断部分

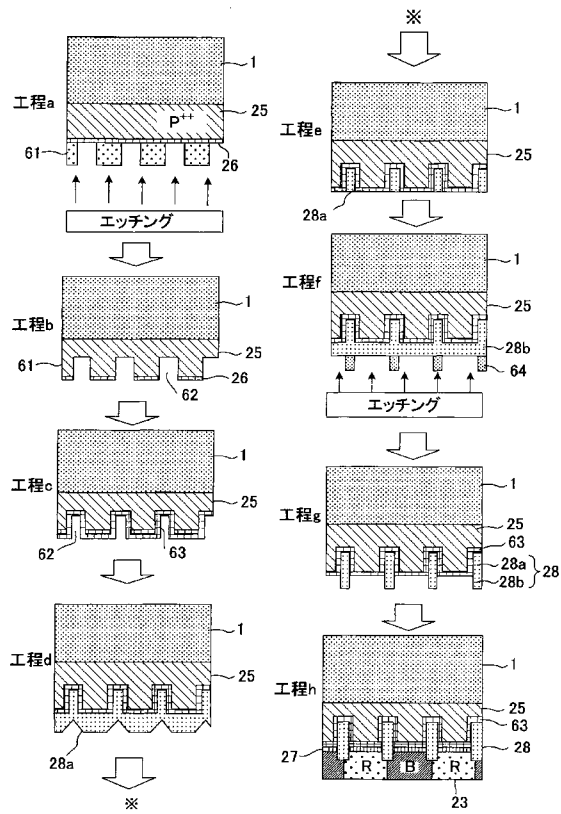
【図1】



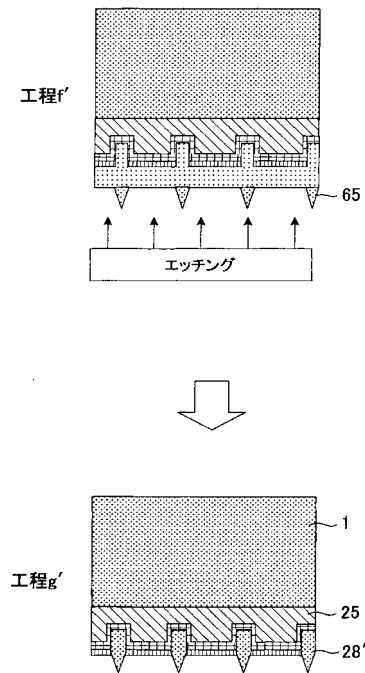
【図2】



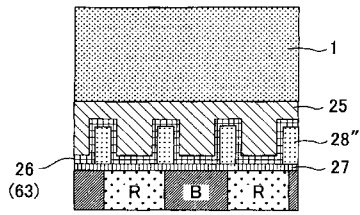
【図3】



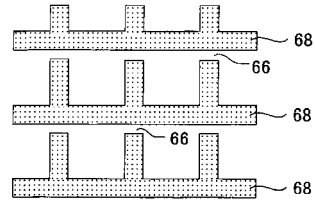
【図4】



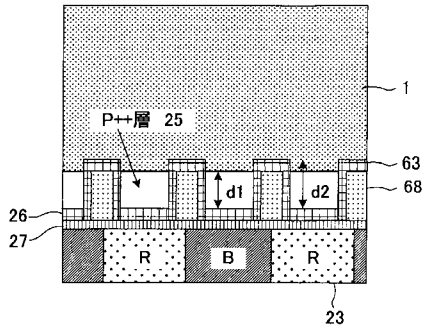
【図5】



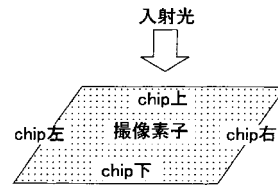
【図7】



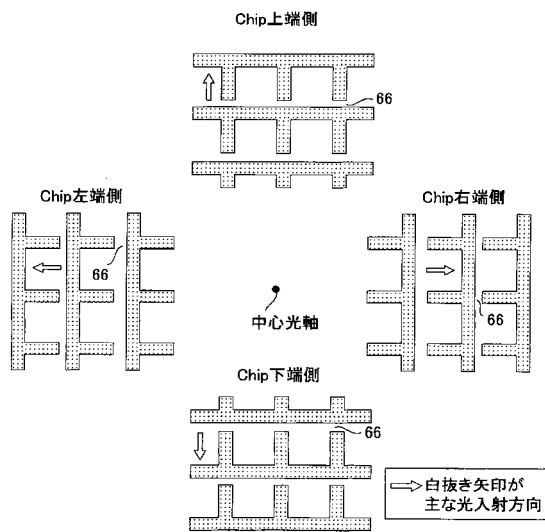
【図6】



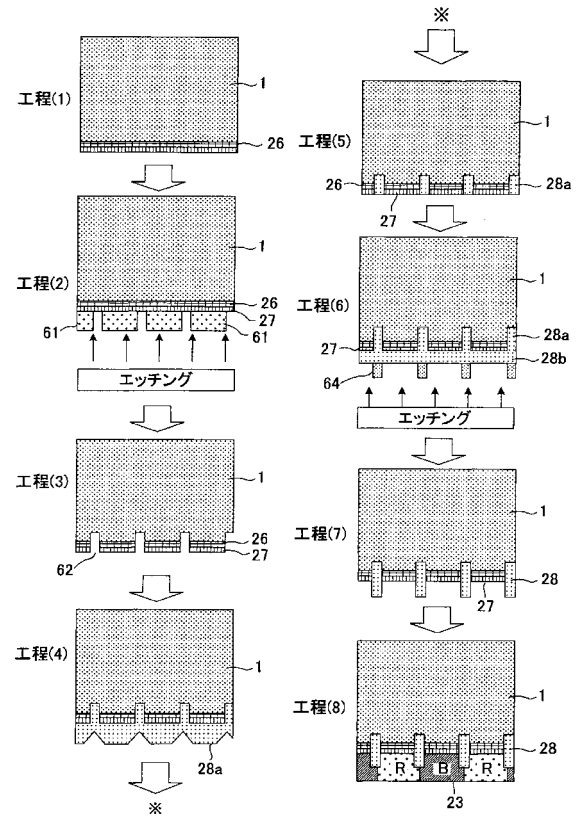
【図8】



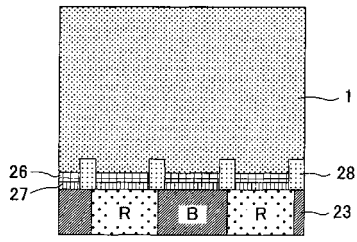
【図9】



【図10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-245535(JP,A)
特開2003-031785(JP,A)
特開2006-261638(JP,A)
特開2006-032497(JP,A)
特開2006-173351(JP,A)
特開2003-338615(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 27/14