

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】令和 1 年 6 月 20 日 (2019.6.20)

【公開番号】特開 2018-19040 (P2018-19040A)

【公開日】平成 30 年 2 月 1 日 (2018.2.1)

【年通号数】公開・登録公報 2018-004

【出願番号】特願 2016-150331 (P2016-150331)

【国際特許分類】

H 0 1 L 31/107 (2006.01)

H 0 1 L 27/146 (2006.01)

H 0 4 N 5/369 (2011.01)

【F I】

H 0 1 L 31/10 B

H 0 1 L 27/14 A

H 0 4 N 5/335 6 9 0

【手続補正書】

【提出日】令和 1 年 5 月 13 日 (2019.5.13)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 面と、前記第 1 面と対向する第 2 面とを有する半導体基板と、
 信号電荷と同じ第 1 極性の電荷を多数キャリアとする第 1 導電型の第 1 半導体領域と、
 第 2 極性の電荷を多数キャリアとする第 2 導電型の第 2 半導体領域とにより構成される P
 N 接合を有する光電変換部と、

前記半導体基板に埋め込まれた電極と、前記電極および前記半導体基板の間に配され、
 前記第 2 半導体領域と接する誘電部材とを有する埋め込み部と、を有する光検出装置であ
 って、

前記第 2 半導体領域は、前記第 1 面に対して前記第 1 半導体領域よりも深い位置に配さ
 れ、

前記埋め込み部は、前記第 1 面から、前記第 1 面に対して前記第 1 半導体領域よりも深
 い位置まで配され、

前記誘電部材と前記第 1 半導体領域とが接する領域付近の前記第 2 半導体領域に反転層
 が形成されるように、前記第 1 半導体領域と、前記第 2 半導体領域と、前記電極とに電位
 が供給されることを特徴とする光検出装置。

【請求項 2】

第 1 面と、前記第 1 面と対向する第 2 面とを有する半導体基板と、
 信号電荷と同じ第 1 極性の電荷を多数キャリアとする第 1 導電型の第 1 半導体領域と、
 第 2 極性の電荷を多数キャリアとする第 2 導電型の第 2 半導体領域とにより構成される P
 N 接合を有する光電変換部と、

前記半導体基板に埋め込まれた電極と、前記電極および前記半導体基板の間に配され、
 前記第 2 半導体領域と接する誘電部材とを有する埋め込み部と、
 を有する光検出装置であって、

前記第 1 半導体領域と前記第 2 半導体領域の電位差が 6 V 以上となるように、前記第 1
 半導体領域と前記第 2 半導体領域に電位が供給され、

前記電極と前記第 2 半導体領域の電位差が、前記第 1 半導体領域と前記第 2 半導体領域の電位差以上になるように、前記電極に電位が供給されることを特徴とする光検出装置。

【請求項 3】

前記第 1 半導体領域と接続し、前記第 1 半導体領域に電位を供給するコンタクトプラグが設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光検出装置。

【請求項 4】

前記第 1 半導体領域に供給される電位と前記第 2 半導体領域に供給される電位との電位差が、降伏電圧より大きくなるように構成されてことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 5】

前記第 1 半導体領域に供給される電位と前記第 2 半導体領域に供給される電位との電位差が、降伏電圧以下となるように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 6】

前記電極および前記第 1 半導体領域には 6 V 以上の電位を供給し、前記第 2 半導体領域には 0 V 以下の電位を供給することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 7】

前記第 1 半導体領域と前記誘電部材との間の距離が $0.1 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 8】

前記光電変換部は、アバランシェダイオードを構成することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 9】

前記埋め込み部は、

前記 P N 接合によって生じる空乏層領域よりも深い位置まで配されることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 10】

前記埋め込み部は、

前記第 1 面に対して最も深い位置に配された領域である底部と、

前記第 2 半導体領域と接する側面と、

前記底部および前記側面と連続した端部と、を有し、

前記底部および前記端部が、前記第 1 導電型の第 3 半導体領域に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 項に記載の光検出装置。

【請求項 11】

前記埋め込み部は、前記第 1 面から前記第 2 面まで延在して配されることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 12】

前記第 2 半導体領域は、前記第 1 面に対して深い位置から、浅い位置に向かって不純物濃度が薄くなる不純物濃度の勾配を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 13】

前記第 2 半導体領域は、

第 1 不純物濃度の領域である第 1 領域と、

前記第 1 面に対して前記第 1 領域よりも深い位置に配され、前記第 1 不純物濃度よりも低い第 2 不純物濃度の領域である第 2 領域と、

前記第 1 面に対して前記第 1 領域および前記第 2 領域よりも深い位置に配され、前記第 1 不純物濃度よりも低く、かつ、前記第 2 不純物濃度よりも高い第 3 不純物濃度である第 3 領域と、

を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 14】

前記第 1 半導体領域に供給される電位 V_1 と、前記第 2 半導体領域に供給される電位 V_2 と、前記電極に供給される電位 V_t と、前記第 1 半導体領域の仕事関数 ϕ_1 と、前記第 2 半導体領域の仕事関数 ϕ_2 と、前記電極の仕事関数 ϕ_t とは、前記信号電荷が電子の場合に数式 A を満たし、前記信号電荷が正孔の場合に数式 B を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

$$V_2 - \phi_2 < V_t - \phi_t \quad V_t - \phi_t \quad \dots \text{数式 A}$$

$$V_2 - \phi_2 > V_1 - \phi_1 \quad V_t - \phi_t \quad \dots \text{数式 B}$$

【請求項 15】

平面視において、

前記第 2 半導体領域は、第 1 領域と前記第 1 領域とは異なる第 2 領域とを有し、

前記第 1 半導体領域は、前記第 1 領域に内包されるように配され、

前記第 1 領域は、前記埋め込み部に内包されるように配され、

前記埋め込み部は、前記第 2 領域に内包されるように配されていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 16】

平面視において、

前記第 1 半導体領域は凹部を有し、

前記第 1 半導体領域は、前記第 2 半導体領域に内包されるように配され、

前記埋め込み部は、前記第 2 半導体領域に内包されるように配され、

前記凹部に、前記第 2 半導体領域と前記埋め込み部の少なくとも一部とが配されていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 17】

平面視において、

前記第 2 半導体領域は、第 1 領域と前記第 1 領域とは異なる第 2 領域とを有し、

前記埋め込み部は、第 1 領域に内包されるように配され、

前記第 1 領域は、前記第 1 半導体領域に内包されるように配され

前記第 1 半導体領域は、前記第 2 領域に内包されるように配されていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 18】

前記第 2 半導体領域に電氣的に接続され、前記第 2 導電型であって、前記第 2 半導体領域よりも不純物濃度の高い第 4 半導体領域が、前記第 1 面または前記第 2 面に接するように配されることを特徴とする請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 19】

前記誘電部材は、固定電荷を含む材料で構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 20】

前記電極は、前記半導体基板に流れるアバランシェ電流に起因して発生する赤外光の少なくとも一部を吸収または反射する材料であることを特徴とする請求項 1 乃至 19 のいずれか 1 項に記載の光検出装置。

【請求項 21】

請求項 1 から 20 のいずれか 1 項に記載の光検出装置を複数有する光検出システムであって

第 1 波長帯の光を前記第 1 波長帯と異なる第 2 波長帯の光に変換する波長変換部と、

前記光検出装置に保持された複数のデジタル信号から得られる複数の画像の合成処理を行う信号処理手段と、を有し、

前記波長変換部から出力された前記第 2 波長帯の光が前記光検出装置に入射するように構成されていることを特徴とする光検出システム。

【請求項 22】

請求項 1 から 20 のいずれか 1 項に記載の光検出装置を有する光検出システムであって

前記光検出装置によって検出される光を発光する発光部と、

前記光検出装置に保持されたデジタル信号を用いて距離算出を行う距離算出手段と、を有することを特徴とする光検出システム。