

【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5年9月1日(2023.9.1)

【公開番号】特開2022-71828(P2022-71828A)

【公開日】令和4年5月16日(2022.5.16)

【年通号数】公開公報(特許)2022-085

【出願番号】特願2021-157065(P2021-157065)

【国際特許分類】

H01L 27/146(2006.01)

10

H01L 31/107(2006.01)

【F I】

H01L 27/146 A

H01L 31/10 B

【手続補正書】

【提出日】令和5年8月24日(2023.8.24)

【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

20

【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面とは反対側の面である第2面とを有する半導体層と、

前記半導体層に配され、第1のアバランシェフォトダイオードおよび第2のアバランシェフォトダイオードを含む複数のアバランシェフォトダイオードと、

前記複数のアバランシェフォトダイオードのそれぞれは、信号電荷と同じ導電型のキャリアを多数キャリアとし、前記半導体層の前記第1面に対して第1の深さに配された第1導電型の第1半導体領域と、前記半導体層の前記第1面に対して前記第1の深さよりも深い第2の深さに配され、前記第1導電型とは異なる導電型の第2導電型の第2半導体領域と、により形成されるアバランシェ増倍部を含み、

前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第2のアバランシェフォトダイオードとの間に、前記第2導電型の第3半導体領域が配され、

前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第2のアバランシェフォトダイオードとの間であって、前記半導体層の前記第1面に対して前記第3半導体領域よりも浅い位置に、前記第3半導体領域と導電型および不純物濃度の少なくとも一方が異なる第4半導体領域が配され、

前記第2半導体領域は、前記第3半導体領域と接しており、

前記第1半導体領域は、前記半導体層の前記第1面の側に上面を有し、前記半導体層の前記第2面の側に下面を有し、

前記第3半導体領域は、前記半導体層の前記第1面の側に上面を有し、前記半導体層の前記第2面の側に下面を有し、

前記第3半導体領域の前記上面は、前記半導体層の第1面に対して前記第1半導体領域の前記下面よりも深くに配されることを特徴とする光電変換装置。

【請求項2】

前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第2のアバランシェフォトダイオードとの間に配されたトレンチ構造からなる分離領域と、を備え、

前記分離領域の側壁部には、前記第3半導体領域と前記第4半導体領域とが配されていることを特徴とする請求項1に記載の光電変換装置。

50

【請求項 3】

前記第3半導体領域と前記第4半導体領域の境界部の深さは、前記半導体層の前記第1面に**対して**前記第2半導体領域の深さよりも浅いことを特徴とする請求項1または2に記載の光電変換装置。

【請求項 4】

前記第4半導体領域は前記第2導電型の半導体領域であり、

前記第4半導体領域の第2導電型の不純物濃度が、第3半導体領域の第2導電型の不純物濃度よりも低いことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項 5】

前記第4半導体領域は前記第1導電型の半導体領域であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項 6】

前記第4半導体領域の幅は、前記第3半導体領域の幅よりも狭いことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項 7】

前記分離領域は、前記半導体層の前記第2面から前記半導体層の前記第1面まで貫通していることを特徴とする請求項2に記載の光電変換装置。

【請求項 8】

前記分離領域は、前記半導体層の前記第1面から形成されることを特徴とする請求項2に記載の光電変換装置。

【請求項 9】

前記分離領域は、前記半導体層の第2面から形成されることを特徴とする請求項2に記載の光電変換装置。

【請求項 10】

前記複数のアバランシェフォトダイオードは、第3のアバランシェフォトダイオードを含み、

前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第3のアバランシェフォトダイオードとは第1の方向に隣り合って配され、

前記第3のアバランシェフォトダイオードと前記第2のアバランシェフォトダイオードとは前記第1の方向に直交する第2の方向に隣り合って配され、

前記第3のアバランシェフォトダイオードの前記第1半導体領域と前記第2のアバランシェフォトダイオードの前記第1半導体領域との距離は、前記第1のアバランシェフォトダイオードの前記第1半導体領域と前記第3のアバランシェフォトダイオードの前記第1半導体領域と間の距離よりも長いことを特徴とする請求項2、および、7から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の方向において、前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第3のアバランシェフォトダイオードとの間には、第2導電型の半導体領域が配され、前記分離領域は配されないことを特徴とする請求項10に記載の光電変換装置。

【請求項 12】

前記第1の方向において、前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第3のアバランシェフォトダイオードとの間には、前記分離領域が配されることを特徴とする請求項10に記載の光電変換装置。

【請求項 13】

前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第3のアバランシェフォトダイオードとを通る断面の深さ方向における前記分離領域の長さと、前記第3のアバランシェフォトダイオードと前記第2のアバランシェフォトダイオードとを通る断面の深さ方向における前記分離領域の長さとは異なることを特徴とする請求項12に記載の光電変換装置。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第3のアバランシェフォトダイオードとが並ぶ第3の方向において、前記第1のアバランシェフォトダイオードと前記第3のアバランシェフォトダイオードとの間に前記第1のアバランシェフォトダイオードに電位を与えるコンタクトプラグが配されることを特徴とする請求項10から13のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項15】

前記半導体層の前記第2面の側から前記アバランシェフォトダイオードに電位を供給することを特徴とする請求項8または9に記載の光電変換装置。

【請求項16】

前記トレンチ構造の内部には、金属材料、絶縁材料、および空気の少なくともいずれか1つが配されることを特徴とする請求項2、および、7から14のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項17】

前記第3半導体領域と前記第4半導体領域の境界部の深さは、前記第2半導体領域の上面よりも浅いか、あるいは、前記第2半導体領域が設けられている深さと同じであることを特徴とする請求項1から16のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項18】

複数の光電変換素子を含み、第1面と、前記第1面とは反対側の面である第2面とを有する半導体層を備え、

前記複数の光電変換素子のそれぞれは、アバランシェフォトダイオードを含み、

前記アバランシェフォトダイオードは、信号電荷と同じ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導電型の第2半導体領域とを有し、

前記複数の光電変換素子のそれぞれは、前記第2導電型の第3半導体領域を含む分離部により分離されており、

前記第2半導体領域は、前記第3半導体領域と接して配されており、

前記複数の光電変換素子は、第1の方向に並ぶ、第1光電変換素子と、第2光電変換素子と、を有し、

前記第2半導体領域は、前記第1面の側に上面を有し、前記第2面の側に下面を有し、前記第3半導体領域は、前記第1面の側に上面を有し、前記第2面の側に下面を有し、

前記第3半導体領域の前記上面は、前記第1面と前記第2半導体領域の前記上面との間に配されることを特徴とする光電変換装置。

【請求項19】

前記複数の光電変換素子は、前記第1の方向と交差する第2の方向に並ぶ、前記第1光電変換素子と、第3光電変換素子とを有することを特徴とする請求項18に記載の光電変換装置。

【請求項20】

前記第1光電変換素子と前記第3光電変換素子との間ににおいて、前記第3半導体領域の下面是前記半導体層の前記第2面と接することを特徴とする請求項19に記載の光電変換装置。

【請求項21】

前記第1の方向は対辺方向であり、前記第2の方向は対角方向であることを特徴とする請求項19又は20に記載の光電変換装置。

【請求項22】

前記第1光電変換素子と前記第3光電変換素子との間ににおいて、前記半導体層の前記第1面にコンタクトプラグが接続されることを特徴とする請求項19から21のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項23】

前記コンタクトプラグと前記第3半導体領域を介して、前記第2半導体領域に電圧が印加されることを特徴とする請求項22に記載の光電変換装置。

【請求項24】

10

20

30

40

50

前記第1光電変換素子の前記第1半導体領域と、前記第2光電変換素子の前記第1半導体領域との間には、前記第1導電型の第4半導体領域が連続的に配されており、

前記第4半導体領域の不純物濃度は、前記第1半導体領域の不純物濃度よりも低く、

前記第4半導体領域は、前記第1面の一部を構成することを特徴とする請求項1_8から2_3のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項25】

前記第4半導体領域は、第1不純物濃度の第1部分と、前記第1部分よりも前記第1半導体領域から離れており、前記第1部分よりも不純物濃度の低い第2部分と、を有することを特徴とする請求項2_4に記載の光電変換装置。

【請求項26】

前記分離部は、トレンチ構造を含むことを特徴とする請求項1_9から2_5のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項27】

前記トレンチ構造は、前記第1光電変換素子と前記第2光電変換素子との間には配されるが、前記第1光電変換素子と前記第3光電変換素子との間には配されないことを特徴とする請求項2_6に記載の光電変換装置。

【請求項28】

前記トレンチ構造の一端は、前記第2半導体領域と同じ深さに配されることを特徴とする請求項2_6または2_7に記載の光電変換装置。

【請求項29】

前記トレンチ構造は、前記半導体層を貫通することを特徴とする請求項2_6または2_7に記載の光電変換装置。

【請求項30】

前記トレンチ構造は、前記第1光電変換素子と前記第2光電変換素子との間において前記半導体層を貫通しており、前記第1光電変換素子と前記第3光電変換素子との間において前記半導体層を貫通していないことを特徴とする請求項2_6から2_9のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項31】

前記トレンチ構造は、第1部分と、前記第1部分よりも前記第2面に近い側に位置する第2部分と、を有し、

前記第1光電変換素子と前記第2光電変換素子との間において、前記第1部分は前記第3半導体領域と接し、前記第2部分は前記第1導電型の半導体領域と接することを特徴とする請求項2_9または3_0に記載の光電変換装置。

【請求項32】

前記トレンチ構造には、少なくとも前記第2部分において、前記半導体領域と接するようにピニング膜が配されていることを特徴とする請求項3_1に記載の光電変換装置。

【請求項33】

前記トレンチ構造には、酸化膜が配されることを特徴とする請求項2_6から3_2のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項34】

前記トレンチ構造には、酸化膜と、空気及び金属の少なくとも一方が配され、

前記空気及び前記金属との少なくとも一方は、前記酸化膜に挟まれて配されることを特徴とする請求項2_6から3_2のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項35】

請求項1から3_4のいずれか1項に記載の光電変換装置と、

前記光電変換装置が出力する信号を用いて画像を生成する信号処理部とを有することを特徴とする光電変換システム。

【請求項36】

請求項1から3_4のいずれか1項に記載の光電変換装置を備える移動体であって、

前記光電変換装置が出力する信号を用いて前記移動体の移動を制御する制御部を有する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする移動体。

10

20

30

40

50