

【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】

H 0 1 L 27/146(2006.01)

10

H 0 1 L 31/107(2006.01)

【F I】

H 0 1 L 27/146 A

H 0 1 L 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、

30

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、

40

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】

10

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。

20

## 【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、

30

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。

40

## 【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】

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おいて、前記第 3 半導体領域の下面は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 2 5】

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 部分もより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 2 6】

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 2 7】

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 2 8】

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 2 9】

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 3 0】

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 3 1】

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 3 2】

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 3 3】

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 3 4】

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 3 5】

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 3 6】

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