

【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6年12月26日(2024.12.26)

【国際公開番号】WO2023/132003

【出願番号】特願2023-572273(P2023-572273)

【国際特許分類】

H 01 L 31/107(2006.01)

【F I】

H 01 L 31/10

B

10

【手続補正書】

【提出日】令和6年12月18日(2024.12.18)

【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】

20

光入射面である第1面と、前記第1面に対向する第2面と、を有する半導体層に配された複数のアバランシェダイオードと、前記第2面に接する第1配線構造と、を有する光電変換装置であって、

前記複数のアバランシェダイオードのそれぞれは、前記第2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、前記第1の深さよりも前記第2面に対して深い第2の深さに配された第2導電型の第2半導体領域と、を有し、

該光電変換装置に第1電圧を印加するための第1のパッドが前記第1配線構造に設けられ、

前記半導体層は、前記第1面に設けられた複数の凹凸構造を備え、

前記複数の凹凸構造の実効周期は  $h c / E_a$  ( $h$  : プランク定数 [J・s]、 $c$  : 光速 [m/s]、 $E_a$  : 半導体層のバンドギャップ [J]) よりも小さいことを特徴とする光電変換装置。

30

【請求項2】

前記複数の凹凸構造はトレンチ構造によって形成され、

前記トレンチ構造の幅は  $h c / 2 E_a$  ( $h$  : プランク定数 [J・s]、 $c$  : 光速 [m/s]、 $E_a$  : 半導体層のバンドギャップ [J]) よりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の光電変換装置。

40

【請求項3】

光入射面である第1面と、前記第1面に対向する第2面と、を有する半導体層に配された複数のアバランシェダイオードと、前記第2面に接する第1配線構造と、を有する光電変換装置であって、

前記複数のアバランシェダイオードのそれぞれは、前記第2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、前記第1の深さよりも前記第2面に対して深い第2の深さに配された第2導電型の第2半導体領域と、を有し、

該光電変換装置に第1電圧を印加するための第1のパッドが前記第1配線構造に設けられ、

前記半導体層は、前記第1面に設けられた複数の凹凸構造を備え、

前記複数の凹凸構造の実効周期は  $1.1 \mu m$  よりも小さいことを特徴とする光電変換装置。

40

【請求項4】

50

前記複数の凹凸構造はトレーナ構造によって形成され、

前記トレーナ構造の幅は $0.55\mu m$ よりも小さいことを特徴とする請求項3に記載の光電変換装置。

#### 【請求項5】

前記第2の深さよりも第2面に対して深い第3の深さに配された前記第2導電型の第3半導体領域を有することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の光電変換装置。

#### 【請求項6】

前記第2半導体領域と前記第3半導体領域との間に前記第1導電型の第4半導体領域が設けられ、

前記第4半導体領域における前記第1導電型の不純物濃度は前記第1半導体領域における前記第1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5に記載の光電変換装置。

#### 【請求項7】

前記第1面に垂直な方向からの平面視において、

前記第4半導体領域と重なる前記複数の凹凸構造の面積は前記第4半導体領域と重ならない前記複数の凹凸構造の面積よりも大きいことを特徴とする請求項6に記載の光電変換装置。

#### 【請求項8】

前記第1の深さに配され、前記第1面に垂直な方向からの平面視において前記第1半導体領域を囲む第5半導体領域が設けられ、

前記第5半導体領域における不純物濃度は前記第1半導体領域における不純物濃度よりも低いことを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか一項に記載の光電変換装置。

#### 【請求項9】

前記第1半導体領域と前記第2半導体領域とのポテンシャル差は前記第2半導体領域と前記第5半導体領域とのポテンシャル差よりも大きいことを特徴とする請求項8に記載の光電変換装置。

#### 【請求項10】

前記第1面に垂直な方向からの平面視において、

前記第1半導体領域と前記第2半導体領域との間に形成される増倍領域は、前記複数の凹凸構造に内包されることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれか一項に記載の光電変換装置。

#### 【請求項11】

前記第1面に垂直な方向の平面視において、

前記複数の凹凸構造の重心位置は前記増倍領域に内包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12】

前記複数のアバランシェダイオードは、第1のアバランシェダイオードと、前記第1のアバランシェダイオードに隣り合う第2のアバランシェダイオードとを含み、

前記第1のアバランシェダイオードと前記第2のアバランシェダイオードとの間に画素分離部を有することを特徴とする、請求項10又は請求項11に記載の光電変換装置。

#### 【請求項13】

前記複数のアバランシェダイオードは前記第2のアバランシェダイオードに隣り合う第3のアバランシェダイオードを含み、

前記第1のアバランシェダイオードと前記第2のアバランシェダイオードとの間に第1の画素分離部を有し、

前記第2のアバランシェダイオードと前記第3のアバランシェダイオードとの間に第2の画素分離部を有し、

前記第2のアバランシェダイオードにおける前記第2半導体領域は、前記第1面に垂直な断面において前記第1の画素分離部から前記第2の画素分離部まで延在することを特徴

10

20

30

40

50

とする請求項 1 2 に記載の光電変換装置。

【請求項 1 4】

前記複数のアバランシェダイオードのそれぞれにおいて、前記画素分離部から最近接位置の画素分離部までの距離を  $L \times 2 / 4 < d < L \times 2$  を満たすことを特徴とする請求項 1 3 に記載の光電変換装置。

【請求項 1 5】

前記複数の凹凸構造の前記第 1 面側に積層された反射防止膜を有し、  
前記反射防止膜の屈折率は、前記増倍領域と前記第 1 面に垂直な方向からの平面視で重なり前記複数の凹凸構造の前記第 2 面の側の面と前記第 1 面との間に挟まれた領域の実効屈折率よりも低いことを特徴とする請求項 1 0 乃至請求項 1 4 のいずれか一項に記載の光電変換装置。  
10

【請求項 1 6】

前記第 1 面に垂直な方向からの平面視において、  
前記複数の凹凸構造は T 字状のトレンチ構造を含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 5 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項 1 7】

前記第 1 面に垂直な方向からの平面視において、  
前記複数の凹凸構造は非周期的に構成されたトレンチ構造を含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 6 のいずれか一項に記載の光電変換装置。  
20

【請求項 1 8】

前記複数の凹凸構造の密度分布は前記第 1 面の中で一律でないことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 7 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項 1 9】

前記アバランシェダイオードの中央部における前記複数の凹凸構造の密度は、前記アバランシェダイオードの外縁部における前記凹凸構造の密度よりも高いことを特徴とする請求項 1 8 記載の光電変換装置。

【請求項 2 0】

前記複数の凹凸構造は、第 1 の凹凸構造と、第 2 の凹凸構造とを有し、前記第 1 面から前記第 1 の凹凸構造の底部までの深さと前記第 1 面から前記第 2 の凹凸構造の底部までの深さとが異なることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 9 のいずれか一項に記載の光電変換装置。  
30

【請求項 2 1】

前記アバランシェダイオードの中央部に配された、前記第 1 の凹凸構造の前記第 1 面から前記底部までの深さは、前記アバランシェダイオードの外縁部に配された、前記第 2 の凹凸構造の前記第 1 面から前記底部までの深さよりも深いことを特徴とする請求項 2 0 に記載の光電変換装置。

【請求項 2 2】

前記複数の凹凸構造の、第 1 の方向に延びる凹部と第 2 の方向に延びる凹部とが交差する部分における前記第 1 面から前記底部までの深さは、前記第 1 の方向に延びる凹部と交差していない前記第 2 の方向に延びる凹部の前記第 1 面から前記底部までの深さよりも深いことを特徴とする請求項 2 0 又は請求項 2 1 に記載の光電変換装置。  
40

【請求項 2 3】

前記交差する部分における前記底部は、  
前記第 1 面と前記第 2 面との距離の半分よりも前記第 1 面に近い位置にあることを特徴とする請求項 2 2 に記載の光電変換装置。

【請求項 2 4】

前記複数の凹凸構造は、前記第 1 面に垂直な方向からの平面視で独立した複数の領域からなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 3 のいずれか一項に記載の光電変換装置。

【請求項 2 5】

50

前記複数の凹凸構造は空隙を有することを特徴とする請求項1乃至請求項2~4のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項26】**

前記複数の凹凸構造はピニング膜を有することを特徴とする請求項1乃至請求項2~5のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項27】**

前記複数の凹凸構造の実効周期は、前記半導体層の光吸収長が前記第1面から前記第1半導体領域と前記第2半導体領域との間までの距離と等しくなる波長よりも小さいことを特徴とする請求項1乃至請求項2~6のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項28】**

前記第1配線構造に接する第2配線構造を有する光電変換装置であって、該光電変換装置に第2電圧を印加するための第2のパッドが前記第2配線構造に設けられることを特徴とする請求項1乃至請求項2~7のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項29】**

前記第2配線構造は複数の配線層を含み、前記複数の配線層のひとつに前記第2のパッドが設けられることを特徴とする請求項2~8に記載の光電変換装置。

**【請求項30】**

前記第1配線構造は複数の配線層を含み、前記複数の配線層のひとつに前記第1のパッドが設けられることを特徴とする請求項1乃至請求項2~9のいずれか一項に記載の光電変換装置。

**【請求項31】**

前記第1配線構造に含まれる前記複数の配線層は銅を主成分とした配線を含み、前記第1のパッドの主成分はアルミニウムであることを特徴とする請求項3~0に記載の光電変換装置。

**【請求項32】**

光入射面である第1面と、前記第1面に対向する第2面と、を有する半導体層に配された複数のアバランシェダイオードと、前記第2面に接する第1配線構造と、前記第1配線構造に接する第2配線構造と、を有する光電変換装置であって、

前記複数のアバランシェダイオードのそれぞれは、前記第2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、前記第1の深さよりも前記第2面に対して深い第2の深さに配された第2導電型の第2半導体領域と、を有し、

該光電変換装置に第1電圧を印加するための第1のパッドが前記第2配線構造に設けられ、

前記半導体層は、前記第1面に設けられた複数の凹凸構造を備え、

前記複数の凹凸構造の実効周期は  $h c / E_a$  ( $h$  : プランク定数 [J・s],  $c$  : 光速 [m/s],  $E_a$  : 半導体層のバンドギャップ [J]) よりも小さいことを特徴とする光電変換装置。

**【請求項33】**

光入射面である第1面と、前記第1面に対向する第2面と、を有する半導体層に配された複数のアバランシェダイオードと、前記第2面に接する第1配線構造と、前記第1配線構造に接する第2配線構造と、を有する光電変換装置であって、

前記複数のアバランシェダイオードのそれぞれは、前記第2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、前記第1の深さよりも前記第2面に対して深い第2の深さに配された第2導電型の第2半導体領域と、を有し、

該光電変換装置に第1電圧を印加するための第1のパッドが前記第2配線構造に設けられ、

前記半導体層は、前記第1面に設けられた複数の凹凸構造を備え、

前記複数の凹凸構造の実効周期は  $1.1 \mu m$  よりも小さいことを特徴とする光電変換装置。

**【請求項34】**

10

20

30

40

50

第2電圧を印加するための第2のパッドが前記第2配線構造に設けられることを特徴とする請求項3\_2又は請求項3\_3に記載の光電変換装置。

【請求項3\_5】

請求項1乃至請求項3\_1のいずれか一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乃至請求項3\_1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  
ことを特徴とする移動体。 10

20

20

30

40

50