

【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】平成 28 年 3 月 31 日 (2016.3.31)

【公開番号】特開 2014-183195 (P2014-183195A)

【公開日】平成 26 年 9 月 29 日 (2014.9.29)

【年通号数】公開・登録公報 2014-053

【出願番号】特願 2013-56803 (P2013-56803)

【国際特許分類】

H 0 1 L 31/10 (2006.01)

G 0 2 B 6/122 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 31/10 A

G 0 2 B 6/12 B

【手続補正書】

【提出日】平成 28 年 2 月 12 日 (2016.2.12)

【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】

半導体基板と、

前記半導体基板上に形成され、第 1 の開口部を有する第 1 の絶縁膜と、

前記第 1 の開口部直下の前記半導体基板内に形成された第 1 の溝と、

前記第 1 の溝内の前記半導体基板上に形成され、前記半導体基板の主成分を成す元素とは異なる元素をその一部に含み、禁制帯幅が前記半導体基板よりも小さい第 1 の半導体層と、

前記第 1 の溝内の前記第 1 の半導体層上に形成され、前記半導体基板の主成分を成す元素とは異なる元素をその一部に含み、禁制帯幅が前記半導体基板よりも小さい第 1 導電型の第 2 の半導体層と、

前記第 1 の開口部内の前記第 2 の半導体層上に形成され、前記半導体基板の主成分を成す元素と同一元素をその一部に含み、禁制帯幅が前記第 1 の半導体層及び前記第 2 の半導体層よりも大きい第 1 導電側の第 3 の半導体層と、

前記第 1 の開口部内の前記第 3 の半導体層上に形成された金属層とを備え、

前記第 1 の溝の上部の開口領域は前記第 1 の開口部を取り囲むように形成され、前記第 1 の溝の上部では前記第 1 の絶縁膜からなる底が形成され、前記第 1 の溝の側壁は前記半導体基板の (111) 面を含み、前記第 1 の溝の底部は前記半導体基板の (100) 面を含み、

前記第 1 の半導体層は、前記第 1 の溝底部を構成する前記半導体基板の (100) 面と、前記第 1 の溝側壁を構成する半導体基板の (111) 面と、前記第 1 の絶縁膜から成る底の下部表面と、前記第 2 の半導体層とに接しており、

前記第 2 の半導体層は、前記第 1 の半導体層と、前記第 1 の絶縁膜から成る底の下部表面と、前記第 3 の半導体層とに接しており、

前記第 1 の半導体層と前記第 2 の半導体層の界面は、前記第 1 の半導体層と前記第 1 の絶縁膜との界面よりも下部に位置し、

前記第 3 の半導体層と前記金属層の界面は、前記第 1 の絶縁膜の下部表面と前記第 1 の絶縁膜の上部表面の間に位置し、

前記第 2 の半導体層は前記半導体基板から空間的に分離していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記第 1 の絶縁膜から成る底の水平方向の長さは、前記第 1 の溝の深さに対して 10 分の 1 倍以上且つ 1 倍以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記第 2 の半導体層と前記第 3 の半導体層中の不純物濃度は、深さ方向に対してほぼ一定であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記第 1 の半導体層が受光機能を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記半導体基板は、前記第 1 の溝底部の界面において第 1 導電型を示し、前記半導体装置がダイオードとしての機能を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記半導体基板は、半導体支持基板と、前記半導体支持基板を覆うように形成された絶縁膜と、該絶縁膜上に位置し、導波路状にパターンニングされた第 1 の光導波路とを備えることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記半導体基板は、前記第 1 の光導波路上に、前記第 1 の光導波路を覆い、前記第 1 の光導波路の一部表面が露出するような開口を有する絶縁膜と、前記開口内部の前記第 1 の光導波路上に前記半導体支持基板を構成する元素をその一部に含む第 2 の光導波路を有していることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記第 3 の半導体層と前記金属層はオーミック接合界面を有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記第 3 の半導体層と前記金属層はショットキー接合界面を有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記半導体支持基板と前記第 1 の光導波路はシリコンで構成され、

前記第 2 の光導波路と前記第 3 の半導体層はシリコンまたはシリコン・ゲルマニウムで構成され、

前記第 1 の半導体層と前記第 2 の半導体層はゲルマニウムまたはシリコン・ゲルマニウムで構成され、

前記第 1 の半導体層と前記第 2 の半導体層のゲルマニウム組成が、共に前記第 2 の光導波路と前記第 3 の半導体層のいずれのゲルマニウム組成よりも大きいことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 11】

半導体基板上に第 1 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 1 の絶縁膜に前記半導体基板が露出した第 1 の開口部を有する工程と、

前記第 1 の開口部直下の前記半導体基板内に第 1 の溝を形成する工程と、

前記第 1 の溝内の前記半導体基板上に、前記半導体基板の主成分を成す元素とは異なる元素をその一部に含み、禁制帯幅が前記半導体基板よりも小さい第 1 の半導体層を形成する工程と、

前記第 1 の溝内の前記第 1 の半導体層上に、前記半導体基板の主成分を成す元素とは異なる元素をその一部に含み、禁制帯幅が前記半導体基板よりも小さい第 1 導電型の第 2 の半導体層を形成する工程と、

前記第 1 の開口部内の前記第 2 の半導体層上に、前記半導体基板の主成分を成す元素と

同一元素をその一部に含み、禁制帯幅が前記第 1 の半導体層及び前記第 2 の半導体層よりも大きい第 1 導電側の第 3 の半導体層を形成する工程と、

前記第 1 の開口部内の前記第 3 の半導体層上に金属層を形成する工程とを有し、

前記第 1 の溝を形成する工程は、前記第 1 の溝上部の開口領域が前記第 1 の開口部よりも広くなるよう、水平方向にも前記半導体基板のエッチングを施すことで前記第 1 の溝上部に前記第 1 の絶縁膜の底を形成すると共に、前記第 1 の溝の底部が前記半導体基板の (1 0 0) 面を有し、前記第 1 の溝の側壁が前記半導体基板の (1 1 1) 面を有するように溝形成条件を調整する工程を含み、

前記第 1 の半導体層を形成する工程は、前記第 1 の半導体層が、前記第 1 の溝底部を構成する前記半導体基板の (1 0 0) 面と、前記第 1 の溝側壁を構成する前記半導体基板の (1 1 1) 面と、前記第 1 の絶縁膜から成る底の下部表面とに接すると共に、前記第 1 の半導体層と前記第 2 の半導体層の界面が、前記第 1 の半導体層と前記第 1 の絶縁膜の界面よりも下部に位置するように前記第 1 の半導体層の形成条件を調整する工程を含み、

前記第 2 の半導体層を形成する工程は、前記第 2 の半導体層が前記第 1 の半導体層と、前記第 1 の絶縁膜の底の下部表面とに接するように前記第 2 の半導体層の形成条件を調整する工程を含み、

前記第 3 の半導体層を形成する工程は、前記第 3 の半導体層と前記金属層の界面が前記第 1 の絶縁膜の下部表面と前記第 1 の絶縁膜の上部表面との間に位置するように前記第 3 の半導体層の形成条件を調整する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 12】

前記底の水平方向の長さは、前記第 1 の溝の深さに対して 10 分の 1 倍以上且つ 1 倍以下であることを特徴とする請求項 11 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 13】

前記第 2 の半導体層と前記第 3 の半導体層の形成は、不純物を添加したエピタキシャル成長により行い、前記第 2 の半導体層と前記第 3 の半導体層中の不純物濃度を、深さ方向に対してほぼ一定とすることを特徴とする請求項 11 または請求項 12 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 14】

前記半導体基板には、半導体支持基板と、前記半導体支持基板を覆う絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成された単結晶半導体層を有する基板を用い、該絶縁膜上の半導体層を、導波路状にパターンニングして第 1 の光導波路を形成することを特徴とする請求項 11 乃至 13 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 15】

前記半導体支持基板と前記第 1 の光導波路がシリコンから成る基板を用い、

前記第 2 の光導波路と前記第 3 の半導体層をシリコンまたはシリコン・ゲルマニウムとし、

前記第 1 の半導体層と前記第 2 の半導体層をゲルマニウムまたはシリコン・ゲルマニウムとし、

前記第 1 の半導体層と前記第 2 の半導体層のゲルマニウム組成が、共に前記第 2 の光導波路と前記第 3 の半導体層のいずれのゲルマニウム組成よりも大きくすることを特徴とする請求項 11 乃至 14 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。