

【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 01 L 31/10 (2006.01)

G 02 B 6/122 (2006.01)

【F I】

H 01 L 31/10 A

G 02 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の絶縁膜から成る庇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ティングを施すことで前記第1の溝上部に前記第1の絶縁膜の庇を形成すると共に、前記第1の溝の底部が前記半導体基板の(100)面を有し、前記第1の溝の側壁が前記半導体基板の(111)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(100)面と、前記第1の溝側壁を構成する前記半導体基板の(111)面と、前記第1の絶縁膜から成る庇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の絶縁膜の庇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】

前記庇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。