

【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 23 年 9 月 8 日 (2011.9.8)

【公表番号】特表 2010-532926 (P2010-532926A)
 【公表日】平成 22 年 10 月 14 日 (2010.10.14)
 【年通号数】公開・登録公報 2010-041
 【出願番号】特願 2010-515344 (P2010-515344)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 33/04 (2010.01)

H 0 1 L 33/06 (2010.01)

【F I】

H 0 1 L 33/00 1 1 0

H 0 1 L 33/00 1 1 2

【手続補正書】
 【提出日】平成 23 年 7 月 21 日 (2011.7.21)
 【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】

コンタクト層と活性領域とを備えた放射線放出半導体ボディにおいて、
 前記コンタクト層と前記活性領域との間にトンネル接合を備え、
前記トンネル接合は、少なくとも 1 つの n 型トンネル接合層と、少なくとも 1 つの p 型トンネル接合層とを有し、前記少なくとも 1 つの n 型トンネル接合層と前記少なくとも 1 つの p 型トンネル接合層との間に、少なくとも 1 つのアンドロフト中間層からなるアンドロフト領域を含み、前記アンドロフト領域は、異なる組成を有する少なくとも 2 つの中間層を含み、

前記活性領域は、前記半導体ボディに動作電流が印加されたときに電磁放射線を放出する少なくとも 2 つの活性層を含む多重量子井戸構造を有することを特徴とする放射線放出半導体ボディ。

【請求項 2】

2 つの活性層の間に、厚さが 9 nm 以下であるバリア層を配置したことを特徴とする請求項 1 記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 3】

3 つ以上 5 つ以下の活性層を有することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 4】

少なくとも前記活性領域は、I I I 族窒化物半導体材料に基づいていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 5】

前記アンドロフト領域は、前記活性領域から離れた GaN 層と、前記活性領域に隣接した Al GaN 層とを有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 6】

前記アンドロフト領域は、0.5 nm 以上 15 nm 以下の厚さを有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 7】

前記コンタクト層は、n 型コンタクト層であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 8】

少なくとも前記 n 型コンタクト層、前記トンネル接合、p 型ドープト閉じ込め層、前記活性領域及び他の n 型コンタクト層が、成長方向でこの記載された順序で相互に続き、

前記トンネル接合は、前記少なくとも 1 つの n 型トンネル接合層と、成長方向でこの n 型トンネル接合層の後にある前記アンドープト領域と、成長方向でこのアンドープト領域の後にある前記少なくとも 1 つの p 型トンネル接合層とを含むことを特徴とする請求項 7 に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 9】

前記 n 型トンネル接合層及び前記 p 型トンネル接合層の少なくとも何れか一方は、組成及びドープト濃度の少なくとも何れか一方が異なる層を交互に積層してなる超格子を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 10】

p 型ドープト閉じ込め層を備え、

前記 p 型ドープト閉じ込め層と前記活性領域との間に、前記 p 型ドープト閉じ込め層の p 型ドープトに対する拡散バリアを配置し、この拡散バリアが超格子を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 11】

前記活性領域の前記トンネル接合とは反対側に、3 nm ~ 40 nm の厚さを有するアンドープト中間層を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 12】

前記半導体ボディの動作電流密度が 100 A/cm^2 以上であることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 13】

前記半導体ボディの動作電流密度が 200 A/cm^2 以上であることを特徴とする請求項 12 に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 14】

前記半導体ボディは、動作電流により動作している間、最大強度でスペクトル分布を有する電磁放射線を放出し、このスペクトル分布の半値全幅は、前記動作電流の電流強度から実質的に独立していることを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【請求項 15】

成長方向で前記活性領域の後に、他のトンネル接合及び他の活性領域を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の放射線放出半導体ボディ。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

六方晶系化合物半導体の場合、例えば、III-V 族半導体材料の AlInGa_xN 、すなわち、 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ (式中、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、且つ、 $x + y \leq 1$) 系の半導体ボディの場合、例えば、活性領域内に極性ウルツ鉱結晶構造 (polar wurtzite crystal structure) 及び歪み (strain) を有しているため、 InGa_xN 量子井戸構造を備えた活性領域内で、圧電場 (piezoelectric fields) が生じる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 6 】

本発明の放射線放出半導体ボディは、コンタクト層を備える。このコンタクト層は、半導体ボディの半導体層であり、半導体ボディの動作中にこの層を通して動作電流が活性領域に流れる。コンタクト層は、良好な電気伝導性を有することが好ましく、良好な電気横断伝導性を有することが好ましい。1つの構成では、コンタクト層は、成長基板上にエピタキシャルに形成された半導体層である。代替的に、コンタクト層は、成長基板に含まれることもでき、後で形成することもできる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 7 】

本発明の放射線放出半導体ボディにおいて、トンネル接合は、少なくとも1つのn型トンネル接合層と少なくとも1つのp型トンネル接合層を有する。さらに、これら少なくとも1つのn型トンネル接合層と少なくとも1つのp型トンネル接合層の間に、少なくとも1つのアンドーフト中間層からなるアンドーフト領域を備える。このアンドーフト領域は、異なる組成を有する少なくとも2つのアンドーフト中間層を有する。例として、活性領域から離れたGa_{1-x-y}N層と活性領域に隣接したAl_{1-x-y}GaN層である。トンネル接合において、このように構成されたn型トンネル接合層とp型トンネル接合層とは相互に直接的に接合されておらず、少なくとも1つのアンドーフト中間層によって相互に離間している。この場合、“トンネル接合層”との表現は、半導体ボディの残りの半導体層とは区別するために用いられ、このように指定されたn型トンネル接合層又はp型トンネル接合層がトンネル接合に配置されることを意味する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 8

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 2

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 6 】

図1は、半導体ボディの一実施形態を示す。この半導体ボディは、六方晶化合物半導体材料、特に、III族窒化物半導体材料系の半導体層列を有することが好適である。III族窒化物半導体材料は、特に好ましくは、Al_{1-x-y}In_xGaN、すなわち、Al_{1-x-y}In_xGaN（式中、0 ≤ x ≤ 1、0 ≤ y ≤ 1、且つ、x + y ≤ 1）である。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

半導体ボディは、基板1を備えている。この基板1は、特に、III族窒化物半導体材料（例えば、GaN、SiC及び/又はサファイア）の成長に好適な材料、又は、それらの材料からなる。この基板は、n導電型であり、例えば、n-GaN、n-SiC及び/又はn-Si(111)を含むか、又は、少なくともこれらの材料の少なくとも1つからなることが好ましい。