【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7年1月15日(2025.1.15)

【国際公開番号】WO2023/210676
【出願番号】特願2024-517366(P2024-517366)
【国際特許分類】
Ｈ０１Ｓ　5/22(2006.01)
Ｈ０１Ｓ　5/343(2006.01)
【ＦＩ】
Ｈ０１Ｓ　5/22
Ｈ０１Ｓ　5/343

【手続補正書】
【提出日】令和6年10月24日(2024.10.24)
【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
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
光を出射する半導体発光素子であって、
基板と、
前記基板の上方に配置されるＮ型クラッド層と、
前記Ｎ型クラッド層の上方に配置される活性層と、
前記活性層の上方に配置されるＰ型クラッド層と、
前記Ｐ型クラッド層の上方に配置されるコンタクト層と、
前記Ｐ型クラッド層の上方に配置される絶縁膜とを備え、
前記Ｐ型クラッド層及び前記コンタクト層を含む領域に、前記光の伝搬方向に延在するリッジが形成されており、
前記リッジは、前記Ｐ型クラッド層を含む下部リッジと、前記下部リッジの天面に配置され、前記コンタクト層を含む上部リッジとを含み、
前記下部リッジの天面は、前記下部リッジの側面と、前記上部リッジの底面との間に位置し、前記光の伝搬方向に延在する平坦部を有し、
前記上部リッジの底面の幅は、前記下部リッジの天面の幅、及び、前記下部リッジの積層方向中央位置における幅より小さく、
前記絶縁膜は、前記下部リッジの側面から、前記上部リッジの天面の一部までを連続して覆う
半導体発光素子。
【請求項２】
光を出射する半導体発光素子であって、
基板と、
前記基板の上方に配置されるＮ型クラッド層と、
前記Ｎ型クラッド層の上方に配置される活性層と、
前記活性層の上方に配置されるＰ型クラッド層と、
前記Ｐ型クラッド層の上方に配置されるコンタクト層とを備え、
前記Ｐ型クラッド層及び前記コンタクト層を含む領域に、前記光の伝搬方向に延在するリッジが形成されており、
前記リッジは、前記Ｐ型クラッド層を含む下部リッジと、前記下部リッジの天面に配置

され、前記コンタクト層を含む上部リッジとを含み、
　前記Ｐ型クラッド層は、$Al_XGa_{1-X}As$（０＜Ｘ＜１）からなり、かつ、下部クラッド層と、前記下部クラッド層の上方に配置される第一クラッド層と、前記第一クラッド層の上方に配置される第一エッチングストップ層と、前記第一エッチングストップ層の上方に配置される第二クラッド層と、前記第二クラッド層の上方に配置される第二エッチングストップ層とを有し、
　前記下部クラッド層のＡｌ組成比Ｘ０、前記第一クラッド層のＡｌ組成比Ｘ１、及び、前記第二クラッド層のＡｌ組成比Ｘ２について、
Ｘ１＝Ｘ２＞０．８、
及び、
Ｘ１＝Ｘ２＞Ｘ０
の関係が成り立つ
　半導体発光素子。
【請求項３】
　前記第一エッチングストップ層のＡｌ組成比は、０．７以下である
　請求項２に記載の半導体発光素子。
【請求項４】
　前記下部リッジの天面は、前記下部リッジの側面と、前記上部リッジの底面との間に位置し、前記光の伝搬方向に延在する平坦部を有し、
　前記上部リッジは、前記第二エッチングストップ層、及び前記コンタクト層の各々の少なくとも一部を含み、
　前記下部リッジの前記平坦部のＡｌ組成比は、０．７以下である
　請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項５】
　前記第二エッチングストップ層は、前記コンタクト層に近づくにしたがってＡｌ組成比が増加、又は、減少する傾斜領域を含む
　請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項６】
　前記第二エッチングストップ層は、二つ以上の傾斜領域と、積層方向位置に対してＡｌ組成比が一定である一つ以上の一定領域とを含み、
　前記二つ以上の傾斜領域の各々は、前記コンタクト層に近づくにしたがってＡｌ組成比が増加、又は、減少し、
　前記二つ以上の傾斜領域と、前記一つ以上の一定領域とが前記積層方向において交互に配置されている
　請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項７】
　前記傾斜領域は、前記コンタクト層に近づくにしたがってＡｌ組成比が減少する領域である
　請求項５に記載の半導体発光素子。
【請求項８】
　前記下部リッジの天面の幅と、前記下部リッジの積層方向中央位置における幅とは等しく、
　前記下部リッジの底面に対して前記下部リッジの幅方向に隣接する位置における前記Ｐ型クラッド層の上面は、前記第一エッチングストップ層に位置する
　請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項９】
　前記下部リッジの天面の幅Ｗｄｔ、前記下部リッジの積層方向中央位置における幅Ｗｄｃ、及び、前記下部リッジの底面の幅Ｗｄｂについて、
Ｗｄｔ＞Ｗｄｃ、
及び、

Ｗｄｂ＞Ｗｄｃ
の関係が成り立ち、
前記下部リッジの底面に対して前記下部リッジの幅方向に隣接する位置における前記Ｐ型クラッド層の上面は、前記第一エッチングストップ層に位置する
請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項１０】
前記活性層は、井戸層と、前記井戸層の上方に配置されるＰ側バリア層と、前記Ｐ側バリア層の上方に配置されるＰ側ガイド層と、前記Ｐ側ガイド層の上方に配置されるＰ側クラッド境界層とを有し、
前記Ｐ側ガイド層と前記Ｐ側クラッド境界層との合計厚さ、前記下部クラッド層の厚さｔｐｃ０、前記第一クラッド層の厚さｔｐｃ１、及び、前記第一エッチングストップ層の厚さｔｓの和で定義される残し厚ｄｃは、０．５μｍより大きい
請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項１１】
前記下部クラッド層の厚さｔｐｃ０、前記第一クラッド層の厚さｔｐｃ１、前記第一エッチングストップ層の厚さｔｓ１について、
ｔｓ１≦ｔｐｃ０＜ｔｐｃ１
の関係が成り立つ
請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項１２】
前記リッジの前記光の伝搬方向の端部のうち、前記半導体発光素子の前記光が出射する端面に近い方の端部の上面は、前記第二エッチングストップ層に位置する
請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項１３】
前記半導体発光素子の前記光の伝搬方向の端部における前記第二クラッド層の上面は、前記第二クラッド層の幅方向の全長にわたって、平坦で連続しており、かつ、前記第二エッチングストップ層で覆われており、
前記Ｐ型クラッド層及び前記コンタクト層を含む領域は、前記半導体発光素子の前記光の伝搬方向の端面と、前記上部リッジとの間に配置され、前記上部リッジから離隔された離隔領域を有し、
前記離隔領域の幅方向の端部は、前記上部リッジの幅方向の端部に対応する位置にある
請求項２又は３に記載の半導体発光素子。
【請求項１４】
前記上部リッジの天面の幅は、前記上部リッジの底面の幅より小さい
請求項１～３のいずれか１項に記載の半導体発光素子。
【請求項１５】
前記リッジ及び前記リッジの下方における前記光に対する実効屈折率ｎ０と、前記リッジの幅方向における外側の実効屈折率ｎ１との実効屈折率差は、4×10^{-4}以下である
請求項１～３のいずれか１項に記載の半導体発光素子。
【請求項１６】
前記活性層は、Ｎ側ガイド層と、前記Ｎ側ガイド層の上方に配置されるＮ側バリア層と、前記Ｎ側バリア層の上方に配置されるＰ側バリア層と、前記Ｐ側バリア層の上方に配置されるＰ側ガイド層とを有し、
前記Ｎ側ガイド層の厚さｔｎｇ、及び、前記Ｐ側ガイド層の厚さｔｐｇについて、
ｔｎｇ＞ｔｐｇ
の関係が成り立つ
請求項１～３のいずれか１項に記載の半導体発光素子。
【請求項１７】
前記Ｐ型クラッド層、及び前記コンタクト層を含む領域に、前記リッジに沿って延在するウィング部が形成されており、

前記ウィング部は、前記Ｐ型クラッド層を含む下部ウィング部と、前記下部ウィング部の天面に配置され、前記コンタクト層を含む上部ウィング部とを含み、
前記下部ウィング部の天面は、前記下部ウィング部の側面と、前記上部ウィング部の底面との間に位置し、前記光の伝搬方向に延在する平坦な領域であるウィング平坦部を有する
請求項１～３のいずれか１項に記載の半導体発光素子。
【請求項１８】
前記半導体発光素子の幅方向の端部に、前記半導体発光素子の幅方向に凹んでいる凹部が形成されており、
前記下部ウィング部の前記リッジから遠い側の側面は、前記凹部に含まれ、
前記下部ウィング部の前記リッジから遠い側の側面は、前記下部ウィング部の上端より、前記半導体発光素子の幅方向の内側に位置するくびれ部を有し、
前記半導体発光素子の幅方向における前記凹部の位置は、前記Ｐ型クラッド層において最も幅方向内側に位置し、前記活性層から前記基板に近づくにしたがって、前記半導体発光素子の幅方向外向きに移動する
請求項１７に記載の半導体発光素子。
【請求項１９】
前記上部リッジの前記光の伝搬方向に平行方向な断面において、前記半導体発光素子の前記光が出射する端面に近い方の前記上部リッジの端部は、逆メサ形状を有する
請求項１～３のいずれか１項に記載の半導体発光素子。
【請求項２０】
前記半導体発光素子の前記光の伝搬方向の端部における前記コンタクト層の上面は、前記コンタクト層の幅方向の全長にわたって、平坦で連続している
請求項１～３のいずれか１項に記載の半導体発光素子。
【請求項２１】
光を出射する半導体発光素子の製造方法であって、
基板の上方にＮ型クラッド層を形成する工程と、
前記Ｎ型クラッド層の上方に活性層を形成する工程と、
前記活性層の上方にＰ型クラッド層を形成する工程と、
前記Ｐ型クラッド層の上方にコンタクト層を形成する工程と、
前記Ｐ型クラッド層及び前記コンタクト層を含む領域に、リッジを形成する工程と、
前記リッジに絶縁膜を形成する工程とを含み、
前記リッジは、前記Ｐ型クラッド層を含む下部リッジと、前記下部リッジの天面に配置され、前記コンタクト層を含む上部リッジとを含み、
前記リッジを形成する工程は、
前記上部リッジを形成する工程と、
前記上部リッジを形成する工程の後に前記下部リッジを形成する工程とを含み、
前記下部リッジの天面は、前記下部リッジの側面と、前記上部リッジの底面との間に位置し、前記光の伝搬方向に延在する平坦部を有し、
前記上部リッジの底面の幅は、前記下部リッジの天面の幅、及び前記下部リッジの積層方向中央位置における幅より小さく、
前記絶縁膜は、前記下部リッジの側面から、前記上部リッジの天面の一部までを連続して覆う
半導体発光素子の製造方法。
【請求項２２】
前記上部リッジを形成する工程において、ウェットエッチングを用いる
請求項２１に記載の半導体発光素子の製造方法。
【請求項２３】
前記下部リッジを形成する工程において、ドライエッチングを用いる
請求項２１又は２２に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項２４】
前記下部リッジを形成する工程において、ウェットエッチングを用いる
請求項２１又は２２に記載の半導体発光素子の製造方法。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４６】
下部リッジＲｄの天面Ｒｄｔの幅Ｗｄｔ、下部リッジＲｄの積層方向中央位置Ｒｄｃにおける幅Ｗｄｃ、及び、下部リッジＲｄの底面Ｒｄｂの幅Ｗｄｂについて、
Ｗｄｔ＞Ｗｄｃ、
及び、
Ｗｄｂ＞Ｗｄｃ
の関係が成り立つ。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６０】
まず、図９に示されるように、基板１０を準備し、各半導体層を形成する。各半導体層を形成する工程は、基板１０の上方にＮ型クラッド層２０を形成する工程と、Ｎ型クラッド層２０の上方に活性層３０を形成する工程と、活性層３０の上方にＰ型クラッド層４０を形成する工程と、Ｐ型クラッド層４０の上方にコンタクト層５０を形成する工程とを含む。本実施の形態では、各半導体層を形成する工程は、Ｎ型クラッド層２０を形成する工程の前に、基板１０の上方にＮ型バッファ層を形成する工程と、Ｎ型バッファ層の上方に、Ｎ型バッファ境界層を形成する工程とをさらに含む。各半導体層は、例えば、ＭＯＣＶＤ（Ｍｅｔａｌｏｒｇａｎｉｃ Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）を用いて、結晶成長させることで形成される。