

【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16年10月7日(2004.10.7)

【公開番号】特開2000-332355(P2000-332355A)

【公開日】平成12年11月30日(2000.11.30)

【出願番号】特願平11-142370

【国際特許分類第7版】

H 0 1 S 5/183

【F I】

H 0 1 S 3/18 6 5 2

【手続補正書】

【提出日】平成15年9月24日(2003.9.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

上部に、下部多層膜反射鏡、活性層領域、及び上部多層膜反射鏡が順次積層され、下部に、下部電極が設けられた半導体基板と、

該上部多層膜反射鏡の上層であって前記活性層領域で発生したレーザー光の出射中心の周辺部に出射口部を取り囲むように設けられ、前記下部電極と対をなし前記活性層領域に電流注入するための金属材料からなる上部電極と、

前記上部電極と前記下部電極との間に設けられ、電流流路の周縁部を絶縁化して形成された電流狭窄部と、を備え、

その上部に前記上部電極が設けられた出射中心の周辺部の多層膜反射鏡の反射率が、出射中心の多層膜反射鏡の反射率よりも低くなるようにし、該反射率の低下の程度に応じ、前記出射口部の径を前記電流狭窄部の径より大きくする度合いを大きくしたことを特徴とする面発光型半導体レーザー。

【請求項2】

前記上部電極を、Au、Pt、Ti、Ge、Zn、Ni、In、及びWから選択される金属材料を2種以上積層して形成したことを特徴とする請求項1に記載の面発光型半導体レーザー。

【請求項3】

前記上部電極を、金属材料を蒸着して蒸着膜を形成した後、250～500の温度範囲でアニールを行い、該蒸着膜とこれに隣接する層との間でアロイ化を進行させることにより形成したことを特徴とする請求項1に記載の面発光型半導体レーザー。

【請求項4】

前記上部電極を、Au、Pt、Ti、Ge、Zn、Ni、In、及びWから選択される少なくとも1種の金属材料を蒸着して蒸着膜を形成した後、250～500の温度範囲でアニールを行い、該蒸着膜とこれに隣接する層との間でアロイ化を進行させることにより形成したことを特徴とする請求項1に記載の面発光型半導体レーザー。

【請求項5】

前記アニールを、300～400の温度範囲で行うことを特徴とする請求項3または4に記載の面発光型半導体レーザー。

【請求項6】

前記アニールを、赤外線によるフラッシュアニール、レーザーアニール、高周波加熱、電子

ビームによるアニール、及びランプ加熱によるアニールから選択されるいずれかの方法により行うことを特徴とする請求項 3 から 5 までのいずれか 1 項に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 7】

前記出射中心の周辺部の多層膜反射鏡の反射率が、80%以下であることを特徴とする請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項に記載の面発光型半導体レーザ。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

すなわち、本発明の面発光型半導体レーザは、上部に、下部多層膜反射鏡、活性層領域、及び上部多層膜反射鏡が順次積層され、下部に、下部電極が設けられた半導体基板と、該上部多層膜反射鏡の上層であって前記活性層領域で発生したレーザ光の出射中心の周辺部に出射口部を取り囲むように設けられ、前記下部電極と対をなし前記活性層領域に電流注入するための金属材料からなる上部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に設けられ、電流流路の周縁部を絶縁化して形成された電流狭窄部と、を備え、その上部に前記上部電極が設けられた出射中心の周辺部の多層膜反射鏡の反射率が、出射中心の多層膜反射鏡の反射率よりも低くなるようにし、該反射率の低下の程度に応じ、前記出射口部の径を前記電流狭窄部の径より大きくする度合いを大きくしたことを特徴とする。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

図 1 は、電流狭窄アパーチャ径を  $3.5 \mu\text{m}$  と一定にした VCSEL において、出射中心の周辺部の多層膜反射鏡の反射率を 99% から 75% まで低下させた場合の上部電極アパーチャ径、基本横モードの損失、及び高次横モードの損失の関係を示すグラフである。横軸は上部電極アパーチャ径である。一方、縦軸は高次横モードの損失と基本横モードの損失との差を基本横モードの損失で除算した値であり、この除算値が大きい方が、少ない基本横モードの損失で高次横モードが抑制されている。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

図 1 から分かるように、出射中心の周辺部の多層膜反射鏡の反射率が 99% と高い場合には、上部電極アパーチャ径の大小に拘らず基本横モードの損失が大きい。一方、出射中心の周辺部の多層膜反射鏡の反射率が 95%、90%、85%、80%、75% と低下するに従い、基本横モードの損失は相対的に減少し、かつ、前記除算値を示す曲線は上部電極アパーチャ径に対して上に凸の放物線を描き、上部電極アパーチャ径が電流狭窄アパーチャ径よりも数% から数十% 大きくなる一定範囲の上部電極アパーチャ径で最大値を有するようになる。即ち、一定範囲の上部電極アパーチャ径で基本横モードの損失が最小となるようになる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0035】

次に、GaAs基板上にAuを蒸着したサンプルと、GaAs基板上にAu/Tiを蒸着したサンプルとを作製し、白色光をGaAs側からAu/GaAs界面、Au/Ti/GaAs界面へそれぞれ入射させて、所定の波長領域での反射強度を調べた。結果を図3に示す。図3から分かるように、Au/GaAs界面にTiの層を挿入することによって、Au/Ti/GaAs界面のGaAs側からの反射率を大きく変化させることができる。このように、金属膜を二つ以上の金属から構成することによって、金属/GaAs界面のGaAs側からの反射率を大きく変化させることができる。

## 【手続補正6】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0042

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0042】

まず、図5(a)に示すように、有機金属気相成長(MOCVD)法により、n型GaAs基板51上に、キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 膜厚 $0.2 \mu\text{m}$ 程度のn型GaAsバッファ層52を積層し、その上に、 $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ と $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ とをそれぞれの膜厚が媒質内波長の $1/4$ となるように交互に40.5周期積層したキャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で総膜厚が約 $4 \mu\text{m}$ となる下部n型DBR層53、アンドープ下部 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ スペーサー層とアンドープ量子井戸活性層(膜厚 $90 \text{ nm}$   $\text{Al}_{0.11}\text{Ga}_{0.89}\text{As}$ 量子井戸層3層と膜厚 $50 \text{ nm}$   $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 障壁層4層とで構成されている)とアンドープ上部 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ スペーサー層とで構成された膜厚が媒質内波長となる活性層領域54、その上に、キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で膜厚が媒質内波長の $1/4$ となるp型AlAs層55、その上に $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ と $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ とをそれぞれの膜厚が媒質内波長の $1/4$ となるように交互に29.5周期積層したキャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で総膜厚が約 $2 \mu\text{m}$ となる上部p型DBR層56を順次積層する。

## 【手続補正7】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0061

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0061】

第1及び第2の実施形態では、上部電極アパーチャ径を各々 $4.3 \mu\text{m}$ 、 $4.8 \mu\text{m}$ としたが、上部電極アパーチャ径は、高次横モードの損失と基本横モードの損失との差を基本横モードの損失で除算した値が最大となるように、即ち、基本横モードの損失が最小となるように選択することが好ましい。