

リッジ埋め込み導波路構造による強横方向光閉じ込め GaInAsP 半導体薄膜レーザの発振特性

Lasing characteristics of GaInAsP membrane laser with enhanced lateral optical confinement by buried-ridge-waveguide structure

高橋 直樹¹, 方 偉成¹, 大磯 義孝¹, 雨宮 智宏^{1,2}, 西山 伸彦^{1,2}

Dept. of Electrical and Electronic Engineering¹,
Institute of Innovation Research (IIR)², Tokyo Institute of Technology

E-mail: takahashi.n.av@m.titech.ac.jp

1. はじめに

大規模集積回路上オンチップ光配線の実現に向けた光源として我々は半導体薄膜分布反射型レーザを提案、実現してきた[1]。これまでに、低消費電力動作可能な埋め込みリッジ導波路 (BRW: buried-ridge-waveguide) 構造を導入した半導体薄膜レーザの理論検討を行っており[2]、今回、提案構造を導入した Fabry-Perot レーザを作製し、その特性の評価を行ったのでご報告する。

2. 作製及び特性評価

Fig. 1 に埋め込みリッジ導波路型半導体薄膜レーザの断面図を示す。活性層は先行研究[3]と同じく 5 層量子井戸を用いており、コア厚は 270 nm である。InP サイドクラッド層をコア層よりも薄くすることで、活性層への光閉じ込めを強くすることができ、しきい値電流の低減および電極端と活性領域端の距離 D 短縮による微分抵抗の低減が可能となる。理論計算によりリッジの深さ $d = 50$ nm において最も微分抵抗を低減できるという結果が得られたため、有機金属気相成長法の成長時間制御を用いて構造を形成し、実際に $d = 50$ nm となることを観測した (Fig.2)。

Fig. 3 に作製した素子での測定における内部損失の電極-活性層間距離依存性を示す。電極が活性層に近い場合、電極での吸収により内部損失が大きく増加していることがわかる。従来構造では $D = 1.3$ μm から吸収が生じているのに対し、BRW 構造では強い横方向光閉じ込めにより $D = 0.8$ μm まで電極-活性層間距離を短縮できるという結果が得られた。また BRW 構造の素子では従来構造で発振を確認できなかった $D = 0.4$ μm においても発振しており、強い横方向光閉じ込めが得られていることが確認できる。Fig. 4 に温度 25°C、CW 動作における光出力と注入電流の関係を示す。また電流電圧特性も示している。素子構造は共振器長 $L_{\text{cav}} = 560$ μm 、ストライプ幅 $W_s = 1.8$ μm であり、電極-活性層間距離 D はそれぞれ 1.3 μm 、0.8 μm である。しきい値電流は平坦構造では 12.5 mA、BRW 構造では 9.8 mA が得られ (しきい値電流密度はそれぞれ 1.2 kA/cm^2 、0.9 kA/cm^2)、BRW 構造導入による光閉じ込め係数の増加によりしきい値電流を 20% 低減する結果となった。また微分抵抗 dV/dI はそれぞれ平坦構造で 48 Ω 、BRW 構造で 31 Ω となり、電極-活性層間距離短縮により微分抵抗を 35% 低減する結果が得られた。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 (#21J14548, #20H02200, #19H02193) JST-CREST (JPMJCR15N6) の援助を得た。

参考文献

- [1] S. Arai *et al.*, *IEEE J. Sel. Top. Quan. Electron.* **17**, 1381 (2011).
[2] 高橋他, 第 66 回応物春季学術講演会, 12a-W611-9 (2019)
[3] T. Tomiyasu *et al.*, *Appl. Phys. Express* **11**, 012704 (2018).

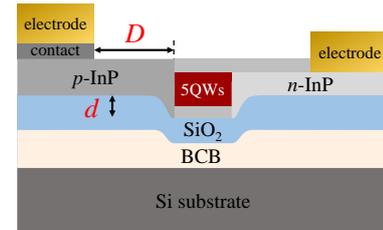


Fig. 1 Cross sectional view of membrane laser with the BRW structure.

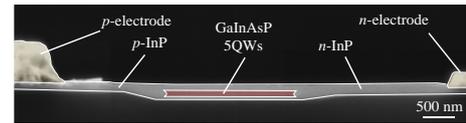


Fig. 2 Cross-sectional SEM image of fabricated membrane Fabry-Perot laser.

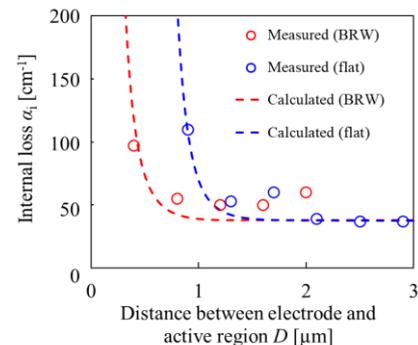


Fig. 3 Internal loss of fabricated membrane laser with various distance between electrode and active region.

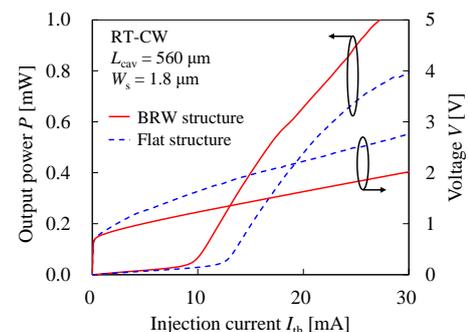


Fig. 4 Current-light output and current-voltage characteristics of membrane Fabry-Perot laser.