

GalnAsP/InP リッジ埋め込み構造による 半導体薄膜分布反射型レーザの微分抵抗

Differential resistance of membrane Distributed-Reflector lasers
by GalnAsP/InP ridge-waveguide type buried heterostructure

高橋 直樹¹、中村 なぎさ¹、吉田 崇将¹、方 偉成¹、雨宮 智宏^{1,2}、西山 伸彦^{1,2}、荒井 滋久^{1,2}
Naoki Takahashi¹, Nagisa Nakamura¹, Takamasa Yoshida¹, Weicheng Fang¹,
Tomohiro Amemiya^{1,2}, Nobuhiko Nishiyama^{1,2}, and Shigehisa Arai^{1,2}

東京工業大学 工学院電気電子系¹、科学技術創成研究院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リッジ埋め込みストライプ構造を導入した半導体薄膜分布反射型レーザの理論検討を行っており[2]、今回、MOVPEによるリッジ構造の形成を見据えた微分抵抗の理論検討とMOVPEによるリッジ埋め込みストライプ構造の形成を行ったのでご報告する。

2. 計算結果及び作製

Fig. 1にリッジ薄膜導波路型半導体薄膜分布反射型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、活性層幅は $0.8\ \mu\text{m}$ 、コア厚は $270\ \text{nm}$ である。InP サイドクラッド層をコア層よりも薄くしたリッジ構造を導入することで、活性層への光閉じ込めを強くし、電極端と活性領域端の距離 D を短縮することによる微分抵抗の低減が可能となる。今回、実際の再成長で生じるスロープを想定して傾き dx を導入したときの導波路損失と微分抵抗を計算した。

Fig. 2にDFB領域長 $30\ \mu\text{m}$ における微分抵抗の計算結果を示す。導波路損失が $D=3\ \mu\text{m}$ の値から5%上昇する位置まで D を短縮できると仮定して計算した。リッジの深さ $d=50\ \text{nm}$ において、 $dx=0.5\ \mu\text{m}$ 以下では理想的なリッジ構造($dx=0$)と同様な微分抵抗の結果が得られたが、 $dx=1.0\ \mu\text{m}$ においては光閉じ込めが弱くなり D を大きく短縮できないため、 $dx=0$ よりも高い抵抗となった。

Fig. 3にMOVPEの成長時間制御によるリッジ薄膜導波路構造形成の結果を示す。今回、従来の平坦構造の成長時間からInPを $40\ \text{nm}$ 成長するごとにマーカーとしてGalnAsを $10\ \text{nm}$ 挿入する方法で成長時間の確認を行った。この結果をもとにリッジ埋め込みストライプ構造を作製したところ、 $d=50\ \text{nm}$ 、 $dx=180\ \text{nm}$ の形状が得られた。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 (#15H05763, #17H03247, #16H06082)、JST-CREST (JPMHCR15N6) 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] 中村他, 第65回応物春季学術講演会, 19a-B203-1 (2018)
[3] T. Tomiyasu et al., *Appl. Phys. Express* **11**, 012704 (2018).

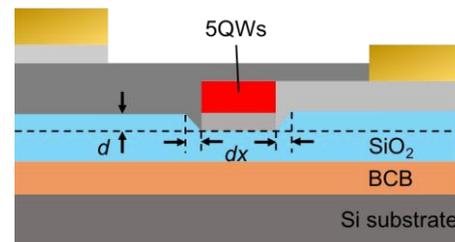


Fig. 1 Cross section of membrane DR laser.

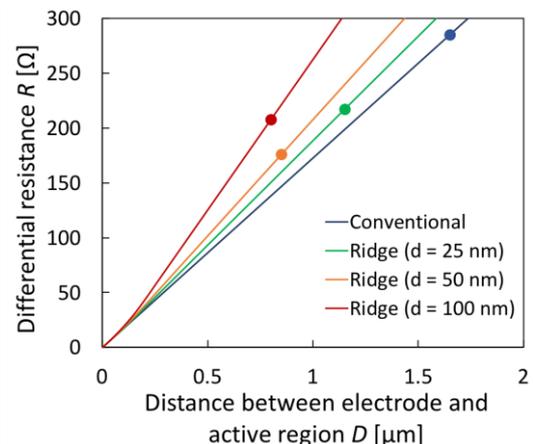


Fig. 2 Ridge depth dependence of differential resistance of membrane DR laser.

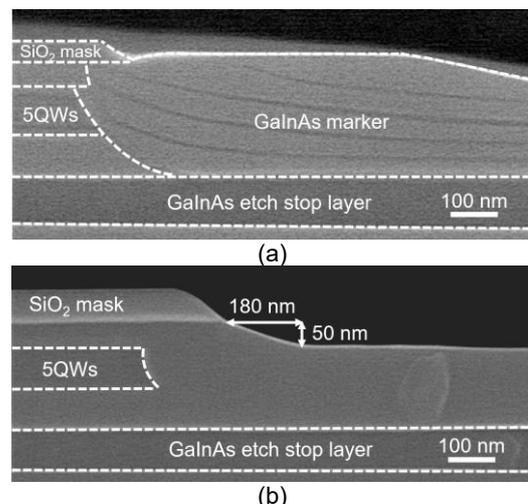


Fig. 3 (a) Change in time of InP thickness, (b) epitaxy of ridge-waveguide structure.