

III-V/Si 直接接合構造を有するリッジ型レーザ特性の Si 導波路幅依存性

Dependence of Si waveguide width on properties of RWG-lasers with III-V/Si direct bonding structure

○菊地 健彦^{1,2}、藤原 直樹¹、平谷 拓生¹、新田 俊之¹、モータズ エイッサ²、
王 雨寧²、榎原 豊²、西山 伸彦^{2,3}、八木 英樹¹
住友電工(株) 伝送デバイス研究所¹

東京工業大学 工学院電気電子系²、未来産業技術研究所³

○Takehiko Kikuchi^{1,2}, Naoki Fujiwara¹, Takuo Hiratani¹, Toshiyuki Nitta¹, Moataz Eissa²,
Yuning Wang², Yutaka Makihara², Nobuhiko Nishiyama^{2,3}, Hideki Yagi¹

¹Transmission Devices Laboratory, Sumitomo Electric Industries, Ltd.

²Dept. of Electrical and Electronic Engineering, ³Institute of Innovative Research (IIR), Tokyo Institute of Technology

E-mail: kikuchi-takehiko@sei.co.jp

【はじめに】 III-V/Si ハイブリッド集積は小型・高速・低消費電力な次世代光集積回路実現に対し有望である。特に、III-V/Si 直接接合構造を有するハイブリッドレーザでは、Si 導波路と III-V 領域の両方の幅を設計パラメータとすることで、デバイス用途に応じた光のモード形状制御が可能である[1]。我々は III-V/Si リッジ型レーザを作製し、特性の Si 導波路幅依存性からこれを実証したので報告する。

【素子構造と特性】 Fig. 1 に素子構造の概略図を示す。作製プロセスは Si 導波路を形成した SOI 基板上にレーザ構造を有する InP 系エピタキシャル基板を直接接合し、接合後にメサ・電極形成等のプロセスを実施することで、InP リッジ構造を有するハイブリッドファブリペローレーザを作製した。

Fig. 2 に共振器長を 800 μm 、InP リッジ幅(W_{InP})を 2 μm に固定した場合のしきい値電流の Si 導波路幅依存性(室温 0.1% パルス駆動時)を示す。Si 導波路幅(W_{Si})を 2 μm から徐々に狭めることでしきい値電流が低減され、活性層下部に Si 導波路が無い空気クラッドの状態では、しきい値電流 17 mA が得られた。これは Si 導波路の狭幅化に伴い、Si 導波路から InP 利得領域へ光が遷移する割合が増加し、活性層における光閉じ込め率が上昇した結果である。Fig. 3 に W_{InP} を 3 μm とした場合の発振スペクトル(室温 CW 駆動時)を示す。InP 利得領域内で端面形成した場合(Fig. 3 (a))は不規則な形状のスペクトルが得られており、これは共振器内で高次の横モードが発生したことに起因すると考えられる。次に、InP リッジ構造にモード変換用幅テーパ構造を有し、0.5 μm 幅の Si 導波路に光結合するレーザ(Si 導波路上で端面形成)を作製した。そのスペクトルを評価し、Fig. 3 (b)に示す。単一周期の FSR が得られており、この共振器は幅 0.5 μm の Si 導波路が高次モードと結合せず、フィルタとして機能し、単一周期発振が得られている。以上の結果より、III-V 領域と Si 導波路設計の両面から、種々の光デバイスに応じたハイブリッド構造の実効利得および横モードが制御可能であることを実験的に実証した。

[1] J. Suzuki, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57, 094101 (2018).

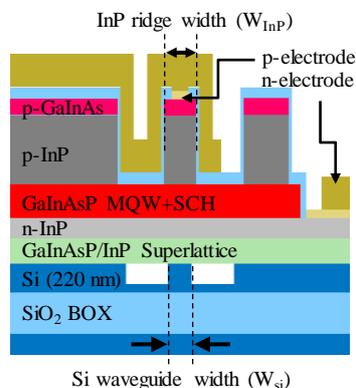


Fig. 1 Schematic cross section of III-V/Si hybrid ridge-laser.

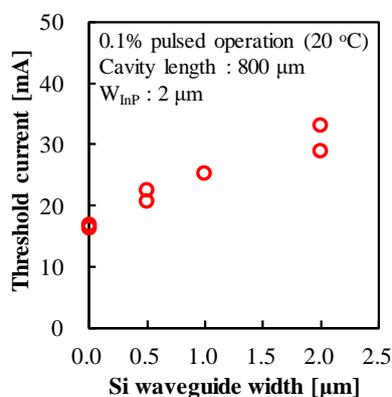


Fig. 2 Dependence of threshold current on Si waveguide width.

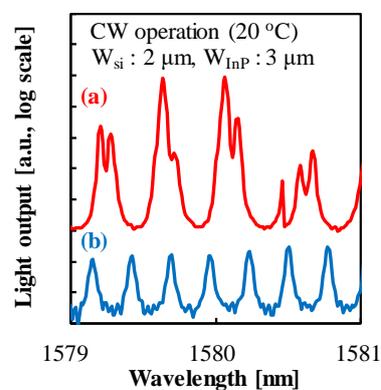


Fig. 3 Lasing spectra from (a) cavity with III-V-facets and (b) cavity with SOI-facets.