

多段テーパ構造による InP 系利得領域/Si 導波路光結合部を有する ハイブリッド集積レーザの波長可変動作

Wavelength tuning operation for hybrid integration lasers with optical coupling structure
between InP-based gain region and Si waveguide by multistep taper-type coupler

○菊地 健彦^{1,2}、平谷 拓生¹、藤原 直樹^{1,2,4}、井上 尚子¹、新田 俊之^{1,2}、
モータズ エイッサ²、御手洗 拓矢²(現住友電工)、大磯 義孝²、西山 伸彦^{2,3}、八木 英樹^{1,4}
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

一般財団法人 光産業技術振興協会⁴

○Takehiko Kikuchi^{1,2}, Takuo Hiratani¹, Naoki Fujiwara^{1,2,4}, Naoko Inoue¹, Toshiyuki Nitta^{1,2},
Moataz Eissa², Takuya Mitarai², Yoshitaka Ohiso², Nobuhiko Nishiyama^{2,3}, Hideki Yagi^{1,4}

¹Transmission Devices Laboratory, Sumitomo Electric Industries, Ltd.

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

⁴Optoelectronics Industry and Technology Development Association

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。我々はこれまでに、InP 系利得領域と Si 導波路間を二段テーパ構造で接続し、Si 導波路端面を反射鏡としたファブリペローレーザを実現してきた[1]。今回我々は上記のテーパ構造をテーパ上まで電極形成した三段構造を有する InP 系利得領域/Si 集積レーザを試作し、波長可変と半導体光増幅器(SOA)動作を実現したので報告する。

【素子構造と特性】Fig. 1(a)に素子概略図を示す。SOI 基板上に周長の異なる 2 つのリングフィルタ、及びループミラーから成る外部共振器構造を形成し、InP 系エピタキシャル基板を常温活性化接合法[2]で直接接合した後にメサ・電極形成等の III-V プロセスを実施し、レーザ・SOA それぞれの利得領域を形成した。利得領域と Si 導波路間は Fig. 1(b)に示す三段テーパ構造で接続され、n 型半導体層で形成される一段目テーパ、活性層と SCH 層で形成される二段目テーパ、更に、電極形成に伴う光損失を抑制するため、p 型半導体層に三段目のテーパを形成し、テーパ先端まで p 電極を延伸した。波長可変動作のため、リングフィルタ上には金属ヒータを設け、ヒータへの電流注入による熱光学効果でリングフィルタの反射スペクトルを制御した。

Fig. 2 に本素子の発振スペクトルを SOA 無しの Port1 と SOA 有りの Port2 で比較した図を示す。図中の I_{LD} , I_{SOA} はそれぞれレーザ、SOA への注入電流値を示す。 I_{SOA} :100 mA で明確な光出力の増幅(> 10 dB)が確認され、このときの SMSR は 41 dB が得られた。Fig. 3 に片方のリングヒータのみ制御した場合の、発振波長のリングヒータ注入電力依存性を示す。リングフィルタの FSR (~ 4 nm)に対応した波長可変動作を確認し、可変波長幅は 48.6 nm (1541.1 ~ 1589.7 nm)が得られた。

以上の結果から、本構造が III-V 利得領域/Si 導波路から成る多機能光集積回路実現に向けて有望であることを示した。

[1] 平谷 他, 2020 年電子情報通信学会総合大会, C-3/4-33 (2020).

[2] Y. Wang, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 59, 052004 (2020).

謝辞: この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務の結果得られたものです。

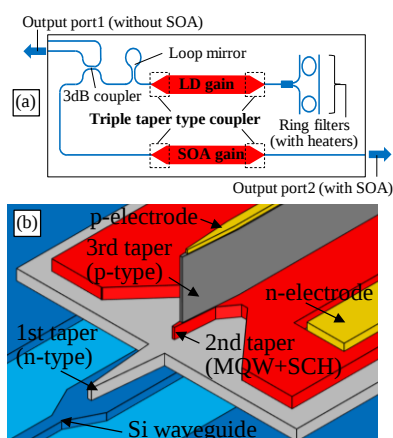


Fig. 1 Schematics of (a) III-V/Si hybrid lasers integrated with SOA and (b) triple taper-type coupler structure.

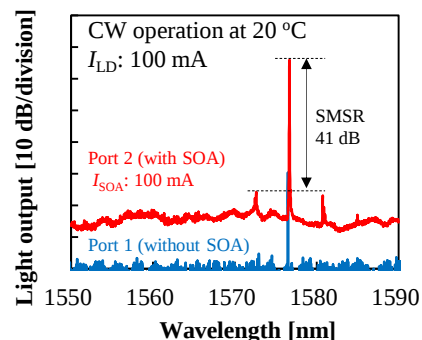


Fig. 2 Lasing spectra.

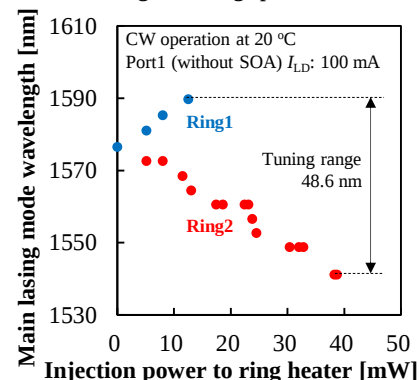


Fig. 3 Dependence of lasing wavelength on injection power to ring heaters.