

1.55 μm QD-RSOA とシリコンリングフィルタによる 異種材料集積波長可変レーザ

Heterogeneous Tunable Laser Integrated with 1.55 μm QD-RSOA and Si-Ring Filter

情通機構¹, 早大理工²

○松本敦¹, 益田航², 赤羽浩一¹, 梅沢俊匡¹, 中島慎也¹, 山本直克¹, 北智洋²

NICT¹, Waseda Univ.²,

○A. Matsumoto¹, W. Masuda², A. Akahane¹, T. Umezawa¹, S. Nakajima¹, N. Yamamoto¹, and T. Kita²

E-mail: a-matsumoto@nict.go.jp

【研究背景】 近年、特に中短距離通信トラフィックの増加が顕著である。Si photonics (SiPh) 光集積回路 (PIC: Photonic Integrated Circuit) によるトランシーバや、LSI と PIC を集積したデバイスなどが多数報告され、低コストでさらなる高速大容量通信可能なネットワーク実現に向けた研究が進んでいる[1]。これまで我々は、III-V 族化合物半導体の利得チップ (反射型半導体光増幅器: RSOA(Reflective Semiconductor optical amplifier)) と SiPh チップの端面光結合によるヘテロジニアス光集積回路 (HG-PIC: Hetero Generous-Photonic Integrated Circuits) の検討を行ってきており、波長可変レーザや波長可変 Dual mode レーザ[2]等を実証してきた。本稿では、InP(311)B 基板上に MBE で InAs 量子ドット (QD: Quantum dot) を成長し、作製した 1.55 μm 帯の RSOA と SiPh チップとの端面結合によるヘテロジニアス集積単一モード QD 波長可変レーザを検討し、波長可変動作を実証したので報告する。

【実験結果・考察】 InAs QD と InGaAlAs を 14 層積層した活性層と、p-, n-InAlAs クラッド層と p+-InGaAs コンタクト層から成るウェハを MBE で結晶成長し、それを用いて、片端面はへき開面であり、もう一方の端面は AR コーティングを施した斜め 6° 導波路のリッジ構造の RSOA を作製した。素子長は 2.5 mm であり、導波路幅は 3.5 μm である。また、2 重リング共振器フィルタ、マイクロヒータ、spot size converter(SSC)からなる SiPh チップを作製し、2 つのチップを端面結合させた外部共振器型の波長可変レーザの特性を評価した。二重リング共振器フィルタの共振器長はそれぞれ、239.7 μm , 251.7 μm であり、結合係数は 0.15 である。また波長可変幅は 48 nm と設計した。図 1 は SiPh チップの顕微鏡写真である。

図 2 に本素子の I-L 特性を示す。また図の中に典型的な発振スペクトルを示す。閾値電流は 75 mA であり、40 dB 以上のサイドモード抑圧比が得られた。図 2 の縦軸はファイバ結合光出力を示しており、チップとファイバの結合損の約 3 dB を考慮すると、実際の光出力は 1 mW 程度と推定される。以前報告した 1.2 μm 帯や 1.0 μm 帯の RSOA を用いた波長可変レーザと比較すると閾値電流は 1/3~1/2 程度にすることが出来た。この要因の一つは 1.2 μm 帯や 1.0 μm 帯の RSOA では QD 積層数が 7~11 層であったのに対し、本素子では積層数を増加させ、利得を向上させたことにあると考えている。次に図 3 には、リング共振器フィルタ上に装荷したマイクロヒータを加熱した際の波長可変特性を示す。図 3 に示したように、ヒータ電力が約 10~50 mW の範囲において 20 nm の波長可変幅が得られた。波長可変帯域幅は利得帯域幅と相関があると考えられるが、その利得スペクトルと関連する QD-RSOA の ASE スペクトルの 3 dB 帯域幅は 31.5 nm であった。これは QD のサイズばらつきに起因するため、比較的 QD のサイズばらつきは小さいと推測される。SiPh チップの 2 重リング共振器フィルタの設計最適化や QD の成長条件を検討することによりさらに広帯域な波長可変帯域幅が得られると考えられる。

【まとめ】 InP(311)B 基板上に MBE で InAs 量子ドットを成長し、作製した 1.55 μm 帯の RSOA チップを用いて SiPh チップとの端面結合によるヘテロジニアス集積単一モード量子ドット波長可変レーザを作製・評価し、75 mA の閾値電流と 20 nm の波長可変動作を示した。

謝辞 本研究の成果は、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 (JPNP20017)、科学技術振興機構 CREST (JPMJCR17N2)、日本学術振興会科研費若手研究 (JP19K15056) の一環として実施された。

参考文献

[1] T. Shi, et al., Proc. OFC2018, M3F.4 (2018).

[2] T. Kita, et al., J. Lightwave Technol., Vol.36, No.2, pp.219-224 (2018).

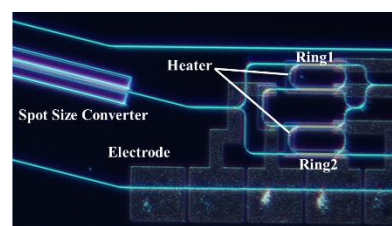


図 1 シリコンフォトリクス 2 重リング共振器フィルタの顕微鏡写真

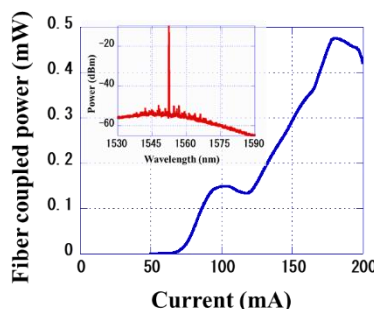


図 2 ヘテロジニアス集積 QD 波長可変レーザの光出力特性

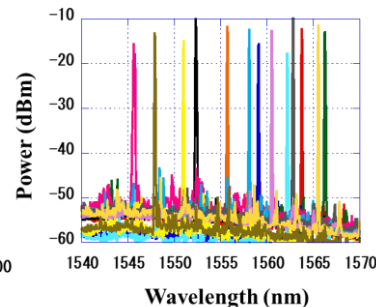


図 3 ヘテロジニアス集積 QD 波長可変レーザの波長可変特性