

CMOS 互換プロセスで作製したシリコンラマンレーザの低閾値化

Low Threshold Silicon Raman Lasers Fabricated by CMOS Compatible Process

大阪府大院工¹, 産総研² ○(B4)太田 雄士¹, 岡野 誠², 高橋 和¹

Osaka Pref. Univ.¹, AIST², ○Y. Ota¹, M. Okano² Y. Takahashi¹,

E-mail: y-ota-11g@pe.osakafu-u.ac.jp

1.概要 我々は高 Q 値ナノ共振器を用いたシリコンラマンレーザを開発してきた[1]. 本デバイスは励起光とストークスラマン散乱光を2つの高 Q 値ナノ共振モード（励起モードとストークスモード）に閉じ込めることで、マイクロワット以下の閾値で室温連続発振を達成している[2],[3]. 微小サイズ, 低閾値という特長から, シリコン光回路, 高感度センサなどへの応用が期待されている. 従来研究では, 電子線描画法 (EB) を用いてラマンレーザを作製していたが, 近年, フォトリソグラフィと CMOS 互換プロセスを用いた作製を実証した[4],[5]. しかし, 11 個作製したサンプルの内, 1 つしか発振せず, そのしきい値も従来研究と比べて数倍高い $1.8 \mu\text{W}$ であった. 性能低下の主因は, 2つの共振モードの Q 値が低かったためである. 今回, Q 値を改善する熱処理に改善を加えて, CMOS 互換プロセスを用いて作製したシリコンラマンレーザの低閾値化と作製歩留まり向上を達成したので報告する.

2.実験と結果 共振器構造は, 先行研究と同じく, 空気孔半径が約 130 nm , スラブ厚 225 nm , 格子定数が $410\text{--}415\text{--}420 \text{ nm}$ のマルチステップヘテロ構造ナノ共振器である (図 1). 産総研 SCR 300 mm 試作ラインを利用して CMOS 互換プロセスは行われた. 図 2 に発振が確認されたサンプルの入出力特性を示す. 励起モードの Q 値が 14.9 万, ストークスモードの Q_s 値が 101 万, 周波数差は 15.608 THz であり, 閾値 $1.3 \mu\text{W}$ 付近でレーザ発振が得られた. これは先行研究と比べて 30% 低い値であり, 最大出力は 3 倍増加した. また, 同一チップ上に作製した 10 個の共振器のうち 6 個で発振を確認した. 10 個の共振器の周波数差 Δf と 2つの共振モードの Q 値を図 3 に示す. 実線は平均値を, 丸が付いている共振器が発振したものを表す. プロセス改善により吸収損失が取り除かれた結果, Q_p が 2 倍程度向上したことで, 性能が改善したと考えられる. 詳細は当日報告する.

【謝辞】 本研究は科研費の支援を受けた.

【文献】 [1] Y. Takahashi, *et al.*, Nature **498**, 470 (2013). [2] D. Yamashita, *et al.*, Optica **5**, 1256 (2018). [3] Y. Yamauchi, *et al.*, OSA Continuum **2**, 2098 (2019). [4] K. Ashida, *et al.*, J. Lightwave Technol. **36**, 4774 (2018). [5] T. Yasuda, *et al.*, OSA Continuum **3**, 814 (2020).

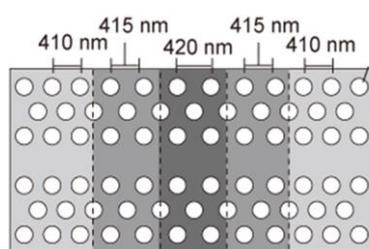


Fig. 1. Multi-hetero structure nanocavity.

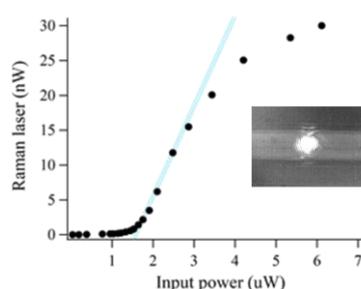


Fig. 2. Input-output property of nanocavity Raman Si Laser.

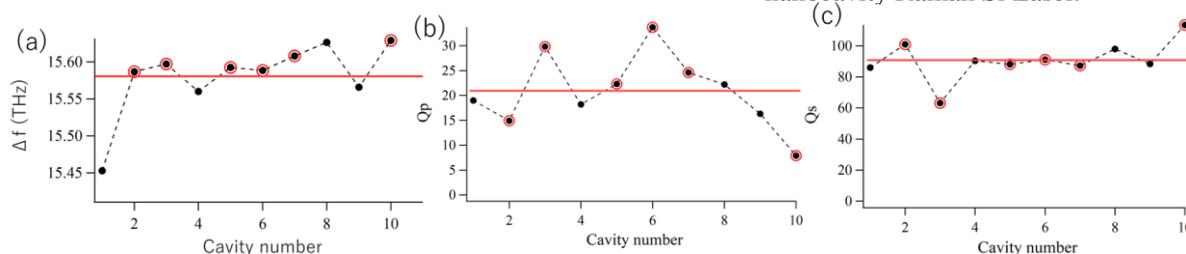


Fig. 3. (a) Frequency spacing, (b) Q factor of pump mode, (c) Q factor of Stokes mode.