

フォトリソグラフィで作製したナノ共振器シリコンラマンレーザ

Raman Silicon Nanocavity Laser fabricated by photo-lithography

○安田 孝正¹, 岡野 誠², 大塚 実², 関 三好², 横山 信幸², 高橋 和¹

(1.大阪府大院工, 2.産総研)

○T. Yasuda¹, M. Okano², M. Ohtsuka², M. Seki², N. Yokoyama² and Y. Takahashi¹

(1. Osaka Prefecture Univ, 2. AIST)

E-mail: t-yasuda-9G@pe.osakafu-u.ac.jp

1.概要 高 Q 値シリコンナノ共振器は様々な新規光デバイス開発に利用されている。産業応用には CMOS 互換プロセスを利用した大量作製が重要と考えられるが、我々は、フォトリソグラフィ (ArF 液浸露光法) を用いて平均 Q 値 190 万を有するシリコンナノ共振器の大量作製に成功している[1]。このような高 Q 値ナノ共振器を用いた応用の1つとして、シリコンラマンレーザに我々は注目しており、これまでに電子線描画法 (EB) を用いて作製したサンプルにおいて、マイクロワット以下の閾値を持つ室温連続発振を達成してきた[2],[3]。本レーザは、励起光とストークスラマン散乱光を閉じ込めるために2つの高 Q 値ナノ共振モードを利用しており、2つの共振モードの周波数差をシリコンのラマンシフトに一致させる必要がある[4]。さらに、従来の高 Q 値ナノ共振器とは 45° 異なる結晶方向に共振器を作製しなければならないので、作製難易度が高い[5]。今回、フォトリソグラフィと 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において室温連続発振を確認したので報告する。

2.実験と結果 実験に用いた共振器構造は、空気孔半径が約 128 nm, スラブ厚 220 nm, 格子定数が 410-415-420 nm のマルチステップヘテロ構造ナノ共振器である。産総研 SCR 300 mm 試作ラインを利用して作製した。Fig.1 に発振が確認されたサンプルの入出力特性を示す。ストークス共振モードの Q 値が 98 万, ポンプナノ共振モードの Q 値が 13 万, 周波数差は 15.603 THz であった。閾値 1 μ W 付近でレーザ発振が得られた。Fig.2 には、同一チップ上に作製した 11 個のサンプルについて、周波数差を測定した結果を示す。EB で作製したサンプルよりも周波数差ばらつきは 2 倍程度大きくなった。複数のサンプルでレーザ発振を確認したが、EB で作製したサンプルと比べると、閾値が高く、出力が低い傾向がみられた。今後、これらの原因を究明する必要がある。詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究は、一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター(SCAT), 科研費の支援を受けた。

【文献】[1] K. Ashida, *et al.*, J. Lightwave Technol. **36**, 4774 (2018). [2] Y. Takahashi, *et al.*, Nature **498**, 470 (2013). [3] D. Yamashita, *et al.*, Optica **5**, 1256 (2018). [4] D. Yamashita, *et al.*, Opt. Express, **23**, 3951 (2015). [5] Y. Yamauchi, *et al.*, OSA Continuum **2**, 2098 (2019).

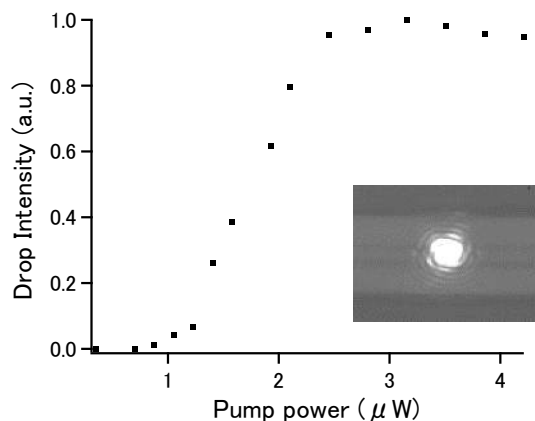


Fig. 1. Input-output characteristic of nanocavity Raman Si laser. Insertion shows the camera image of the laser oscillation.

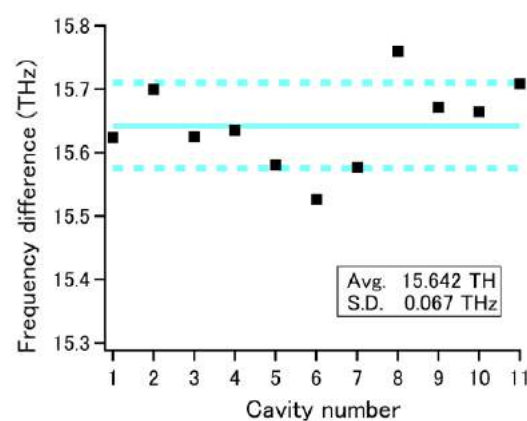


Fig. 2. Frequency difference of the two nanocavity modes for 11 measured nanocavities. Solid and dashed lines are the average and the standard deviation, respectively.