

# ナノ共振器シリコンラマンレーザにおける 2 光子吸収の影響評価

## Evaluation of two photon absorption of Raman silicon lasers using high-Q nanocavities

大阪府大院工<sup>1</sup>, 京大院工<sup>2</sup> ○山下大喜<sup>1</sup>, 高橋 和<sup>1</sup>, 浅野 卓<sup>2</sup>, 野田 進<sup>2</sup>

Osaka Pref. Univ.<sup>1</sup>, Kyoto Univ.<sup>2</sup> ○D. Yamashita<sup>1</sup>, Y. Takahashi<sup>1</sup>, T. Asano<sup>2</sup>, and S. Noda<sup>2</sup>

E-mail: d-yamashita@pe.osakafu-u.ac.jp

【序論】我々の研究グループは、高  $Q$  値ナノ共振器を用いたシリコンラマンレーザの高性能化を目指している[1]。これまでにラマンシフトの絶対値を高精度で決定することで、サブマイクロワット閾値を達成している[2, 3]。現状、このレーザの出力は数百ナノワット程度で飽和してしまうため、次なる性能改善として、高出力化が重要である。シリコンラマンレーザの出力が飽和する主な要因は、2 光子吸収により伝導バンドに生成された電子が、自由キャリア吸収を通してラマン散乱光を吸収するからだと考えられている[4]。しかし、我々のレーザは従来のシリコンラマンレーザよりも 4 桁以上低い閾値で発振しており、2 光子吸収の影響の大きさについては分かっていない。今回、パルス光を励起光として用い、CW 光励起の入力-出力特性と比較を行うことで、2 光子吸収の影響を調査した。その結果、2 光子吸収による自由キャリア吸収損失は、発振閾値には影響しないが、発振後の強励起領域において影響を及ぼすことが示唆されたので報告する。

【実験・結果】図 1 に示すように、共振器構造は文献[1]と同様で、空気孔半径 130 nm、スラブ厚 220 nm、格子定数が 410-415-420 nm の 2 ステップヘテロ構造ナノ共振器である。図 2 に、同一試料に対して、CW 光とパルス光で励起したときの入力-出力特性の結果を示す（挿入図に実験の特徴を示す）。パルス幅は 200 ns, 50 ns で、周期はそれぞれ 2000 ns, 500 ns とした（duty 比 : 0.1, 出力は CW 換算している）。CW 光励起、2 つの異なるパルス幅でのパルス光励起でレーザ発振が確認できた。この測定結果より、CW 光励起とパルス光励起において、閾値と発振後の微分効率はほぼ変わらないことが分かる。しかし、強励起時においてパルス光励起では出力飽和が軽減される傾向が見られる。これは、2 光子吸収による自由キャリア吸収の影響を 200 ns のパルス光でも軽減できていることを示しており、従来考えられている 1 ns のキャリア寿命では説明が付かない可能性を示唆しているが、詳細は考察中である。キャリア寿命の測定や、パルス幅をより短くした測定評価など、詳細は当日報告する。【謝辞】本研究は、科研費、旭硝子財団の支援を受けた。【文献】

1) Y. Takahashi, *et. al.*, *Nature* **498**, 470 (2013). 2) D. Yamashita, *et. al.*, *Optics Express* **23**, 3951 (2015). 3) 山下 他, 2014 秋季応物 **18p-C8-5**. 4) T. K. Liang, *et. al.*, *Appl. Phys. Lett.* **84**, 2745 (2004).

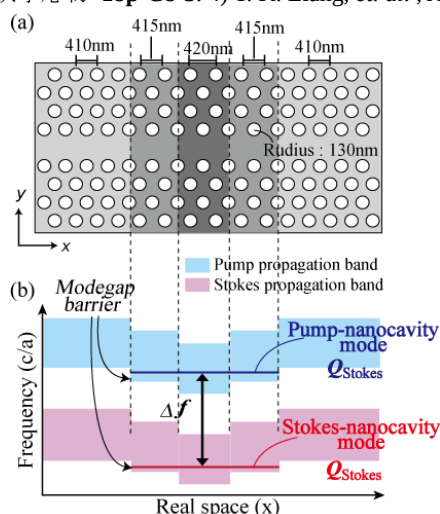


Fig. 1. (a) Schematic picture of a heterostructure nanocavity. (b) Band diagram for the nanocavity where two high-Q nanocavity modes are indicated<sup>1)</sup>.

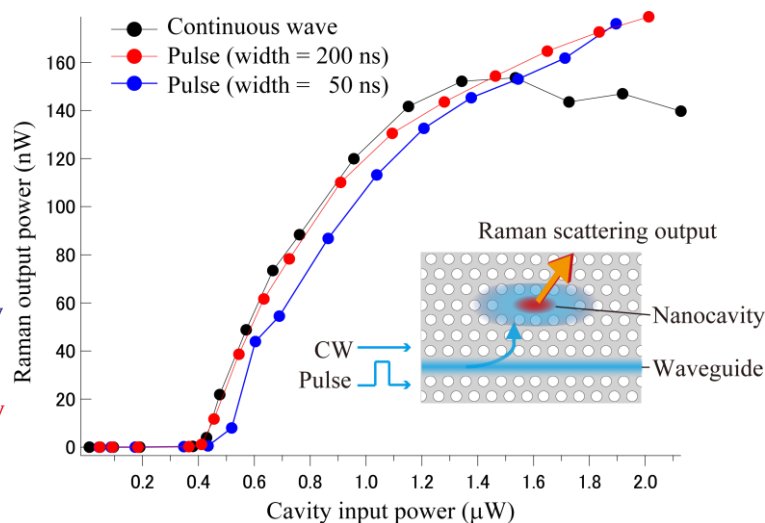


Fig. 2. Laser output power as a function of pump power coupled into the nanocavity for each pump-case. Inset illustrates how the nanocavity modes were excited.