

## 1.2 $\mu\text{m}$ 帯におけるナノ共振器シリコンラマンレーザの実現に向けた検討

Nanocavity Raman silicon laser excited in a 1.2  $\mu\text{m}$  wavelength band  
大阪府大院工<sup>1</sup>, 京大院工<sup>2</sup> ○岡田 博子<sup>1</sup>, 田中 捺美<sup>1</sup>, 浅野 卓<sup>2</sup>, 野田 進<sup>2</sup>, 高橋 和<sup>1</sup>

Osaka Pref. Univ.<sup>1</sup>, Kyoto Univ.<sup>2</sup>

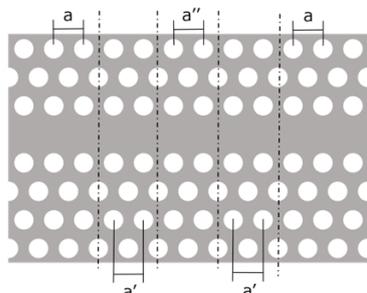
H. Okada<sup>1</sup>, N. Tanaka<sup>1</sup>, T. Asano<sup>2</sup>, S. Noda<sup>2</sup>, and Y. Takahashi<sup>1</sup>

E-mail: h-okada-11G@pe.osakafu-u.ac.jp

**【概要】** 我々は、シリコンを用いたフォトニック結晶光ナノ共振器を研究してきた。これまでに、フォトニック結晶共振器における最高  $Q$  値 1100 万の実現[1], 100 万以上の  $Q$  値を持つナノ共振器の大量作製[2], 100 GHz グリッド間隔で動作する多波長フィルタ[3]を報告してきた。さらに、100 万以上の高  $Q$  値ナノ共振器に固有のデバイスとして、超低閾値シリコンラマンレーザを開発した[4]。これまで、これらのデバイス研究は 1.31  $\mu\text{m}$  帯から 1.55  $\mu\text{m}$  帯にかけて行われてきた。動作波長域の拡大は、新規応用分野の創出に寄与すると期待される。とくにラマン散乱は波長の 4 乗に反比例するので励起波長を短波長化することで低閾値化、出力向上などが期待できる。また、シリコンのバンド端(室温で 1.12  $\mu\text{m}$  付近)に近づけば、共鳴ラマン散乱も起こりうる[5]。前回、我々は波長 1.2  $\mu\text{m}$  以下において、約 100 万の  $Q$  値を有するナノ共振器の作製を報告した[6]。今回、1.2  $\mu\text{m}$  付近の波長で励起されるシリコンラマンレーザを作製し、その  $Q$  値を評価したので報告する。

**【サンプル構造・結果】** 図 1 は、作製したナノ共振器の概略図である。厚みが 180 nm のシリコン薄板に、2 種類のマルチヘテロ構造共振器(格子定数  $a$ - $a'$ - $a''$ が 330-334-339 nm と 335-339-343 nm)を作製した。空気孔の直径は約 175 nm である。ヘテロ共振器では、第 2 導波モードと第 1 導波モードに由来する 2 つの高  $Q$  値ナノ共振モードが形成される。それぞれ、ラマンレーザの励起光とストークスラマン光を閉じ込めるために利用する[4]。図 2(a),(b)に  $a = 330$  nm と  $a = 335$  nm の共振器の励起共振モード、ストークス共振モードの共鳴スペクトルを示す。今回作製したサンプルでは 2 つのモードの周波数差がシリコンのラマンシフトに一致しなかったためレーザ発振は確認されなかった。短波長になるにつれて 2 つの共振モードの  $Q$  値は低下した。これは前回の報告でも見られた傾向で、シリコンのバンド間吸収のテール(1.2  $\mu\text{m}$  で吸収係数が約  $0.01 \text{ cm}^{-1}$ )の影響と予想される[6]。短波長化によるラマン散乱確率の向上を調べるには、1.55  $\mu\text{m}$  帯のラマンレーザと同程度の  $Q$  値( $Q_p > 10^5$ ,  $Q_s > 10^6$ )を得ることが望ましいが、今回は得られなかった。プロセス改善と合わせて理由を解明中である。詳細は当日報告する。

**【謝辞】**本研究は村田学術振興財団、科研費の支援を受けた。**【文献】** [1] T. Asano, *et al.*, *Opt. Express* **25**, 3 (2017). [2] K. Ashida, *et al.*, *Opt. Express* **25**, 18165 (2017). [3] Y. Takahashi, *et al.*, *Opt. Express* **22**, 4692 (2013). [4] Y. Takahashi, *et al.*, *Nature* **498**, 470 (2013). [5] J. B. Renucci, *et al.*, *Phys. Rev. B* **11**, 3885 (1975). [6] 岡田博子, 他, 秋季応用物理学会 2019, **19p-E207-5**.



**Fig. 1.** Illustration of a measured multi hetero nanocavity.

**Fig. 2.** Resonant spectrum of the pump and stokes nanocavity modes of (a)  $a=330$  nm, (b)  $a=335$  nm.

