機械学習によって設計したナノ共振器シリコンラマンレーザの実験的評価

Experimental evaluation of Raman silicon nanocavity laser designed by machine learning 大阪府大院工¹, 京大院工²^O(M1)川勝 太郎¹, 浅野 卓², 野田 進², 高橋 和¹

Osaka Pref. Univ. ¹, Kyoto Univ. ² (M1)T. Kawakatsu¹, T. Asano², S. Noda² and Y. Takahashi¹ E-mail: t-kawakatsu-11G@pe.osakafu-u.ac.jp

【背景】 我々は 2 次元フォトニック結晶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],[2]. 本デバイスは, ヘテロ構造ナノ共振器に形成される 2 つの高 Q 値共振モード(パンプモード とストークスモードと呼ぶ)に励起光とストークスラマン散乱光を閉じ込めることで, 1 µW 以下の低閾 値を達成する. これまで報告したレーザ発振閾値の最少は 120 nW で, パンプモードの実験 Q_p値は 40 万, ストークスモードの実験 Qs 値は 235 万であった[3]. 2 つの共振モードの Q 値を上げて, 発振 閾値をさらに下げることは, 本デバイスの基礎・応用研究の可能性を広げるために重要である. 近年, 機械学習を用いることで, 2 つのモードの設計 Q 値を同時に高めることが可能となった[4]. 本研究で は, 機械学習により設計されたナノ共振器シリコンラマンレーザの O 値と閾値を実験的に評価した.

【実験結果】図1に,作製したナノ共振器の構造を示す.2つの線欠陥は2つの共振モードを励起 するための導波路である.基本構造は,空気孔半径が約124 nm,格子定数(a)が410-415-420 nm のマルチヘテロ構造ナノ共振器であり,機械学習に基づく設計手法により,図に示すように,従来構 造から共振器付近の62 個の空気孔位置を矢印方向にわずかにシフトさせてある[4].シフト量の最

小は約 0.5 × a/1000, 最大が約 3.5 × a/1000 である. 設計 Qp値は 99 万, Qs値が 866 万であり, それぞれ従来設計の 共振器に比べて約 4 倍に大きくなっている.

作製したナノ共振器に対して、パンプ/ストークスモードの *Q*値およびレーザ発振特性の測定を行った.図2に、最も 閾値が低かったサンプルの共鳴スペクトルを示す.*Q*p値は 126万、*Q*s値が270万となり、従来構造を大幅に上回る実 験*Q*値が得られた.パンプモードの放出強度から見積もっ た閾値は50 nW以下となり、最小値を更新した.機械学習 を用いた設計*Q*値の増加効果を、実際に作製したラマンレ ーザで観測できたと考えている.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.



Fig. 1. Raman nanocavity laser structure designed by machine learning.

【参考文献】[1] Y. Takahashi, et. al., Nature 498, 470 (2013). [2] D. Yamashita, et. al., Optica 5, 1256 (2018). [3] D. Yamashita, et al., Phys. Rev. Appl. 10, 024039 (2018). [4] 浅野卓, 他, 10a-D321-4, 応物2019春.



