

機械学習を用いて設計した L3 ナノ共振器の作製・評価

Fabrication and Characterization of L3 Nanocavities Designed Based on Machine Learning

京大院工¹ ○柴田 武志¹, 浅野 卓¹, 野田 進¹Kyoto Univ.¹, ○T. Shibata¹, T. Asano¹, S. Noda¹

E-mail: shibata.takeshi@goe.kuee.kyoto-u.ac.jp, tasano@kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] 我々は2次元フォトニック結晶を用いた共振器の高 Q 値化に、理論と実験の両面から取り組んできた。特にマルチヘテロ共振器に関して、10億を超える理論 Q 値と1100万を超える実験 Q 値を実現している¹⁾。一方、L3共振器は空気孔を3個埋めた共振器であり、マルチヘテロ共振器と比較して、フットプリントおよびモード体積が小さいという特長をもつ。L3共振器に関してはこれまで、漏れ分布可視化に基づく共振器周辺の孔位置の調整(9自由度)により、理論的には Q 値420万のL3共振器構造が得られ、実験的には Q 値210万(Q_{unloaded})が達成されている^{2), 3)}。さらに前回、機械学習に基づく繰り返し探索を用いた設計手法により、共振器周辺の孔位置を25自由度に渡って調整した結果、理論 Q 値2900万のL3共振器構造が得られた^{4), 5)}。今回、この機械学習を用いて設計したL3共振器の作製および評価を行ったので報告する。

[実験] 図1に今回作製したL3共振器構造を示す。厚さ220nmのSiスラブに形成された基本格子定数 $a = 410$ nm、孔半径102.5 nmのL3共振器(理論 Q 値7000)に対して、赤枠内の領域(5列×11格子)にある孔の位置を機械学習に基づいて繰り返し最適化⁴⁾した結果、同図中の黒矢印で示すような大きさと方向に孔位置が微調整され、モード体積は $0.69(\lambda/n)^3$ に抑えられたまま理論 Q 値が2900万まで向上した⁵⁾。この構造をSOI基板を用いて作製し、TCSPC法を用いた光子寿命測定により実験 Q 値を求めた。その結果を図2に示す。同図のように、光子寿命は2.35 ns、実験 Q 値は283万(Q_{loaded})となり、従来のL3共振器を大きく超える実験 Q 値(Q_{loaded})が得られた。詳細は当日報告する。 **[文献]** 1) T. Asano, Y. Ochi, Y. Takahashi, K. Kishimoto, and S. Noda, *Opt. Exp.* **25**, 1769 (2017). 2) T. Nakamura, Y. Takahashi, Y. Tanaka, T. Asano, and S. Noda, *Opt. Exp.* **24**, 9541 (2016). 3) K. Maeno, Y. Takahashi, T. Nakamura, T. Asano, and S. Noda, *Opt. Exp.* **25**, 367 (2017). 4) T. Asano, and S. Noda, *Nanoph.* **8**, 0380 (2019). 5) 浅野卓, 野田進, 20a-B01-7 秋季応物 (2019). **[謝辞]** 本研究の一部は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて行われ、また科研費19H02629の支援を受けた。

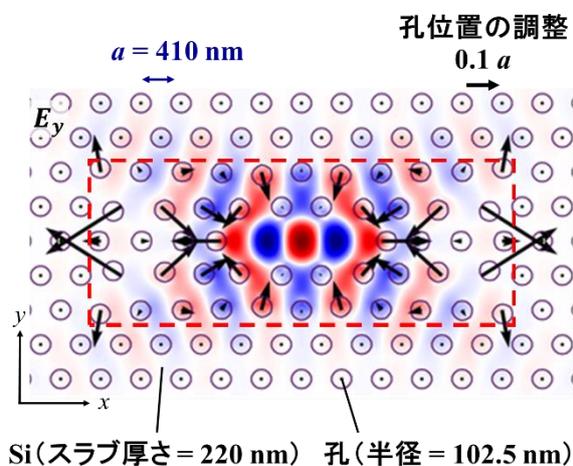


図 1: 機械学習を用いて設計した L3 共振器 (スラブ厚さ 220 nm、孔半径 102.5 nm、Si の屈折率 3.46 としたとき、理論 Q 値 2900 万)。

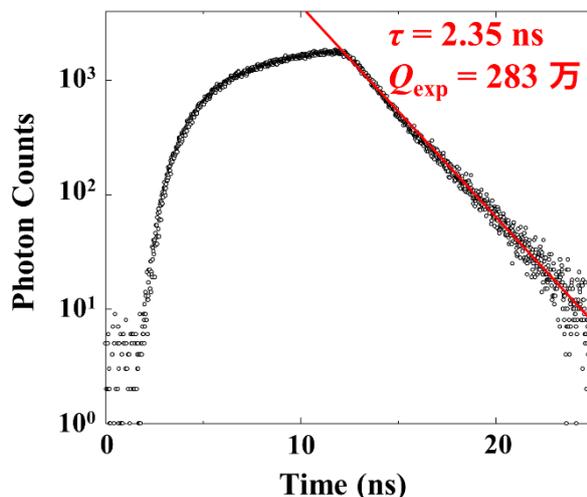


図 2: 作製した L3 共振器の時間相関単一光子計測 (TCSPC) 法による測定結果。