

機械学習を用いて設計した SiO₂ 埋め込み型ナノ共振器の作製・評価

Fabrication and Characterization of SiO₂-Embedded Nanocavities Designed Based on Machine Learning

京大院工¹ ○柴田 武志¹, 浅野 卓¹, 野田 進¹

Kyoto Univ.¹, ○T. Shibata¹, T. Asano¹, S. Noda¹

E-mail: shibata.takeshi@qoe.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光ナノ共振器の高Q値化に、理論と実験の両面から取り組んでおり、光閉じ込めの強いエアブリッジ構造の共振器を用いて、1100万を超える世界最高の実験Q値を実現している¹⁾。また、光閉じ込めに関しては不利な誘電体埋め込み型の共振器に関しても、機械的強度向上や電気制御用配線の導入上の利点から、そのQ値向上の検討を行ってきた。これまでに、多段変調の幅狭型導波路を基本構造に用いたSiO₂埋め込み型共振器において、実験Q値100万²⁾を実現している。しかし、この検討で用いた基本構造では、共振器導入に伴う結晶の変調が結晶全体に及ぶため、複数の共振器を導入する際に配置の自由度が強く制約されるという課題があった。そこで前回、適切な基本構造³⁾を選択した上で機械学習を活用した最適化^{4,5)}を行うことで、これらの課題を解決した共振器を設計したことを報告した⁶⁾。今回、これを実験的に検証したので報告する。**[結果]** 図1(a)は検討した共振器の基本構造³⁾(設計Q値150万)であり、結晶の変調が局所領域に留まるため、複数の共振器を高い自由度で配置可能である。図1(b)はこの構造に対して機械学習に基づく繰り返し探索^{4,5)}を用いて孔の位置を最適化し、設計Q値を5700万まで向上させた構造である。この図1(b)のパターンをSOI基板の上部Si層(厚さ220nm)に形成し、下部SiO₂層の一部を除去した後にスピンオンガラス(SOG)でSi層を埋め込むことで²⁾、SiO₂埋め込み型共振器を作製した。その断面を図2挿入図に示す。共振器光子寿命の測定結果を図2に示す。光子寿命1.56nsが観測され、Q値に換算すると184万となった。これは従来のSiO₂埋め込み型光ナノ共振器において報告されている実験Q値(60万⁷⁾~100万²⁾)を大きく超える値である。詳細は当日報告する。**[文献]**1) T. Asano et al., *Opt. Exp.* **25**, 1769 (2017). 2) B.S. Song et al., *Opt. Lett.* **36**, 91 (2011). 3) Y. Takahashi et al., *Opt. Exp.* **17**, 18093 (2009). 4) T. Asano et al., *Nanoph.* **8**, 0380 (2019). 5) 浅野卓他, 秋季応物 20a-B01-7 (2019). 6) 柴田武志他, 秋季応物 19p-E207-2 (2019). 7) D. Dodane et al., *Opt. Exp.* **26**, 20868 (2018). **[謝辞]** 本研究の一部はNEDOの委託JPNP13004を受けて行われ、科研費19H02629の支援を受けた。

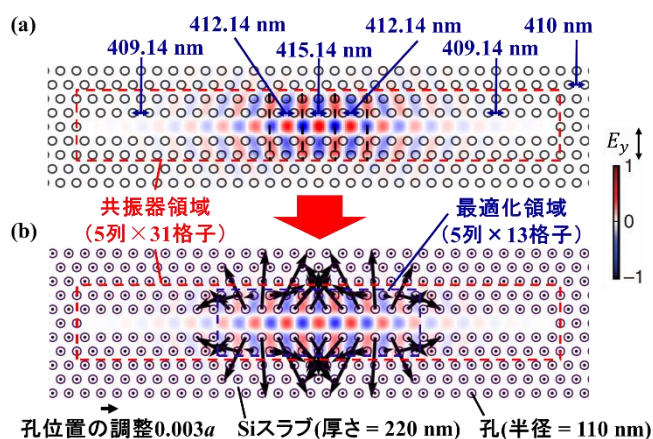


図 1: (a) 高い自由度で配置可能な共振器構造
(b) 機械学習による構造最適化後の共振器構造

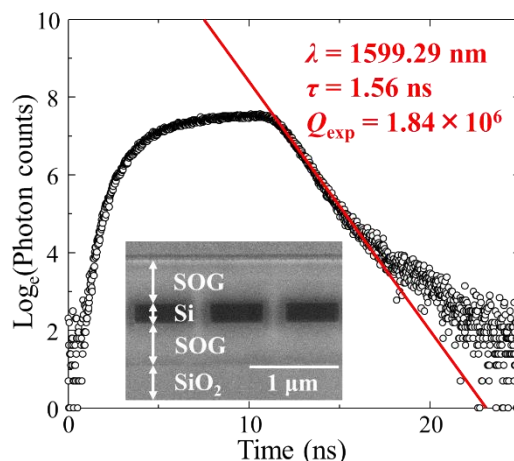


図 2: 作製した SiO₂ 埋め込み型共振器の光子寿命の測定結果