

$Q \sim 60,000$ を有する三次元フォトニック結晶ナノ共振器

Three-Dimensional Photonic Crystal Nano-Cavity with $Q \sim 60,000$

°高橋 駿¹、田尻 武義²、太田 泰友¹、渡邊 克之^{1,2}、岩本 敏^{1,2}、荒川 泰彦^{1,2}

(1.東大ナノ量子機構、2.東大生研)

°Shun Takahashi¹, Takeyoshi Tajiri², Yasutomo Ota¹, Katsuyuki Watanabe¹, Satoshi Iwamoto^{1,2},

Yasuhiko Arakawa^{1,2} (1. NanoQuine, Univ. of Tokyo, 2. IIS, Univ. of Tokyo)

E-mail: shuntaka@iis.u-tokyo.ac.jp

全方位に対する光の伝播を遮断する完全バンドギャップをもつ三次元フォトニック結晶は、欠陥を導入することによって、光導波路や微小な共振器を人工的に作製できるため、光子と物質の相互作用の究極的な制御や、全光回路への応用が期待されている。特に、ナノ共振器に関しては、その光の閉じ込め効率を表す Q 値が高いほど、光と物質の相互作用の制御性が高くなる。これまでに、積層型の micro-manipulation 法により $Q \sim 39,000$ が達成されてきた[1]が、面内方向の周期の有限性により、積層数に対して飽和した値であった。面内方向の周期数を増加することによって、さらなる Q 値の向上が期待できる[2]だけでなく、線欠陥の導入などの構造変調も容易になる。本研究では、micro-manipulation 法を用いて、従来の 4 倍の面積の三次元フォトニック結晶を作製し、 $Q \sim 60,000$ を実現したことを報告する。

GaAs からなる各層には周期的なロッドパターン（ロッド幅 130 nm、周期 500nm、層厚 150nm）を作製し、4 層 1 周期の woodpile 構造に積層した（左図）。中央の層には InAs 量子ドットを高密度（ $\sim 10^{10}/\text{cm}^2$ ）で埋め込んだ上、 $1.15\mu\text{m} \times 1.15\mu\text{m}$ の点欠陥を導入することで、欠陥モードの発光を確認した。励起パワーを増加することで、マルチモードレーザ発振が観測され（中図）、発振閾値未満の $1\mu\text{W}$ において $Q \sim 66,000$ （1190 nm）を得た（右図）。詳細は当日報告する。

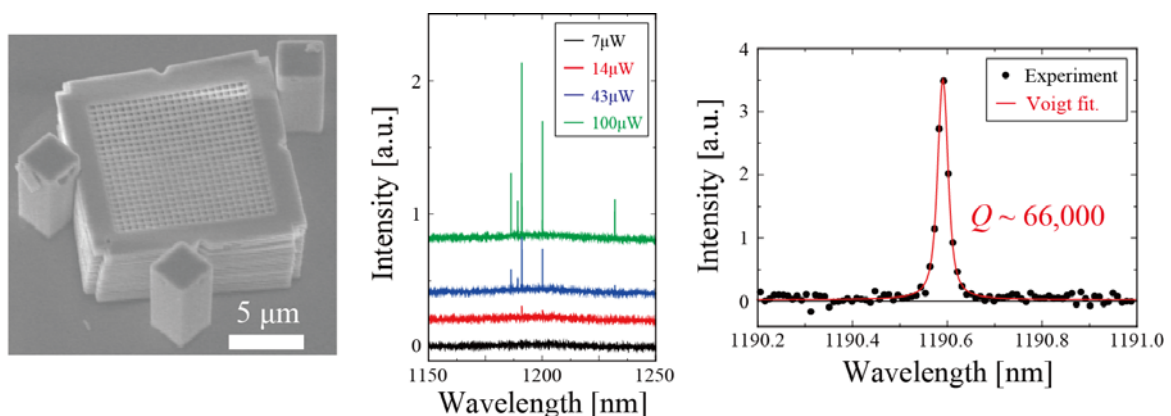


Figure. (Left) SEM image of the studied three-dimensional photonic crystal nanocavity, (Center) Photoluminescence spectra for various input power, (Right) Photoluminescence spectra at $1\mu\text{W}$

[1] A. Tandraechanurat, *et al.*: Nature Photonics **5**, 91 (2011). [2] 田尻武義, 他: 応用物理学会学術講演会, 秋季第 74 回 18p-A3-1. 謝辞: 本研究の一部は文部科学省イノベーションシステム整備事業および NEDO プロジェクトにより遂行された。