

# 一方向出射が可能な Si 上集積量子ドット単一光子源の作製と評価

## Fabrication and characterization of a quantum-dot single-photon source integrated on Si with unidirectional light output

<sup>1</sup>東大先端研, <sup>2</sup>東大生研, <sup>3</sup>東大物性研, <sup>4</sup>東大ナノ量子機構

○勝見亮太<sup>1,2,3</sup>, 太田泰友<sup>4</sup>, 田尻武義<sup>2</sup>, 角田雅弘<sup>4</sup>, 岩本敏<sup>1,2,4</sup>, 秋山英文<sup>3</sup>, 荒川泰彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup>RCAST, <sup>2</sup>IIS, <sup>3</sup>ISSP, <sup>4</sup>NanoQuine, Univ. of Tokyo

○R. Katsumi<sup>1,2,3</sup>, Y. Ota<sup>4</sup>, T. Tajiri<sup>2</sup>, M. Kakuda<sup>4</sup>, S. Iwamoto<sup>1,2,4</sup>, H. Akiyama<sup>3</sup>, Y. Arakawa<sup>4</sup>

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

**はじめに** Si フォトニクスを活用した量子光回路は、大規模化の観点から極めて有望である<sup>1</sup>。一方、スケーラブルな Si 量子光回路を実現する上で、高効率かつ決定論的に動作可能な固体量子光源の集積は重要な課題の1つである。本課題の解決を目指し、我々は半導体量子ドット(QD)単一光子源<sup>2</sup>の転写プリント法に基づく Si 上ハイブリッド集積を進めてきた<sup>3</sup>。ところが、今まで検討していた光源構造は、その空間対称性から光子が導波路両側に出射されるという課題があった。そこで前回、Si 上集積 QD 光源において、転写プリント法に付随する作製誤差の下でも光子の高効率な導波路結合(>99%)と一方向出射が可能な光構造の設計を報告した<sup>4</sup>。今回、設計した構造を同手法により作製し、光子の一方向出射と単一光子性の観測に成功したので報告する。

**実験** InAs QD を含むフォトニック結晶(PhC)ナノビーム共振器をガラス埋め込み Si 導波路に対して位置制御しつつ転写プリントして試料を作製した(図 1(a))。導波路には構造変調のみで有効屈折率が制御可能なサブ波長格子導波路を用いた<sup>5</sup>。またその左端に共振器モードを効率よく反射する PhC ミラーを接合することで、光子の一方向出射が可能になる。作製試料に対して低温顕微分光学法(6 K)による光学特性評価を行った。共振器を励起しつつ取得した PL 画像は図 1(b)のようになり、右側の出力ポートのみから発光が観測された。また同発光の測定スペクトル(図 1(c))において共振器モードに結合した明瞭な QD 発光が観測でき、Si 導波路に結合した QD 発光の一方向出射が確認された。QD-導波路間の結合効率は 74%と見積もった。さらに同 QD 発光に対して測定した強度相関関数は図 1(d)のように明瞭なアンチバンチングを示しており、作製試料における単一光子の発生に成功した。その他詳細は当日報告する。

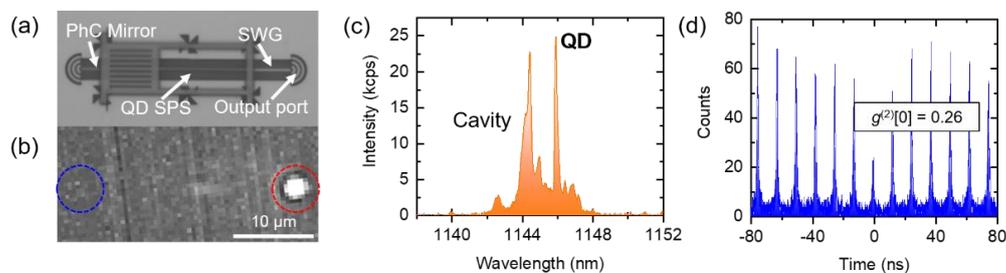


FIG. 1. (a) Microscope image of the fabricated device. (b) PL image taken while pumping the cavity center. (c) PL spectrum measured at the right output port. (d) Measured second-order coherence function.

**参考文献** <sup>1</sup>J. W. Silverstone, et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. **22**, 390 (2014). <sup>2</sup>P. Senellart et al. Nat. Nanotechnol. **12**, 1026 (2017). <sup>3</sup>R. Katsumi, et. al., APL photonics **4**, 036105 (2019). <sup>4</sup>勝見亮太他 前回応物 19a-E208-2 (2019). <sup>5</sup>P. Cheben, et al., Nature **560**, 565 (2018). **謝辞** 本研究は科研費特別推進研究(15H05700)、科研費補助金(16K06294, 18J21667, 19K05300)、JST さきがけ(JPMJPR1863)、稲盛財団、池谷科学技術財団、村田財団、及びNEDOにより遂行された。