

転写プリント法によるシリコン導波路上への量子ドット単一光子源の集積

Integration of quantum-dot single-photon sources onto silicon waveguides by transfer printing

○勝見亮太^{1,3}, 太田泰友², 長田有登², 田尻武義², 車一宏¹, 山口拓人¹, 角田雅弘², 岩本敏^{1,2},
秋山英文³, 荒川泰彦² (¹東大生研, ²東大ナノ量子機構, ³東大物性研)

○R.Katsumi^{1,3}, Y.Ota², A.Osada², T.Tajiri², K.Kuruma¹, T.Yamaguchi¹, M.Kakuda², S.Iwamoto^{1,2},

H.Akiyama³, Y.Arakawa² (¹IIS, Univ. of Tokyo., ²Nano Quine, Univ. of Tokyo., ³ISSP, Univ. of Tokyo.)

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

はじめに 光量子演算のスケールアップに向けて、大規模光回路の作製に適した Si フォトニクスの利用が注目されている[1]。一方、スケーラブルな光量子回路の構築には、自己形成量子ドット(QD)[2]に代表される決定論的動作が可能な量子光源の集積が必要となる。しかし、化合物半導体で形成される QD を Si 光回路上にハイブリッド集積[3,4]する場合、Si-CMOS プロセスとの整合性を担保することは容易ではない。さらには、QD の空間・波長ばらつきにより、所望の光源を所望の位置に集積することは困難である。そこで我々は、これらの課題を解決する手法として、ピックアッププレース操作に基づいた転写プリント法の利用を提案している。前回までに、同手法による GaAs 導波路上への QD 単一光子源の集積を実証した[5]。今回、同手法を用いて Si-CMOS 光回路上へ QD 光源を集積し、単一光子発生とその導波路伝搬の観測に成功したので報告する。

実験 Si 導波路は CMOS プロセスファウンドリによって作製した。その上に InAs QD を含むフォトニック結晶ナノビーム共振器を位置制御しつつ転写プリントし試料を作製した(図 1(a))[5,6]。作製試料に対して低温顕微分光法(5 K)による光学特性評価を行った。共振器を励起した際、出力ポート上で測定したスペクトル(図 1(b))において、共振器モードに結合した QD 発光(QD-A)が観測でき、同発光の Si 導波路伝搬が確認された。次に QD-A に対する時間分解発光測定を行ったところ、Purcell 効果に起因する発光レートの増大が認められた(図 1(c))。さらに出力ポートを介し QD-A 発光の強度相関関数を測定したところ(図 1(d))、明瞭なアンチバンチングが観測され、その単一光子発生を確認した。その他詳細は当日報告する。

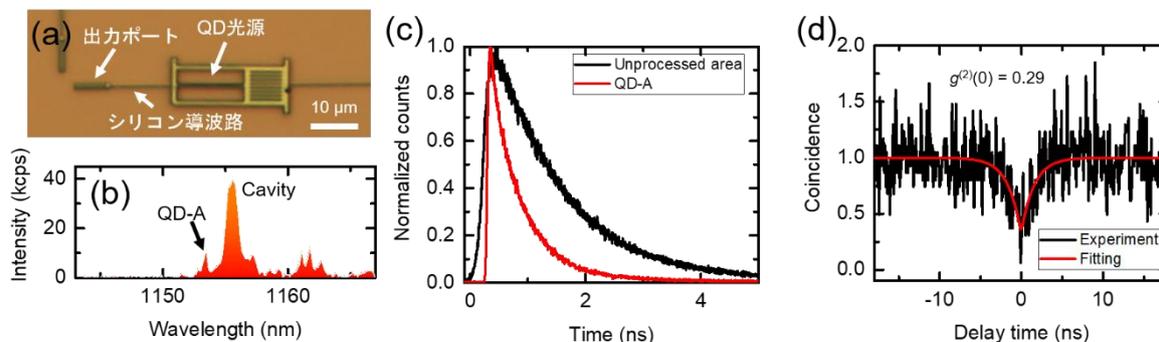


FIG. 1. (a) Microscope image of a fabricated sample. (b) PL spectrum measured through one of the output ports. (c) Time-resolved PL spectra measured through the output port for the QD-A near the cavity resonance. (d) Measured second-order correlation function.

参考文献 [1] J. W. Silverstone, *et al.*, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, **22**, 390 (2014). [2] P. Senellart *et al.* *Nat. Nanotechnol.*, **12**, 1026 (2017). [3] Kim, Je-Hyung, *et al.*, *Nano letters* **17**, 12 (2017). [4] M. Davanco *et al.*, *Nat. Commun.*, **8**, 889 (2017). [5] R. Katsumi, *et al.*, *Optica* **5**, 691 (2018). [6] A. Osada *et al.*, *Appl. Phys. Express* **11** 072002 (2018). **謝辞** 本研究は科研費特別推進研究(15H05700)、科研費補助金(16K06294)及び NEDO プログラムにより遂行された。