

ハイブリッド集積シリコン量子フォトニクスの可能性

Prospects for hybrid integrated silicon quantum photonics

東大ナノ量子機構¹, JST さきがけ², 東大先端研³, ○太田泰友^{1,2}, 勝見亮太³, 長田有登¹,
玉田晃均³, 角田雅弘¹, 岩本敏^{1,3}, 荒川泰彦¹

NanoQuine¹ Univ. of Tokyo, JST PRESTO², RCAST³ Univ. of Tokyo, ○Y. Ota^{1,2}, R. Katsumi³,
A. Osada¹, A. Tamada³, M. Kakuda¹, S. Iwamoto^{1,3}, Y. Arakawa¹

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

シリコン CMOS 集積回路は、人類の獲得した最も精緻な微細加工技術の上で成立していると言える。同技術を活用したシリコンフォトニクス光集積回路は、大規模化・高機能化の観点から非常に有望であり、光量子技術を飛躍的に進展させる可能性を秘めている。一方、その精緻さゆえ、CMOS 集積技術には多くの制約が存在する。例えば、導入可能な材料は極めて限定されていると言える。そのため、シリコン以外で実現される光量子情報処理に本質的に重要な要素—例えば優れた量子エミッタや非線形光学材料—とシリコン光回路との融合は未だ大きな課題である。

その中で我々は、新しい集積技術として転写プリント法(図1参照)に着目し[1]、多様な異種材料を自在に集積したハイブリッド集積シリコン量子フォトニクス回路の実現に向けた研究を進めている [2]。ピックアッププレース技術を基礎とする転写プリント法を用いることで、CMOS 技術で作製した光回路をそのまま利用しつつハイブリッド光回路を実現することが可能となる。実際、異種材料素子はそれぞれ個別に光回路へ「後載せ」するだけであり、各材料にあった作製プロセスで別途準備すればよい。転写・集積する素子を事前に選別することで、固体量子素子に内在する特性ばらつきの問題もうまく回避できる可能性がある。すでに我々は同手法を用いて、シリコン CMOS 光回路上への化合物半

導体量子ドット単一光子源 [3]、量子ドット共振器電気力学系 [4]やナノレーザ [5]の集積に成功している。またプラズモン単一光子源の作製に応用できることも示してきた [6]。講演では、同技術の可能性と今後の展開を議論することとしたい。

参考文献 [1] Y. Ota, et al., Appl. Phys. Lett. **110**, 223105 (2017). [2] R. Katsumi, et al., Optica **5**, 691 (2018).

[3] R. Katsumi, et al., APL Photonics **4**, 036105 (2019). [4] A. Osada, et al., Phys. Rev. Appl. **11**, 024071 (2019).

[5] A. Osada, et al., Appl. Phys. Express **11**, 072002 (2018). [6] A. Tamada, et al., ACS Photonics **6**, 1106 (2019).

謝辞 本研究は科研費特別推進研究(15H05700)、科研費補助金(16K06294, 19K05300)、JSTさきがけ(JPMJPR1863)、稲盛財団、池谷科学技術財団、村田財団、NEDOにより遂行された。

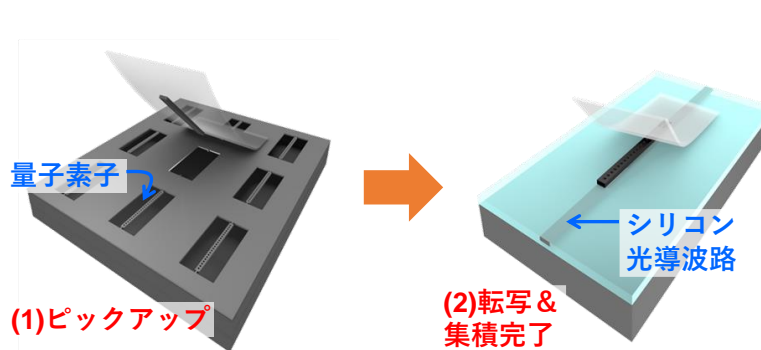


Fig. 1. Transfer printing method for hybrid integration of a photonic quantum element on a silicon CMOS photonic chip.