

転写プリントによるダイヤモンド導波路の SiN 導波路上へのハイブリッド集積

Hybrid integration of a diamond waveguide onto a SiN waveguide by transfer printing

東大先端研¹, 東大生産研², 慶應大³, 横浜国大⁴

○石田悟己¹, 松清秀次², N. Pholsen¹, 太田泰友³, 池尚玟², 大槻秀夫¹, 西岡政雄²,
李镠村⁴, 羽中田翔司⁴, 鎌田幹也⁴, 玉貫岳正⁴, 馬場俊彦⁴, 岩本敏^{1,2}

RCAST U-Tokyo¹, IIS U-Tokyo², Keio-Univ.³, YUN⁴

○S. Ishida¹, H. Matsukiyo², N. Pholsen¹, Y. Ota⁴, S. Ji¹, H. Otsuki¹, M. Nishioka²,
L. Li³, S. Hachuda³, M. Kamata³, T. Tamanuki³, T. Baba³ and S. Iwamoto^{1,2}

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

スケーラブル量子情報処理システムへの応用を目指し、ダイヤモンド中の色中心とフォトニックナノ構造を活用した単一光子源や量子インターフェイスなどの量子情報素子[1,2]や、それらの光集積回路へのハイブリッド集積[3,4]に関する研究が進められている。我々のグループでも難加工性材料であるダイヤモンドのナノ加工技術の開発に取り組み、エアブリッジ型フォトニック結晶(PhC)ナノビーム共振器の作製[5]とその共振器モードの観測[6]について報告してきた。今回、光子量子インターフェイス実現に向けた第一歩として、ナノビーム共振器構造を有するダイヤモンド導波路を転写プリント法[7]により SiN 導波路上に集積することに成功したので報告する。

Fig. 1(a)は、作製した構造のイメージ図である。SiN 導波路(緑部)と PhC ナノ共振器を含むダイヤモンド導波路(黄部)がそれぞれのテーパ部で積層された構造である。テーパ構造により導波路間の高効率な結合が期待できる[8]。転写するダイヤモンド構造の走査電子顕微鏡画像(SEM)を Fig. 1(b)に示す。エアブリッジ化された導波路を支える梁部分には、転写プリントプロセスにおける構造のピックアップを容易にするため、開口の導入により機械的強度を下げた脆弱部分が設けられている。また、導波路先端にテーパ構造、中央に PhC ナノビーム共振器構造が形成されていることもわかる。この構造を、SiN 導波路上に転写プリントした集積構造の光学顕微鏡画像が Fig. 1(c)である。SiN 導波路上に、高い精度でダイヤモンド導波路が転写されている様子がわかる。プロセスの詳細などについては、当日報告する。

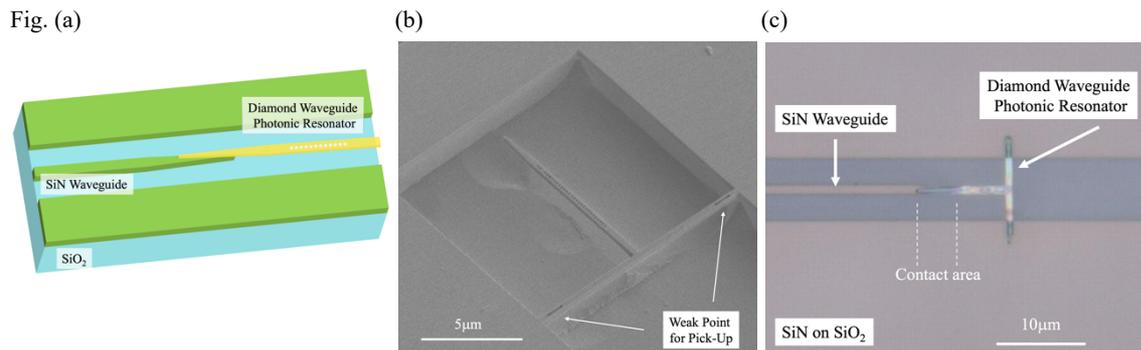


Fig. 1: (a) Schematic illustration of a SiN-diamond hybrid integrated structure. Light can transmit from a SiN waveguide (green) to a diamond waveguide (yellow) via the tapered region. (b) SEM image of a diamond structure to be transfer printed. The waveguide has a tapered tip and a photonic crystal nanobeam cavity structure. (c) Optical microscope image of an integrated structure. A diamond waveguide with a PhC nanocavity structure is placed onto a SiN waveguide.

Acknowledgements: 本研究は、JST Moonshot R&D Grant Number JPMJMS2062 により遂行された。また、有益な議論をいただいた産総研・牧野俊晴氏および加藤宙光氏に感謝する。

Reference: [1] T. Schröder, *et al.*, *J. Opt. Soc. Am. B* **33** B65 (2016). [2] C. Bradac, *et al.*, *Nat. Commun.*, **10**, 5625 (2019). [3] N. H. Wan, *et al.*, *Nature* **583**, 226 (2020). [4] K. C. Chen, *et al.*, *Optica Quantum* **2**, 124 (2024). [5] 石田他, 第 84 回応用物理学会秋季学術講演会 21p-A302-5 (2023). [6] K. Iijima, *et al.*, *PDW 2023*, P-8 (2023). [7] R. Katsumi, *et al.*, *Optica* **5**, 691 (2018). [8] 藤城他, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 13p-N321-1 (2021).