

トポロジカルスローライト導波路における単一光子発生の観測

Observation of Single Photon Generation in a Topological Slow Light Waveguide

○車一宏^{1,2,3}, 吉見拓展^{1,2}, 太田泰友⁴, 勝見亮太^{1,2}, 角田雅弘⁴, マルコロンチャ³, 荒川泰彦⁴, 岩本敏^{1,2,4} (1. 東大先端研, 2. 東大生研, 3. ハーバード大 SEAS, 4. 東大ナノ量子機構)

○K. Kuruma^{1,2,3}, H. Yoshimi^{1,2}, Y. Ota⁴, R. Katsumi^{1,2}, M. Kakuda⁴, M. Lončar³, Y. Arakawa⁴, S. Iwamoto^{1,2,4} (1. RCAST, Univ. of Tokyo., 2. IIS, Univ. of Tokyo., 3. SEAS, Harvard Univ.,

4. NanoQuine, Univ. of Tokyo.)

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

はじめに バレーフォトニック結晶(VPhC)を用いたトポロジカル導波路は、急峻な曲げや構造の揺らぎに対してもロバストな光伝搬が可能であることから、小型で低損失な光集積回路への応用が期待されている[1,2]。これまで我々は、Bearded 界面を有する Si VPhC 導波路において、スローライトエッジ状態が現れることを見出し[3]、その光伝搬の観測に成功した[4]。一方、同モードを活用することで、スローライト効果による発光増強と高効率な光伝搬が可能な集積量子光源の実現も期待される。今回、Bearded 界面を有する VPhC 導波路において、スローライトモードに結合した量子ドット(QD)からの単一光子発生とその導波路伝搬を観測したため報告する。

実験結果 図 1(a)に InAs QD を含む 130 nm 厚 GaAs スラブに作製したトポロジカル導波路の走査型電子顕微鏡像を示す。導波路は一辺が $1.3a/\sqrt{3}$ と $0.7a/\sqrt{3}$ の三角形空気孔を持つ 2 種類のハニカム格子 VPhC(格子定数 $a = 310$ nm)からなる Bearded 界面により形成されている。本構造に発現するトポロジカルスローライトモードに結合した QD 発光を低温顕微分光法(6.5K、パルス励起、波長 775 nm)により調べた。まず、導波路中の QD(QD-A)を励起し、反対側のグレーディングポートにおいて発光(PL)スペクトルを測定した(図 1(a)参照)。急峻な曲げ導波路を通過した場合でも明瞭な QD 発光ピークが観測されている(図 1(b))。QD-A の発光ピークにおいて時間分解発光測定を行ったところ、スローライト効果による発光レートの増大を観測した(図 1(c))。また同発光ピークに対する強度相関測定の結果から、単一光子発生を確認した(図 1(d))。その他詳細は当日報告する。

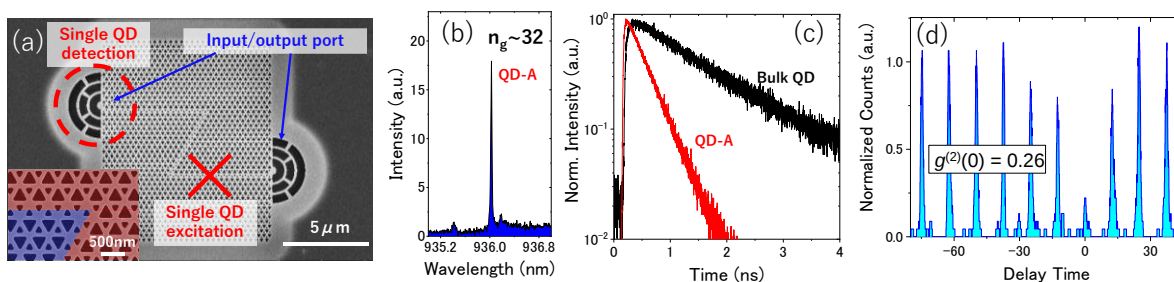


Fig.1. (a) SEM image of the fabricated waveguide with two sharp bends. Inset shows a close-up view around the interface between two topologically-distinct VPhCs. (b) PL spectrum of a QD in the waveguide. The QD emits at 936.03 nm, at which the waveguide mode exhibits a group index of ~ 32 . (c) Time-resolved PL spectra of (red) QD-A and (black) a bulk QD. (d) Autocorrelation function measured for QD-A.

参考文献 [1] M.I. Shalae, *et al.*, Nat. Nanotechnol. 14, 31 (2019). [2] T. Yamaguchi, *et al.*, Appl. Phys. Express 12, 062005 (2019). [3] H. Yoshimi, *et al.*, Opt. Lett. 45, 2648 (2020). [4] H. Yoshimi, *et al.*, CLEO, STu3J.7 (2020).

謝辞 本研究は科研費(17H06138, 18J13565, 19K05300), 特別推進研究(15H05700), JST-CREST(JPMJCR19T1), 旭硝子財団研究助成, NEDO および AFOSR grant(FA9550-19-1-0376)により遂行された。