

ピラー型微細形状を有する QDinF を用いた高純度単一光子状態の生成 Pure single photon state extraction from a pillar equipped with single quantum dot based on QDinF under non-resonant excitation condition

○ 村上 大輔¹、小田島 聡²、中島 秀朗³、熊野 英和³、笹倉 弘理⁴

(1. 北大院工、2. 八戸工大、3. 北大電子研、4. 北大創成)

○ Daisuke Murakami¹, Satoru Odashima², Hideaki Nakajima³, Hidekazu Kumano³, Hiroataka Sasakura⁴ (1. Hokkaido Univ., 2. HIT, 3. RIES, 4. CRIS)

E-mail: dai-ramu@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】現在の光通信網に対して最も整合性の良い量子である、単一光子・量子もつれ光子対等の生成源の開発が盛んである。我々はこれまで離散化した内部エネルギーを取っている半導体量子ドット (QD) を単一モード光ファイバー (SMF) に直接接合させた構造 (QDinF) を作製し、単一光子発生の検証及び、長時間耐久性・安定性について報告してきた [1,2]。しかしながら、SMF に結合される QD の個数制御が困難であり、そのため生成される単一光子状態の純度 ($g^{(2)}(0)$) については劣化の懸念が残されていた。今回、上記機構を基に $g^{(2)}(0)$ の向上を狙い、SMF に接合させる QD 成長膜に微細加工を施し、エネルギー選択励起を用いることなく、飽和励起条件下においても純度の高い単一光子状態発生を確認できたことを報告する。

【試料及び評価】MBE を用いて成長させた InAs/GaAs QDs を電子線リソグラフィにより直径 300 nm、間隔 (B)2.5 μm のピラーレイ状に加工した。更に HSQ をスピンコートし機械的安定性を高めた後、B とほぼ等しい MFD 径である SMF (Thorlabs: UHNA3: NA=0.35, MFD=2.6 μm) 端面に直接固定した。液体ヘリウム中に設置し、ピグテール付き半導体レーザー (Thorlabs: LP785-SF20) を用いて GaAs バリア層を励起した。図 1(a) に示すように 900 nm-1100 nm の帯域で数本の鋭い発光スペクトルを観測した。次に P1 に着目し、SNSPD (Single Quantum: custom-made product) と TAC (B&H: TCSPC-130EM) を用いて、2 次の自己相関測定を行い単一光子状態の純度の励起強度依存性を評価した。P1 の発光が飽和し、state-filling により第一励起状態 (P2) の発光が顕著となる励起強度 [図 1(b)] においても $g_{P1-P1}^{(2)}(0)$ は 0.1 以下であり [図 1(c)]、これは従来デバイス [1,2] を十分に凌駕する純度の高い単一光子状態の生成が可能であることを示している。更に P1-P5 の全ての組み合わせで、光子相関の存在を確認しており、単一モード光ファイバーに接続した 1 本のピラーには半導体量子ドットが 1 つだけ存在していることを示唆している。

【謝辞】本研究の一部は、戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE)(課題番号:142101002) により実施されたものである。

[1] H. Sasakura *et. al.*, APEX **6** (2013) 065203. [2] H. Sasakura *et. al.*, APEX **8** (2015) 112002.

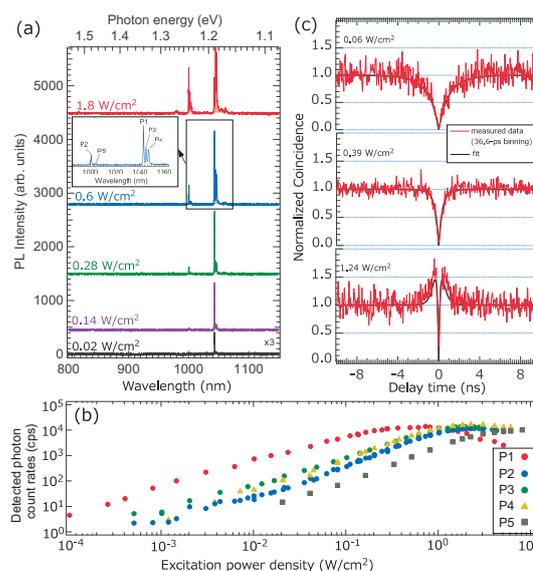


図 1: Excitation power dependence of PL spectra (a), detected photon count rates (b), and normalized coincidence (with accidental coincidence) of P1 (c).