

InP(311)B 基板上 InAs 量子ドットからの単一光子発生とその温度特性 Temperature Dependence of Single-Photon Emission from a Single InAs Quantum Dot Grown on an InP(311)B Substrate

慶應義塾大学¹, 情報通信研究機構², 北海道大学³

○細井響子¹, 高熊亨¹, 黒澤裕之³, 中島秀朗³, 赤羽浩一², 熊野英和³, 末宗幾夫³, 早瀬潤子¹

Keio Univ.¹, NICT², Hokkaido Univ.³

○Kyoko Hosoi¹, Toru Takakuma, Hiroyuki Kurosawa³, Hideaki Nakajima³,

Kouichi Akahane², Hidekazu Kumano³, Ikuo Sunemune³, and Junko Ishi-Hayase¹

E-mail: hayase@ appi.keio.ac.jp

【背景】自己形成 InAs 量子ドット(QD)は、通信波長帯単一光子源の有力な候補である。なかでも InP(311)B 基板上 InAs QD は、GaAs 基板上 QD と比較して長波長発光が得やすい、量子 dash 構造にならず QD サイズが調整しやすいなどの性質をもつ。最近 InP(311)B 基板上 InAs QD からの通信波長帯単一光子発生が確認されたが、極低温(4 K)下での実験に限られている[1]。一般に高温下では、フォノンとの相互作用や QD 間のキャリア移動により単一光子性および発光効率が低下することが知られているが、それらは QD 密度や QD サイズに依存して変化する。そこで我々は、InP(311)B 基板上 InAs QD においてより高温下での単一光子発生を実現するため、先行研究より低密度でサイズの大きな QD を作製した[2]。新たに作製した InP(311)B 基板上 InAs QD では、QD からのキャリアの熱的流出が起こりにくく、液体窒素温度の領域でも QD 内でキャリアが安定に存在する可能性がある。本発表では、作製した InP(311)B 基板上低密度 InAs QD サンプルを用いることで、比較的高温である 35 K においても単一光子発生を確認したので報告する。

【実験・結果】使用した InAs QD は、分子線エピタキシー法を用いて InP(311)B 基板上に自己形成した。高成長温度(530°C)、低成長速度(0.104 ML/s)にすることで、低密度化($1.3 \times 10^{10}/\text{cm}^2$)を実現している。さらに単一光子の取出し効率を高めるために、直径 300 nm のメサ構造を付加した。波長 532 nm の CW レーザーを励起光とする顕微発光分光を行ない、発光スペクトル測定(Fig. 1, 6.5 K)および Hanbury Brown and Twiss 干渉計による励起子発光(X)の自己光子相関測定(Fig. 2, (a) 6.5 K, (b) 35 K)を行なった。その結果、温度 6.5 K で $g^{(2)}(0) = 0.24 \pm 0.05$ 、温度 35 K で $g^{(2)}(0) = 0.38 \pm 0.04$ となり単一光子発生が確認された。この結果は、InP(311)B 基板上 InAs QD でも、やや高温での単一光子発生が可能であることを示している。

[1]X. Liu *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 061114(2013).

[2]T.Takakuma *et al.*, M123, QD2014(2014).

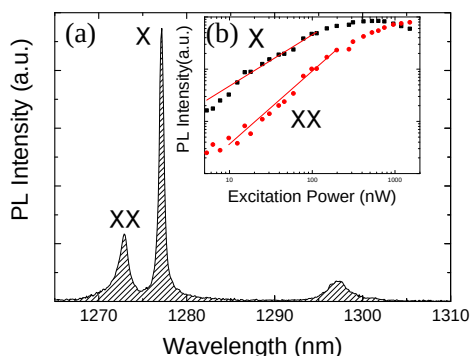


Fig. 1(a) PL Spectrum of a single QD (6.5 K)
(b)Excitation power dependence of PL intensity.
(X:Exciton, XX:Biexciton)

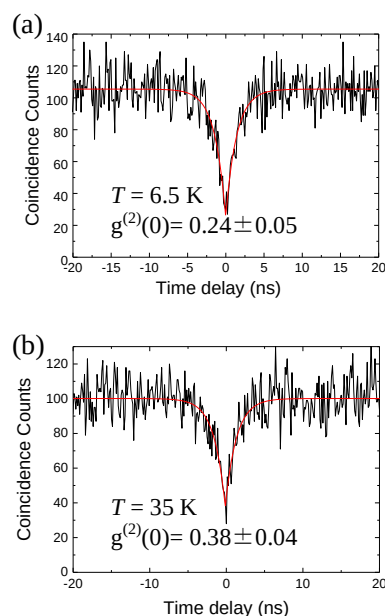


Fig. 2 Correlation measurement of exciton (X) emission (a) 6.5 K (b) 35 K.