

AlGaN 局在中心における単一励起子発光

Luminescence from single excitons in an AlGaN localization center

東大ナノ量子機構¹, 東大生産研² ○有田 宗貴¹, Mark Holmes^{1,2}, 荒川 泰彦¹

NanoQuine¹, IIS², Univ. of Tokyo, ○Munetaka Arita¹, Mark Holmes^{1,2},

Yasuhiko Arakawa¹

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

はじめに: 我々は、量子情報素子材料としての GaN 系量子ドット(QD)の特性、中でも室温動作単一光子発生器が実現可能という特長に注目し、これまで自己形成 GaN/Al(GaN) QD や GaN/AlGaN ナノワイヤ QD、GaN/AlGaN 界面揺らぎ QD などの形成技術の開発・光物性の解明を進めてきた[1, 2]。最近、低 Al 組成 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($x < 0.25$) 混晶薄膜中に形成される局在中心について、単一構造からの極めて狭い発光線幅を有する輝線の観測[3]、励起子分子発光の観測[4]などを報告したが、単一励起子の局在に関する確証は得られていなかった。今回、AlGaN 局在中心における単一励起子の発光を確認するために光子相関測定を行い、単一光子の発生を観測したので報告する。

実験: 試料は GaN バッファ層上に MOCVD 成長した $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 薄膜(200 nm)である。低温顕微フオトルミネッセンス(PL)測定には励起レーザー(CW, 266 nm)と NA 0.6 の対物レンズ(40 倍)を、光子相関測定にはさらに Hanbury-Brown Twiss 干渉計と光電子増倍管を用いた。

結果: 図 1 に典型的な低温 PL スペクトルの例を示す。AlGaN 局在中心からの発光は、励起光強度がかなり強めであるにもかかわらず半値幅が狭い(図 1 の 3.624 eV 付近のピークでは約 200 μeV :ほぼ分解能に相当)。図 2 に別の単一 AlGaN 局在中心から得られた自己相関ヒストグラムを示す。時刻遅れ 0 での相関関数 $g^{(2)}(0)$ は 0.47 であり、単一光子の発生が確認された。局在中心の起源や構造については不明な点が多いが、少なくとも単一の励起子が局在可能な QD 様の構造であることが示唆される。なお、比較的高い $g^{(2)}(0)$ は背景光の影響でほぼ説明できる。強励起下でもスペクトル拡散の影響が小さい AlGaN 局在中心は一般的な GaN 系 QD とはいくつかの点で異なっており、構造/光学特性を詳細に調べることで GaN 系 QD 量子情報素子の研究開発への直接・間接的な寄与が期待される。

参考文献: [1] M. J. Holmes, M. Arita, and Y. Arakawa, *Semicond. Sci. Technol.* 34, 033001 (2019). [2] Y. Arakawa and M. J. Holmes, *Appl. Phys. Rev.* 7, 021309 (2020). [3] 有田 他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 20a-C5-3 (2014). [4] 壹岐 他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 13a-B1-17 (2015).

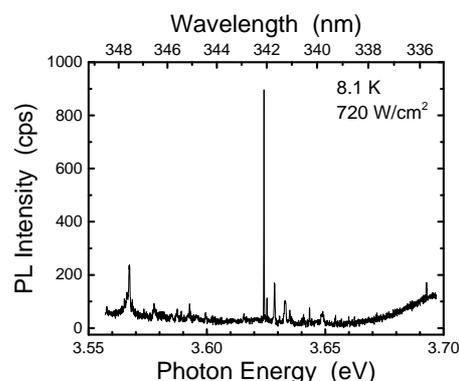


Fig. 1: Typical PL spectrum of AlGaN localization centers (LCs).

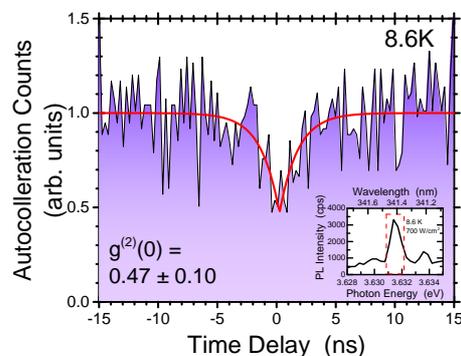


Fig. 2: Photon autocorrelation statistics of an AlGaN LC. Red curve: a fitting result, giving an estimated $g^{(2)}(0) = 0.47 \pm 0.10$. Inset: The PL spectrum. The acquired region is also indicated.