

$\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($x < 0.25$) 薄膜中局在中心からの狭い PL 発光線幅 [40 μeV] の観測**Observation of narrow photoluminescence linewidth [40 μeV] from
localization centers in $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($x < 0.25$) thin films**東大ナノ量子機構¹, 東大生産研² ○有田 宗貴¹, 壹岐 太一², 加古 敏², 荒川 泰彦^{1,2}NanoQuine¹, IIS², Univ. of Tokyo, ○Munetaka Arita¹, Taichi Iki², Satoshi Kako²,Yasuhiko Arakawa^{1,2}

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

はじめに: 我々は、励起子の結合エネルギーや振動子強度が大きな III 族窒化物半導体量子ドットを量子情報素子に応用すべく、その形成技術の開発・光物性の解明を進めている。最近 GaN/AlGaIn 量子井戸の中に界面ゆらぎ量子ドット(interface fluctuation QD, IFQD)が形成されることを報告し[1]、さらに低 Al 組成 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($x < 0.25$) 混晶薄膜中に低密度で局在中心が形成されることを見出した[2]。今回、両者の構造・光学特性を比較して起源の違いを明らかにするとともに、後者が前者よりも更に狭い発光線幅を示すことを見出したので報告する。

実験: $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 薄膜(200 nm)を GaN バッファ層上に MOCVD 成長した。励起レーザ(波長 266 nm)を斜入射し、NA 0.40 の対物レンズ(50 倍)で集光して低温顕微 PL 測定を行った。(観測域: 直径 2 μm , 波長分解能: 340 nm において 3 pm [高次回折利用高分解能測定])

結果: 図 1 に典型的な低温発光スペクトルの例を示す。3.5 ~ 3.8 eV あたりに現れる孤立した鋭い輝線は、GaN/AlGaIn IFQD からの発光とは以下のような違いがある。①弱励起(< ~10 W/cm^2)で発光する局在中心の密度はかなり低く、 10^6 cm^{-2} 台である。②マクロステップ位置と局在発光との相関はない。むしろこれら AlGaIn 局在中心は構造的な特徴からミスフィット転位との関連が示唆されており[2]、IFQD を含む QW 試料にも同様に存在している。単一 AlGaIn 局在中心からの発光線幅は極めて狭く、観測された最小値は 40 μeV である(図 2, 非補正)。これは窒化物半導体で報告された単一局在励起子発光の線幅として最小の値であり、結晶の欠陥密度が低いもしくは励起子永久双極子モーメントがごく小さい、あるいはその両方であることを示唆している。他の量子ドットにはない特長を活かした量子情報素子応用が期待できる。

謝辞: 本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業により遂行された。

参考文献: [1] 有田 他、第 61 回応用物理学会春季学術講演会、17p-E13-16 (2014). [2] 壹岐 他、第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 (2014).

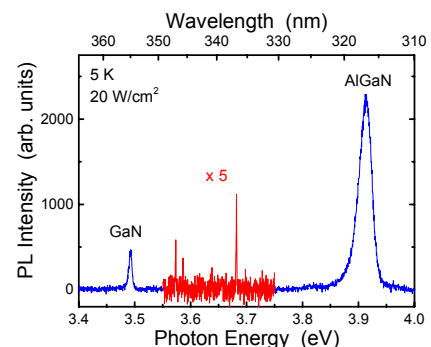


Fig. 1: Micro-PL spectrum of an AlGaIn/GaN thin film containing localization centers.

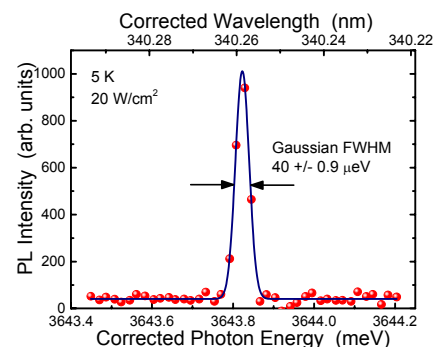


Fig. 2: Micro-PL spectrum of a single AlGaIn localization center. A higher order diffraction was used to enhance the spectral resolution.