

GaN/AlGaIn 界面ゆらぎ量子ドットの構造評価

Structural characterization of GaN/AlGaIn interface-fluctuation quantum dots

○有田 宗貴¹、壹岐 太一²、荒川 泰彦^{1,2} (1. 東大ナノ量子機構、2. 東大生産研)

○Munetaka Arita¹, Taichi Iki², Yasuhiko Arakawa^{1,2}

(1.NanoQuine, 2.IIS, Univ. of Tokyo)

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

はじめに：III 族窒化物半導体量子ドットは室温動作量子情報素子の材料として有望である。最近我々は、明瞭な励起子/励起子分子発光微細構造分裂を呈し画期的に狭い単一ドット発光線幅などの優れた光学特性を有する GaN/AlGaIn 界面ゆらぎ量子ドットの形成に成功した[1-3]。一方、その形状や形成位置などの構造特性に関する情報は不足しており、光電子物性の解明と制御を進める上で課題となっていた。今回、電子顕微鏡による詳細な構造評価を行い、マクロステップ端の量子井戸膜厚ゆらぎと量子ドットとの関連を裏付ける結果を得たので報告する。

実験：MOCVD で形成した GaN/AlGaIn 界面ゆらぎ量子ドットを、低温顕微 PL、原子間力顕微鏡(AFM)による表面観察、球面収差補正走査透過電子顕微鏡(Cs-STEM)による断面観察で評価した。

結果：顕微 PL 強度マップを単一ピーク波長(積分幅 0.06 nm)で解析すると、発光領域は直径約 2 μm の円内に制限されている。これは、その中心に置いた単独の微小光源(量子ドット)からの発光を空間フィルタ(ピンホール)越しに観測していることに対応する。ある hillock からの複数の発光ピークにそれぞれ対応する推定ドット位置を別途 AFM で観測した同一構造の表面形状と重ね合わせたところ、光源は hillock 中心から半径 750 nm 程度の円周上近傍に存在することが明らかになった(図 1)。同様の構造の断面観察から、この径は量子井戸層成長時のマクロステップ位置に対応することが確認された。最表面の外径(約 1.5 μm)よりも小さいのは AlGaIn 層成長中の hillock 径巨大化による。一方、発光位置と転位などの構造欠陥との目立った相関は見られず、hillock 円周方向に微細に歪曲しているマクロステップ端の量子井戸膜厚ゆらぎが量子ドットとして機能しているものと推定される(図 2)。構造特性が明らかになることによって、この系の物理に対する理解が深まると期待される。

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, 2] 有田 他、第 61 回応用物理学会春季学術講演会、17p-E13-16 および 17p-E13-17 (2014). [3] 有田 他、第 75 回応用物理学会秋季学術講演会、19a-C5-7 (2014).

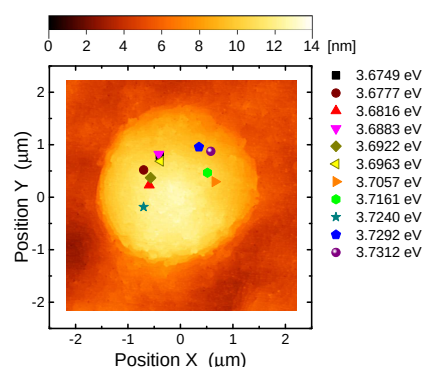


Fig. 1: AFM image of a hillock on the surface of a GaN/AlGaIn sample overlaid with deduced positions of single emission origins.

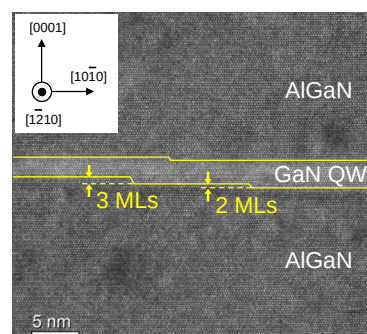


Fig. 2: Cross-sectional HAADF-STEM image of bunched macro-steps within a GaN/AlGaIn quantum well.