19p-C5-9

# GaN ナノワイヤ量子ドットからの最大励起子分子束縛エネルギーの観測

## Observation of the largest biexciton binding energy from GaN nanowire quantum dots

東大ナノ量子機構 [1]，東大生研 [2]，○崔 琦鉉 [1]，M. Holmes[1]，加古 敏 [2]，有田 宗貴 [1]，荒川 泰彦 [1, 2]

NanoQuine[1], IIS[2], Univ. of Tokyo, ○K. Choi[1], M. Holmes[1], S. Kako[2], M. Arita[1], Y. Arakawa[1, 2]

E-mail: kh-choi@iis.u-tokyo.ac.jp

GaN 量子ドットはキャリアの閉じ込め効果が強く、室温で動作できる単一光子源として応用できる[1]。実用的で信頼性の高い高温動作単一光子源を実現するためには、励起子と励起子分子発光ピークの分離が十分(励起子分子束縛エネルギーが大きい)であり、発光線幅が小さいことが望ましい。ナノワイヤに埋め込まれたディスク型 GaN 量子ドットは、ドットの高さを従来の SK(Stranski-Krastanow)成長量子ドットに比べて小さくできるため、励起子分子束縛エネルギーの増大や、スペクトル拡散を抑制し発光線幅を低減することができる[2]。今回我々は、位置制御したナノワイヤ内の小さい GaN 量子ドットの発光特性を評価し、巨大な励起子分子束縛エネルギー(60.4 meV)を観測したので報告する。

ナノワイヤ量子ドットは MOCVD 法により直径 25 nm の円形パターンを加工した $SiO_2$/AlN/サファイア(0001)薄膜上に選択成長した。GaN/AlGaN コア・シェル型ナノワイヤの先端部に直径約 10 nm, 高さ約 0.5~1 nm の GaN 量子ドットを形成した。低温顕微 PL(パルス 266 nm, 80 MHz)で単一ドットの光学評価を行った。

Fig.1(a)に発光スペクトルの励起光強度依存性の一例を示す。励起密度の上昇に伴いピーク X(4.4189 eV)の低エネルギー側で新たなピーク XX(4.3585 eV)が現れた。ピーク X 及び XX の積分強度は励起パワーに対してそれぞれほぼ 1 乗と 2 乗の依存性を示しており、これらの発光成分は励起子と励起子分子によるものであると考えられる。励起子分子の束縛エネルギー($B_{XX}$)は 60.4 meV であり、III-V 族化合物半導体量子ドットとしては最大である。本研究で観測した $B_{XX}$ の値をこれまでの GaN 量子ドットからの報告値と比較すると、Fig1(b)に示すように発光エネルギーが増大するにつれ負から正の値にわたり増大する傾向に従う。ナノワイヤドットの巨大な $B_{XX}$ は、小さいドットにおけるクーロン相互作用の増大と内部電界効果の抑制に起因するものであると考えられる。

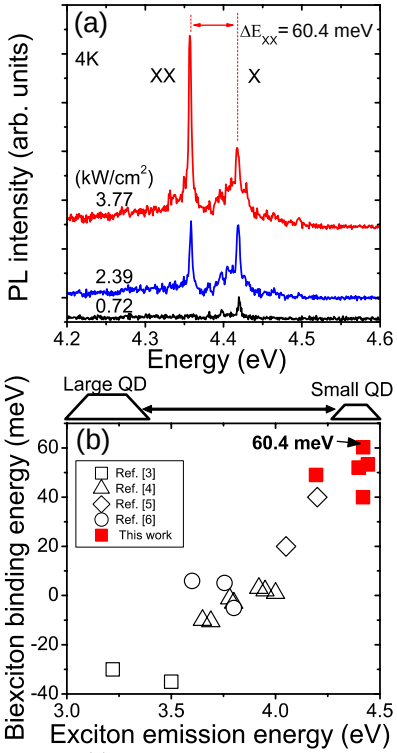


Fig. 1(a) PL spectra at excitation powers of 0.72, 2.39, and 3.77 kW/cm$^2$. (b) Reported values in the literature of the biexciton binding energy versus exciton emission energy for polar GaN QDs.

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および最先端研究開発支援プログラムにより遂行された。

参考文献：[1] M. Holmes et al., Nano Lett. 14, 982 (2014). [2] K. Choi et al., Appl. Phys. Lett. 103, 171907 (2013). [3] S. Kako et al., Nature Mater. 5, 887 (2006). [4] J. Renard, et al., Nano Lett. 8, 2092 (2008). [5] D. Simeonov et al., Phys. Rev. B 77, 075306 (2008). [6] S. Amloy, et al., Appl. Phys. Lett. 99, 251903 (2011).

© 2014 年　応用物理学会