

## AlGaN 量子井戸における励起子分子結合エネルギーの井戸幅依存性 (2)

### Well width dependence of biexciton binding energy in AlGaN-based quantum wells (2)

山口大院・理工<sup>1</sup>, 三重大院・工<sup>2</sup>

中村豪仁<sup>1</sup> 和泉平<sup>1</sup> 福地駿平<sup>1</sup> 倉井聡<sup>1</sup> 三宅秀人<sup>2</sup> 平松和政<sup>2</sup> 山田陽一<sup>1</sup>

Yamaguchi Univ.<sup>1</sup> and Mie Univ.<sup>2</sup>

K. Nakamura,<sup>1</sup> T. Izumi,<sup>1</sup> S. Fukuchi,<sup>1</sup> S. Kurai,<sup>1</sup> H. Miyake,<sup>2</sup> K. Hiramatsu,<sup>2</sup> and Y. Yamada<sup>1</sup>

E-mail: yamada@yamaguchi-u.ac.jp

前回までに我々は、AlGaN 混晶薄膜および AlGaN 系量子井戸構造を対象とした PLE 測定を行い、局在励起子分子および量子井戸内に形成される 2 次元系励起子分子の結合エネルギーを定量的に評価してきた。混晶量子井戸層の Al 組成比 60 %、膜厚 2 nm の量子井戸構造における励起子分子結合エネルギーは 136 meV に達することを明らかにした。この値は、ほぼ同じ組成を有する AlGaN 混晶薄膜における励起子分子結合エネルギー 56 meV の 2.4 倍であり、励起子分子の結合エネルギー増大に対する局在効果と量子閉じ込め効果を分離して定量的に評価した[1]。また、量子井戸層の膜厚 1.5 nm の量子井戸構造における励起子分子結合エネルギーは 146 meV に達することを明らかにした[2]。今回我々は、量子井戸層の膜厚 1.2 nm, 0.9 nm の量子井戸構造における励起子分子結合エネルギーを定量的に評価し、励起子分子結合エネルギーの井戸幅依存性について考察したので報告する。

測定に用いた試料は、MOVPE 法により c 面サファイア基板上に AlN バッファ層を介して成長された  $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{N}/\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{N}$  多重量子井戸構造である。PL 測定には励起光源として Ar-F エキシマレーザ (193 nm) を用いた。PLE 測定には励起光源として Xe-Cl エキシマレーザ励起色素レーザの第 2 高調波を用いた。

図 1 に示したのは、 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{N}$  量子井戸構造における励起子分子結合エネルギーの井戸幅依存性である。励起子分子の結合エネルギーは、全ての試料に対して PLE 測定を行い、励起子共鳴と励起子分子の 2 光子共鳴を観測することにより導出した。量子井戸層の膜厚を 2.0 nm から 1.5 nm にすると、励起子分子結合エネルギーは 136 meV から 146 meV へ増大した。量子井戸層の膜厚を 1.2, 0.9 nm とさらに薄くすると、励起子分子の結合エネルギーは 115, 107 meV と減少することが分かった。GaAs 量子井戸構造では、量子井戸層の膜厚を 16 nm から 13, 10, 8 nm と薄くすると、励起子分子結合エネルギーは 1.5 meV から 1.9, 2.1, 2.3 meV と増大している[3]。量子井戸層の膜厚を励起子ボア半径で規格化すると、GaAs 量子井戸構造における量子井戸層幅 8 nm (8 nm/14 nm=0.57) と、 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{N}$  量子井戸構造における量子井戸層幅 1.2 nm (1.2 nm/2.1 nm=0.57) はほぼ同等の値を示すことがわかる。すなわち、GaAs 量子井戸構造では量子井戸層幅の減少に伴い励起子分子結合エネルギーが増加傾向にある領域において、 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{N}$  量子井戸構造では励起子分子結合エネルギーの減少が生じていることになる。このことは、 $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{N}$  量子井戸構造においても、例えばバンドオフセットの増大等、励起子分子に対する量子閉じ込め効果の最適化を図ることにより、量子井戸層の膜厚 1.2 nm の試料において励起子分子結合エネルギーの更なる増大が期待できることを示唆しているものと考えられる。

本研究の一部は、JSPS 科研費 25420289 の助成を受けて行われたものである。

[1] Y. Hayakawa et al., Appl. Phys. Express 7, 122101 (2014).

[2] 福野他、第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (2015), 11p-B1-16.

[3] D. Birkedal et al., Phys. Rev. Lett. 76, 672 (1996).

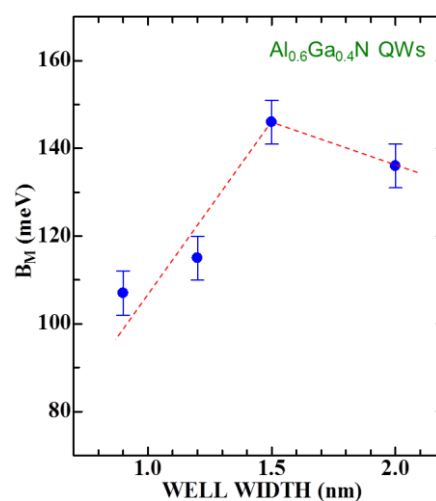


図 1.  $\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4}\text{N}$  量子井戸構造における励起子分子結合エネルギーの井戸幅依存性.