

# AlGa<sub>x</sub>N 量子井戸構造における励起子分子の結合エネルギー — 混晶障壁層の組成比依存性 (2) —

Binding energy of biexcitons in AlGa<sub>x</sub>N-based quantum wells  
— Dependence on alloy composition in ternary barrier layers (2) —

山口大院・創成科学<sup>1</sup>, 徳山高専<sup>2</sup>, 三重大院・工<sup>3</sup>  
和泉平<sup>1</sup> 福地駿平<sup>1</sup> 井村暢杜<sup>1</sup> 倉井聡<sup>1</sup> 室谷英彰<sup>2</sup>  
三宅秀人<sup>3</sup> 平松和政<sup>3</sup> 山田陽一<sup>1</sup>

Yamaguchi Univ.<sup>1</sup>, NIT, Tokuyama College<sup>2</sup>, and Mie Univ.<sup>3</sup>

T. Izumi,<sup>1</sup> S. Fukuchi,<sup>1</sup> N. Imura,<sup>1</sup> S. Kurai,<sup>1</sup> H. Murotani,<sup>2</sup> H. Miyake,<sup>3</sup>

K. Hiramatsu,<sup>3</sup> and Y. Yamada<sup>1</sup>

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

前回までに我々は、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N/Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>N 量子井戸構造を対象とした PLE 測定を行い、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  $x=0.60$ 、混晶障壁層の Al 組成比  $y=0.70$  の量子井戸構造では、量子井戸層の膜厚を変化させた 4 種類の試料 ( $L_w=0.9, 1.2, 1.5,$  and  $2.0$  nm) における励起子分子の結合エネルギーを定量評価し、その井戸幅依存性を考察した[1]。また、混晶障壁層の Al 組成比を  $y=0.70$  から  $0.74$  に増大させた試料 ( $x=0.60, L_w=1.2$  nm) における励起子分子の結合エネルギーを導出し、バンドオフセットの増大に伴う結合エネルギー増大を観測した[2]。今回我々は、前回に引き続き、混晶量子井戸層の Al 組成比を  $x=0.60$  と固定し、混晶障壁層の Al 組成比  $y$  と量子井戸層の膜厚  $L_w$  を変化させた一連の試料における励起子分子の結合エネルギーを定量評価し、励起子分子に対する量子閉じ込め効果を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 面サファイア基板の上に AlN バッファ層を介して成長された Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>N/Al<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>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、Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>N 量子井戸構造と GaAs 量子井戸構造[3, 4]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。2 種類の異なる材料系における励起子分子結合エネルギーを比較するために、井戸幅  $L_w$  は励起子ボア半径  $a_{ex}$  で除することにより規格化した。また、量子井戸構造における励起子分子結合エネルギー  $B_M^{2D}$  はバルク結晶における励起子分子結合エネルギー  $B_M^{3D}$  で除することにより規格化した。図中、●印は混晶障壁層の Al 組成比  $y=0.70$  ( $L_w=0.9, 1.2, 1.5, 2.0$  nm), ■印は  $y=0.74$  ( $L_w=1.2$  nm) であり、前回までに報告したデータである。今回新たに得られたデータは◆印で示した 2 点であり、 $y=0.84$  ( $L_w=1.5$  nm) の試料において  $B_M^{2D}=178$  meV,  $y=0.79$  ( $L_w=1.7$  nm) の試料において  $B_M^{2D}=150$  meV であった。

本講演では、GaAs 量子井戸構造における測定結果も参考にして、Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>N 量子井戸構造における励起子分子に対する量子閉じ込め効果の最適化について考察する。

本研究の一部は、JSPS 科研費 16H04335 の助成を受けて行われたものである。

[1] 中村他、第 76 回応用物理学学会秋季学術講演会 (2015), 16p-1D-14.

[2] 和泉他、第 63 回応用物理学学会春季学術講演会 (2016), 21p-H121-4.

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

[4] S. Adachi et al., Phys. Rev. B **55**, 1654 (1997).

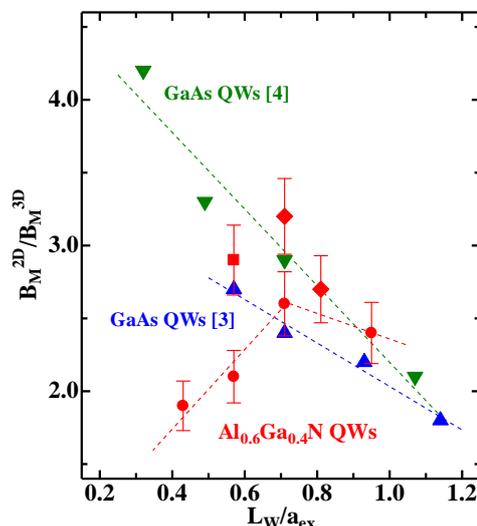


図 1. Al<sub>0.60</sub>Ga<sub>0.40</sub>N 量子井戸構造および GaAs 量子井戸構造における励起子分子結合エネルギーの井戸幅依存性。