

# GaAs/AlAs 非対称多重量子井戸の光学特性とキャリア輸送の解析

Analysis of optics properties and carrier transport in biased GaAs/AlAs asymmetric-multiple-quantum-well

同志社大院理工<sup>1</sup>, 静岡大<sup>2</sup>, 情報通信研究機構<sup>3</sup> ○(M1)吉田 好佑<sup>1</sup>, 王 鋭<sup>1</sup>,  
細田 誠<sup>2</sup>, 赤羽 浩一<sup>3</sup>, 大谷 直毅<sup>1</sup>

Doshisha Univ.<sup>1</sup>, Shizuoka Univ.<sup>2</sup>, NICT<sup>3</sup> °Kousuke Yoshida<sup>1</sup>, Rui Wang<sup>1</sup>, Makoto Hosoda<sup>2</sup>,  
Kouichi Akahane<sup>3</sup>, Naoki Ohtani<sup>1</sup>

E-mail: duq0378@mail4.doshisha.ac.jp

## 1 はじめに

電界印加された GaAs/AlAs 多重量子井戸構造において GaAs 量子井戸中の  $\Gamma$  準位と AlAs 障壁層の X 準位間のキャリア散乱により多様な光学特性が確認されている[1,2]. 本研究で用いる GaAs/AlAs 非対称多重量子井戸は障壁層が非常に薄く、従って量子井戸間の波動関数の強結合による多様なキャリア輸送現象が生じ、なおかつ  $\Gamma$ -X 散乱が関与する複雑な発光特性が期待される。

## 2 実験方法

本研究に用いた非対称 5 重量子井戸の構造を Fig.1 に示し、各部分を以下のように命名する. 左の  $p$  側から順に AlAs/GaAs を交互に示す.

(AlAs 18ML/GaAs 7ML/3/7/2/7/2/16/2/14)×20  
(最初の 1 組以外は省略のため膜厚の数値のみとしている. 1ML=0.283nm)

(B1/QW1/B2/QW2/B3/QW3/ B4/QW4/B5/QW5)

試料には波長 523nm、強度 1mW のレーザ光を 10 倍の対物レンズを通して照射し励起されている. また試料は 20K に冷却されている.

## 3 実験結果

Fig.1 に 6.1V 印加時のポテンシャル構造と波動関数を示し、Fig.2 に短波長側の PL の逆バイアス依存性を示す.

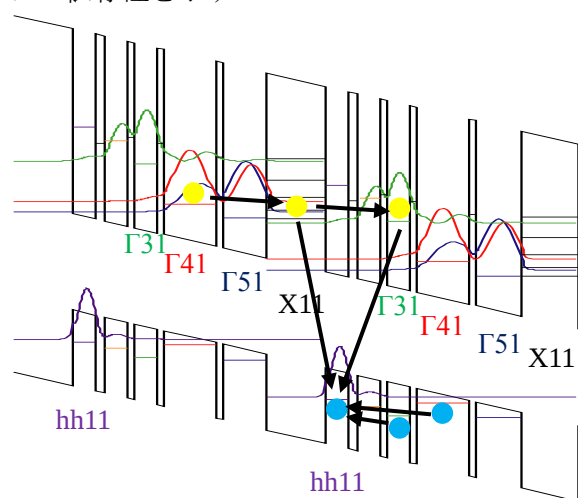


Fig. 1 Wave function profiles at 6.1 V.

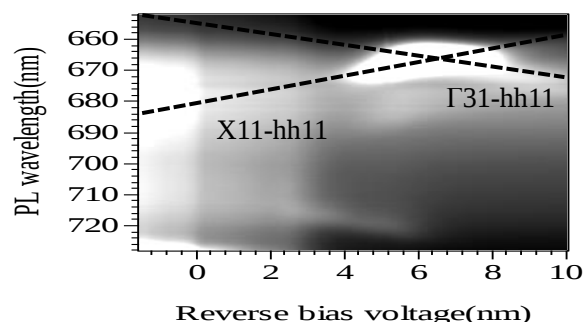


Fig. 2 PL spectra versus reverse bias voltage in the shorter wavelength regime under 1-mW laser excitation

説明簡単のため、それぞれの量子井戸のエネルギー準位を  $\Gamma mn$  ( $m$ : 井戸の番号,  $n$ : 準位) とする. 例として QW4 の  $\Gamma 1$  ならば、 $\Gamma 41$  となる. 同様にして障壁層の X 準位、重い正孔 (heavy hole: hh) のエネルギー準位をそれぞれ  $Xmn$ ,  $hhmn$  とする.

Fig. 1 より電子のエネルギー準位が  $\Gamma 41 \rightarrow \Gamma 51 \rightarrow X11$  の順に低くなっており、最も低い準位である X11 に電子が蓄えられることがわかる. 次に正孔については Fig. 1 より 6.1V 印加時では一番低いエネルギー準位である hh11 に集中していることがわかる. よって Fig. 2 の短波長側にシフトしている PL スペクトルは X11-hh11 の発光だと考えられる.

さらにこの 6.1V 付近で X11 と  $\Gamma 31$  が共鳴していることによりトンネル効果で  $\Gamma 31$  にも電子が供給されていると考えられるので、長波長側にシフトしている PL スペクトルは  $\Gamma 31$ -hh11 の発光だと考えられる.

## 4 まとめ

短波長側では励起準位による複雑な PL 特性が観測され、これらは電子の波動関数の広がりおよび  $\Gamma$ -X, X- $\Gamma$  輸送に起因することがわかった.

発表では他の非対称構造の解析結果も紹介する.

## 参考文献

- [1] J. Feldmann, et al.: Solid State Commun. **83**, 245 (1992).
- [2] M. Hosoda, J. Nohgi and N. Ohtani: Phys. Rev. B, **72**, 033317 (2005)