

GaAs/AlAs 非対称 2 重量子井戸構造における電界ドメイン形成と キャリア輸送の解析

Analysis of electric-field domain formations and carrier transport phenomena in
GaAs/AlAs asymmetric double-quantum-well superlattices

同志社大理工¹, 静岡大電研², 情報通信研究機構³, (M1)[○]西山 清流¹, (B4)室原 隆人¹,
松井 智徳¹, 細田 誠², 赤羽 浩一³, 大谷 直毅¹

Doshisha Univ.¹, Shizuoka Univ.², NICT³, Seiryu Nishiyama¹, Ryuto Murohara¹,
Tomonori Matsui¹, Makoto Hosoda², Kouichi Akahane³, and Naoki Ohtani¹

*e-mail: ctwg0333@mail4.doshisha.ac.jp

量子井戸構造 (QW) を周期内に多重に積層し、かつそれぞれの層厚を変えた構造を非対称多重量子井戸構造という。この構造は素子設計の自由度の高さゆえ、非線形キャリア輸送を伴う複雑な現象を示す[1]。本研究で用いた GaAs/AlAs 非対称 2 重量子井戸 (asymmetric double quantum-wells : ADQW) 構造は電界ドメイン[2]による多様なキャリア輸送と発光特性の観測が期待される。本研究では、ADQW 構造のフォトルミネッセンス特性の逆バイアス依存性の測定結果と、伝達行列法を用いたサブバンドエネルギーの計算値をもとに、素子内部電界分布とキャリア輸送解析を行った。

本研究で用いた素子は ADQW をアンドープ層 (i 層) に 20 周期含む pin ダイオードである。積層構造は p-cap 側より AlAs 障壁層/GaAs QW 層の順に (B1/Q1/B2/Q2) として、(40/70/4/15 ML) (1 ML = 0.283 nm) を 1 周期とする。素子は Cryostat 内で 20 K まで冷却する。波長 632.8 nm の He-Ne レーザ光を 10 倍の対物レンズを通して p-cap 側から照射し、逆バイアス電圧を印加しながら PL の測定を行った。

励起強度 1 mW のときの PL スペクトル逆バイアス依存特性を Fig. 1 に示す。低電圧側では電界スクリーニングによる超格子内部の電界遮蔽によって、波長が一定に保たれた。加えて

電荷シートが形成されることによって高電界ドメインが次々に発生し、発光に分裂が生じたと考えられる。高電圧側においては Γ - Γ 共鳴と Γ -X 共鳴が同時に発生する 2 重共鳴現象によって、再び巨大な電荷シートが形成される。この電荷シートにより超格子内部で特性が分断され、電界スクリーニングとして振る舞う領域と高電界ドメインとして振る舞う領域に分かれると考えられる。学術講演会では、以上により ADQW 構造において確認された、共鳴トンネリングによるキャリア輸送に起因した電界ドメインの形成の詳細について報告する。

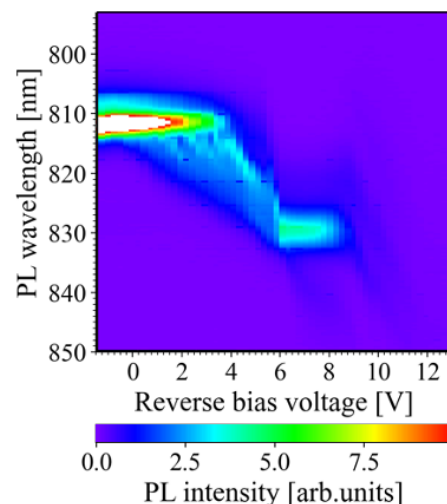


Fig. 1 PL spectra versus reverse bias voltage under 1 mW laser excitation.

- [1]細田誠, 大谷直毅, 応用物理, **84**, 508 (2015).
[2]大谷直毅, 固体物理, **35**, (4), 269-276 (2000).