

GaAs/AlAs 非対称多重量子井戸構造の 光学特性とキャリア輸送の解析

Analysis of optical characteristics and carrier transport in biased GaAs/AlAs asymmetric-multiple-quantum-well

同志社大理工¹, 静岡大電研², 情報通信研究機構³, (M1)後藤祥仁¹, 吉田好佑¹, 細田誠²,
赤羽浩一³, 大谷直毅¹

Doshisha Univ.¹, Shizuoka Univ.², NICT³, Goto Shoji¹, Yoshida Kousuke¹, Hosoda Makoto²,
Akahane Kouichi³, Ohtani Naoki¹

E-mail: ctwc0311@mail4.doshisha.ac.jp

1.はじめに

GaAs/AlAs 多重量子井戸構造において GaAs 量子井戸中には様々な Γ サブバンド準位が存在する。また AlAs 障壁層には X サブバンド準位が存在する。今日まではこれらの Γ 準位・X準位の基底準位による Γ -X間のキャリア輸送の研究がほとんどである。本研究では量子井戸を非対称多重構造として電圧を印加することによって、これら的高位サブバンド間のキャリア輸送を可能にし、光学特性とキャリア輸送の解析を行う。

2.実験方法

本研究では様々な励起光強度において PL 測定及びその逆バイアス依存性を測定した。レーザの発信波長は 532 nm の緑色レーザを用い、試料を 20 K に冷やした状態のもと測定を行った。本研究で測定・解析を行った非対称 2 重量子井戸構造は pin 素子の P 側から 1 周期あたり AlAs(40ML)/GaAs(70ML)/AlAs(4ML)/GaAs(20 ML) (1 ML=0.283 nm)の構造である。各層を (B1/Q1/B2/Q2)と呼ぶことにする。この非対称 2 重量子井戸が 20 周期存在する。

3.実験結果

Fig.1 に励起光強度 0.01mW とした時の PL の逆バイアス依存性を示す。約 5V 以降に楕円形の PL が確認できるが、これは高電界ドメインが発生しているためだと考えられる[1]。この時の模式図を Fig.2 に示す。

Fig.1 に示す PL スペクトルは Γ 11-hh11 と Γ 11-lh11 による発光だと考えられ、長波長シフトが見られるのは量子閉じ込めシュタルク効果(QCSE)が原因だと考えられる。 Γ 11-lh11 の発光が見られるのは、本研究に用いた試料の量子井戸層が 70ML と非常に大きいためだとと言える。これにより Γ 11-lh11 発光が非常に近い発光波長で観測されたと考えられる。

Fig.2(b)において高電界ドメインの発生が確認できる。これは 4.8V で Γ 11-X11 共鳴により電子が X11 に遷移し、 Γ -X 共鳴から外れた電子が溜まることで発生する空間電化遮断効果によるものだと考えられる。これにより低電界・高電界の両ドメイン領域に分離する電荷シート (charge sheet) が形成される。(c)-(g)の高電界ドメイン領域の遷移が見られた。これは印加電圧に伴いドメインの境界が溶解されるが、更なる印加電圧の増加によって電荷シートが移動して高電界ドメインが形成されるためだと考えられる。

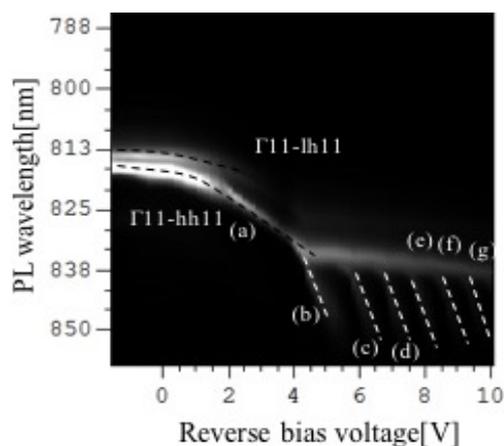


Fig. 1 PL spectra versus reverse bias voltage in the longer wavelength regime under 0.01-mW laser excitation. The brightness is proportional to the PL intensity.

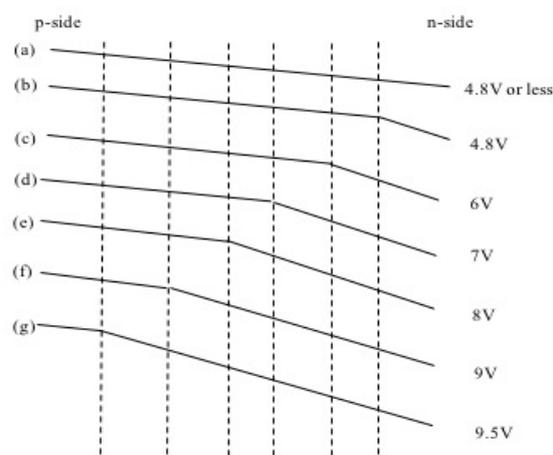


Fig. 2 Schematic diagram of movement of the domain boundary with an increase of the bias voltage.

4.まとめ

長波長側において、 Γ -X-X- Γ のキャリア輸送や X 準位からの発光が観測された。また Γ -X 共鳴による高電界ドメイン領域の発生並びに高電界ドメイン領域の移動についても観測することが出来た。

[1] N. Ohtani et al., Phys. Rev. B, **58**, R7528 (1998).