面内超高密度 InAs 量子ドット層の特異な PL 特性 Specific PL properties of in-plane ultrahigh-density InAs-QD layer 電気通信大学 先進理工学専攻 内田 俊介,山口 浩一 Univ. of Electro-Communications Shunsuke Uchida and Koichi Yamaguchi

E-mail: u0912017@crystal.ee.uec.ac.jp

【はじめに】 超高密度量子ドット(QDs)層を導入した中間バンド型太陽電池の研究開発が精力的 に進められている。本研究では、GaAsSb/GaAs(001)バッファ層上への 5×10¹¹ cm⁻²の面内超高密度 InAs QD 層の自己形成法を開発し[1]、その QD 層の電子状態について検討を進めている。特に QD 高さが約2 nm 以下の小サイズの面内超高密度 InAs QD 層については、従来の QD 層とは異なる PL 特性を示してきた[2,3]。今回は、特に PL スペクトル形状の変化について検討を加えたので報 告する。

【実験】 MBE により、GaAs(001)基板上に 590 ℃ で GaAs バッファ層を成長後、Sb フラックス を 4.0~4.5×10⁻⁷ Torr の範囲内で設定し、470 °C で GaAsSb 層を 10 ML 成長した。その GaAsSb 層 上に SK 成長モードにより InAs QDs を 2.3 ML または 2.9 ML 成長した。QD 密度は 5×10¹¹ cm⁻² で、Fig.1 にその典型的な AFM 像を示す。QDs 成長後には成長中断を行わずに GaAs(60 nm)層の 埋込み成長を行った。白色ファイバーレーザー光(6W)を回折格子により分光して励起し、顕微 PL 測定システムにより PL 諸特性(励起光強度依存性、温度依存性、励起波長依存性、蛍光寿命)を 測定した。

【実験結果・考察】 Fig.2 には、励起光波長 785 nm における InAs 成長量 2.3 ML(a)と 2.9 ML(b) の超高密度 InAs OD 層の 15 K での PL スペクトルの励起光強度依存性を示す。その PL 半値幅の 励起光強度依存性を Fig.3 に示すが、2.9 ML では励起光強度の増加とともに半値幅は広くなるの に対し、2.3 ML では励起光強度を増加すると半値幅が狭くなるという特異な特性を示すことが分 かった。2.9 MLの QD 層では、強励起になるとサイズ分布の小さい QD からの発光が起こりやす くなり、PL スペクトルの高エネルギー側がより広がりを示す。しかし、2.3 ML の QD 層では高エ ネルギー側の広がりは小さく、PL ピーク強度の増加の割合が高くなっている。また、2.3 ML の QD 層を 830 nm で励起(濡れ層を励起)すると、第1 励起準位に起因する PL スペクトルも観測 されるが、この励起準位のスペクトルについても同様に PL 半値幅は励起光強度と共に減少するこ とが確認された。すでに報告しているように、2.3 MLの面内高密度 QD 層における蛍光寿命も異 常に長く(6~10 ns)[3]、通常の孤立した離散準位をもつ QD 層とは大きく異なる電子状態を有して いるものと考えられる。



[1] E. Saputra, J. Ohta, N. Kakuda, K. Yamaguchi, APEX 5 (2012) 125502. [2] 塩川,山口,2013 年秋季第 74 回応用物理学関係連合講演会予稿、19p-D3-16. [3] 内田, 塩川, 山口, 2014 年第 61 回応用物理学関係連合講演会予稿、17p-E11-3.

nm)