

面内高密度 InAs 量子ドット層における光伝導特性

Photo-conductance properties of in-plane high-density InAs QD layers

電気通信大学 先進理工学専攻 ○秋元 直己, 内田 俊介, 山口 浩一

Univ. of Electro-Communications, ○N. Akimoto, S. Uchida and K. Yamaguchi

E-mail: akimoto.n@crystal.ee.uec.ac.jp

はじめに 量子ドット(QD)を用いた中間バンド型太陽電池(IBSC)の応用において、QD 層のエネルギー準位を介した 2 段階光励起効果の促進が重要であり、そのためには QD 内キャリアの長寿命化および QD 密度の高密度化が重要な課題である[1]。本研究では、GaAsSb/GaAs(001)バッファ層上への $5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ の面内高密度 InAs QD 層の自己形成法を開発し[2]、その PL 特性について検討を進めてきた。今回は、この面内高密度 InAs QD 層における光伝導特性を調べ、QD 層のエネルギー準位を介した 2 段階光励起効果について検討したので報告する。

実験 MBE により、GaAs(001) 基板上に 590 °C で GaAs バッファ層を成長後、Sb フラックスを 4.1×10^{-7} Torr、470 °C で GaAsSb 層を 10 ML 成長した。その GaAsSb 層上に面内密度 $5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ の InAs QDs 層を 1 層のみ成長し、その後 GaAs(60 nm)層の埋込み成長を行った。成長層の表面上に 4 端子の AuGe 電極を形成し、対向する 2 端子間に 10 V を印加して 15 K および室温における光電流スペクトルを測定した。2 端子間の中央部に白色ファイバーレーザー光(6 W, 約 $20 \mu\text{m} \phi$)を分光して照射した (Fig. 1)。1 段階目の励起光としては 750~1350 nm 帯から分光した波長成分を用い、2 段階目の励起光としては LPF を通した 1700~2450 nm 帯の赤外光を用いた。

結果・考察 Fig.2 には室温と 15 K における PL スペクトルを示す。Fig.3 には室温と 15K における 1 段階光励起時の正規化した光電流スペクトルを示す。また Fig. 4 には、分光した 1 段階励起光の照射に加えて 2 段階励起光を照射した時の光電流の正規化した増加成分のスペクトルを示す。Fig. 3 より、室温および 15 K において QD の PL 発光波長に相当する 1100 nm 付近からの光電流の増加が確認され、GaAsSb 層および InAs 濡れ層での光吸収に相当する 900 nm 付近より短波側で飽和傾向を示した。さらに Fig.4 より、2 段階励起光を重ねて照射した際の光電流値の増加分は、室温および 15 K において QD 層のエネルギー準位を介した 2 段階励起効果が顕著に観察された。

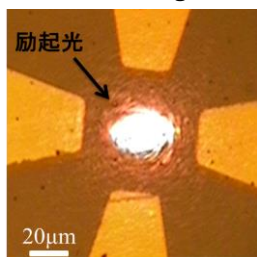


Fig. 1. Photographic image of sample surface

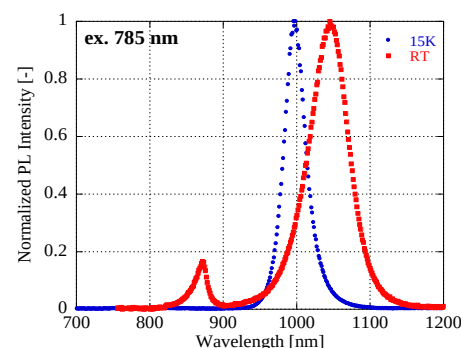


Fig. 2. Normalized PL spectrum at RT and 15K

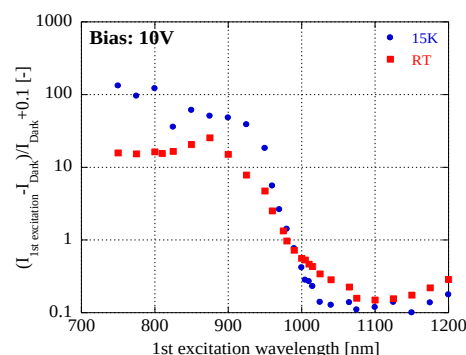


Fig. 3. Normalized increment of photocurrent under irradiation of 1st excitation light at RT and 15K

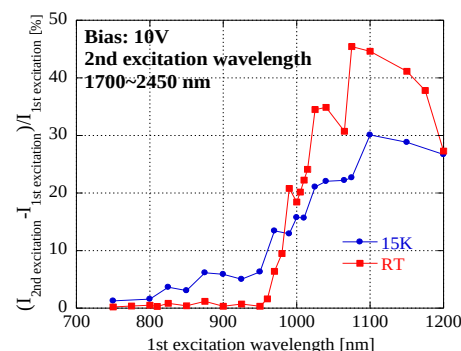


Fig. 4. Normalized increment of photocurrent under irradiation of 1st and 2nd excitation lights at RT and 15K

[1] K. Sakamoto, Y. Kondo, K. Uchida, K. Yamaguchi, *J. Appl. Phys.* **112** (2012) 124545.[2] E. Saputra, J. Ohta, N. Kakuda, K. Yamaguchi, *APEX* **5** (2012) 125502.