

面内超高密度 InAs 量子ドット層を導入した 太陽電池の熱処理効果

Thermal annealing effects of solar cells using in-plane ultrahigh-density InAs QDs

電気通信大学 先進理工学専攻 〇秋元 直己, 仁井 皓大, 南 裕太, 遠藤 航介, 山口 浩一

Univ. of Electro-Communications 〇N. Akimoto, K. Nii, Y. Minami, K. Endo, K. Yamaguchi

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

はじめに 量子ドット中間バンド型太陽電池(QD-IBSC)の応用に向け、面内高密度 QD 層の作製および QD 層を介した光励起キャリアの振舞いについて検討を進めている。本研究では、GaAsSb/GaAs(001)層上および InAsSb/GaAs(001)層上への $4\sim 10\times 10^{11}\text{ cm}^{-2}$ の面内超高密度 InAs QD 層の自己形成法を開発し[1]、その PL 特性について報告してきた[2]。今回は、面内超高密度 InAs QD 層の成長後に熱処理を行い、発光特性およびセル特性の評価解析を行ったので報告する。

実験 MBE により、GaAs(001) 基板の上に $590\text{ }^{\circ}\text{C}$ で GaAs バッファ層を成長後、Sb フラックスを $2.8\times 10^{-7}\text{ Torr}$ 、成長温度 $470\text{ }^{\circ}\text{C}$ にて GaAsSb 層を 10 ML 成長した。その GaAsSb 層上に面内密度 $4\times 10^{11}\text{ cm}^{-2}$ の InAs QD を 2.3 ML 成長し、その後 GaAs(60 nm)層の埋込み成長を行った。赤外線加熱装置により $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ で 30 分間の熱処理を行った。白色ファイバーレーザー光(6 W)を回折格子により分光した単色光を励起光として用い、顕微フォトルミネッセンス(micro-PL)システムにより発光特性評価を行った。

結果・考察 本研究の InAs/GaAsSb QD 層は type-II 型のバンド構造を示し、3-4 ns の長い蛍光寿命を示すが、熱処理を施すと蛍光寿命はさらに増大することが分かった (Fig.1)。また熱処理前の試料では、PL 測定温度の上昇にともない type-II の in-direct 遷移から InAs QD 内での direct 遷移が支配的になるが、熱処理を施した試料では、direct 遷移の成分が抑制され、in-direct 遷移が高温側まで維持されることが分かった。熱処理による QD 層の結晶性の改善およびバンド構造の変化が関係しているものと考えられる。また熱処理によるセル特性の改善も確認され、詳細については当日発表する。

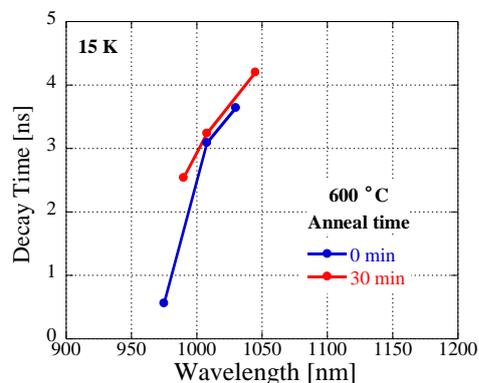


Fig.1. PL decay time (15 K) of GaAs/InAs QDs (2.3 ML)/GaAsSb layer (as-grown, annealing (600 °C, 30 min)).

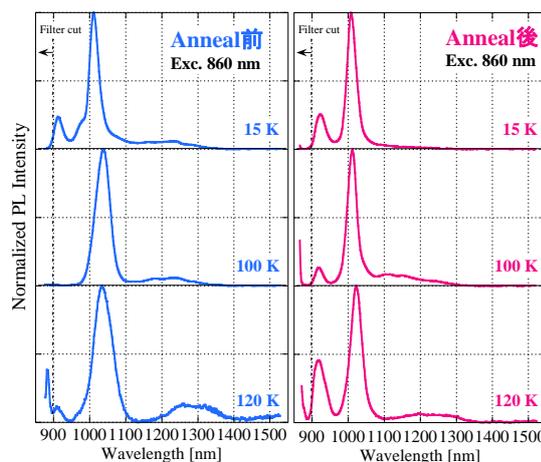


Fig.2. Temperature dependence of PL spectra of InAs QDs/GaAsSb layer (as-grown, annealing (600 °C, 30 min))

[1] E. Saputra, J. Ohta, N. Kakuda, K. Yamaguchi, *APEX* 5 (2012) 125502.

[2] N. Akimoto, S. Uchida, K. Yamaguchi, 42th IEEE-PVSC, 2015, A3-731.