

PPT 法による歪緩和層挿入超格子太陽電池における キャリア輸送特性へ正孔が与える影響

Effect of Holes on Carrier Transport in Superlattice Solar Cells with Strain Relaxation Layer Insertion by PPT Method

宮崎大工¹, 東大先端研², °古川 諒¹, 渡部 愛理¹, 杉山 正和², 碓 哲雄¹, 福山 敦彦¹

Univ. of Miyazaki¹, The Univ. of Tokyo², °Ryo Furukawa¹, Airi Watanabe¹, Masakazu Sugiyama²,
Tetsuo Ikari¹, Atsuhiko Fukuyama¹

E-mail: hk16037@student.miyazaki-u.ac.jp

【はじめに】高効率な量子井戸太陽電池として GaAs 歪緩和層を含む InGaAs/GaAsP 超格子(SL)太陽電池が注目されている^[1]。先行研究^[2]では、SL 領域の電子の輸送特性を明らかにするために圧電素子光熱変換分光(PPT)信号強度温度依存性に対し電子の緩和過程を考慮した解析を行った。その結果、電子の第1量子準位(e1)から電子の第2量子準位(e2)に形成されたミニバンドへ熱励起後、トンネリングする過程の寄与が大きくなると報告した。しかし、光照射時に同時に生成される正孔の輸送特性についても議論する必要がある。そこで、本研究では既に報告した電子の輸送に加え正孔の輸送についても議論した。

【試料詳細および実験方法】本研究では、*p-i-n* GaAs の *i* 層内に量子井戸を 20 層積層した 2 種類の太陽電池試料を用意した。歪緩和層を持たない試料(no-interlayer 試料)は 2.0 nm の障壁層と 5.1 nm の井戸層から成り、歪緩和層を持つ試料(interlayer 試料)は 2.1 nm の障壁層と 3.8 nm の井戸層の間に 3.1 nm の GaAs 歪緩和層から成る。PPT 測定は励起光源にハロゲンランプを用い、信号は試料裏面に取り付けた圧電素子により検出した。測定温度は 100-340 K の間で行った。

【実験結果および考察】Fig. 1 に interlayer 試料における e1 と重い正孔の第一量子準位(hh1)起因の PPT 信号強度の温度依存性と解析結果を示す。本研究では e1 に励起した電子の緩和過程に加え、hh1 に生成された正孔に対して以下の 4 つの緩和過程：発光再結合過程、非発光再結合過程、量子井戸からの熱脱出過程(TH 過程)、hh1 から軽い正孔の第一量子準位(lh1)に形成されたミニバンドへ熱励起後、そのミニバンドをトンネリングする過程(TATE 過程)を考慮した。解析の結果、interlayer 試料における正孔の TH 過程、TATE 過程はそれぞれ 326 meV、67 meV と算出された。図から明らかなように、正孔を考慮し

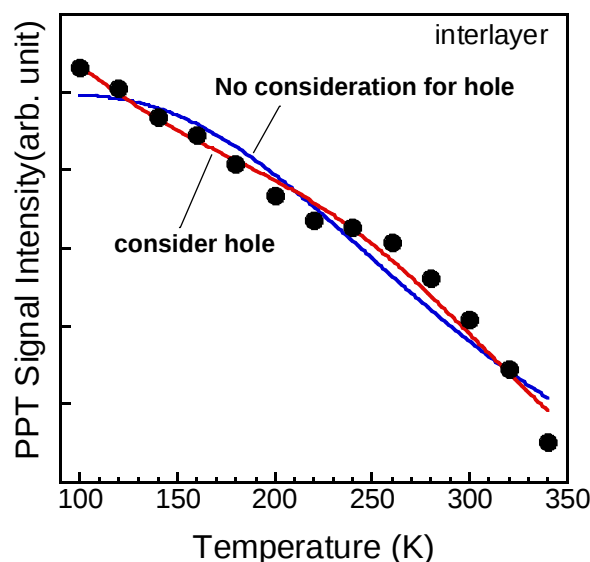


Fig. 1 Temperature dependence of PPT signal intensity

[1] K. Toprasertpong *et al.*, IEEE. J. Photovoltaics **4** (2014) pp.1518-1525.

[2] A. Watanabe *et al.*, Proc. of the 40th Symp. on Ultrasonic Electronics, 1J3-2 (2019).