

低温での量子井戸および波状量子井戸太陽電池における キャリア回収効率の評価

Low-temperature Carrier Collection Efficiency in Quantum Well and Wire-on-Well Solar Cells

○趙 博文¹, トーブラサートポン カシディット¹, ソダーバンル ハッサネット²,

渡辺 健太郎², 杉山 正和¹, 中野 義昭¹ (1. 東大工, 2. 東大先端研)

○Hirofumi Cho¹, Kasidit Toprasertpong¹, Hassanet Sodabanlu², Kentaroh Watanabe²,

Masakazu Sugiyama¹, Yoshiaki Nakano¹ (1. Tokyo Univ. 2. RCAST)

E-mail: cho@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】高効率な多接合太陽電池に向けて最適なバンドギャップをもったミドルセルの開発が重要である。

候補となる材料系として、InGaAs と GaAsP を交互に積層させた多重量子井戸構造(MQW: Multiple Quantum Well)が挙げられる。この系において、特定の温度で微傾斜基板上に MQW を成長すると波状の量子井戸(Wire-on-Well)となることが知られているが[1]、この構造が太陽電池特性に与える影響はよく知られていない。そこで、量子井戸と波状量子井戸構造をもつ太陽電池について、低温におけるキャリア回収効率からトンネル輸送の寄与を評価した。

【実験方法】試料は、GaAs(001)基板(Just 基板と呼ぶ)と、[111]B に向かって 6° 傾斜した GaAs(001)基板(Off 基板と呼ぶ)を用い、GaAs p-i-n 構造の i 層に GaAs を中間層とした InGaAs/GaAsP 量子井戸を 50 層挿入した太陽電池である。Just 基板に成長すると量子井戸構造となり、Off 基板に成長すると波状量子井戸構造となることを逆格子マッピングと表面 AFM から確認したのち、波長 405 nm と 940 nm レーザ光を用いて励起した際の低温におけるキャリア回収効率を測定した。

【結果と考察】Fig.1 に、InGaAs で終端させた表面の AFM 像を示す。これより InGaAs が波状に成長されていることが確認できる。また、太陽電池のキャリア輸送の評価基準としてキャリア回収効率(CCE: Carrier Collection Efficiency)を用いる。CCE は「光照射による電流の増加分(ΔJ)を逆バイアスでの飽和値(ΔJ_{sat})で規格化した値」として定義され、式(1)で表せる[2]。

$$CCE = \frac{\Delta J_{ill}(V) - J_{dark}(V)}{\Delta J_{sat}} \quad (1)$$

Fig.2 に波長 405 nm および 940 nm のレーザで、表面または量子井戸内にキャリアを励起した際の 0.6 V における温度と CCE の関係を示す。この結果から、波状量子井戸構造の方が量子井戸構造に比べて、低温における CCE の減少が抑制されることが確認できた。これは、波状量子井戸構造においてトンネル効果によるキャリア輸送がより大きく寄与しているためと考えられる。

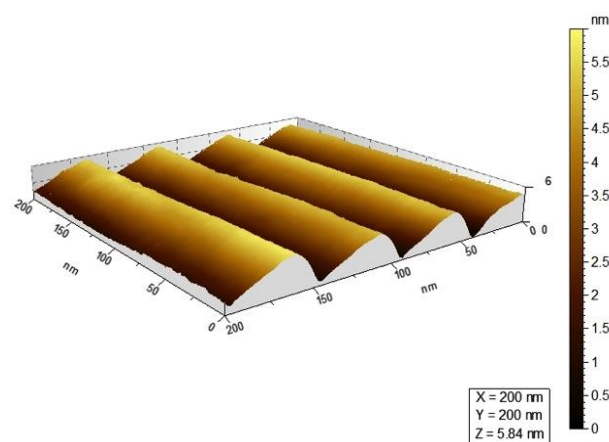


Fig.1 Image of AFM ended by InGaAs

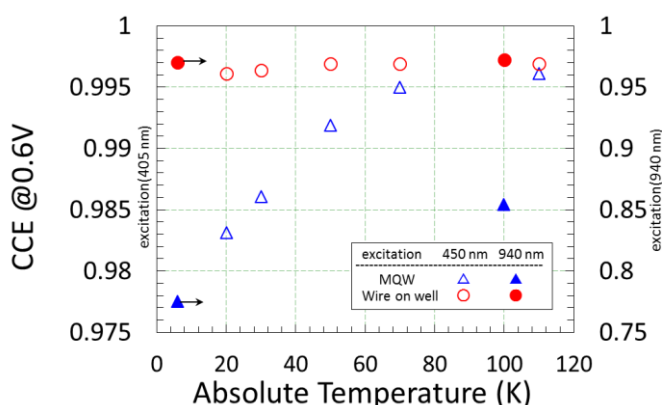


Fig.2 Relationship between CCE and Temperature

[1] N. Jin-Phillipp and F. Phillipp, J. Mater. , vol. 8, pp.289-299, 1997

[2] H. Fujii et.al, IEEE J. Photovoltaics, vol.4, no.1, pp. 237-243, 2014