

# 量子ドット太陽電池の高効率化に向けた キャップ層厚みによる室温サブレベル間吸収制御

Control of inter-sublevel absorption at room temperature by capping layer thickness  
toward high-efficiency quantum dot solar cells

○吉川 弘文<sup>1,2,3</sup>、渡邊 克之<sup>1,2</sup>、小谷 晃央<sup>1,2,3</sup>、岩本 敏<sup>1,2</sup>、和泉 真<sup>3</sup>、荒川 泰彦<sup>1,2</sup>

(1. 東大ナノ量子機構、2. 東大生研、3. シャープ(株))

○H. Yoshikawa<sup>1,2,3</sup>, K. Watanabe<sup>1,2</sup>, T. Kotani<sup>1,2,3</sup>, S. Iwamoto<sup>1,2</sup>, M. Izumi<sup>3</sup>, Y. Arakawa<sup>1,2</sup>

(1. NanoQuine, Univ. of Tokyo, 2. IIS, Univ. of Tokyo, 3. SHARP Corp.)

E-mail: yoshikawa-hirofumi@sharp.co.jp

**【背景】** 量子ドットを用いた中間バンド型太陽電池は超高効率太陽電池として期待されているが[1]、現状、量子ドット導入による大幅な効率向上が実現されていない[2]。我々はこれまで量子ドット構造の最適化に取り組んでおり[3,4]、太陽光スペクトルに対するサブレベル(サブバンド)間吸収の不整合が課題の一つであると考えている。今回、InAs/GaAs 積層量子ドット構造において、キャップ層厚みを制御することによりサブレベル間吸収の高エネルギーシフトを図り、太陽光スペクトルとの整合性向上の指針を得たので報告する。

**【実験】** MBE 装置を用いて、GaAs (100)半絶縁性基板上に 20 層積層量子ドット構造を作製した。InAs 量子ドットを形成し、キャップ層(2~10 nm)の成長およびアニール処理後(Indium flush)、GaAs 障壁層を成長することで量子ドット層を得た。ドーピング密度はドット面内密度(約  $4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ )の 2 倍とした。室温吸収測定では、グローバールランプからの光を 45 度研磨した基板端面に入射し、内部で多重反射された透過光を HgCdTe 検出器により検出した。計算では、 $p$  偏光サブレベル間吸収(300K)について 8 バンド  $k \cdot p$  理論を用いたドット高さ依存性の検討を行った[4]。なお、歪及びピエゾ電界効果を考慮した。

**【結果】** Fig. 1 はキャップ層厚みの異なる積層量子ドット構造の断面 SEM 像および室温 PL スペクトルである。キャップ層厚みの低減に伴い、発光ピークは高エネルギーシフトし、断面 SEM 像からはドット高さが低減していることがわかる。Fig. 2 は  $p$  偏光透過スペクトル( $T_p/T_s$ )および吸収ピークの数値計算との比較結果である。キャップ層厚みの低減に伴い、吸収ピークは高エネルギーシフトし、数値計算におけるドット高さ低減と同様の傾向を示した。本結果は、中間バンド型太陽電池の高効率化に向けた構造設計において、重要な指針になることが期待される。

**謝辞** 本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業の支援により遂行された。本研究を進めるにあたり議論いただきました東大ナノ量子機構 影山健生博士に心より感謝いたします。

**参考文献** [1] T. Nozawa and Y. Arakawa, *Appl. Phys. Lett.* **98**, 171108 (2011). [2] K. Sablon *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **104**, 253904 (2014). [3] 吉川 他, 第 74 回応用物理学学会秋季学術講演会 17p-D6-18, (2013). [4] H. Yoshikawa *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **105**, 011120 (2014).

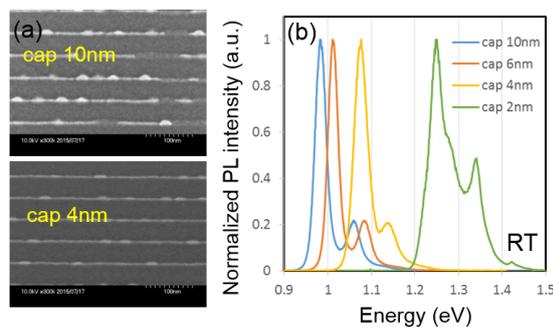


Fig.1. (a) Cross-sectional SEM images and (b) PL spectra for various thickness of capping layer.

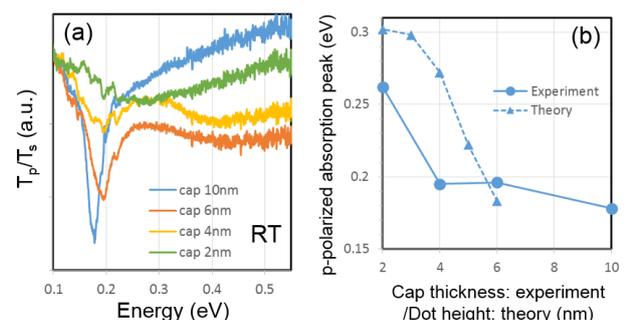


Fig.2. (a) Transmittance spectra for various thickness of capping layer and (b) comparison results of absorption peak.