

GaAs/AlGaAs 量子ナノディスク太陽電池の中間バンド内の輸送を考慮したドリフト拡散シミュレーション

Analysis of GaAs/AlGaAs quantum nanodisk solar cell with intermediate band carrier transportation

東大先端研 ○小倉暁雄, 曾我部東馬, 岡田至崇

The University of Tokyo, RCAST ○Akio Ogura, Tomah Sogabe, and Yoshitaka Okada

E-mail: A. Ogura <ogura@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp>

【はじめに】量子ナノ構造を利用して形成された中間バンド型太陽電池 (IBSC) は、単接合太陽電池の理論変換効率を大きく上回ることから^[1]、近年盛んに研究が行われている。IBSC の動作特性を解析するために、これまでドリフト拡散法が広く用いられてきた^[2]。このとき、中間バンド (IB) は量子準位を想定し、IB 内のキャリア輸送を考慮したモデルは用いられていなかった。そこで、IB 内の輸送を考慮したドリフト拡散法を用いたときに、変換効率などにどのような影響があるかシミュレーションを行った。IB としては、GaAs/AlGaAs 量子ナノディスク^[3]を想定した。

【計算結果】IB 内のキャリア輸送に関しては、伝導帯 (CB)・価電子帯 (VB) 内の電子・正孔でも使用されている電流式を近似的に用いた。その式に現れる μ_{ib} を変化させたときに IB 内の電子濃度がどのように変化するかを示したものが図 1 である。キャリアの輸送を考慮したことにより、移動度を導入すると、より電子濃度が IB 内で均一になろうとしている様子が分かる。移動度を $0.01\text{cm}^2/\text{V/s}$ とした場合、電子濃度が非常に小さくなっているが、この原因は輸送モデルの近似計算が成り立たなくなっているためと考えられる。移動度を導入したことによる変換効率の違いを示したものが図 2 である。その際、非集光と集光時 (1000suns) について考え、集光時の電流-電圧 (I-V) 特性は集光倍率によって規格化している。非集光時では、移動度を導入したことにより大きく特性が変化しているのが分かる。これは、IB 内のキャリア輸送により IB 内の電子濃度に変化が生じ、CB-IB, IB-VB 間の生成・再結合項のバランスが変わったためと考えられる。しかし集光時では、特性が大きく改善し、移動度を考慮していなかった効率とほぼ同程度となった。これは移動度が小さく設定されているため、生成項と比べたときにほぼその影響を無視することができるからと考えられる。以上の結果は、移動度を導入した IBSC の場合でも、集光をすることでその影響を打ち消すことができる、ということを示唆している。

[1] A. Luque, et al., Phys. Rev. Lett. 78, 5014 (1997).

[2] K. Yoshida, et al., J. Appl. Phys. 112, 084510 (2012).

[3] T. Kaizu, et al., Appl. Phys. Lett. 101, 113108 (2012)

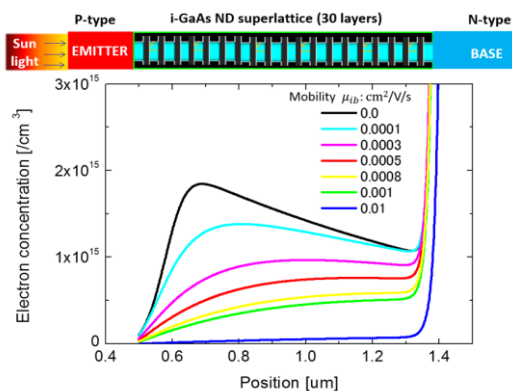


図1: IB内の電子濃度

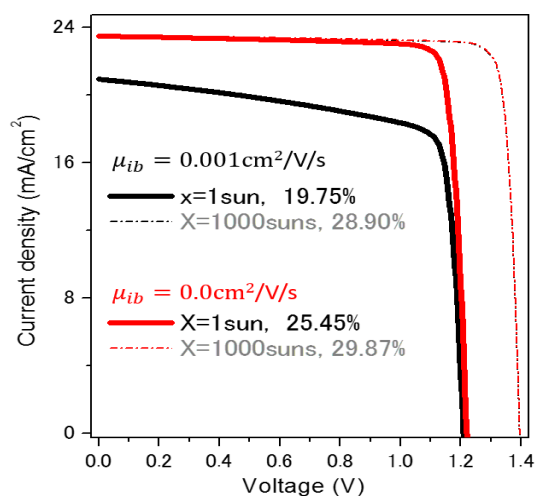


図2: I-V 特性の比較