

中間バンド型量子ドット太陽電池のデバイスシミュレーション (VII)

Device Simulation of Intermediate Band Quantum Dot Solar Cells (VII)

東大院工¹, 東大先端研², 筑波大³ ○吉田 勝尚^{1,2}, 岡田 至崇^{1,2}, 佐野 伸行³School of Eng., Univ. Tokyo¹, RCAST, Univ. Tokyo², Inst. Appl. Phys. Univ. Tsukuba³,°Katsuhisa Yoshida^{1,2}, Yoshitaka Okada^{1,2}, Nobuyuki Sano³

E-mail: yoshida@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

はじめに 我々は、ドリフト拡散法に基づいたデバイスシミュレーションにより中間バンド型太陽電池のデバイス特性を解析している[1]。このとき、中間バンドに対して構造を導入することで多重積層量子ドット系への応用を行ってきた。シミュレーションを量子ドット太陽電池へ適応していくために、本報告では、量子ドット系で生じる伝導帯電子の量子準位への緩和過程の一つとして知られる Auger Cooling 過程[2]がもたらす影響を明らかにする。

解析手法 GaAs 材料パラメータを基本とし、一次元シミュレーションにおいて、量子ドット層 8 nm、中間層を 32 nm とし、25 層積層させた中間バンド領域を(1 μm)、*n* 型 2 μm 厚のボトムベース層、*p* 型 0.5 μm 厚のトップエミッタ構造の間に導入した。伝導帯から中間バンドへ電子の非輻射緩和過程として、伝導帯電子が正孔にエネルギーを与えることで中間バンドに緩和する Auger Cooling 過程を導入した。Auger Cooling を導入した結果、伝導帯-中間バンド間での光キャリア生成、発光緩和過程、Auger Cooling の 3 つの過程の和と、価電子帯-中間バンド間での光キャリア生成、発光再結合割合の和の釣合により、中間バンドにおける電子濃度が決定される。

解析結果 Figure 1 に、非集光下における短絡状態での Auger Cooling の有無による中間バンドを介した実効的なキャリア生成割合の様子を示す。Auger Cooling を導入した系において *p* 層近傍の中間バンド領域において実効生成割合が大幅に減少している様子が明らかになった。これに対し Figure 2 にドットに対して直接ドーピングを行った場合(ダイレクトドーピング) [3]の中間バンドを介した実効生成割合を示す。短絡状態において、ドーピングを行うことにより Auger cooling に対する依存性を無視できるほど小さくすることが可能であることが明らかになった。

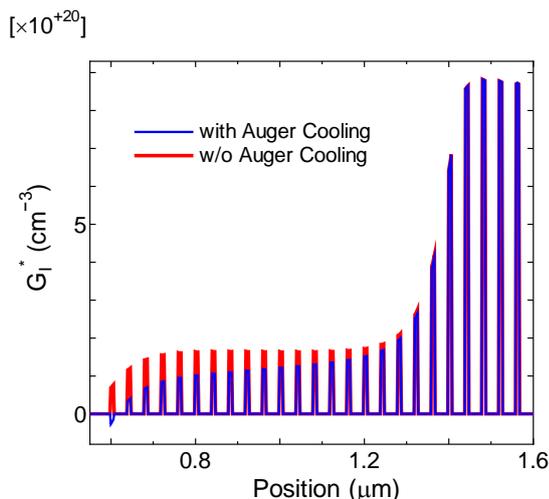


Figure 1 Net carrier generation rate via IB of IBSC with non-doped IB region. Blue (red) curve is the result with (without) Auger cooling.

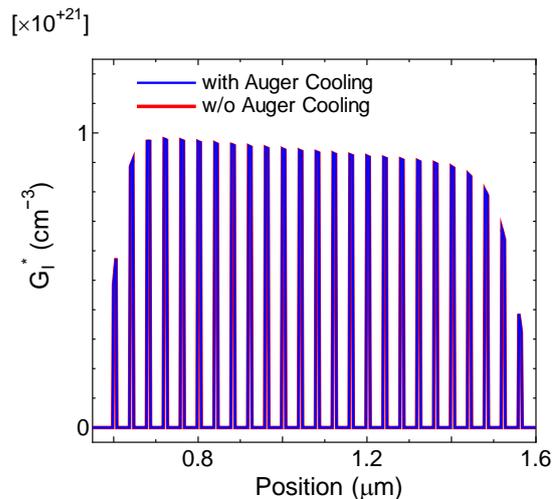


Figure 2 Net carrier generation rate via IB of IBSC with direct-doped IB region. Blue (red) curve is the result with (without) Auger cooling.

参考文献

- [1] K. Yoshida *et al.*, J. Appl. Phys. 112, 0814510 (2012). [2] S. Tomic *et al.*, Appl. Phys. Lett. 99, 053504 (2011).
 [3] Y. Okada *et al.*, J. Appl. Phys. 109, 024301 (2011).