19p-PB3-5

多接合太陽電池におけるルミネッセンスカップリングの変換効率に与える影響

Evaluation of conversion efficiency for multi-junction solar cell with luminescent coupling

東大先端研　○小倉暁雄，曽我部東馬，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】ルミネッセンスカップリング（L-C）はこれまで外部量子効率（EQE）、電流－電圧（I－V）特性などを用いて評価されてきた[1-4]。L-C を数値計算により評価しようとすると、直列・並列抵抗の影響で解析することが困難となる。そこでそれらの影響を近似したモデルで解析されてきたが、多接合太陽電池は集光下での動作を想定しているため、無視することはできない。そこで、集光下で L-C が変換効率に与える影響を厳密に計算し、近似モデルとの比較をした。

【計算結果】今回の計算では、3 接合 InGaP/Ga(In)As/Ge タンデム太陽電池を想定し、各サブセルのパラメータを表 1 のように設定した。L-C 効果は InGaP と Ga(In)As セル間のみで起こるとして計算をした。図 1 は、i). L-C あり　抵抗なし, ii). L-C なし　抵抗なし, iii). L-C あり　抵抗あり, iv). L-C なし　抵抗あり，の 4 種類の場合で I-V 特性を計算したものになる。それぞれの変換効率は、i). 36.011%, ii). 35.331%, iii). 34.573%, iv). 33.946%　であり、L-C 効果によって増加する変換効率は、従来の抵抗を考慮していないモデルの場合（i - ii）では 0.680%、抵抗も考慮して厳密に計算したモデルの場合（iii - iv）では 0.627%となり、両者の差は 0.053%という結果が得られた。短絡電流と開放電圧には殆ど差がみられないため、この効率差は fill factor(FF)の減少によって得られたと考えられる。以上より、InGaP セルの再結合電流がほぼ発光によるものであれば、L-C によって Ga(In)As セルで生成される電流が大きくなり、より変換効率の差が大きくなってしまうため、多接合セルの効率を計算で推測する際には注意が必要となる。

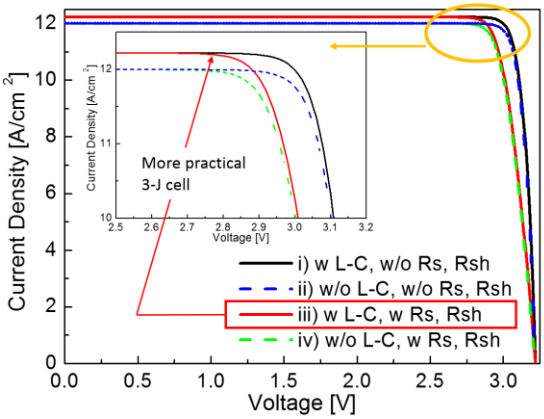

Fig. 1. InGaP/Ga(In)As/Ge calculated I-V

[1] J.-J. Li, et al., IEEE J. Photovoltaics **1**, 225 (2011).

[2] M. A. Steiner, et al., Appl. Phys. Lett. **100**, 251106 (2012).

[3] M. Z. Shvarts, et al., AIP Conf. Proc. **1556**, 147 (2013).

[4] T. Sogabe, et al., Appl. Phys. Lett. **103**, 263907 (2013).

Table 1. Parameter list for a triple-junction solar cell

	$J_{diff}(A/cm^2)$	$J_{nrad}(A/cm^2)$	$J_{rad}(A/cm^2)$	$R_{sh}(\Omega cm^2)$	$J_{photo}(mA/cm^2)$
InGaP	1.71×10^{-26}	8.41×10^{-14}	4.09×10^{-27}	2.0×10^{5}	14
Ga(In)As	1.16×10^{-19}	2.03×10^{-10}	1.10×10^{-20}	1.0×10^{5}	12
Ge	7.72×10^{-7}	7.12×10^{-6}	6.66×10^{-10}	50	16

$R_s(\Omega cm^2)$: 0.01, J_{photo} is under 1 sun.

© 2014 年　応用物理学会