

三端子スマートスタック多接合太陽電池における サブセル面積比の影響

Effect of Subcell Area Ratio on Three-terminal Smart Stack Multi-junction Solar Cell

長岡技術科学大学¹, 産業技術総合研究所²

○(M1)中西 明日可¹, 馬場 将亮¹, 太野垣 健², 牧田 紀久夫², 菅谷 武芳², 山田 昇¹

Nagaoka University of Technology¹, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology²

○Asuka Nakanishi¹, Masaaki Baba¹, Takeshi Tayagaki², Kikuo Makita², Takeyoshi Sugaya², Noboru Yamada¹

E-mail: s185017@stn.nagaokaut.ac.jp

1. 背景・目的

多接合(MJ)太陽電池はバンドギャップの異なる半導体材料を積層することによって, 太陽光スペクトルを有効活用し高効率を得るデバイスである。しかし, MJ 太陽電池の製造プロセスには結晶成長技術を用いるため, 格子不整合などの材料制約を受け高価である^[1]。スマートスタック^[2]は, 半導体を金属ナノ粒子によって接合する技術であり, 安価で容易に太陽電池を接合可能である。また, スマートスタックは面積の異なるトップセルとボトムセルを接合することが可能であり, 面積電流整合を行うことができる。これらの技術を組み合わせたスマートスタック MJ 太陽電池は, 容易に高効率太陽電池を製作可能であるが, 二端子(2T) MJ 太陽電池であるため, 直列接続された各サブセルの電流不整合による損失が大ききという課題がある。そこで, 本研究では, 三端子(3T) MJ 太陽電池に着目する。3T MJ 太陽電池は各サブセルの電力を個別に回収可能であるため, 電流不整合の影響を受けづらく, 電流不整合損失を低減可能である。しかし, 3T MJ 太陽電池の具体設計手法や発電特性は明らかになっていない。本研究では, 回路解析および室内実験によって, 3T スマートスタック MJ 太陽電池の 1 kW/m^2 均一照射時の発電特性を明らかにすることを目的とする。まず, 回路解析によって, 2T, 3T MJ 太陽電池の発電量を計算した。

2. 回路解析の条件および結果

回路解析では, InGaP/GaAs//InGaAsP MJ 太陽電池を仮定した。回路解析ソフトには LTspice を使用し, InGaAsP セルの面積(A_{bot})と InGaP/GaAs セルの面積(A_{top})の比($A_{\text{bot}}/A_{\text{top}}$)をパラメータとして解析を行った。図 1 に 3T MJ 太陽電池の解析モデルを示す。3T の解析では, InGaP/GaAs セルと InGaAsP セルの電力を個別に回収するために R_1 ,

R_2 を接続した。 R_1 , R_2 を変化させ, 最適動作点における発電量を計算した。2T の解析では, R_2 を外した解析モデルで同様の解析を行った。図 2 に解析結果を示す。 $A_{\text{bot}}/A_{\text{top}} = 1.3$ 以下では, 2T, 3T MJ 太陽電池は同様の発電量を示す。 $A_{\text{bot}}/A_{\text{top}} = 1.3$ 以上では, 2T MJ 太陽電池はほぼ一定の発電量を示すが, 3T MJ 太陽電池は電流不整合の影響を受けず発電量が増加した。発表時には回路解析の結果と実験結果の比較についても報告を行う。

スマートスタック MJ 太陽電池の電流不整合損失低減を行うために 3T MJ 太陽電池の発電特性を回路解析によって計算した。3T MJ 太陽電池はコンセプト通り $A_{\text{bot}}/A_{\text{top}} = 1.3$ 以上の範囲において電流不整合損失が無く, 高い発電量を示した。

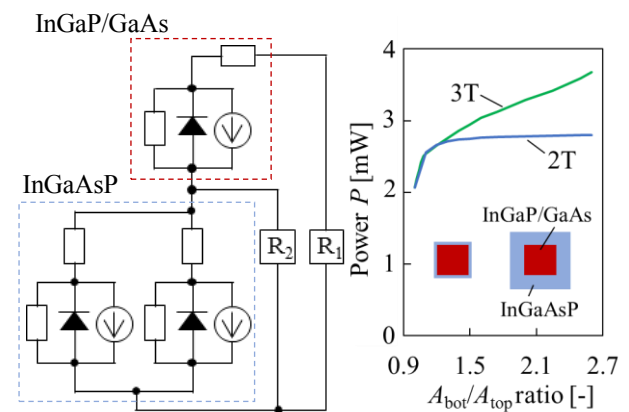


Fig. 1 Simulation model (@3T)

Fig. 2 Simulation results

参考文献

- [1] M. Baba *et al.*, "Feasibility study off two-terminal tandem solar cells integrated with smart stack, areal current matching, and low concentration", *Prog. Photovoltaics Res. Appl.*, Vol. 25, Issue 3, pp.255-263 (2017).
- [2] H. Mizuno *et al.*, "Electrical and optical interconnection for mechanically stacked multi-junction solar cells mediated by metal nanoparticle arrays", *Appl. Phys. Lett.*, vol. 101, p. 191111 (2012).