

太陽熱光起電力発電システムにおけるふく射抽出効率の向上

Improvement of radiative heat transfer efficiency in solar-thermophotovoltaic systems

東北大院工¹, 学振特別研究員PD², [○]小松山朝華^{1,2}, 清水信¹, 湯上浩雄¹

Tohoku Univ.¹, JSPS Research Fellow², A. Kohiyama^{1,2}, M. Shimizu¹, H. Yugami¹

E-mail: a_kohiyama@energy.mech.tohoku.ac.jp, h_yugami@energy.mech.tohoku.ac.jp

太陽熱光起電力 (Solar-TPV) 発電システムでは太陽光によって太陽光選択吸収材料 (アブソーバ) と波長選択エミッタが加熱され, エミッタからの波長選択性熱ふく射によって光電変換セルが発電を行う¹⁻³. 太陽光を一旦熱に変換することで, 安価な単接合太陽電池を用いても高効率な発電が期待できる. 近年, システムの発電効率は大幅に向上してきており³, 我々も平板一体型の波長選択材料を用いて発電効率 5.1%を実証しているが¹, 潜在的な高い発電効率 (~40%) に近づくためにはシステム全体を俯瞰した研究が必要不可欠である. 我々は波長選択材料におけるふく射熱輸送効率を抽出効率として定義しており, 抽出効率と光電変換効率に基づいた STPV システム全体の設計指針構築を可能としている¹. 今回, 高抽出効率が期待できるキューブ型波長選択材料を考案・検討したので報告する.

本研究では Fig.1 挿入図に示すような中実の金属材料表面に太陽光選択吸収材料が 1 面, 他 5 面が波長選択エミッタであるキューブ型波長選択材料を想定している. Fig. 1 に平板型・キューブ型の波長選択材料を想定した場合における, 波長選択材料の温度に対する抽出効率の計算結果を示す. 平板型の波長選択材料に比べて, キューブ型波長選択材料では, 太陽光吸収面積に対する波長選択エミッタの比表面積が 5 倍に増加することによって, 抽出効率が 20%以上向上することがわかった. キューブ型波長選択材料を用いた場合に計算されるシステムエネルギーフローを Fig. 2 に示す. エネルギーフローを得るにあたって, キューブ型波長選択材料を Pt 線により支持していると仮定し, 支持部からの熱伝導損失を考慮した. また発電試験の作動温度を 1640K, 波長選択エミッタと PV セル間における形態係数を 0.9 と仮定し算出した. 且つ, 当研究グループが平板型波長選択材料を使用した発電試験にて得られた光電変換効率 (11.6%) を仮定した. 我々がこれまでに実証している平板型波長選択材料の抽出効率 44%に比べ, キューブ型波長選択材料を用いた場合には 67%の

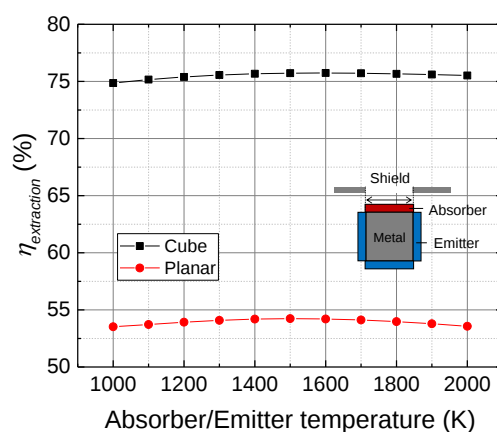


Fig. 1 Extraction efficiency of absorber/emitter as a function of absorber/emitter temperature.

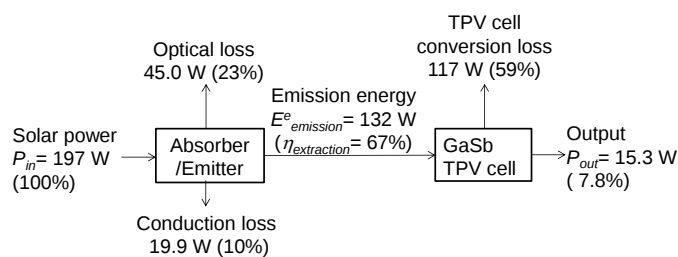


Fig. 2 Energy flow diagram using cube absorber/emitter.

高い抽出効率が期待できることがわかった. また抽出効率の向上に基づき, 発電効率 7.8%が期待できることがわかった. キューブ型波長選択材料を用いた発電試験結果の詳細は当日報告する. なお, 本研究は科研費の助成を受けた.

References 1) Kohiyama *et al.*, App. Phys. Express 9 (11), 112302 (2016). 2) Shimizu *et al.*, J Photon Energy 5(1), 053099 (2015). 3) Bierman *et al.*, Nat. Energy 1, 16068 (2016).