19a-A23-2

光支援熱電子発電器の動作温度最適化による熱出力の数値解析

Numerical Analysis of Thermal Output Obtained by The Optimization of Operating Temperature of Photon Enhanced Thermionic Energy Converter

静大院工，　°説田 貴仁，荻野 明久

Shizuoka Univ.,　°Takahito Setsuda, Akihisa Ogino

E-mail: f0330182@ipc.shizuoka.ac.jp

Photon Enhanced Thermionic Emission (PETE) を利用する熱電子発電は、バンドギャップ間の励起に満たないエネルギーおよび余剰励起エネルギーによる加熱を通して電子放出が促進され発電に利用できる。内部光電効果と加熱のパワー比率は、入力となる太陽光などのスペクトルとエミッタとなる半導体材料のバンドギャップ E_g により決まる。内部光電効果により励起された電子を効率的に電子放出に導くと同時に、熱損失を抑制し効率を高めるには、エミッタ温度 T_E の最適化が重要となる。実際の運用では、別途熱源を追加する追加熱、または、ヒートパイプなどにより過剰な熱を吸熱することで T_E を最適値に近づけることが有効と考えられる。本研究は、最適な T_E を実現するための熱輸送と出力特性の改善効果について検討した。

図 1 は、内部光電効果 P_{ex} と加熱 P_h のパワー比率の E_g 依存性であり、太陽光のみの場合とエミッタに熱輸送機構を追加し、動作温度を最適化したときの比較を示す。ここで、入力となる太陽光は AM1.5、集光率 α =100 倍とし、半導体エミッタのアクセプタ濃度 N_A=10^{19} cm^{-3} とした。図より、E_g =1.77 eV のとき、熱輸送なく太陽光のみで最適動作条件が実現されることがわかる。E_g <1.77 eV では、太陽光による光励起の比率が増加するが、励起電子を放出させるための温度が十分でないため、別途熱源により追加熱することで最適化される。また、E_g >1.77 eV では、過熱により熱損失が増加するため、熱輸送により吸熱し温水などの熱出力として利用することが好ましい。

図 2 は、E_g に対して最適化された T_E と、そのときの発電効率 η の計算結果を示す。ここで、エミッタの電子親和力 χ =0.4 eV およびコレクタ仕事関数 ϕ_c =1 eV である。T_E 最適化のための熱輸送により発電効率が増加していることがわかる。また、E_g >1.77 eV は、発電出力に加え、エミッタ冷却時に熱出力が得られるため、全体的なエネルギー変換効率は増加する。

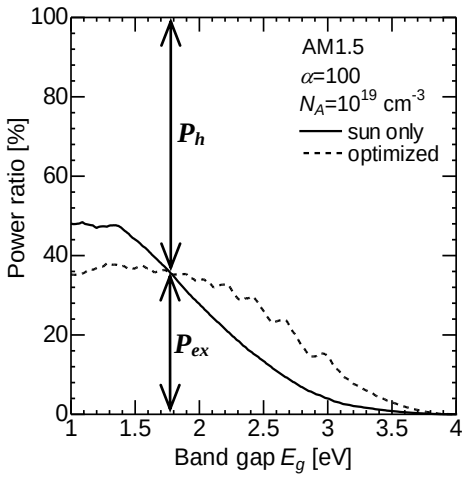

Fig.1. Power ratio between photo excitation and emitter heating for the spectrum of sun light.

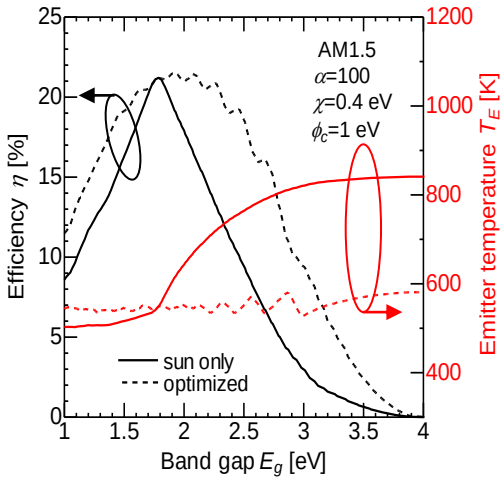

Fig.2. Efficiency and emitter temperature as a function of band gap for the spectrum of sun light.

© 2014 年　応用物理学会