

光励起効果を用いた熱電子発電器特性の数値解析
 Numerical Analysis of Thermionic Energy Converter
 Using Photon Enhanced Thermionic Emission

静大工研, °説田 貴仁, 荻野 明久

Shizuoka Univ., °Takahito Setsuda, Akihisa Ogino

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

熱電子発電は、出力密度および発電効率が
 高く、可動部を必要としないため保守が容易であ
 るなど、多くの優れた特徴を有している。しか
 し、高温動作(〜2000 K)させる必要があるため、
 熱源の確保が困難であり、また、電極材が高融
 点のものに限られるなどの欠点もある。日常生
 活の中で、熱電子発電器を利用できるようにす
 るには、低温動作(500〜800 K)での発電を可能
 にする必要がある。エミッタに半導体を用いる
 ことで、光励起により電子を価電子帯から伝導
 帯に持ち上げてから、熱によって真空中に放出
 させることができるため、低温動作での発電が
 実現できる。本研究では、太陽エネルギー利用
 型熱電子発電器を提案し、太陽スペクトルに対
 するバンドギャップの最適値、最適動作条件、
 出力密度および発電効率を算出した。

図 1 は、太陽光(AM1.5:入射角 48.5° の光)
 を入射した時のバンドギャップと集光率およ
 びエミッタ温度の関係を示す。なお、集光率は
 実現可能とされる 1000 倍までに設定し、 χ 、
 ϕ_c はそれぞれ電子親和力、コレクタ仕事関数

を示す。1〜4 eV のバンドギャップを持つエミ
 ッタの最適動作温度は、いずれも約 400〜800
 K の範囲内に存在し、低温動作が実現できてい
 る。その結果、熱源や電極材の選択肢が増え、
 低コスト化も可能になる。この最適動作条件
 でのバンドギャップと出力電力および発電効
 率の関係を図 2 に示す。なお、バンドギャップ
 1.81 eV の時、最適温度 743 K、出力電力 9.72 W
 で理論最大効率 16.4 % 程度となる。この結果
 より、太陽光スペクトルによる電極内の電子励
 起および加熱のパワーバランスの最適化は、バ
 ンドギャップ 1.81 eV をもつ半導体電極を用い
 ることで達成される。この理論最大効率を向上
 させるには、電子親和力を低減し、エミッタか
 らの熱電子放出量を指数関数的に増やすこと
 が重要であり、低減方法としては、エミッタ電
 極への酸化セシウム層形成などがある。

現在、エミッタ-コレクタ間における空間電
 荷の影響について検討している。空間電荷の影
 響を導入し、より現実的な数値解析結果が得ら
 れれば、これらの結果についても報告したい。

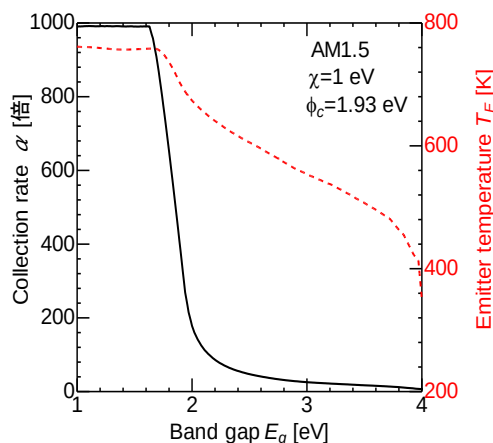


Fig.1, Collection rate and emitter temperature as a function of band gap when light of the sun incidence

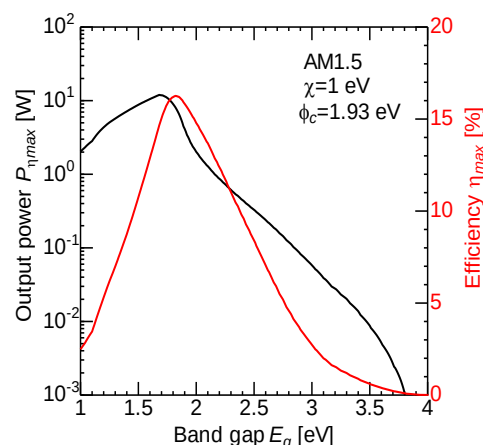


Fig.2, Output power and efficiency as a function of band gap at optimum temperature when light of the sun incidence