

セシウム被覆 Si エミッタの電子放出特性と光支援熱電子発電への応用

Electron Emission Characteristics of Cesiumated Si Emitter and the Application to Photon Enhanced Thermionic Emission

静岡大院工, °白倉 一人, 羽田 篤史, 荻野 明久

Shizuoka Univ., °Kazuhiro Shirakura, Atsushi Hada, Akihisa Ogino

E-mail:shirakura.kazuhiro.14@shizuoka.ac.jp

研究背景 Photon Enhanced Thermionic Emission (PETE)を利用する熱電子発電は、エミッタである半導体に太陽光を照射し、内部光電効果によりバンドギャップ E_g 相当のエネルギーで電子を伝導帯に励起すると同時に、電子親和力 χ を上回る熱エネルギーにより電子を真空中へ放出し、この電子をコレクタで捕集することで発電する。本研究では PETE 型熱電子発電の動作温度低減を目的とし、エミッタとなる p-Si 表面に Cs を供給し χ を制御したときの電子放出特性について検討した。

実験方法 半導体エミッタ表面へ Cs を供給することでエミッタの電子親和力を制御し、エミッタ温度 T_E と放出電流の関係性を調べた。なお、Cs の供給量は Cs ディスペンサーの加熱電流 I_{Cs} により制御している。エミッタとなる p-Si 基板は真空容器内に設置し、ヒーターにより基板温度を制御した。また、太陽光を模擬した Xe ランプの放射光をエミッタ表面に照射し、光照射の影響についても調べた。

特色と独創的な点 高融点金属をエミッタとする熱電子発電器の一般的な動作温度が 1500 K 以上であるのに対し、半導体エミッタを用いる PETE 型では光と熱を同時に発電に利用できるため、1200 K 以下でも高い効率が得られると期待される。低温動作には χ の制御が不可欠であり、エミッタ表面における Cs 原子の被覆率の制御が重要となる。Cs 原子の被覆率は、エミッタ表面の原子構造の他、空間中の Cs 原子密度および T_E に依存し⁽¹⁾、これらの関係が重要となる。

研究成果 図 1 は、空間中の Cs 密度を一定 ($I_{Cs}=6$ A) としたときの放出電流 I の測定値、ならびに仕事関数 ϕ をパラメータとする放出電流の計算値を示す。測定結果と計算結果の比較から、 T_E により表面の Cs 原子の離脱率が変わり、実効的な ϕ が 1.3~1.9 eV の間で変化したと考えられる。放出電流は T_E の上昇と共に増加し、 $T_E \sim 550$ K 付近で極大値をとった後、減少に転じ、再び増加する曲線を描く。電流が減少する領域では、 T_E の上昇よりも ϕ の増加による電流減少が顕在化したことを示す。放出電流は仕事関数に強く依存し、発電に適した温度域で ϕ の値を制御することで、PETE 型熱電子発電器の性能を大きく向上できると思われる。

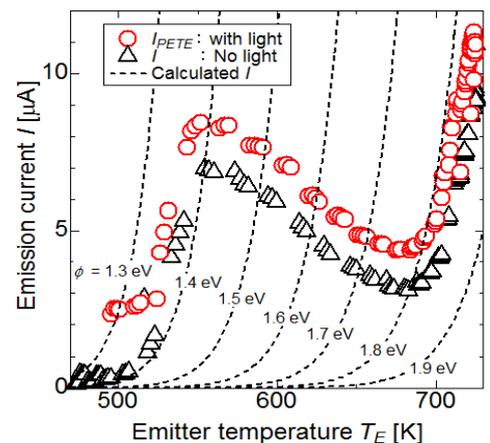


Fig.1 Emission current I from p-Si surface as a function of T_E at the $I_{Cs}=6$ A.

参考文献 (1) J.B. Taylor, and I. Langmuir, Phys. Rev. 44, 423 (1933).

キーワード エネルギー変換、太陽光発電、熱電子発電、電子親和力