

光支援熱電子発電器のためのセシウム被覆 Si の電子放出における光照射効果

Effect of Photo Irradiation on Electron Emission of Cesiumiated Si for Photon Enhanced Thermionic Energy Converter

静大工 〇荻野 明久, 白倉 一人, 羽田 篤史

Shizuoka Univ., 〇Akihisa Ogino, Kazuhito Shirakura, Atsushi Hada

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

光支援型熱電子発電器は、光的な効果と熱的な効果を併せて発電に利用でき、高い発電効率が見込まれる。図 1 は、光支援熱電子発電のエネルギーバンドと電子放出に至る過程を示しており、内部光電効果により電子を伝導帯に励起させた後、熱的な効果で電子放出させる。この過程で、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な励起エネルギーはエミッタの加熱に利用できるため、高い変換効率を得られる。本研究は、太陽エネルギーを利用する熱電子発電器の開発と動作温度の低減を目的として、p 型 Si の電子放出特性における光照射の効果について検討を行った。

実験は、真空容器内に設置した p-Si エミッタ(電子放出面積 1 cm²)を加熱するとともにキセノンランプの放射光を電子放出面となる Si 表面に向けて照射し、これにより放出される電子流をコレクタ電極で捕集し測定した。また、

セシウムディスペンサーを用いて電極間空間へ微量のセシウムを供給し、エミッタ表面にセシウム原子層を形成することで電子親和力を制御している。エミッタ表面へ入射する光子束 [1/m²・s]は、照射光スペクトルの絶対強度から求めた。

図 2 にエミッタ温度 $T_E=200$ °C における放出電流 J_C の測定結果の一例を示す。赤線の J_C は、キセノンランプの光を照射したときに増大し、この状態で光を遮断すると測定電流は大幅に減少した。これは光励起による伝導帯のキャリア密度の増減を反映していると考えられる。伝導帯のキャリア密度は、入射光子束、内部量子効率、光の吸収係数(吸収長)およびキャリアの寿命に依存し、単純化したモデルから得られる計算結果と実験結果は比較的よく一致する。キャリアの寿命は、キャリア密度、温度および電子放出面(光入射面)の表面状態に依存し、その影響について検討を進めている。

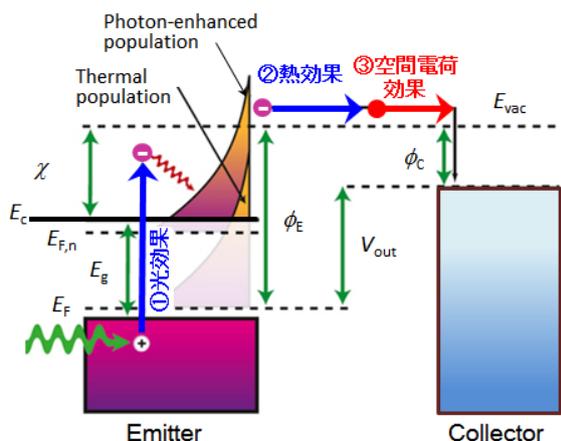


Fig. 1. Energy diagram of the PETE process. E_F : Fermi level, $E_{F,n}$: quasi Fermi level of electrons, E_C : conduction band minimum, E_{vac} : vacuum energy level, E_g : band gap, χ : electron affinity, ϕ_E and ϕ_C : workfunctions of the emitter and collector, V_{out} : output voltage.

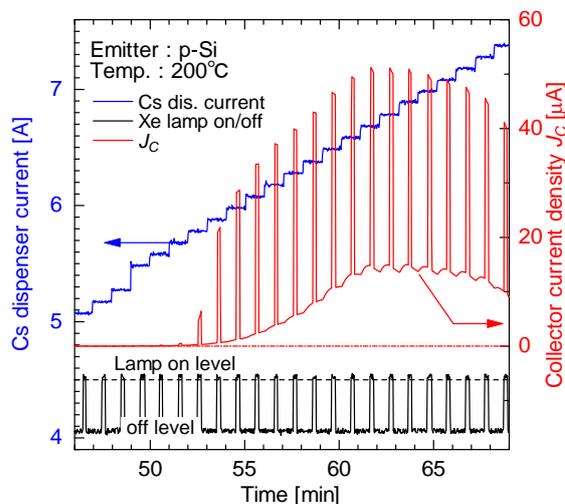


Fig. 2. Time sequence of Cs dispenser current and Xe lamp on/off control and the measured J_C at $T_E=200$ °C.