光支援熱電子放出における半導体エミッタ表面の Ar プラズマ処理の影響

Influence of Ar Plasma Treatment of Semiconductor Emitter Surfaces on Photon Enhanced Thermionic Emission

静大院工，○羽田 篤史，荻野 明久

Shizuoka Univ., ○Atsushi Hada, Akihisa Ogino

Email: hada.atsushi.14@shizuoka.ac.jp

研究背景〉 本研究で取り扱う光支援熱電子放出(PETE)は、太陽の光と熱を利用した発電方式であり、従来の熱電子発電に光励起効果を取り入れることで熱電子放出に必要な温度を低減させることができる。PETE 型熱電子発電では、エミッタとして半導体を用いており、このエミッタの電子親和力 を低減させることで、より多くの出力電流が得られる。電子親和力はエミッタの表面特性に依存しており、エミッタ表面に Cs などのアルカリ金属が吸着することで低減する(1)。本研究では、Cs 吸着と電子放出特性における表面酸化とプラズマ表面処理の影響を調べた。

実験方法〉 半導体エミッタを真空中で加熱し、エミッタの上方より Xe ランプを照射することで放出される電子電流を測定した。実験では、エミッタ表面の電子親和力を調整するため、Cs ディスペンサーを用いて電極表面に Cs を供給している。また、エミッタ表面における Cs の吸着特性を調べるため、Ar プラズマ照射による前処理を行い、エミッタ表面の組成変化と電子放出特性への影響を調べた。

特色と独創的な点〉 熱と光を同時に発電に利用する技術は、光熱併用熱電子発電以外に存在せず、半導体エミッタの電子放出特性の向上が重要な課題である。本研究では、自然酸化膜を除去し清浄化した Si 表面へ Cs と酸素原子を原子レベルで再配置することで得られる電子親和力の低減効果に注目しており、その手法として、真空プロセスであるプラズマ表面処理が有用と考えている。

研究成果〉 Fig.1 に、Cs ディスペンサー電流 I_{Cs} に対する未処理および表面処理した Si の放出電流 I と仕事関数ϕの結果を示す。仕事関数ϕは放出電流 I の測定結果から算出したもので、未処理 Si における仕事関数の減少幅$\Delta\phi$ が 0.42 eV であるのに対し、表面処理を行った Si では$\Delta\phi$ = 0.27 eV であった。仕事関数ϕの減少幅は、表面における Cs と酸素原子と電子の存在確率に依存しており、プラズマ処理により影響されたものと考えられる。

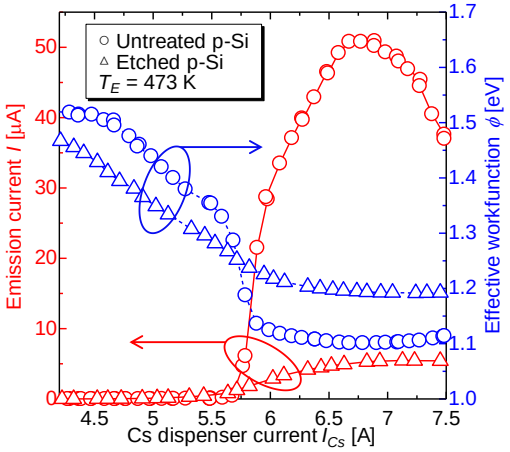

Fig.1. Measured emission current I and effective work function ϕ as a function of Cs dispenser current I_{Cs} at T_E = 473 K.

参考文献〉 (1) R. Q. Wu, D. S. Wang: Phys. Rev. B41, 12541, 1990.

キーワード〉 光支援熱電子放出、プラズマ処理、電子親和力