## PIC 法による光支援熱電子発電器の電極間空間電子輸送特性 および最適動作条件の評価

## Evaluation of Electron Transport through Interelectrode Space and Optimum Operating Conditions of Photon Enhanced Thermionic Converter Using PIC Method

静大院工, <sup>0</sup>井上 健吾, 荻野 明久

Shizuoka Univ., °Kengo Inoue, Akihisa Ogino

E-mail: inoue.kengo.14@shizuoka.ac.jp

研究背景>光支援熱電子発電は40%以上の高い理論効率が報告<sup>(1)</sup>されているが、出力抑制の原因の一つで ある電極間の負の空間電荷を中和する必要がある。負の空間電荷は、電極間に電離電圧の低いセシウム を封入し、セシウム正イオンを生成することで中和される。本研究は、光支援熱電子発電器の出力特性 改善を目的とし、Particle-In-Cell (PIC)法<sup>(2)</sup>を用いて空間電荷効果と電極間空間における電子輸送特性を評 価するとともに発電器の動作条件の最適化について検討した。

**計算方法〉**電極間位置 x=0 mm に設置したエミッタ面からの電子放出電流密度 J=1 A/cm<sup>2</sup> とし、電極間空間のセシウムガス圧 p (10<sup>-5</sup>~10<sup>-1</sup> Torr)、エミッタ - コレクタ間距離 d (1 µm~1 mm)、放出電子の熱速度で決められた温度 T<sub>th</sub> (200~1000 K)、および光電離などの補助放電により生成したプラズマの空間電荷中和効果を調べるため、セシウム初期イオン密度 n<sub>i0</sub>を与えたとき、これらの条件が出力電流 I に与える影響を評価した。

特色と独創的な点>光支援熱電子発電は、従来型熱電子 発電器の動作温度(約1500 ℃以上)に比べ、低エミッタ温 度領域(300~800 ℃)における電子放出特性が向上し、より 狭い間隔で電極を配置しやすい。この温度領域では、接 触電離によるセシウムイオン生成の減少と電子の速度低 下を考慮した正イオン供給法とその影響の検討が重要と なる。

研究成果> 光子支援熱電子放出による動作温度低減の影響を考慮し、電極間隔と空間電荷中和効果を評価した。 図1は d=1 mm、nio=0 および 10<sup>17</sup> m<sup>-3</sup>の計算結果を示す。 放出電子の熱速度 T<sub>th</sub>の低下により、空間電荷障壁が低下 する。また、生成可能なイオン密度 n<sub>i0</sub>に応じて電極間隔 を最適化することで、負の空間電荷が中和され、出力電 流の減衰が抑制されることがわかった。



Fig.1. Potential distribution for several conditions.

## 参考文献〉

Jared W. Schwede et al. : Nature Materials, Vol.9, pp.762-767 (2010).
Plasma Devise 1 Dimensional Bounded Electrostatic Code XPDP1.

キーワード> 光支援熱電子発電 半導体 PIC シミュレーション 空間電荷