17a-PB2-4

セラミックバーナーを用いた光子援用熱電子発電

Photon-Enhanced Thermionic Emission Energy Conversion of Radiation from a Ceramic Burner

大阪ガス [1]，阪大工 [2]　○小林 和伸 [1]，鷹尾 治樹 [2]，伊藤 剛仁 [2]

Osaka Gas[1], Osaka Univ.[2], °Kazunobu Kobayashi[1], Haruki Takao[2], Tsuyohito Ito[2]

E-mail: kazu-kobayashi@osakagas.co.jp

光電変換と熱電子発電を組み合わせた発電方式である PETE(Photon Enhanced Thermionic Emission)は、エミッタに金属ではなく半導体を使用し、太陽光の短波長域の光を半導体中の光励起に、長波長領域の光を半導体の加熱に利用し、光励起と加熱の相乗効果によって、理論上の変換効率が 50%を超えると報告されている[1]。本研究では、太陽光以外での光源で適用可能性を検討するため、灰色体放射（放射率 0.7）を仮定したセラミックバーナーを用いた発電を対象とし、あらゆる損失を無視できる理想的な PETE 素子を仮定し、最適なバンドギャップおよび電気親和力とともに、理論エネルギー変換効率を求めることとした。

本計算では、バンドギャップに対して最も高いエネルギー変換効率を示す最適な条件(エミッタ温度、エミッタ仕事関数等)を、文献[1]の方法に倣い導いた。セラミックバーナー放射を光源とし、エミッタに集光させる系を考え、光源スペクトルや温度等からエミッタの電子放出による電流密度を求めた。さらに、コレクタからの電子放出による電流密度との差を取ることによって素子全体の出力電流密度を求めた。エミッタとコレクタの仕事関数差が出力電圧に相当するため出力電力が求まる。入力エネルギーとの比をとることで、理論エネルギー変換効率を導出した。

図 1 に 1000 K のセラミックバーナーの放射を光源とし、上記計算方法により得られたエネルギー変換効率のバンドギャップ依存結果を示す。光源の集光倍率を 1、10、25、50、100 倍としたときの計算結果である。集光倍率 100 倍の場合、バンドギャップ 0.46 eV の時、エミッタ温度 1400 K、電親和力 1.7 eV で最大理論エネルギー変換効率が 37%程度となった。本結果は、最適な材料を用いることで、太陽光以外の光源においても、PETE 発電は高い変換効率をもたらす可能性を示すものである。

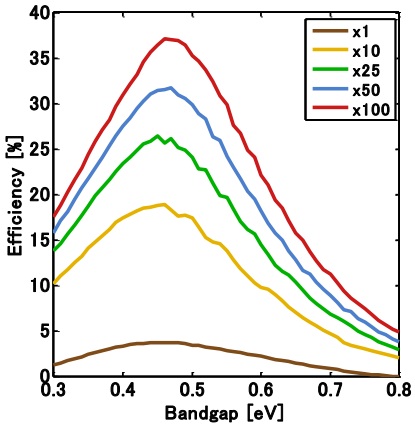

図 1　セラミックバーナー放射を光源とした時のエネルギー変換効率のバンドギャップ依存性

[1] J.W. Schwede et al., “Photon-enhanced thermionic emission for solar concentrator systems” Nature Materials 9, 762, (2010).

© 2014 年　応用物理学会