## 不要輻射の再利用による可視-近赤外熱輻射光源の実効的狭帯域化の検討 Study on effective narrowing of near-infrared-to-visible selective thermal emitters by reuse of unnecessary radiation

## 京大院工<sup>1</sup>、大阪ガス<sup>2</sup> ○末光真大<sup>1,2</sup>、浅野卓<sup>1</sup>、井上卓也<sup>1</sup>、野田進<sup>1</sup> Kyoto Univ.<sup>1</sup>、Osaka Gas<sup>2</sup> OM. Suemitsu<sup>1,2</sup>, T. Asano<sup>1</sup>, T. Inoue<sup>1</sup>, M. De Zoysa<sup>1</sup>, S. Noda<sup>1</sup> E-mail: m-suemitsu@osakagas.co.jp、snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

【序】我々はこれまでフォトニック結晶 (PC)と、量子構造/材料選択を組み合わせた狭帯域熱輻 射制御に関する研究を行ってきた<sup>1-3)</sup>。特に熱光発電(TPV)応用に関しては近赤外域に輻射を集中 出来、かつ高出力動作に不可欠な高温動作(>1400 K)を可能にする構造として MgO 基板上の Si ロ ッド型 PC を提案・実証した<sup>4)</sup>。また、本光源用に開発した InGaAs 光電変換素子(PV)を用いて TPV システムを構築し世界最高の発電効率(11.2%)を得た<sup>5)</sup>。今回、TPVの更なる効率向上を目指し、 不要輻射の再利用方法の改善について検討を行ったので報告する。【構成】図1 に想定している TPV システムを示す。赤外透明性の高い基板上に形成し、かつ裏面に反射膜を付加した PV を用 いることで、光電変換されなかった成分のみを選択的に光源側に戻して再利用することを狙って いる。【実験】Fe-InP 基板上にバンドギャップ波長λ<sub>E</sub>=1.76 μm の薄膜 InGaAs からなる pn 接合を 形成し、裏面に金属反射膜を配置した PV を作製した。前回報告では裏面金属は Al であったが、 今回 Ag も検討した。これらの PV に対して面垂直方向の反射率を測定した結果を図2に示す。ど ちらも $\lambda_{E_a}$ より長波長側で選択的反射が実現されているが、Agを用いた場合のほうが反射率が高 いこと分かる。【計算】 View Factor=1の TPV システムを仮定し、PV での反射後に光源に吸収さ れて再利用されるエネルギーを多重反射も含めて考慮して、光源が実効的に輻射するエネルギー のスペクトル(I<sub>実効</sub>:全球積分=両面への輻射)を計算した。光源は図3挿入図の構造を想定し、温度 は1338Kとした。また PVの反射率は図2を用いた(ただし垂直方向付近の輻射成分が主とし、 全方向に対して垂直反射率で近似した。)【結果・考察】光源単体の熱輻射スペクトル(I<sub>単体</sub>)と、I<sub>実効</sub> を図 3 に対比させて示す。波長 10 μm 付近のI<sub>実効</sub>は、裏面金属の種類にかかわらず、I<sub>単体</sub>の半分 程度となっている。一方、λ<sub>E</sub>から若干長波側のI<sub>実効</sub>では、裏面金属が Ag の場合でのみI<sub>実効</sub>の抑 制が見られ、スペクトルが狭帯域化していることが分かる。これらの抑制度の違いは、PV の反 射率だけでなく、光源の吸収率=輻射率もエネルギーの再利用に影響を与えることに起因してい る。この結果から、PV 裏面の金属を現状の Al から Ag に変更することで発電効率が約 20% 向上 すると見積もられる。詳細は当日報告する。【文献】1) M.D. Zoysa et al., Nat. Photonics, 6, 535 (2012), 2) T. Inoue et al., Nat. Mater., 13, 9288 (2014), 3) T. Asano et al., Sci. Adv., 2, 12, e1600499 (2016)., 4) M. Suemitsu et al., Appl. Phys. Lett., 112, 011103 (2018)., 5) M.Suemitsu, et al., arXiv, 1906.05727 (2019). 【謝辞】 本研究の一部は、科研費(17H06125)の援助を受けた。

