

## 熱光発電用太陽電池の設計および評価

### Design and evaluation of photovoltaic cells for thermophotovoltaics.

京大院工<sup>1</sup>、大阪ガス<sup>2</sup>、K-CONNEX<sup>3</sup> ○末光真大<sup>1,2</sup>、浅野卓<sup>1</sup>、井上卓也<sup>1,3</sup>、

De Zoysa Menaka<sup>1</sup>、野田進<sup>1</sup>

Kyoto Univ.<sup>1</sup>、Osaka Gas<sup>2</sup>、K-CONNEX<sup>3</sup> ○M. Suemitsu<sup>1,2</sup>、T. Asano<sup>1</sup>、T. Inoue<sup>1,3</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リソニック結晶(PC)による光の状態制御と、量子構造や材料選択による電子の状態制御を組み合わせ、熱輻射を制御する研究を行ってきた<sup>1-3)</sup>。特に熱光発電応用に関しては、1100℃以上で動作する Si ロッド型 PC を作製し、全輻射の 60%以上を近赤外より短波の帯域に集中させることに成功している<sup>3)</sup>。また上記の制御手法に近接場効果を加えることで黒体輻射限界を超える狭帯域熱輻射伝達の検討も行っている<sup>4)</sup>。さらに、熱光発電の高効率化においては光源だけでなく受光素子の検討も重要であり、輻射制御を行ってもなお残る長波長の成分に対する高い反射率や、高い光電流密度に対処できる小さな直列抵抗など、通常の太陽電池とは異なる特性が要求される。今回、そのような太陽電池を設計・作製・評価したので報告する。

【設計・作製・評価】エネルギー利用効率向上の観点から、発電に寄与しない残存長波長成分を熱輻射光源に戻すことは重要である。そのような長波長成分はバンド間吸収は受けないが、透過損失および電極と基板との界面の合金化領域における吸収損失を受ける。よって表面側に面積の小さい p/n 電極を、裏面に合金化しない高反射率の銀ミラーを設けた Fig. 1, 2 のような構造を検討した。また、熱光発電の特長は高い発電密度にあり電流密度が高いため、直列抵抗を低減しつつ、かつ開口率を維持できるような電極構造とした。受光層は半絶縁性の InP 基板に成長させた In<sub>0.53</sub>Ga<sub>0.47</sub>As であり、そのバンドギャップは 0.73 eV (1.7 μm) である。今回作製した構造は受光面積が 8×10 mm、電極被覆率が 20%、電極厚みは 800 nm である。AM1.5 の模擬太陽光で発電特性を評価したところ、短絡電流が 40 mA/cm<sup>2</sup> と理論とほぼ一致した。入射角 5°で測定した受光部の反射率を Fig. 3 に示す。同図からバンドギャップ波長より長波長側の光を、1.7~10 μm という非常に広い帯域において、75%程度の高い反射率をもって反射し、光源に戻せることが分かる。この反射率は InP/Ag の反射率と表面電極の開口率でよく説明でき、開口率を大きくすることで更なる反射率の向上が可能である。測定された直列抵抗は 1.1 Ωcm<sup>2</sup> とまだ十分ではないが、電極の厚みを増すことで下げられる。バンド間遷移に由来する光吸収が 70%程度であったが、反射防止膜を受光面に形成することにより更に向上させられる。発電性能も含め詳細は当日報告する。

【文献】1) Menaka De Zoysa *et al.*, *Nat. Photonics*, **6**, 535-539 (2012), 2) T. Inoue *et al.*, *Nat. Mater.*, **13**, 9288-931 (2014), 3) T. Asano *et al.*, *Sci. Adv.*, **2**, 12, e1600499 (2016), 4) 井上、渡辺、浅野、野田 17' 春季応物 14p-F202-3.

【謝辞】本研究の一部は、科研費、CREST、スーパークラスターの援助を受けた。

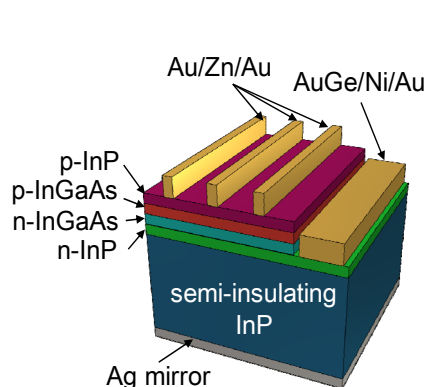


Fig. 1 A design of a photovoltaic cell.

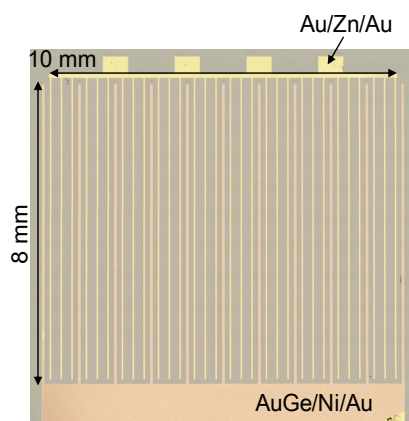


Fig. 2 A Photovoltaic cell that we fabricated.

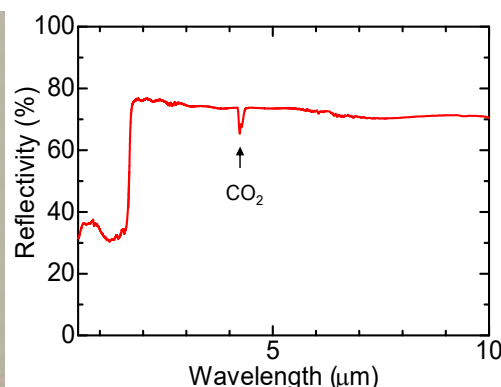


Fig. 3 Reflectivity of the photovoltaic cell.