

増感型熱利用発電における作用極フェルミ準位の影響

Fermi Level Dependence of a Working Electrode in a Sensitized Thermal Cell

東工大物質 〇松下 祥子, 菅原 星弥, 池田 拓未, 荒木 拓真, 関谷 颯人, 木幡 春輝,
磯部 敏宏, 中島 章

Tokyo Institute of Technology, °Sachiko Matsushita, Seiya Sugawara, Takumi Ikeda, Takuma Araki,
Hayato Sekiya, Haruki Kohata, Toshihiro Isobe, Akira Nakajima

E-mail: matsushita.s.ab@m.titech.ac.jp

【目的】増感型熱利用発電はフォノン励起電荷による電解質の酸化還元反応¹で発電する、新しいエネルギー変換の形態である²。色素増感型太陽電池における色素の光励起を半導体のフォノン励起に代えたものであり、半導体が電子輸送層に重なった作用極、対極、そして電解質の3層からなる構造を取る(Fig. a)。これまで、光でも熱でも励起できる半導体で増感型電池を作製すると光でも熱でも発電できること、そして必ず熱励起の方が開放電圧が小さくなることを報告してきた^{3,4}。我々はその原因は、光励起では擬フェルミ準位が、熱励起ではフェルミ準位が開放電圧を決定づけるからだとの仮説を立てた。今回、この仮説に対し、電子輸送層のドーパ量を変化させることで作用極全体のフェルミ準位を変え、開放電圧を測定することで、電極/電解質界面の状態を変えることなく検討した。

【実験方法】電子輸送層として n-Si のドーパ量の異なる3種類の基板 (HD: 1.5×10^{18} 個/cm³, MD: 2.0×10^{15} 個/cm³, LD: 1.5×10^{14} 個/cm³) を用い、その上に Cr, Ge を堆積したウェハーを作用極とした。対極は FTO 基板とし、電解質には Cu(I), Cu(II) in PEG600 を利用した。得られたセルを恒温槽内に設置し、室温・80°Cでの電気化学測定からその電池特性を評価した。

【結果】結果として、開放電圧は、作用極全体の抵抗ではなく、フェルミ準位と相関を持つことが示された(Fig. b)。作製法ふくめ詳細は既報に記し⁵、当日はさらなる解析について報告する。

【謝辞】三櫻工業(株)、トーニック(株)、大岡山分析支援センター

- 1 S. Matsushita, et al., *Mater. Horiz.* **2017**, 4, 649–656.
- 2 S. Matsushita, *SPIE Defense + Commercial Sensing* **2020**, 11387. (invited)
- 3 S. Matsushita, et al., *ACS Appl. Energy Mater.* **2019**, 2, 13–18.
- 4 Y. Inagawa, et al., *J. Phys. Chem. C* **2019**, 123, 12135–1214.
- 5 S. Matsushita, et al., *Chem. Letter.*, in press. (<https://www.journal.csj.jp/doi/abs/10.1246/cl.200322>).

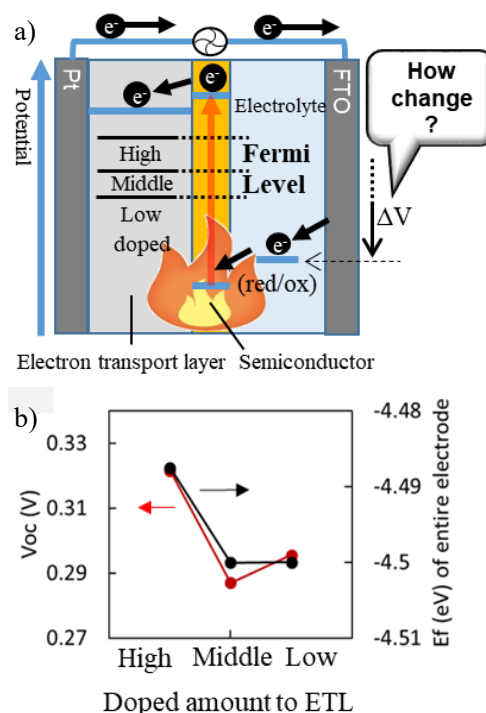


Fig. Schematic image of the sensitized thermal cell (a) and the measured Voc (red) and calculated Fermi level (black) of entire working electrode (c) using high-doped (green), middle-doped (red), and low-doped (blue) n-Si as electron transport materials.