

Ge 系増感型熱利用電池における酸化還元反応の in-situ 観察

In-situ observation of redox reactions in Ge sensitized thermal cells

東工大材料 〇(B) 樋田 圭晴, 磯部 敏宏, 中島 章, 松下 祥子

Tokyo Tech., 〇Yoshiharu Hida, Toshihiro Isobe, Akira Nakajima, Sachiko Matsushita

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

【緒言】増感型熱利用電池(STC)は、色素増感型太陽電池の原理を応用した熱電変換システムである[1][2]。本系は色素分子の光励起電荷を半導体の熱励起電荷に替え、電極/電解質界面での酸化還元反応を促進させることで発電するため、冷却部を必要とせず、簡易的な構造での使用が期待できる。現在、Ge 半導体と銅イオン電解液を組み合わせた STC において、80°Cでの発電および発電後の熱源放置による性能の回復が確認されている[3]。しかし、酸化還元反応を直接観察できた例はない。今回、発電時における銅イオンの色変化を利用し、酸化還元反応の直接観察を試みた。

【実験方法】ホウケイ酸ガラスキューベット (10×10×45 mm) の内側面に、エタノール洗浄を行った FTO 基板とフッ酸エッチングを行なった n-Si/Ge 基板をそれぞれ対面になるようにエポキシ樹脂により貼り付け、グローブボックス内に導入した。電解液は、溶媒である PEG1 g に対し銅イオン総量が 0.25 mmol、かつイオン組成比が $\text{Cu}^+:\text{Cu}^{2+}=1:1$ となるようグローブボックス内で作製し、キューベットに 2.5 mL 注入した。本セルをグローブボックス内のホットプレート上で 100°Cまで加熱した。n-Si/Ge 基板を作用極、FTO 基板を対極となるようにグローブボックス外のポテンショスタットに BNC 接続し、電流電圧特性および長期動作測定を行うと同時に電解液の様子を固定カメラで撮影した。その後、ImageJ の Gray value を用いて色変化を数値化した。

【結果と考察】100°C下では、10 μA の放電で 4.3 時間程度の発電が確認された。発電前(Before)、発電終了後(After)、発電後 24 時間の熱源放置後(After + 24 h)それぞれの画像について、電極間に沿って取得した Gray value(輝度)の差分に関するプロファイルを Fig. 1 に示す。輝度の増加量に関して、24 時間の熱源放置(Black)では位置による違いは見られないが、発電前後では Ge 表面に近づくほど小さく、FTO 表面に近づくほど増大した(Red)。PEG に溶解した状態では、Cu(I)イオンは無色、Cu(II)イオンは褐色であるという色特性から、Ge 電極/電解質界面での酸化反応が示唆された。

[1] S. Matsushita, *et. al.*, *Mater. Horiz.*, 2017, 4, 649-656.

[2] Y. Inagawa, *et. al.*, *J. Phys. Chem. C*, 2019, 123, 12135-12141

[3] S. Matsushita, *et. al.*, *J. Mater. Chem. A*, 2019, 7, 18249-18256

謝辞：文科省「マルチスコープ・エネルギー卓越人材」プログラム、三櫻工業(株)、トーニック(株)、東工大 Dlab, 東工大 OFC

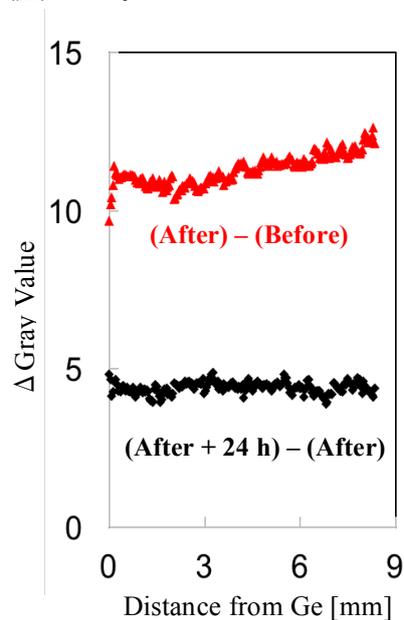


Fig. 1 Δ Gray value of electrolyte.