

CuFeS₂ を用いた増感型熱利用発電電池の検討Investigation of CuFeS₂-Sensitized Thermal Cells東工大材料[○] (B4) 関谷颯人, 磯部 敏宏, 中島 章, 松下 祥子Tokyo Tech.,[○] Hayato sekiya, Toshihiro Isobe, Akira Nakajima, Sachiko MatsushitaE-mail: matsushita.s.ab@m.titech.ac.jp

【緒言】我々は色素増感型太陽電池に学び、熱エネルギーを利用して電気を生み出す「増感型熱利用電池」を提案し検討を行っている。[1]本系は、色素増感型太陽電池における色素の光励起電荷の代わりに半導体の熱励起電荷を利用することで電解液内での酸化還元反応を引き起こしており、冷却部を用いることなく発電が可能であることを特徴としている。CuFeS₂ は希少元素を含まず、豊富に存在する元素を用いた材料であるのに加え、0.5eV~0.6eV という非常に狭いバンドギャップを持ち[2]水に対して安定であるといった優れた特徴を持っている。本研究ではこの CuFeS₂ を合成し、熱励起電荷による発電特性の検討を行った。

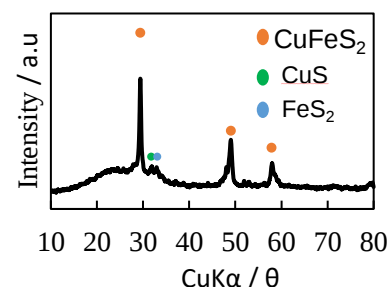
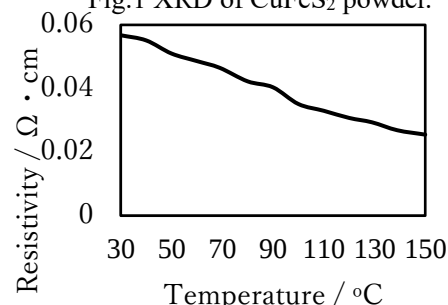
【実験方法】 CuFeS₂ 粉末の合成は以下の手順で行った。CuCl (富士フィルム和光純薬,99.9%,5.04mmol)、FeCl₃・6H₂O(富士フィルム和光純薬,99%,5.04mmol)、クエン酸(富士フィルム和光純薬,10.08mmol)、イオン交換水 (40ml) を混合し、1 時間、室温の条件でスターラーを用いて攪拌、その後(NH₄)₂S(SIGMA-ALORICH,20% in water,10.08mmol)を加え、180 度 10 時間の条件下で、水熱合成を用いて合成した。得られた溶液をろ過、乾燥させることで CuFeS₂ 粉末を得た。得られた CuFeS₂ 粉末を SEM で観察し、結晶相を XRD で確認した。CuFeS₂ 粉末に対して一軸加圧成型を行って成形体を作製し、抵抗率の温度依存性を 4 端子法で測定した。また熱安定性を DTA-TG を用いて測定し、バンドギャップを UV-Vis-NIR を用いて測定し、仕事関数を大気中光電子収量分光装置 AC-3(理研計器)で測定した。電気化学特性はポテンショスタットを用いて測定した。

【結果と考察】 SEM 観察より、CuFeS₂ の一次粒子径は約 50 nm であるとわかった。Fig.1, Fig.2 に XRD 測定の結果と、低効率の温度依存性測定の結果をそれぞれ示す。XRD スペクトル内には CuFeS₂ のピーク、および不純物として CuS、FeS₂ のピークが確認された。焼結体の抵抗率が負の温度依存性を示したことから、CuFeS₂ 粉体は半導体として扱ってよいことが分かった。また DTA-TG の結果から作製した粉体は 200 度付近まで安定であること、UV-Vis-NIR によるバンドギャップ測定からバンドギャップが約 0.44eV であることが分かった。本粉末の電気特性の詳細については発表にて報告する。

【謝辞】本研究を支援してくださっている、科研費 (萌芽) 25420707、トーニク株式会社に感謝いたします。

[1] S. Matsushita, A. Tsuruoka, E. Kobayashi, T. Isobe, and A. Nakajima, "Materials Horizons Redox reactions by thermally excited charge carriers: towards sensitized thermal cells †," pp. 649–656, 2017.

[2] I. G. Austin, C. H. L. Goodman, and A. E. Pengelly, "New Semiconductors with the Chalcopyrite Structure," vol. 103, no. 11, pp. 11–12, 1957.

Fig.1 XRD of CuFeS₂ powder.Fig.2 Temperature dependence of CuFeS₂ electric resistivity.