

ナノ電解法による有機イオンラジカル塩ナノ単結晶の作製と特性 (2)

Site-selective formation of organic ion radical nanocrystals using nanoscale electrocrystallization and their physical properties (2)

(島根大教育¹, 情報通信研究機構²) 岡田 俊哉^{1,2}, ○長谷川 裕之^{1,2}, 大友 明²

(Shimane Univ.¹, NICT²) Shun-ya Okada^{1,2}, ○Hiroyuki Hasegawa^{1,2}, Akira Otomo²

E-mail: hasegawa.hiroyuki@edu.shimane-u.ac.jp

ナノ・マイクロスケール領域における材料の配置技術の解決とデバイス作製法の開発を目的に、本研究では電気化学的手法によるナノ単結晶の作製を行ってきた。この「ナノ電解法」^{1,2}を利用することで、各種有機材料から成るナノ単結晶をギャップ部分に位置選択的に作製でき、ソース・ドレイン電極間をナノ単結晶で架橋したデバイス構造の作製が可能である。ナノ電解法は電気化学的に安定な多くの有機材料に展開可能で、電気化学反応の結果、絶縁体から半導体、金属的なバンドを持つ材料まで、多様な電子特性を有するナノ単結晶の作製が可能である。前回に続き、新しい有機イオンラジカル塩ナノ単結晶の構築を試みたので、その特性と共に報告する。

ナノ電解法にはこれまでと同様、専用の電解セル³ (図1) 及び 5 μm ギャップの白金電極基板を用いた。原料溶液をシリジフィルターを用いてセルに加え、振幅 0.5-7.5 V_{p-p} , 周波数 1-2 kHz の交流を用いて 1-60 分間電気分解を試みた。前回同様、出発原料にはドナーとして亜鉛フタロシアニン (Zn(Pc)), およびビス (エチレンジチオ) テトラチアフルバレン (BEDT-TTF) (図2) を用い、支持電解質にテトラブチルアンモニウムトリヨード ($TBA \cdot I_3$), 過塩素酸テトラブチルアンモニウム ($TBA \cdot ClO_4$) を用いた。BEDT-TTFを用いた電気分解では針状もしくは板状の微小結晶が得られた。

これらの結晶は交流条件で電極間に成長させた後、基板を洗浄・乾燥し、電気分解で用いた2つの電極をそれぞれソース、ドレイン電極として用いることが出来る。酸化膜付きシリコン基板のシリコン層をゲート電極とすることでトランジスタ構造を得ることも可能である。この構造を利用してナノ単結晶の電子特性を調べたところ、BEDT-TTF系のサンプルからは高導電性を示す結果が得られ、電気化学反応の結果、高導電性の分子結晶が形成されていることが示唆された。

これらのナノ単結晶形成の詳細、電子特性をはじめとする物性について報告する。

References

- [1] H. Hasegawa, *Nanoscale Electrocrystallization: Eco-Friendly and Site-Selective Nanofabrication of Organic Nanocrystals Based on Electrochemistry, 21st Century Nanoscience – A Handbook* (Editor: Klaus D. Sattler), Vol. 2: Design Strategies for Synthesis and Fabrication, Chapt. 19, CRC Press, Boca Raton, FL, 2019.
- [2] H. Hasegawa *et al.*, *Thin Solid Films*, 438-439, 352 (2003); H. Hasegawa *et al.*, *Electrochim. Acta*, 50, 3029 (2005); H. Hasegawa *et al.*, *Thin Solid Films*, 516, 2491 (2008); H. Hasegawa, *J. Mater. Chem. C*, 1, 7890 (2013); H. Hasegawa *et al.*, *J. Mater. Chem. C*, 1, 6416 (2013); H. Hasegawa, *Sci. Adv. Mater.*, 6, 1548 (2014); 応用物理学会 ('02秋, '04秋, '05秋, '07秋, '13秋, '14春, '14秋, '16春, '16秋, '17春, '17秋, '18春, '18秋, '19秋, '20春).
- [3] ナノワイヤ作製キット, 岩田硝子工業 (株), <http://www.iwataglass.com>



図1 : ナノ電解セル

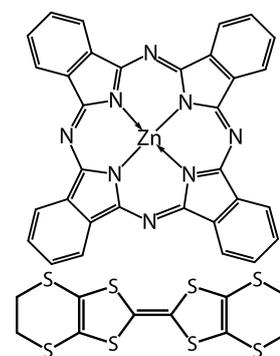


図2 : 亜鉛フタロシアニン (Zn(Pc))及びビス (エチレンジチオ) テトラチアフルバレン

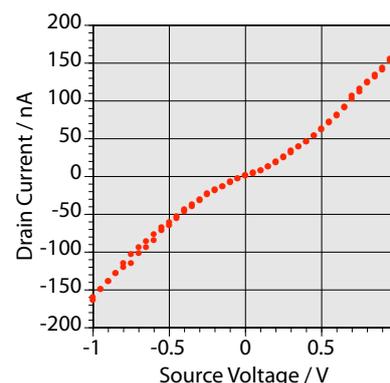


図3 : BEDT-TTF系イオンラジカルナノ単結晶の電子特性