

2023 年度年次報告書

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム

2022 年度採択研究代表者

西原 禎文

広島大学 大学院先進理工系科学研究科
教授

単分子誘電体ストレージクラスメモリの開発

研究成果の概要

研究代表者は既存の概念を覆し、単分子で強誘電体に特有の分極ヒステリシスを示す材料「単分子誘電体」の開発に成功した。「単分子誘電体」は、プレイスラー型ポリオキソメタレートと呼ばれる分子で観測された。籠型の分子骨格内には1つの金属イオンが包接されている一方、金属イオンの安定サイトは分子内の中心からずれた2箇所存在している。この分子に外部電場を印加すると安定包接サイト間でのイオン移動を誘起することができ、単一分子で強誘電体的な特性を示す。ここで、単分子誘電体を実装したメモリデバイスが不揮発性メモリとして駆動すれば、単分子誘電体メモリは既存の記録密度を超える超高密度記録素子としての応用が期待できる。そこで、「単分子誘電体」を実装した電界効果トランジスタ(FET)型メモリを作製した。一般的なFETはゲート電圧を印加した時のみ電導チャネルが生成し、これをソースドレイン間の電流として読み取ることでトランジスタ特性を示す。一方、ゲート電極の下に「単分子誘電体」を挟んだメモリでは、一度のゲート電圧印加によって生じた不揮発な分極が界面キャリアを保持し続ける為、不揮発性メモリとして機能する。実際、作製したデバイスにおいてメモリウィンドウの開窓が確認されたことから、このデバイスが不揮発性メモリとして駆動することを明らかにした。次いで、「単分子誘電体」メモリの実用化を見据え、実用化に適したデバイスプロセスの開発、およびメモリの集積化を目指した。当該年度は、材料改良およびメモリ性能の向上に取り組んだ。既に良好な結果が得られており、今後も更なる改良を進めていく予定である。以上の点より、当該年度は当初計画通りに研究項目を達成した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Near Room Temperature Transformations in Redox-Active and Superionic Conducting Ion-Plastic Crystals”, Y. Qian, L. Xu, Y. -M. Wang, S. Nishihara, K. Inoue, Y. Gao, X. -M. Ren, *Chem. Mater.*, 36(3), 1273–1278 (2024).
Supplementary Cover Picture
- 2) “Irreversible Structural Phase Transition in [(9-triptycylammonium)([18]crown-6)][Ni(dmit)2]: Origin and Effects on Electrical and Magnetic Properties”, J. Manabe, N. Sako, M. Ito, M. Fujibayashi, C. Kato, G. Cosquer, K. Inoue, K. Takahashi, T. Nakamura, T. Akutagawa, S. Shimono, H. Ishibashi, Y. Kubota, S. Nishihara, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 26(34), e202302303-1-10 (2023).
Front Cover Picture
- 3) “Redox Activity of IrIII Complexes with Multidentate Ligands Based on Dipyrrodo-annulated N-Heterocyclic Carbenes: Access to High Valent and High Spin State with Carbon Donors”, K. Nakanishi, L. I. Lugo-Fuentes, J. Manabe, R. Guo, S. Kikkawa, S. Yamazoe, K. Komaguchi, S. Kume, D. W. Szczepanik, M. Solà, J. O. C. Jimenez-Halla, S. Nishihara, K. Kubo, M. Nakamoto, Y. Yamamoto, T. Mizuta, R. Shang, *Chem. Eur. J.*, 29(63), e202302303-1-10 (2023).
- 4) “Crystallographic and dielectric studies of tetrahedral {NH₄@Fe₄} crystallized with halomethane molecules”, D. Matsumoto, C. Tanaka, M. Fujibayashi, S. Nishihara, K. Takahashi, T. Nakamura, T. Akutagawa, A. M.-. Suzuki, R. Tsunashima, *CrystEngComm.*, 25, 4793-4797 (2023).