

2023 年度年次報告書

未踏探索空間における革新的物質の開発

2022 年度採択研究代表者

田畑 仁

東京大学 大学院工学系研究科
教授

環境ゆらぎ援用革新的機能を有する酸化物材料の創製

主たる共同研究者:

小口 多美夫 (大阪大学 大学院基礎工学研究科 特任教授)

川山 巖 (京都大学 大学院エネルギー科学研究科 准教授)

関 宗俊 (東京大学 大学院工学系研究科 准教授)

研究成果の概要

2023 年度において実証グループは、未踏物質探査手段として、(1)マルテンサイト・エ技術を用いた強誘電体薄膜の作製を実施し、多能性中間膜(Hf, Zr)O₂を用いたマルテンサイト・エ技術とスピコート法を用いて、ペロプスカイト型強誘電体 Pb(Zr, Ti)O₃ のエピタキシャル薄膜を作製した。成膜条件を最適化することにより、スパッタリングやパルスレーザー堆積法(PLD 法)で作製した薄膜では発現しない抵抗スイッチングやメモリスタ特性が現れることを見出した¹⁾。また、これらの特性が膜中に含まれる酸素欠損のダイナミクスに基づいたモデルによって説明できることを示した。また(2)スピネル型鉄酸化物薄膜を PLD 法によって作製した後、エピタキシャル薄膜を大気中でアニールすることにより、高品質かつ通常不安定な γ -Fe₂O₃ フェリ磁性絶縁体の薄膜を得ることに成功し、室温でスピン伝搬を確認した²⁾。

評価・計測グループでは、主に(1)高速・高感度 THz 分光イメージングシステムの基盤構築、音響光学変調器と BoxKerr 積分器を用いた新規 THz 検出システムを構築し、40MHz 高速計測を達成した³⁾。さらに(2)ガーネット単結晶を用いた高帯域 THz 分光計測を行い、従来法の FT-IR 等では十分測定できない 1~6THz 領域で光学フォノンモードを明瞭に観測した。理論計算グループでは、多階層連結シミュレーションにより Ti をドーブした鉄スピネル系におけるスピン凍結温度を評価し Ti ドープ量の最適化を行った。転移構造を有する鉄ガーネット系スーパーセルを用いて傾斜格子歪のモデルを構築した⁴⁾。結晶構造の類似性をマップする次元削減ツールを開発した。ガーネット系に対するフォノン計算を実行し、THz 実験の赤外活性モードの解釈を行った。XMCD 及び XAS の解釈のため、コア正孔を考慮した Δ SCF 計算コードの開発を行った。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Z. Liao, S. Tang, Md S. Sarker, H. Yamahara, M. Seki, H. Tabata, Topologically Defective Lattice Potential-Based Gain-Dissipative Ising Annealer with Large Noise Margin, *Adv. Phys. Res.* 2400035
- 2) Michael Wais, Filchito Renee G. Bagsican, Natsumi Komatsu, Weilu Gao, Kazunori Serita, Hironaru Murakami, Karsten Held, Iwao Kawayama, Junichiro Kono, Marco Battiato, and Masayoshi Tonouchi, Transition from Diffusive to Superdiffusive Transport in Carbon Nanotube Networks via Nematic Order Control, *Nano Letters* 2023 23 (10), 4448-4455
- 3) T. Oguchi, Crystal structure map for classification and modeling, *Science and Technology of Advanced Materials: Methods*, (2024) *in press*.