

原子・分子の自在配列と特性・機能
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

河底 秀幸

東北大学 大学院理学研究科
助教

局所原子配列の熱的制御による酸化物相変化メモリ開発

研究成果の概要

本研究では、ペロブスカイト層と岩塩層の交互積層構造を有する層状ニッケル酸化物を活用し、局所原子配列の熱的制御という新しい原理に基づいた相変化メモリの開発を目的とする。

昨年度に引き続き、今年度は、上記の層状ニッケル酸化物の多結晶バルク試料を用い、結晶相のアニール温度依存性の解明を進めた。その結果、岩塩層のすべてのカチオン原子の配列が秩序・無秩序となる2種類の結晶相(完全秩序相・完全無秩序相)に加え、岩塩層のカチオン配列の秩序・無秩序状態が混在する、部分秩序相と部分無秩序相という2種類の結晶相の存在も明らかにした。また、これら4種類の結晶相については、100–600 °Cの範囲で、アニール温度を高めるにつれて、秩序度の低下する順番(完全秩序相、部分秩序相、部分無秩序相、完全無秩序相)で系統的に変化することが分かった。さらにアニール温度を高めると、700–900 °Cの範囲では、ダブルペロブスカイト型の結晶構造(立方晶相)が得られ、950–1100 °Cの範囲では、部分秩序相を経て、完全秩序相に変化することがわかった。

そして、秩序相(完全秩序相・部分秩序相)の室温の電気抵抗率は $5.5 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ と低く、600 °C でアニールすると、無秩序相(部分無秩序相・完全無秩序相)に変化し、室温の電気抵抗率、 $2.0 \times 10^0 \Omega\text{cm}$ と約 10^2 倍増大した。さらに、無秩序相を、950 °C でアニールすると秩序相に戻った。そして、秩序相を 800 °C でアニールすると、立方晶相に変化し、室温の電気抵抗率は $1.4 \times 10^7 \Omega\text{cm}$ と約 10^9 倍増大した。また、立方晶相も、950 °C でアニールすると秩序相に戻った。これらの結果は、秩序相・無秩序相・立方晶相が熱的にスイッチングできることを意味する。なお、こうした電気伝導性の巨大変調を伴う結晶相の熱的スイッチングは、酸化物初の報告である。