

層状ルテニウム系銅酸化物超伝導体の単結晶合成の現状

Present Status of Single Crystal Growth of Rutheno-Cuprate Superconductors

宇都宮大工¹, NIMS², °八巻 和宏¹, 茂筑 高士², 松下 能孝², 北村 通英¹, 入江 晃亘¹

Utsunomiya Univ.¹, NIMS², °Kazuhiro Yamaki¹, Takashi Mochiku², Yoshitaka Matsushita²,

Michihide Kitamura¹, Akinobu Irie¹

E-mail: kyamaki@cc.utsunomiya-u.ac.jp

層状ルテニウム系銅酸化物超伝導体 $\text{RESr}_2\text{RuCu}_2\text{O}_{8-\delta}$ (RuRE-1212) と $(\text{RE}, \text{Ce})_2\text{Sr}_2\text{RuCu}_2\text{O}_{10-\delta}$ (RuRE-1222) ($\text{RE} = \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}$) に関して異方的な結晶構造に起因する固有ジョセフソン接合特性, 磁性 RuO_2 層に起因する新奇超伝導特性への関心から研究を進めてきた. この系の巨視的な超伝導に関しては相分離による外因的な現象とする見解もあるが, 我々のグループは一辺 $100\ \mu\text{m}$ 大の RuGd-1212 立方体単結晶の合成に成功し, その X 線単結晶構造解析の結果, CuO_2 面への Ru の汚染がこの系の超伝導に強く影響することを明らかにした[1]. 適切な条件で合成したバルク単結晶は超伝導を示すため, この系の超伝導はあくまでバルク的な特性であると考えている. その一方で我々の合成した RuRE-1212 単結晶試料では, Cu が磁気秩序を担う Ru サイトを置換し, RuO_2 層の強磁性的な磁気秩序が損なわれ, π 接合の形成が困難であることを示唆している. この結果はプラチナるつぼを用いた自己フラックス法により合成した単結晶を用いた先行研究の伝導特性評価とも一致する[2].

RuRE-1222 においては, 自己フラックス法による一辺 $100\ \mu\text{m}$ 大の板状結晶の成長に成功した. しかし単結晶は前駆体から副生成物として端部に極微量に析出するのみで, 現在, 単結晶試料を用いた磁化測定すら満足にできていない. 一方で Cu の Ru サイトへの置換は X 線単結晶構造解析において確認されていないため[3], π 接合形成への期待は大きい. 我々のグループで開発した部分溶融法[4]を RuRE-1222 系に適用することで, 最近, 主生成物を RuRE-1222 とした板状単結晶の合成に成功しつつある. 単結晶粒は板状形状で一辺 $100\ \mu\text{m}$ 大と自己フラックス法で得られた結果と遜色ない.

講演では, これまでの層状ルテニウム系銅酸化物超伝導体の単結晶合成に関して概観する. RuRE-1212 系と RuRE-1222 系の単結晶が立方体形状, 板状形状でそれぞれ得られ, 構造の違いに起因した特性の差異を検討している. また, RuRE-1222 相から RuRE-1212 相への分解といった現象も新たに確認した. 更に, 類型化合物である 123 系 $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 等との比較を行うことで, 層状ルテニウム系銅酸化物の特徴を考察する.

[1] K. Yamaki, T. Mochiku, S. Funahashi, Y. Bamba, M. Kitamura, Y. Matsushita, and A. Irie, Appl. Phys. Express **11** (2018) 113101.

[2] T. Nachtrab, D. Koelle, R. Kleiner, C. Bernhard, C. T. Lin, Phys. Rev. Lett. **59** (2004) 117001.

[3] K. Yamaki, T. Mochiku, Y. Matsushita, M. Kitamura, A. Irie, Physica C **562** (2019) 25-31.

[4] K. Yamaki, Y. Bamba, A. Irie, Jpn. J. Appl. Phys. **57** (2018) 033101.