

ルテニウム系銅酸化物 RuRE-1212 系単結晶における 希土類サイトへの Dy, Tb 部分置換

Partial Substitution of Dy or Tb at Rare-Earth Site in Rutheno-Cuprate

RuRE-1212 Single Crystals

宇都宮大工¹, NIMS², 北川尚樹¹, °八巻和宏¹, 茂筑高士², 入江晃亘¹

Utsunomiya Univ.¹, NIMS², Naoki Kitagawa¹, °Kazuhiro Yamaki¹, Takashi Mochiku², Akinobu Irie¹

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

我々のグループでは部分熔融によるルテニウム系銅酸化物単結晶の合成とその特性評価に取り組んでいる。最近 $\text{RESr}_2\text{RuCu}_2\text{O}_{8-\delta}$ (RuRE-1212, RE は希土類元素) と $(\text{RE}, \text{Ce})_2\text{Sr}_2\text{RuCu}_2\text{O}_{10-\delta}$ (RuRE-1222) という 2 つの酸化物で 100 μm 大の単結晶 (RE = Gd, Eu) の合成に成功した[1]。しかしながら、合成条件を最適化しても RuRE-1212 系の超伝導転移温度は多結晶よりも低い 30 K 程度に留まっている[2]。X 線単結晶構造解析の結果は我々の合成した単結晶が Cu の Ru サイトへの部分置換を示唆している。超伝導転移温度の低下は Sr サイトへの希土類置換に起因すると考えているが、原因はまだ分かっていない。多結晶試料を用いた先行研究では、Gd サイトに Dy を部分置換することで超伝導転移温度の上昇が報告されている[3]。そこで本研究では、RuGd-1212 と RuEu-1212 の単結晶における希土類サイトへの Dy と Tb の添加効果を調べている。

試料の合成には部分熔融法を用い、例えば Eu サイトに Tb を 40% 置換する際には、Eu : Sr : Cu = 1 : 2 : 3 の $\text{Eu}_{0.3}\text{Sr}_{0.6}\text{Cu}_{0.9}\text{O}_x$ ソルベントを $\text{Eu}_{0.42}\text{Tb}_{0.28}\text{Sr}_{1.4}\text{Ru}_{0.7}\text{Cu}_{1.4}\text{O}_y$ 結晶想定部と合わせ、総量 $\text{Eu}_{0.72}\text{Tb}_{0.28}\text{Sr}_2\text{Ru}_{0.7}\text{Cu}_{2.3}\text{O}_{y+x}$ の前駆体を準備した。この前駆体を 2 度、仮焼成し、その後、2 段階の温度プロセスを伴う本焼成を実施した。図 1 に我々が合成した Eu サイトに Tb を置換した RuEu-1212 単結晶の SEM 写真を示す。部分熔融を用いることで、一辺が 100 μm 大の単結晶合成に成功した。EDS 分析の結果は $\text{Eu}_{0.91}\text{Tb}_{0.08}\text{Sr}_{2.13}\text{Ru}_{1.04}\text{Cu}_{1.84}\text{O}_z$ と、Tb は固溶している可能性があるものの、仕込み値に比べかなり低く、Eu サイトに置換しているかに関しては今後の更なる検証が必要である。Dy 置換に関しては、RuEu-1212 系の場合、伝導特性は悪化し単結晶の成長も阻害された結果が得られている。現在、Dy または Tb を置換した RuGd-1212 系単結晶に関しても合成を進めており、置換量の差異や伝導特性に与える影響などを今後検証していく。

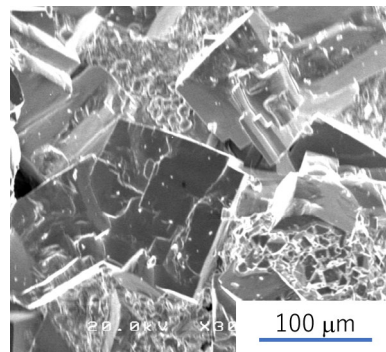


Fig.1 SEM image of Tb-substituted RuEu-1212 single crystals prepared by partial melting.

- [1] K. Yamaki, T. Mochiku, Y. Matsushita, M. Kitamura, A. Irie, *Physica C* **562** (2019) 25.
- [2] S. Funahashi, T. Mochiku, Y. Matsushita, Y. Bamba, K. Tezuka, M. Kitamura, K. Yamaki, A. Irie, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) 073002.
- [3] E. McCrone, J. L. Tallon, J. R. Cooper, A. C. MacLaughlin, J. P. Attfield, C. Bernhard, *Phys. Rev. B* **68** (2003) 064514.