

部分熔融による RuGd-1212 単結晶の合成と超伝導特性の向上

Synthesis and Improvement of Superconducting Properties of RuGd-1212 Single Crystals

宇都宮大工¹, NIMS² 船橋周悟¹, 番場幸大¹, 茂筑高士², 松下能孝², 手塚慶太郎¹,
北村通英¹, [○]八巻和宏¹, 入江晃亘¹

Utsunomiya Univ.¹, NIMS², Shugo Funahashi¹, Yoshihiro Bamba¹, Takashi Mochiku²,
Yoshitaka Matsushita², Keitaro Tezuka¹, Michihide Kitamura¹, [○]Kazuhiro Yamaki¹, Akinobu Irie¹

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

ルテニウム系銅酸化物 $\text{GdSr}_2\text{RuCu}_2\text{O}_{8.8}$ (RuGd-1212)は、超伝導と磁気秩序が同時に共存する磁性超伝導体として知られている[1]. この物質は磁性を担う Ru と超伝導層を形成する CuO_2 面との間の相互作用が極めて弱く、結晶構造が磁性層と超伝導層の交互積層からなる超格子構造を取っており、本質的にアンダードープの異方性の強い超伝導であると考えられている. その一方、実験グループ間の物性値の差異は大きく、この系の磁気秩序と超伝導性には未だ不明瞭な点が残る.

そこで我々のグループでは、Sr-Gd-Cu-O 系フラックスを用いた部分熔融によって、この系の常圧下での結晶成長に取り組んでいる. 1 辺 $100 \mu\text{m}$ 大の単結晶が合成可能になったことで、この系の物性が徐々にではあるものの、評価できるようになってきた. 最近では、部分熔融で合成した単結晶を構造解析することで、ブロック層の Sr サイトへの磁性 Gd の置換がこの系の超伝導の消失に寄与する可能性があることを明らかにした[2]. しかしながら、部分熔融により常圧下で合成した RuGd-1212 単結晶の転移温度 $T_{\text{c-onset}}$ は 21 K 程度と多くの先行研究に比べ低い. そこで現在、合成条件の最適化による超伝導特性の向上に取り組んでいる.

図 1 に最近合成に成功した $T_{\text{c-onset}} = 30 \text{ K}$ の RuGd-1212 単結晶からなる塊(a)とこれまでに得られた試料(b)の抵抗の温度依存性を示す. 転移温度が従来よりも高く、転移幅も、RuGd-1212 系としては幾分か狭くなっており、超伝導特性が向上している. また単結晶塊から取り出した単結晶片片において、これまでよりも大きな ab 面内臨界電流値の観測にも成功している. 超伝導発現の有無及び特性は、同じ合成条件で作製しても、ばらつきがある. そこで現在、超伝導発現因子を決定するため、単結晶試料による構造解析、磁化測定、強結合近似による状態密度計算などの手法を用いて評価を進めている.

[1] T. Nachtrab, C. Bernhard, C. T. Lin, D. Koelle, R. Kleiner, C.R. Phys. 7 (2006) pp.68-85.

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

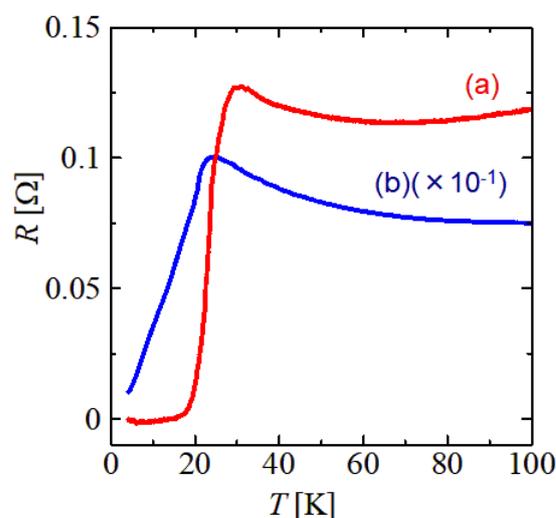


Fig.1 R - T characteristics for lumps of RuGd-1212 single crystals.