

CaRuO₃ 超薄膜で見られる異常サイズ効果のエンハンス条件 (II)

Enhancement condition of extraordinary size effect on CaRuO₃ ultrathin films (II)

北大工, 北大触研¹ ○迫田 将仁, 下田修平¹

Hokkaido Univ., [○]Masahito Sakoda, Shuhei Shimoda

E-mail: sakodam@eng.hokudai.ac.jp

我々は膜厚に依存する 25 Å の周期的な金属-絶縁体転移を CaRuO₃ 超薄膜において発見した¹。量子井戸に起因するサイズ効果^{2,3}と比べて、低温では数十億倍も変化率が高い。しかし、CaRuO₃ 超薄膜のサイズ効果で現れる電気抵抗率の極大値は膜厚によって $\rho \sim 10^{-3}$ – 10^5 Ω cm と違いが見られており、絶縁化のエンハンス条件は不明であった。前回の発表では、母材となるカルシウムとルテニウムの供給比率を変えて CaRuO₃ 超薄膜を作製し、成膜条件の違いに対してサイズ効果の振る舞いを比較した。カルシウム供給量が多い Ca/Ru = 1.6 の条件で作製した CaRuO₃ 超薄膜は、サイズ効果の絶縁化が $\rho \sim 10^3$ Ω cm (4 K) までエンハンスされることを見出した。

今回は、走査透過電子顕微鏡 (STEM) を用いて、明らかにした断面構造の詳細を発表する⁴。Figure 1 は CaRuO₃ の基板界面における STEM 断面図である。基板界面の近傍において RuO₆ 八面体の傾きは大きい、9 層目から傾きが小さくなった。バルクの報告と比較して傾きが小さく CaRuO₃ の体積が大きいことを示す。CaRuO₃ が量子臨界近傍にあることから^{5,6}、より体積の大きな Mott 絶縁相に近い作製条件で、サイズ効果が大きくエンハンスされることを明らかにした。

1) M. Sakoda et al., Phys. Rev. B **104**, 195420 (2021). 2) V. B. Sandomirskii, Sov. Phys. JETP **25**, 101 (1967). 3) Y. F. Ogrin, et al., Sov. Phys. JETP **26**, 714 (1968). 4) M. Sakoda et al., Adv. Electron. Mater. **9**, 2201312 (2023). 5) G. Cao et al., Solid State Commun. **148**, 305-309 (2008). 6) M. Sakoda and K. Shinya, J. Phys. Soc. Jpn. **92**, 064601 (2023).

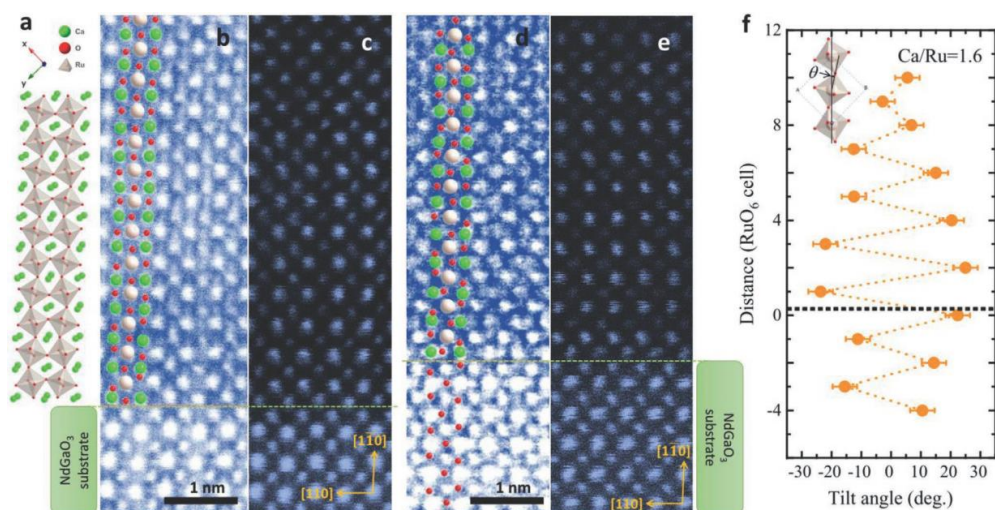


Figure 1. STEM images. a) Schematic of CRO crystal structure. b–e) STEM imaging of CRO grown at Ca/Ru = 1.2 and 1.6, respectively. b,d) and c,e) Intensity-inversed ABF and HAADF-STEM images, respectively. Crystal direction and scale are unified. Horizontal green line shows the interface between the Ca-site in CRO and the Ga-site in the NGO substrate.