

# 固相エピタキシャル成長法による常圧成長 $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$ 薄膜の伝導特性

## Transport Properties of $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$ Thin Films

Grown by Solid-Phase Epitaxy in Atmospheric Pressure

北大院情報 〇(M1)安田 将太, 福地 厚, 有田 正志, 高橋 庸夫

Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido Univ.,

〇Shota Yasuta, Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Masashi Arita and Yasuo Takahashi

E-mail: yasuta-shota@eis.hokudai.ac.jp

層状ペロブスカイト酸化物  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  は 357 K 付近において Mott 転移と呼ばれる Ru の 4d 電子に起因する金属絶縁体転移を示す。また  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  は電場や圧力を印加することでも金属絶縁体転移を誘起可能である事が報告されており [1]、この金属絶縁体転移を用いた従来と異なる原理を持つ抵抗変化メモリや圧力センサ等の新規デバイスへの応用が期待されている。 $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  をデバイスの材料として使用するにあたり、過去には真空製膜法であるパルスレーザー堆積(Pulsed Laser Deposition: PLD)法によるエピタキシャル薄膜の作製が試みられてきた。しかし  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  においては Ru の揮発性が高く、またエピタキシャル薄膜の作製には 1000°C 以上の高温が必要とされることから、真空下での PLD 製膜では Ru 欠陥が容易に形成される事が知られており、Ru 欠陥の形成が膜の伝導特性に重要な影響を及ぼす事が懸念される。そこで我々は従来の PLD 法に代わる薄膜作製法として固相エピタキシャル成長法 [2] に着目した。この手法は膜成長を非真空下で行うことが可能であるため、Ru 欠陥の発生を抑制できると考えられる。本研究では大気圧下での固相エピタキシャル成長法により  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  薄膜を作製し、その伝導特性の評価を行った。

試料の作製には  $\text{LaAlO}_3$  (001) 基板を使用し、始めに PLD 法によって前駆体となるアモルファス  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  膜を基板上に室温で堆積させ、その後赤外線加熱炉を用いて大気中で 1200°C、1 時間のアニールを行う事で、 $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  のエピタキシャル薄膜を作製した。

固相エピタキシャル成長法を用いて作製した試料の X 線回折パターンを Fig. 1 に示す。アニール処理を施した薄膜において [001] 配向した明瞭な  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  のピークが観測されており、固相エピタキシャル成長法を用いる事で結晶性の高い  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  薄膜を簡便に作製できることが分かった。固相エピタキシャル成長法により作製した  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  薄膜の抵抗率の温度依存性を Fig. 2 に示す。膜厚 100 nm の膜では半導体的な特性が得られたのに対し、50 nm の膜では一桁以上低い抵抗率が観測されており、膜厚の低減によるエピタキシャル応力の影響が示唆される。また作製した  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  薄膜では、PLD 法により真空製膜した  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  と比べて明確に低い電気抵抗が得られており、Ru 欠陥量の低減により、 $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  エピタキシャル薄膜の特性をより本質的に評価する事が可能になったと考えられる。

[1] F. Nakamura *et al.*, *Sci. Rep.* **3**, 2536 (2013)

[2] H. Ohta *et al.*, *Adv. Funct. Mater.* **13**, 139 (2003)

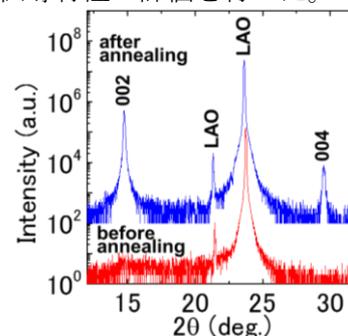


Fig. 1 X-ray diffraction patterns of  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  films before and after post-annealing

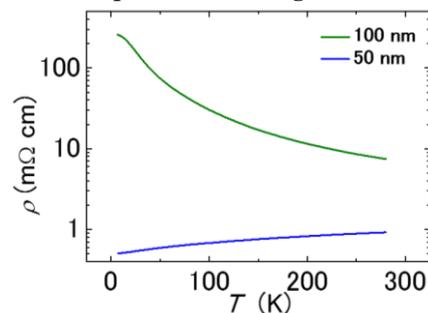


Fig. 2 Temperature dependence of resistivity for  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  films with different thickness grown by solid-phase epitaxy