

Ca₂RuO₄ 薄膜が示す電流誘起転移型の非線形伝導現象に対する 基板エピタキシャル応力の影響

Effects of Epitaxial Strain on Nonlinear Transport Properties in Ca₂RuO₄ Thin Films with a Current-Driven Metal-Insulator Transition

北大院情報¹, 東工大元素 MDX セ²

○樫 啓司¹, 福地 厚¹, 有田 正志¹, 片瀬 貴義², 神谷 利夫², 高橋 庸夫¹

Graduate School of IST, Hokkaido Univ.¹, MDX ES, Tokyo Tech.²

○Keiji Tsubaki¹, Atsushi Tsurumaki-Fukuchi¹, Masashi Arita¹, Takayoshi Katase², Toshio Kamiya²,
and Yasuo Takahashi¹

E-mail: tsubaki_guitar48@eis.hokudai.ac.jp

金属絶縁体転移を示す強相関電子系物質に対して、2 端子電極を形成して電流-電圧測定を行った場合には、負性微分抵抗特性や抵抗スイッチングなどの非線形伝導現象が発現し得ることが知られている。近年それらの量子相転移由来の非線形伝導現象を人工知能素子の基礎原理として応用する試みが急速に活発化しており、素子応用の実現に向けて、伝導特性の精密制御法の開拓が強く求められている。層状ペロブスカイト Ca₂RuO₄ は、その金属絶縁体転移を温度・圧力だけでなく物質内の電流密度変化によっても誘起可能である事が報告されている強相関物質である。電氣的制御パラメータによる転移が可能な Ca₂RuO₄ では、ジュール熱による温度誘起転移を基に非線形伝導特性を得る他の強相関物質と比べて、その非線形伝導現象に関して高い特性制御性が実現できる可能性は高く、またその転移の発現には結晶格子変形の強い影響が指摘されているため、エピタキシャル薄膜化した場合には基板応力も非線形伝導特性の制御パラメータとして利用可能となる事が期待される。これらの背景を基に本研究では、LaAlO₃ (001)等の 8 種類の単結晶基板を用いて、固相エピタキシャル成長(SPE)法による Ca₂RuO₄ のエピタキシャル薄膜成長を行い、その結晶構造と伝導特性に基板応力が与える影響を評価した。

使用した基板のうち、LaAlO₃ (001)、NdGaO₃ (110)、NdCaAlO₄ (100)では Ca₂RuO₄ のほぼ単相でのエピタキシャル成長が観測され、Ca₂RuO₄ (100 nm)/LaAlO₃ (001)薄膜ではエピタキシャル応力による Ca₂RuO₄ 結晶格子の *c* 軸伸長、Ca₂RuO₄ (100 nm)/NdCaAlO₄ (100)薄膜では Ca₂RuO₄ 格子の *c* 軸圧縮が実現されることが明らかとなった(図 1)。作製した薄膜の電流-電圧測定においては、Ca₂RuO₄/LaAlO₃ (001)では明瞭な負性微分抵抗特性が発生したのに対し、Ca₂RuO₄/NdCaAlO₄ (100)ではほぼ線形な伝導特性のみが観測され、Ca₂RuO₄ 薄膜における非線形伝導現象には基板応力が明確な影響を与える事が示された。

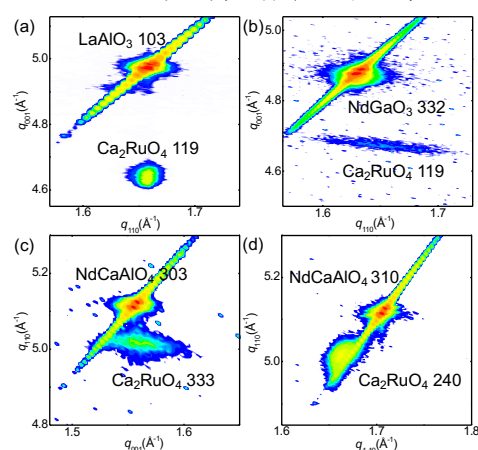


Fig. 1. Reciprocal space maps for SPE-grown epitaxial thin films of (a) Ca₂RuO₄/LaAlO₃ (001), (b) Ca₂RuO₄/NdGaO₃ (110), and (c,d) Ca₂RuO₄/NdCaAlO₄ (100), obtained from X-ray diffraction measurements.