

Ca₂RuO₄ エピタキシャル薄膜における 電流誘起非線形伝導現象の高速化

High speed resistive switching in Ca₂RuO₄ thin films
driven by the current-induced metal-insulator transition

北大院情報¹, 東工大フロンティア²

○(DC) 椿 啓司¹, 福地 厚¹, 高橋 庸夫¹, 片瀬 貴義², 神谷 利夫², 有田 正志¹

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

○Keiji Tsubaki¹, Atsushi Tsurumaki-Fukuchi¹,

Yasuo Takahashi¹, Takayoshi Katase², Toshio Kamiya², and Masashi Arita¹

E-mail: k.tsubaki@frontier.hokudai.ac.jp

強相関電子系材料の電子素子応用に向けて、電流誘起型の絶縁体-金属転移(非線形伝導現象)を示す物質への注目が近年高まっている。層状ペロブスカイト酸化物 Ca₂RuO₄ (CRO)はその代表的な物質であり、特にそのエピタキシャル薄膜においても電流誘起による絶縁体-金属転移が実現されている事から[1]、モット・メモリはじめとする量子相転移型デバイスの有望な応用材料となる事が期待されている。本研究では CRO 薄膜が示す電流誘起転移現象の抵抗変化デバイスとしての応用可能性を評価するため、パルス電圧を用いた高速電流-電圧(I - V)測定を実施した。

本研究では固相エピタキシャル成長法を基に、CRO(30 nm)/LaAlO₃ (LAO) (001)単結晶エピタキシャル薄膜を作製し[1]、Pt 面内 2 端子電極(Fig.1 (a))を用いたパルス I - V 測定を実施した。三角波パルス電圧印加による測定結果(Fig. 1(b))が示す通り、この CRO 薄膜の I - V 特性は印加電圧強度 (V_{\max})の増加とともに大きく非線形化し、 $V_{\max} > 4$ V において非線形伝導現象に伴う明瞭な抵抗減少が観測された。さらに V_{\max} を 9 V 以上に上昇させた場合には、急峻な抵抗変化を伴うスイッチング挙動が発現する事が明らかとなった(Fig.1 (b))。また矩形波電圧パルスによる測定から、この急峻スイッチングの転移時間は 150 ns である事が示された(Fig.1 (c))。興味深い事にこの 150 ns という転移時間は、CRO のバルク単結晶において報告されている転移時間の約 10^5 分の 1 である。この事は、電流誘起型転移においては試料内の電流密度やエピタキシャル歪を基に、転移速度の

大幅な制御・高速化が可能であることを示唆しており、実用的モット型電子デバイスの開発に向けて重要な知見を得る事に成功した。

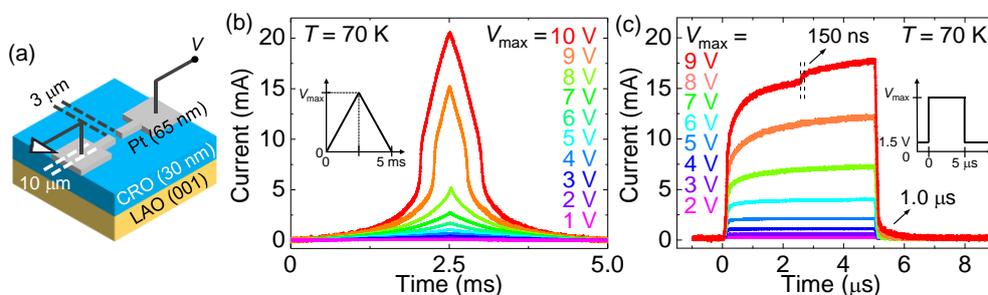


Fig. 1. (a) Schematic illustration of the electrode configurations used for the pulsed I - V measurements. Pulsed I - V characteristics for a CRO(30 nm)/LAO thin film measured by (b) triangular-wave voltages with V_{\max} of 1–10 V and a duration time of 5 ms and (c) square-wave voltages with V_{\max} of 2–9 V and a duration time of 5 μs.

[1] A. Tsurumaki-Fukuchi, *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **12**, 28368–28374 (2020).