

電界効果による SrVO<sub>3</sub> 二重量子井戸構造の伝導制御Conduction control of SrVO<sub>3</sub> double quantum well structures by field-effect東大院工<sup>1</sup>, 理研 CEMS<sup>2</sup>, 金沢大<sup>3</sup>, 東大東京カレッジ<sup>4</sup>○高原規行<sup>1,2</sup>, 高橋圭<sup>2,3</sup>, 十倉好紀<sup>1,2,4</sup>, 川崎雅司<sup>1,2</sup>Dept. of Appl. Phys., Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, RIKEN CEMS<sup>2</sup>, Kanazawa Univ.<sup>3</sup>, Tokyo College, Univ. of Tokyo<sup>4</sup>, ○Noriyuki Takahara<sup>1,2</sup>, Kei S. Takahashi<sup>2,3</sup>, Yoshinori Tokura<sup>1,2,4</sup>, Masashi Kawasaki<sup>1,2</sup>

E-mail: takahara@kwsk.t.u-tokyo.ac.jp

【背景】SrVO<sub>3</sub>(SVO)は典型的な強相関金属である。これまでの研究で、SVOの超薄膜化による電子の閉じ込め効果で二次元 Mott 絶縁体に転移し[1]、その二次元 Mott 絶縁体は La 置換による電子ドーピングで絶縁体から金属へと転移することを明らかにしてきた [2,3]。また SVO の二重量子井戸構造において、量子井戸間の共鳴トンネル効果による波動関数の混成に由来した絶縁体-金属転移が ARPES により観察されており興味深い[4]。本研究では、SVO 二重量子井戸を SrTiO<sub>3</sub>(STO)基板上に作製し、電界効果による伝導制御を試みた。共鳴トンネル効果で混成した波動関数が二重量子井戸全体に広がった金属の状態に対して、バックゲート電圧印加により2つの量子井戸の量子準位をずらすことで各量子井戸に電子が閉じ込められた状態(Mott 絶縁体)への転移を期待した。

【実験と結果】ガスソース分子線エピタキシー法により SVO 二重量子井戸構造 STO(5 u.c.)/SVO(5 u.c.)/STO(2 u.c.)/SVO(2 u.c.)/STO(5 u.c.)を STO(001)基板上に作製した(以下では V5T2V2 と略記)。

図 1(a)に V5T2V2 のシート伝導度の温度依存性を、SVO 単一量子井戸と併せて示した。SVO(5 u.c.)は絶縁体であるのに対して、二重量子井戸では波動関数の混成により実効膜厚が増大することで伝導度が SVO(7 u.c.)の伝導度に近い値へ増大している。図 1(b)に V5T2V2 におけるシート伝導度

$G$  のバックゲート電圧依存性を示した。興味深いことに、電圧を正と負どちらに印加しても伝導度が減少する特徴的なふるまいが観察された。単一量子井戸では電界効果キャリアドーピングによる伝導度の単調な増減しか観察されないのとは極めて対照的である(図 1(c))。これは共鳴トンネル効果で二重量子井戸全体に波動関数が広がった状態に対して、電圧印加により各量子井戸の量子準位をずらすことで波動関数の重なりが減少し各量子井戸に電子が閉じ込められた状態(Mott 絶縁体)に近づいた結果、伝導度が減少したことを示唆している。

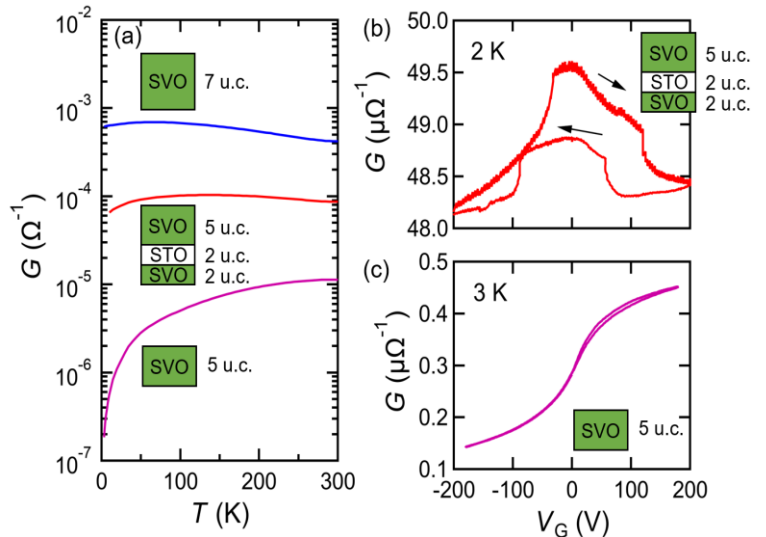


Fig. 1(a) Temperature dependence of sheet conductance for single quantum wells of SVO (5 and 7 u.c.) and double quantum well (V5T2V2). (b, c) Back-gate voltage dependence of sheet conductance for (b) V5T2V2 and (c) SVO (single quantum well, 5 u.c.). Black arrows indicate the sweep directions.

[1] K. Yoshimatsu *et al.*, PRL **104** (2010).[3] K. S. Takahashi *et al.* PRB. **109** (2024).[2] K. S. Takahashi *et al.* APL Mater. **10** (2022).[4] R. Yukawa *et al.*, Nat. Commun. **12** (2021).