

擬正方晶 $\text{BiFeO}_3/\text{CaMnO}_3$ ヘテロ構造における強誘電電界効果Ferroelectric Field Effect in Pseudotetragonal $\text{BiFeO}_3/\text{CaMnO}_3$ Heterostructures

産総研¹, CNRS-Thales² °山田浩之^{1,2}, P. Altuntas², A. Crassous², S. Fusil², E. Jacquet², J.E. Villegas²,
K. Bouzehouane², M. Bibes², A. Barthélémy

AIST¹, CNRS-Thales², °H. Yamada^{1,2}, P. Altuntas², A. Crassous², S. Fusil², E. Jacquet², J.E. Villegas²,
K. Bouzehouane², M. Bibes² and A. Barthélémy

E-mail: hiroyuki-yamada@aist.go.jp

強相関 FET (Mott FET)、すなわち強相関物質をチャンネルに用いた電界効果トランジスタが盛んに研究されている。一般に強相関相転移を起こすためには、多量のキャリアドーピングを必要とすることから、種々の電界効果ドーピング手法の中でも、イオン液体をゲートに用いた電気二重層 FET が特に注目されている。一方、強誘電体をゲートに用いても、同様に巨大な静電キャリア注入による強相関相転移・巨大抵抗スイッチングが可能であると考えられる。また、応用上は固体素子というアドバンテージがある。そこで、本研究では、擬正方晶 BiFeO_3 (T-BFO) および CaMnO_3 (CMO) から構成されるヘテロ構造を対象に、強相関酸化物を用いた強誘電 FET 機能を探究した。

チャンネル層である CMO 薄膜は、半導体であり、わずかな電子ドーピングにより金属化し得ることから、巨大な電界効果が期待できる強相関物質である [1]。また、T-BFO は、非常に有名な菱面晶 BiFeO_3 のポリタイプであり、巨大な強誘電電気分極を有することが示唆されていること [2]、また、CMO と格子整合することから、CMO に対する強誘電ゲート層として最適である。

T-BFO/CMO ヘテロ構造は YAlO_3 基板上に PLD により作製した。幅 10-15 μm のチャンネル構造にパターンニングした後、T-BFO 層の分極状態の制御および観測を、ピエゾ応答力顕微鏡(PFM)を用いて行った。PFM 実験の前後にチャンネル抵抗を測定した。その結果、T-BFO 層の分極反転に伴う CMO の電気抵抗変化は、室温で最大約 4 倍、150K で 100 倍近くにも達することが分かった (右図)。これは、従来の強相関強誘電 FET を上回る大きな値であるが、CMO および T-BFO のポテンシャルが十分に発揮されているとは言えない。このことから、T-BFO/CMO ヘテロ構造では、自明でない電子状態が形成されていることが示唆される。

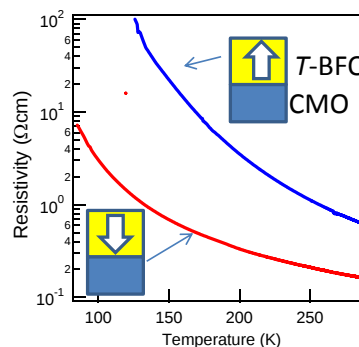


Fig. R - T curves for CMO channel layer correlated with polarization direction in gate ferroelectric T-BFO.

References: [1] P.-H. Xiang, H. Yamada, A. Sawa, et al., Adv. Mater. **23**, 5822 (2011). [2] D. Rincinshi, et al., J. Phys. Cond. Mater **18**, L97 (2006) .