

Mott 絶縁体 Mn 酸化物薄膜における酸素八面体の電顕観察

STEM observation of oxygen octahedral distortions in a thin film of Mott-insulator manganites

富士電機¹、理研 CEMS²、物材機構³、東大先端研⁴、東大工⁵

○荻本泰史^{1,2}、寺西秀明¹、井上千鶴¹、森大輔¹、小川直毅²、宮野健次郎^{3,4}、十倉好紀^{2,5}

Fuji Electric Co., Ltd.¹, RIKEN CEMS², NIMS³, RCAST, Univ. of Tokyo⁴, Univ. of Tokyo⁵

○Y. Ogimoto^{1,2}, H. Teranishi¹, C. Inoue¹, D. Mori¹, N. Ogawa², K. Miyano^{3,4}, and Y. Tokura^{2,5}

E-mail: ogimoto-yasushi@fujielectric.co.jp

【はじめに】電荷軌道秩序が Jahn-Teller 相互作用を介して格子と結合するペロフスカイト型 Mn 酸化物薄膜では物性制御において基板面方位、基板歪が重要なパラメータとなるが [1,2]、更に最近では、界面での酸素八面体の傾斜のミスマッチが注目されており [3]、 $\text{La}_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$ や SrRuO_3 単結晶薄膜[4]、 $\text{LaNiO}_3/\text{SrTiO}_3$ 超格子[5]等で物性への影響が報告され始めている。我々も電荷軌道秩序ヘテロ界面 $\text{Pr}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3/\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ への PrMnO_3 (2 huc) 層挿入による強磁性金属化[6]、 $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ 薄膜への PrMnO_3 (4 huc) 層挿入による T_C 増大や SmMnO_3 (2 huc) / TbMnO_3 (2 huc) 層挿入による T_N 増大[7]等の界面物性を報告してきたが、これらの現象の理解には GdFeO_3 型の歪を有する斜方晶 RMnO_3 ($R=\text{rare earth}$) 単結晶薄膜の MnO_6 構造を明らかにする必要がある。

本発表では、酸素八面体構造を直接観察可能な [8]環状明視野走査型透過電子顕微鏡法 (ABF-STEM) により測定した Mott 絶縁体 Mn 酸化物薄膜の構造について報告する。

【実験・結果】試料には Pulsed Laser Deposition 法により $\text{SrTiO}_3(110)$ 基板上に作製した step/terrace 表面を呈する SmMnO_3 単結晶薄膜(9 huc)を用いた[9]。Cs-STEM 測定は JEOL 製 JEM-ARM200F(加速電圧 200 kV; Cold FE Gun) により室温で行った。図に[001]方向からの断面観察像 ($\times 2500$ 万倍) を示す。尚、薄膜基板界面と膜中の Sm, Mn 各元素位置は HAADF 像の Z-contrast 差により峻別した。 SmMnO_3 膜の酸素八面体に注目すると Jahn-Teller 変形を伴いつつも Mn-O-Mn 角度が $\sim 160^\circ$ と増大し(バルク $\text{SmMnO}_3 \sim 147^\circ$ at 300 K[10])、 LaMnO_3 よりも大きな値であることが明らかとなった。この結果は、極薄 Mott 絶縁体の絶縁体金属転移の閾値低下 (or 金属化) に際して基板歪が有効となる可能性を示唆している。

【謝辞】断面 STEM 測定を行っていただきました遠藤徳明氏(日本電子株式会社)に感謝致します。

References: [1]Y. Ogimoto *et al.*, Phys. Rev. B **71**, 060403R (2005). [2]Y. Konishi *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **68**, 3790 (1999). [3]J. He *et al.*, Phys. Rev. Lett. **105**, 227203 (2010). [4]A. Vailionis *et al.*, Phys. Rev. B **83**, 064101 (2011). [5]J. Hwang *et al.*, Phys. Rev. B **87**, 060101R (2013). [6]荻本他, 2010 秋の応物 14p-NE-7. [7]荻本他, 2013 春の日物 27a-XY-9. [8]Z. H. Wang *et al.*, Nanotech. **23**, 265202 (2012); S. Kobayashi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 231911 (2013); R. Aso *et al.*, Sci. Rep. **3**, 2214 (2013); C. Wang *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 162405 (2014). [9]荻本他, 2012 秋の応物 12p-C13-20. [10]H. Maeda *et al.*, JCSJ **121**, 265 (2013).

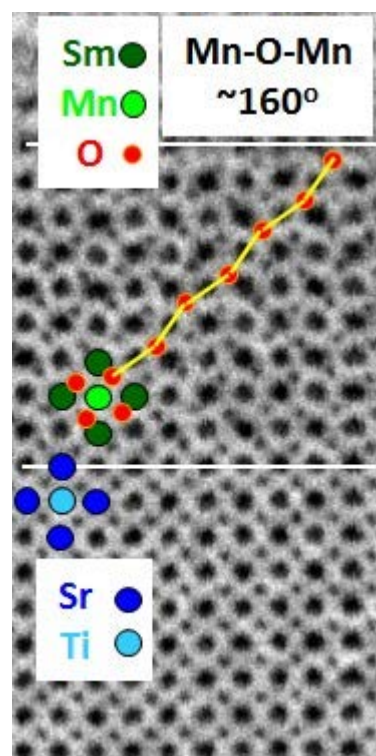


Fig. Cross-sectional ABF-STEM image of a SmMnO_3 ultrathin film on a $\text{SrTiO}_3(110)$ substrate.