

強誘電トンネル接合のナノスケール界面キャラクタリゼーション

利用者：産業技術総合研究所 電子光技術研究部門 山田浩之
 研究支援者：物質・材料研究機構 長井拓郎, 張偉珠, 木本浩司

【研究目的】

強誘電トンネル接合における室温不揮発抵抗スイッチング現象(Tunnel Electro-Resistance; TER)は、次世代不揮発メモリのデバイス原理として注目されている。これまでの研究から強誘電バリア層と金属電極の界面がデバイス特性の重要な決定因子であることが示唆されている。そのため、Co/BaTiO₃[BTO]/(La,Sr)MnO₃[LSMO]接合に対する界面キャラクタリゼーションを単原子分析電子顕微鏡Titan Cubed(加速電圧300kV)を用いて実施した。

【成 果】

HAADF-STEM観察と原子スケールEELSマッピングによりBTO/LSMO接合ではLSMOはBサイト(MnO₂)終端していることが確認された(図1および図2)。また、BTO表面もBサイト(TiO₂)終端していることがSTEM観察で確認された。さらにBaO_x/BTO/LSMO積層構造を水で超音波洗浄処理したBTO表面はAサイト(BaO)終端化することがSTEM観察で確認された。このAサイト終端化したBTOを有するCo/BTO/LSMOトンネル接合は、通常のBサイト終端化したBTOを有する接合と比較し、強誘電分極の向きと抵抗状態の対応関係が逆転した。本成果はTERの符号がバリア層の終端表面構造に依存することを示す重要な結果であり、Advanced Functional Materials誌(25 (2015) 2708-2714, DOI:10.1002/adfm.201500371)に掲載された。

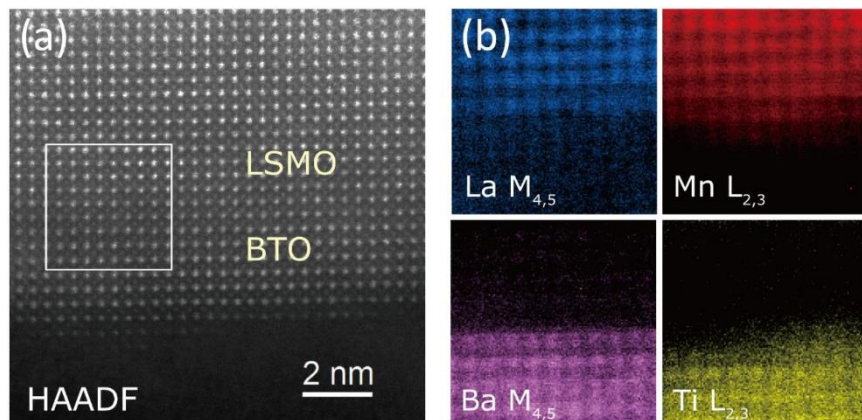


図1 強誘電トンネル接合Co/BaTiO₃[BTO]/(La,Sr)MnO₃[LSMO]におけるBTO/LSMO界面の(a)HAADF-STEM像および(b)原子スケールEELSマッピング

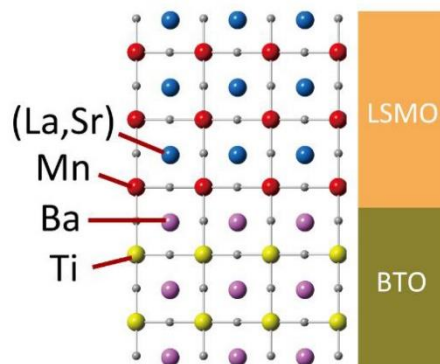


図2 BTO/LSMO界面の原子配列

【支援実施機関からのコメント】

本研究は球面収差補正装置を搭載した単原子分析電子顕微鏡およびセラミックス試料作製装置群を用いて実施した。通常のイオンミリング法により電顕観察用断面試料を作製し、表面のダメージ層を低加速イオンミリング装置を用いて除去した。STEM分析時における試料汚染の発生を防ぐため、作製した断面試料について観察直前に処理を実施した。電子線による試料のイオン化を考慮し加速電圧300kVにおいてSTEM-EELS分析を実施したところ原子分解能のEELSマッピングデータが得られ、界面の原子配列を解明することに成功した。

【参考文献等】

[1] H. Yamada, A. Tsurumaki-Fukuchi, M. Kobayashi, T. Nagai, Y. Toyosaki, H. Kumigashira, and A. Sawa, Adv. Funct. Mater. 25, 2708-2714 (2015).