

非遷移金属化合物の可能性：MgO(111) 薄膜の作製と評価

東京工業大学応用セラミックス研究所、JST さきがけ 須崎友文

酸化物薄膜人工構造は、新しい物理現象探索、新しい電子デバイス開発の観点から積極的に研究が進められている。特に、遷移金属酸化物を素材とした人工構造においては、様々な界面電子状態が見出されてきている。近年、電氣的に中性である SrTiO₃(100) 基板上に、正電荷層 (La³⁺O²⁻)、負電荷層 (Al³⁺O²⁻) の積層構造を持つ LaAlO₃(100) 薄膜を堆積させることで界面に金属相が誘起されることが見出され、大きな注目を集めている [1]。我々はこのような電荷の積層構造とその界面・表面での不連続性についての知見を得るために、Mg²⁺ 層と O²⁻ 層の積層構造を持つ MgO(111) 薄膜の作製と評価を進めてきた。MgO(111) 表面は all Mg²⁺ 層あるいは all O²⁻ 層から成るため静電的に不安定であり、天然には存在しない。また、結晶をへき開して (111) 面を得ようとする、中性の (100) 面、(110) 面が露出した細かいファセットが現われることが知られている。非遷移金属酸化物である MgO では、Mg の価数が環境により変化することは考えづらく、さらに二元系であることから、分極積層構造の研究対象としてもっとも基本的なものであると言える。

レーザーアブレーション法により、Al₂O₃(0001)、Nb:SrTiO₃(111) 基板上に MgO 薄膜を堆積させたところ、幅広い基板温度、酸素雰囲気において MgO(111) 完全配向膜が生成することが分かった [2]。Al₂O₃(0001) 基板上に作製した MgO(111) 薄膜を原子間顕微鏡 (AFM) により観察したところ、図に示すように表面は極めて平坦であり、厚み 80 nm の試料に対しても RMS ラフネスは 1 nm 以下に抑えられていることが分かった。膜成長時の酸素圧を上昇させ、基板に到達するアブレーション粒子のエネルギーを小さくすると表面は粗くなり (図 (c))、レーザーアブレーションで用いる比較的高いエネルギーが平坦な MgO(111) 表面形成に重要な役割を果たすことが分かった。

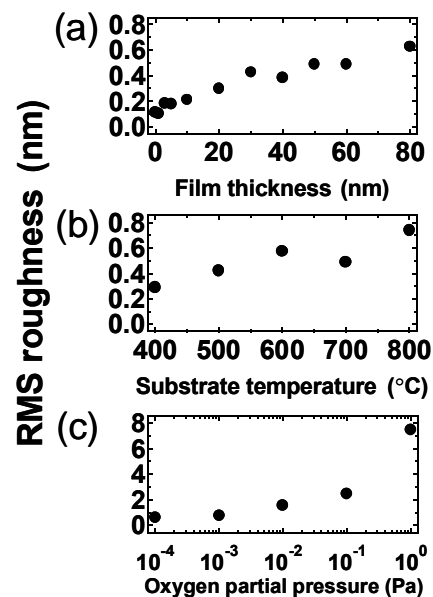


図 MgO(111) 薄膜表面の RMS ラフネスの試料厚み依存性 (a) および基板温度依存性 (b)、酸素分圧依存性 (c)。明記されていない場合、基板温度 700 °C、酸素分圧 1 x 10⁻³ Pa、膜厚みは 60-80 nm である。

- [1] A. Ohtomo and H. Y. Hwang, Nature 427, 423 (2004).
[2] T. Susaki, S. Kumada, T. Katase, K. Matsuzaki, M. Miyakawa, and H. Hosono, Appl. Phys. Express 2, 091403 (2009).