

# 抵抗変化メモリの導電性パス生成機構 ~Grain surface tiling model の検証~ Formation Mechanism of Conducting Path in Resistive Random Access Memory ~ Verification of a grain surface tiling model ~

鳥取大工<sup>1</sup>, 物材機構<sup>2</sup>, TiFREC<sup>3</sup>

○(B)肥田聡太<sup>1</sup>, 森山拓洋<sup>1</sup>, 山崎隆浩<sup>2</sup>, 大野隆央<sup>2</sup>, 吉武道子<sup>2</sup>, 岸田悟<sup>1,3</sup>, 木下健太郎<sup>1,3</sup>

Tottori Univ.<sup>1</sup>, NIMS<sup>2</sup>, TiFREC<sup>3</sup>

○S. Hida<sup>1</sup>, T. Moriyama<sup>1</sup>, T. Yamasaki<sup>2</sup>, T. Ohno<sup>2</sup>, M. Yoshitake<sup>2</sup>, S. Kishida<sup>1,3</sup>, K. Kinoshita<sup>1,3</sup>

E-mail: kinoshita@ele.tottori-u.ac.jp

【序論】抵抗変化メモリの実用化に向けて、金属酸化物薄膜中における抵抗変化(RS)機構の解明が急がれる。我々は実験と理論計算を相補的に用いることで、多結晶 NiO 薄膜の粒界が様々なバンドギャップを持つ微小表面の組み合わせによって構成されており、粒界原子の僅かな移動による局所的な面方位の変化が RS の起源であるとする、grain surface tiling model (Tiling model)を提案した[1, 2]。本研究では、金属酸化物薄膜として NiO の代わりに CoO を用いて同様の実験および理論計算を行うことで、提案モデルが NiO 以外の材料にも適用可能であることを支持する結果を得た。

【実験方法】スパッタリング法により CoO(膜厚  $t = 25, 50$  nm)を Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に堆積させた後、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて CoO 薄膜の形状を観察した。作製した CoO/Pt 構造上に Pt 上部電極(電極直径  $D = 80, 100, 150, 200$   $\mu\text{m}$ )をスパッタリング法で作製する方法(D-EL: Fig. 1(a)) と Pt ソフトプローブ[3](接触面直径  $100$   $\mu\text{m}$ )を CoO 薄膜の最表面に接触させて電極とする方法(C-EL: Fig.1(b))で Pt/CoO/Pt 構造を構築し、各素子における RS 特性を抽出した。

【結果及び考察】断面 SEM 像より、CoO (Fig. 2(a))は NiO (Fig. 2(b))と同様に柱状多結晶薄膜であることが分かる。各素子における RS-mode は、次の3種類に分類された。(1)高抵抗(HR)から低抵抗(LR)への RS から始まる (Forming mode : F-mode)。

(2)LR から HR への RS から始まる(Reset mode : R-mode)。 (3)LR から RS が生じない(Leak mode : L-mode)である。各  $t$  における RS-mode の割合を Fig. 3(a)と(b)にそれぞれ示す。D-EL 素子は  $D$  の減少に伴い、F-mode の割合が増加する。一方、C-EL 素子は  $t$

に依らず、ほぼ全ての素子が F-mode を示した。ここで D-EL は結晶粒界に直接接触し、C-EL は CoO 薄膜の最表面(凸部)に接触すると考えられる (Fig. 1)。これらの実験結果は、NiO 薄膜における結果[1]とよく一致する、また、第一原理計算においても、様々な CoO 表面の表面生成エネルギーや電子状態は NiO [2]と同様の傾向が見られた。以上より、CoO 薄膜においても、NiO と同様に結晶粒界で RS が生じ、Tiling model が適用可能であることが示唆された。 [1] 肥田等, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 15p-P3-15 (2016). [2] Moriyama *et al.*, JAP **120**, 215302 (2016). [3] Yoshitake *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech. **13**, 307 (2015). 【謝辞】本研究の一部は、NIMS, 東京大学物性研究所および京都大学情報環境機構のスーパーコンピュータシステムを用いて得られた。

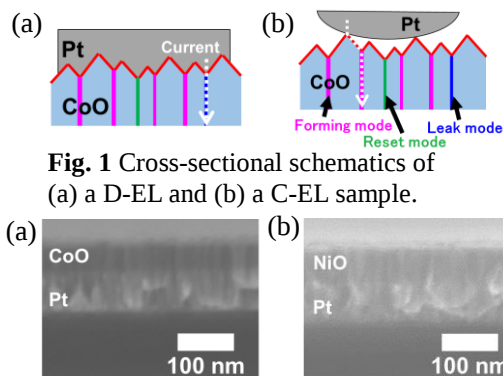


Fig. 1 Cross-sectional schematics of (a) a D-EL and (b) a C-EL sample.

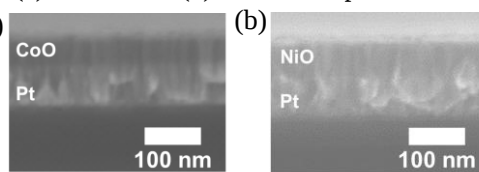


Fig. 2 Cross-sectional images of (a) a CoO and (b) a NiO that are obtained by SEM.

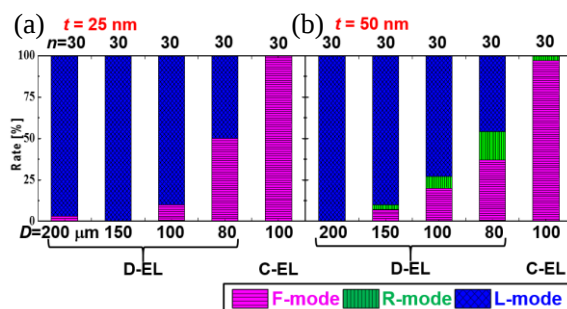


Fig. 3 The rates of the three RS-modes for the Pt/CoO/Pt samples. (a)  $t = 25$  nm (b)  $t = 50$  nm.  $n$  are the number of total samples.