TaO_x 薄膜を用いたアナログ抵抗変化素子中の酸素分布に依存して観測される競合的な抵抗変化

Competitive Resistive Change Observed Depending on Oxygen Distribution in Analog Resistance Change Device Using TaO_x Thin Film

産総研ナノエレクトロニクス研究部門 [1]
○島 久 [1]、高橋 慎 [1]、内藤泰久 [1]、秋永広幸 [1]
NeRI AIST[1], ○H. Shima[1], M. Takahashi[1], Y. Naitoh[1], and H. Akinaga[1]
E-mail: shima-hisashi@aist.go.jp

アナログ的な抵抗変化を呈する素子の抵抗値は、パターンの分類を行うニューラルネットワークの重みとして活用できる[1]。我々は以前に、TaO_x 薄膜を用いた抵抗変化素子の電極材料を貴金属材料である Pt から TiN へ変更することで、アナログ抵抗変化動作が安定化することを報告した[2]。今回、素子を構成する TaO_x 薄膜内の酸素分布に依存して観測される競合的な抵抗変化について報告する。

電気特性評価に用いた素子の積層構造は、上部電極側から記載すると TiN/LRL/HRL/TiN であり、LRL(Low Resistive Layer)は低抵抗層、HRL(High Resistive Layer)は高抵抗層である。HRL は抵抗率が高い TaO_x 薄膜(TaO_x(H))であり、LRL の材料は金属 Ta または抵抗率を TaO_x(H)より低下制御した TaO_x 薄膜(TaO_x(L)、TaO_x(M))である。Ta および TaO_x の抵抗率から、これらの膜中の酸素量は Ta < TaO_x(L) < TaO_x(M) < TaO_x(H)と推察される。LRL が Ta、TaO_x(L)、TaO_x(M)である素子をそれぞれ、A、B、C と記載する。素子サイズは 300nm × 300nm である。下部電極をグランドとし、上部電極に電圧を印加して電気特性を評価した。

図 1(a)-(c)に示すように、どの素子も典型的には正電圧で低抵抗化(set)、負電圧で高抵抗化(reset)が見られる。しかし、forming 後の素子の抵抗値は A < B < C であり、素子 C の 1st reset 過程では非線形的な電流の増大が顕著である。図 1(d)-(f)は 1st reset 過程で電流コンプライアンス(CC)を設定した場合の *I-V* 曲線である。この場合、素子 B と C では 1st reset 過程で抵抗が減少し、次に正電圧を加えると高抵抗する。これは前述の典型的な抵抗変化とは競合的であるため、素子全体の抵抗値の急激な変化が抑制され、アナログ抵抗変化特性向上に繋がる可能性がある。

試作工程を構築するにあたり多大なる技術的ご支援を頂いた NIMS 微細加工プラットフォームの皆様に感謝致します。この成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務の結果得られたものです。

[1]H. Shima *et al.*, IEEE JEDS 6, 1225 (2018). [2]島 他、第 65 回応用物理学会春季学術講演会.

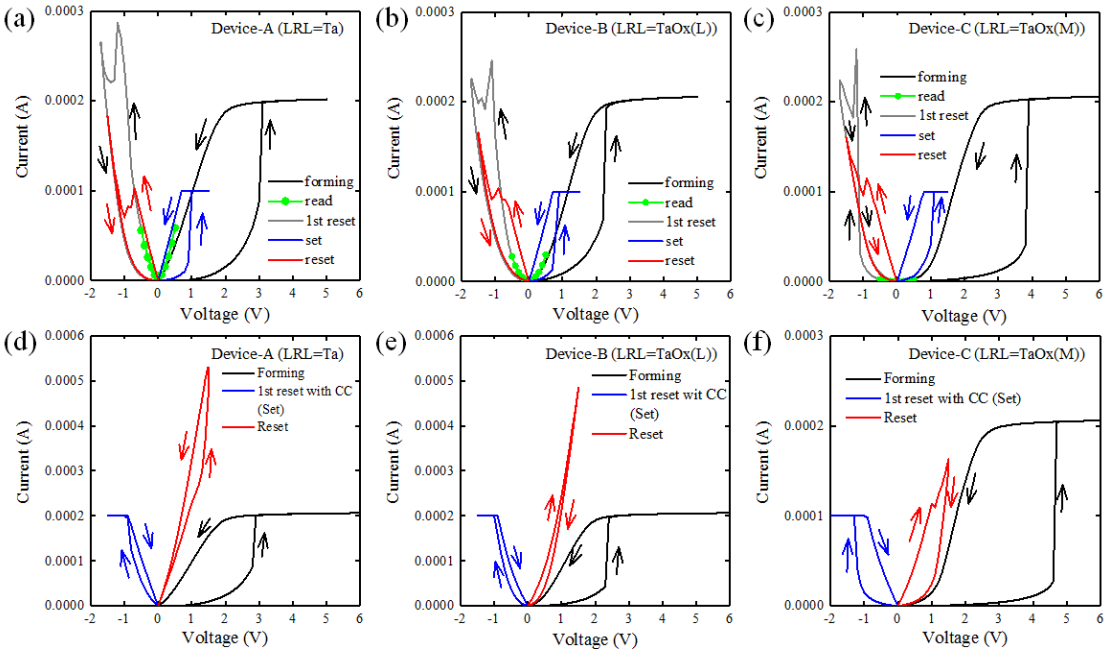

Fig. 1. Conventional *I-V* curves of (a) Device-A, (b) Device-B, and (c) Device-C and competitive resistive change behaviors in (d) Device-A, (e) Device-B, and (f) Device-C.