

# NiO 薄膜を用いた抵抗変化型メモリにおける 2 つのモードを有するフォーミング

## The forming process showing two kinds of modes in resistive switching cells based on NiO thin films

京大院工, °篠倉 弘樹, 西 佑介, 岩田 達哉, 木本 恒暢

Kyoto Univ. °Hiroki Sasakura, Yusuke Nishi, Tatsuya Iwata, Tsunenobu Kimoto

E-mail: sasakura@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

はじめに 抵抗スイッチング(RS)現象を利用した抵抗変化型メモリ(ReRAM)は次世代不揮発性メモリの有力候補である。ReRAM の RS 動作の発現には、導電性フィラメントパス形成過程であるフォーミングが必要である。本研究において、特定の条件で作製した Pt/NiO/Pt 素子がフォーミングに 2 つのモードを有することが確認された。そこで、この 2 つのフォーミングに着目し、従来の素子における通常のフォーミング特性との比較を行った。

実験 反応性高周波スパッタリングにより、Pt (80 nm)/Ti (5 nm)/SiO<sub>2</sub> (200 nm)/Si 基板上に NiO を 40~150 nm 堆積した。この際、酸素流量を調節することで、通常のフォーミングを示す素子とセミフォーミングを伴う素子を作製した。その後、EB 蒸着により Pt を 50 nm 蒸着し、100 μm 径の円形電極を作製した。異なる膜厚を有する各素子に電圧掃引を行い、フォーミングおよび RS 特性を測定した。

結果 図 1 に典型的なフォーミング時の電流電圧(I-V)特性を示す。以下、同図における  $V_{s-form}$  までを 1 つ目のモード、 $V_{s-form}$  から  $V_{form2}$  までを 2 つ目のモードと称し、 $V_{s-form}$  で生じたフォーミングをセミフォーミング、 $V_{form2}$  で生じたフォーミングをセカンドフォーミングと呼ぶ。各電圧値に対してワイブルプロットをとった。 $V_{s-form}$  および  $V_{form2}$  は、どの膜厚についても、通常の素子におけるフォーミング電圧  $V_{form}$  と比較してかなり小さい値を示した。例えば、約 77 nm の NiO 膜厚を有する素子において、 $V_{s-form}$ 、 $V_{form2}$  および  $V_{form}$  のワイブル分布における尺度パラメータはそれぞれ 1.7 V、2.5 V、8.8 V であった。 $V_{form}$  および  $V_{form2}$  については、ワイブル傾き  $\beta$  が膜厚との明確な相関が見られなかったが、 $V_{s-form}$  については、 $\beta$  が膜厚に対して比例した。極薄 SiO<sub>2</sub> 膜において、 $\beta$  と膜厚が比例関係にあると報告されており[1]、同様の結果が得られた。

次に、セミフォーミングを伴う素子の RS 特性について調べた。図 2 に通常のフォーミングを示す素子における RS 特性、図 3 にセミフォーミングを伴う素子における RS 特性を示す。セカンドフォーミング後の高抵抗化(リセット)は、ほとんどの場合、 $V_{form2}$  時点における抵抗値程度にとどまり、初期抵抗値までリセットしないことがわかった。一方、セミフォーミング時に適切なコンプライアンスを設定すると、その後 RS 動作を示すことがわかった。つまり、リセットに要する電流値は数十 μA に抑えられ、より低消費電力動作が期待できる。

[1] R. Degraeve, et al., IEEE Trans. Elec. Dev., 45, 472 (1998)

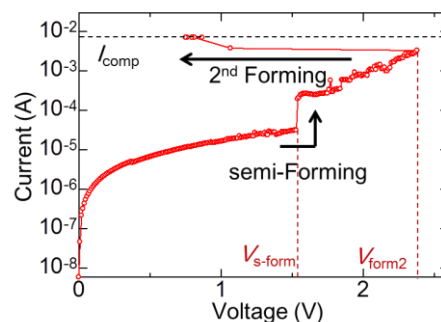


図 1: 2 つのモードを有するフォーミングの典型的な I-V 特性

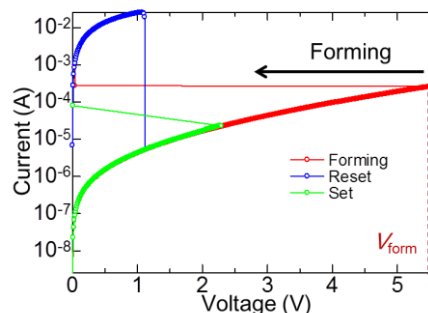


図 2: 通常のフォーミングを示す素子における RS 特性

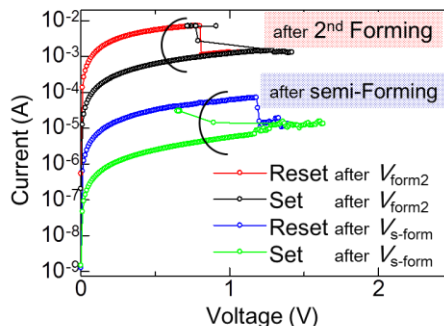


図 3: セミフォーミングを伴う素子における  $V_{form2}$  および  $V_{s-form}$  後の RS 特性