

Ti/Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO_x/Pt 素子における 2 種類の抵抗変化現象

Two types of resistive switching phenomena in Ti/Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO_x/Pt cells

京大院工 ○金上 尚毅, 西 佑介, 木本 恒暢

Kyoto Univ. ○Naoki Kanegami, Yusuke Nishi, Tsunenobu Kimoto

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

はじめに 抵抗変化型メモリ(ReRAM)は様々な優れた特性を有しており、次世代不揮発性メモリの有力な候補として期待されている。中でも、ペロブスカイト型酸化物の Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO_x(PCMO)を用いた抵抗変化素子は、電極/酸化物の界面の状態変化に起因する連続的な抵抗変化(RS)特性を示すことが知られている[1]。本研究では、Ti/PCMO/Pt 積層構造を有する素子の RS 特性を調べた結果、界面型のみならず、2 元系酸化物を有する RS 素子で見られるフィラメント型の RS 現象も観測されたため、これらの動作などについて報告する。

実験 Pt/SiO₂/Si 基板上に PCMO を RF スパッタリングによって堆積した。その後、上部電極である Ti を EB 蒸着によって堆積した。上部電極の直径は 100, 150, 185, 250, 300 および 500 μm である。この Ti/PCMO/Pt 素子において、直流電圧および直流電流を掃引し、RS 現象の諸特性を解析した。また、様々な抵抗状態にある素子における構成元素の深さ方向分布を調べるため、SIMS 分析を行った。

結果 Ti/PCMO(80 nm)/Pt 素子の典型的な RS 特性を図 1 に示す。この RS 現象は連続的であり、各抵抗状態における素子のコンダクタンスも上部電極面積に比例する。また、SIMS 分析の結果から、正電圧掃引によって酸素イオンが Ti 電極側に移動し、TiO_x層が生じていることが分かったため、この RS 現象は Ti/PCMO 界面での酸化還元反応に起因する界面型であることが確認された。このときの RESET 電圧(V_{RESET})は上部電極面積に依らず、PCMO 層の膜厚が小さくなるにつれて減少する。

一方、ある一定の電圧において、Ti/PCMO/Pt 素子はフィラメント型の RS 現象で見られる急峻なフォーミング現象を示した。このときのフォーミング電圧(V_{form})は上部電極面積と負の相関があり[2]、フォーミング前後で SIMS 分析の結果に有意な差が見られないため、PCMO 層内の局所に導電性フィラメントが形成されたものと考えられる。

ここで、V_{RESET} > V_{form} の場合に、フォーミング後の Ti/PCMO(30 nm)/Pt 素子に正電圧を掃引した結果、図 2 に示すような界面型に類似した RS 現象が観測された。この素子における従来の界面型の RS 現象では、V_{RESET} は約 10 V であり、抵抗のオンオフ比は 3~4 程度であった。一方、フォーミング後の RS 現象では、V_{RESET} は約 2 V であり、オンオフ比は 7~8 程度になる。オンオフ比が高いほど素子はより多くの抵抗状態を取ることができるため、この結果は ReRAM における V_{RESET} の制御およびさらなる多値化の可能性を示唆している。

[1] Z. L. Lia et al., *Appl. Phys. Lett.*, **94** (2009) 253503. [2] Y. Nishi and T. Kimoto, *J. Appl. Phys.*, **120** (2016) 115308.

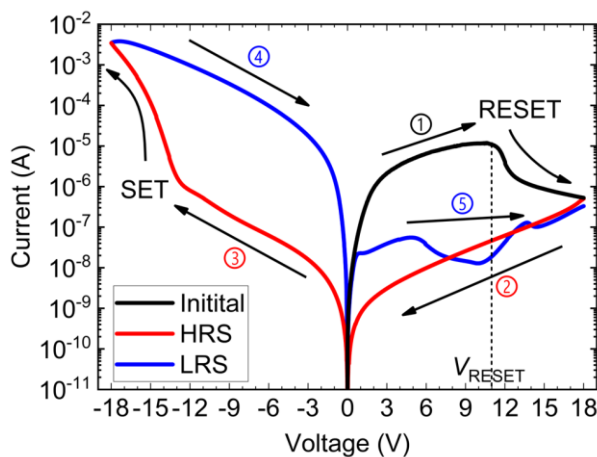


Fig 1. Interface-type RS characteristics of a Ti/PCMO(80 nm)/Pt cell.

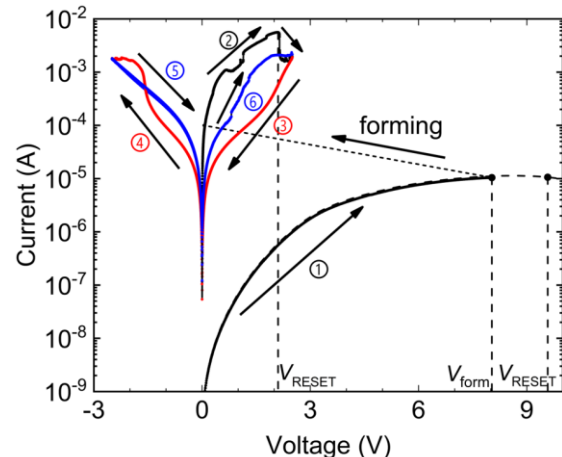


Fig 2. RS characteristics of a Ti/PCMO(30 nm)/Pt cell in the case of V_{RESET} > V_{form}.