

抵抗変化メモリ –メモリ材料としての二酸化チタン–

Resistive Random Access Memory –TiO₂ as a memory material–

鳥取大工, TiFREC 木下 健太郎

Tottori Univ., Tottori Univ. Integrated Frontier Research Center

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

抵抗変化型メモリ (ReRAM)は高速書き換え, 低消費電力駆動の高密度不揮発性メモリとしてポスト NAND のみならず, SRAM, DRAM, ハードディスク, フラッシュといった既存のメモリを一つのメモリで置き換えるユニバーサルメモリとして期待されている. ReRAM は電極/酸化物/電極のシンプルな構造をとり, NiO, ZnO, HfO₂ 等の 2 元系から SrTiO₃ や Pr_{1-x}Ca_xMnO₃ 等の多元系まで, 数多くの酸化物で抵抗スイッチング効果が確認されている. それにも拘らず, ReRAM の高いポテンシャルと革新的な応用技術に関する報告は二酸化チタン(TiO₂)を用いた ReRAM の実験データに基づくものが目立つ. 100 nm スケールの微細 ReRAM セルの作製は Pt/TiO₂/Pt 構造で達成され[1], 微細化後もμm スケールの素子と同等のメモリ特性が維持されることが示された. また, 数十 ns の高速書き込み及び消去が可能であることが Pt/TiO₂/TiN 構造で確認された[2, 3]. 更に, Chua と Kang により提案された新たな 2 端子電子素子, メモリスタ[4], は 32 年の時を経て, Pt/TiO₂/Pt 構造で実現され[5], そのロジック応用の実証にも同一構造の素子が用いられた[6]. 一方, スイッチング機構解明の進展に繋がり得る研究成果も多く存在する. Pt/TiO₂/Pt 構造においてマグネリ相(Ti₄O₇)で形成される導電パスが確認され[7, 8], ReRAM の抵抗スイッチングが酸化物の局所的な酸化/還元による導電パスの形成/断裂によって生じるとするモデルが広く支持されるようになった. その他にも, 初めてのフレキシブル ReRAM は Al/TiO₂/Al 構造で作製され[9], 普通紙の上にインクジェット法を用いて ReRAM を形成するユニークな技術にも Ag/TiO₂/Carbon 構造が採用されている[10].

本論文では ReRAM におけるメモリ層材料としての二酸化チタンの位置付けについて整理するとともに, 著者自身のデータを交えてその将来性について議論する.

- [1] K. Kinoshita *et al.*, Proc. IEEE Nonvolatile Memory Workshop 2006, p. 84.
- [2] M. Fujimoto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **89**, 223509 (2006).
- [3] Y. Hosoi *et al.*, Tech. Dig. Int. Electron Devices Meet. 2006, p. 284.
- [4] L. Chua and S. Kang, Proc. IEEE **64**, 209 (1976).
- [5] B. Strukov *et al.*, Nature **453**, 80 (2008).
- [6] J. Borghetti *et al.*, Nature **464**, 873 (2010).
- [7] D.-H. Kwon *et al.*, Nature Nanotechnology **5**, 148 (2010).
- [8] J. P. Strachan *et al.*, Adv. Mater. **22**, 3573 (2010).
- [9] N. Gergel-Hackett *et al.*, Electron Device Letters **30**, 706 (2009).
- [10] D.-H. Lien *et al.*, 2014 Symposium on VLSI Tech., T7.1.