

AFM 電界酸化法を用いた超微細横型抵抗変化メモリの作製と動作特性 Fabrication of very small horizontal ReRAM by electric-field-induced oxidation method using atomic force microscope and switching characteristics

鳥取大学¹, TEDREC² °木下 健太郎^{1,2}, 福原 貴博¹, 岸田 悟^{1,2}

Tottori Univ.¹, Tottori Univ. Electronic Display Research Center²

°Kentaro Kinoshita^{1,2}, Takahiro Fukuhara¹, and Satoru Kisida^{1,2}

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

【序論】 ReRAMの抵抗変化機構解明を妨げる要因として、メモリ層が上下電極に挟まれているため、スイッチングに伴いメモリ層内部に生じる組成或いは構造の変化を観察しにくいことが挙げられる。本研究では原子間力顕微鏡(AFM)のカンチレバで電圧を印加することによって金属を局所酸化させるAFM電界酸化法[1]に着目した。AFMのパラメータ (印加電圧, 走査速度, たわみ量, 湿度)により酸化度や酸化領域を制御することで金属領域, 絶縁領域, メモリ領域を作り分け, エッチング等の加工を行うことなくメモリ領域の直接観察が可能な横型微細ReRAMを作製する手法を確立した。【実験】リフトオフによりSiO₂(100 nm)/Si(675 μm)基板上に幅10 μm, 厚さ5 nm又は10 nmのTiラインを形成した。カンチレバーをTiラインに接触させ, Tiラインに正バイアスを印加しながら垂直方向に走査することでTiをTiO_xに酸化させてTi/TiO_x/TiのReRAM構造を作製した。

【結果及び考察】 Fig. 1(a)に素子形成の模式図を, Fig. 1(b)及び1(c)に形成された微細横型ReRAM構造の模式図及びconducting-AFM(C-AFM)像をそれぞれ示す。C-AFM像の明るい箇所ほど抵抗が低い。Fig.1(b)と1(c)に示した様に, 2つの絶縁領域の間にメモリ領域を作ることによって抵抗変化箇所を制限した。AFMパラメータを調整して, メモリ領域の基板水平方向の面積を500×100 nm²に固定し, Tiラインの両端に電圧を印加することでTi/TiO_x/Ti構造のI-V特性を評価した。Fig. 2に示す様に, 大気中でスイッチングを繰り返すと, やがてセットが生じなくなり(塗り潰し三角), 同素子を真空中に置くことで再びセットが生じた(白抜き丸)。引き続き真空中でスイッチングを繰り返すと, リセットが生じなくなるが, 大気中に戻すことで再びリセットが生じた(白抜き三角)。以上の結果はセット, リセットがそれぞれ真空, 大気中で生じ易いことを意味し, メモリ層が雰囲気曝露された横型ReRAMではスイッチング特性が雰囲気の影響を強く受けることが示唆された。

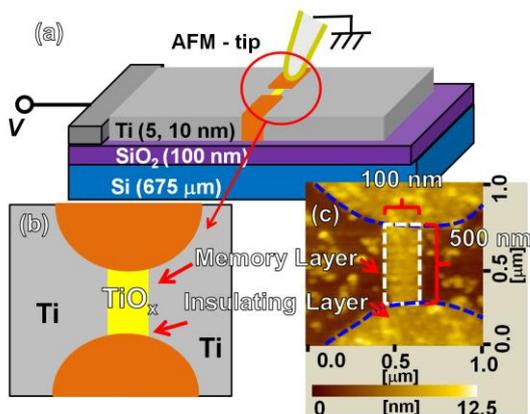


Fig. 1 横型 Ti/TiO_x/Ti-ReRAM の(a)電界酸化中の回路図, (b)素子構造図, (c)C-AFM 像。

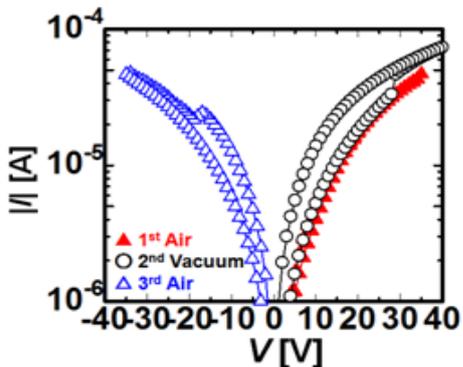


Fig. 2 大気及び真空中にて測定された I-V 特性 (Ti ライン膜厚 5 nm)。

の模式図及びconducting-AFM(C-AFM)像をそれぞれ示す。C-AFM像の明るい箇所ほど抵抗が低い。Fig.1(b)と1(c)に示した様に, 2つの絶縁領域の間にメモリ領域を作ることによって抵抗変化箇所を制限した。AFMパラメータを調整して, メモリ領域の基板水平方向の面積を500×100 nm²に固定し, Tiラインの両端に電圧を印加することでTi/TiO_x/Ti構造のI-V特性を評価した。Fig. 2に示す様に, 大気中でスイッチングを繰り返すと, やがてセットが生じなくなり(塗り潰し三角), 同素子を真空中に置くことで再びセットが生じた(白抜き丸)。引き続き真空中でスイッチングを繰り返すと, リセットが生じなくなるが, 大気中に戻すことで再びリセットが生じた(白抜き三角)。以上の結果はセット, リセットがそれぞれ真空, 大気中で生じ易いことを意味し, メモリ層が雰囲気曝露された横型ReRAMではスイッチング特性が雰囲気の影響を強く受けることが示唆された。

[1] Dagata *et al.*, APL 56, 2001(1990).