

電子ビーム吸収電流(EBAC)法による ReRAM のメモリ動作領域の解析

Analysis for memory operation region of ReRAM using electron beam absorbed current (EBAC) method

島 久¹, 秋永広幸¹ (1. 産総研 ナノエレクトロニクス研究部門)

SHIMA Hisashi¹, AKINAGA Hiroyuki¹ (1. NeRI, AIST)

E-mail: shima-hisashi@aist.go.jp

2013 年版の国際半導体技術ロードマップによれば、酸化物を用いた抵抗変化メモリ ReRAM (Resistive random access memory) をメモリ動作が起こる領域に着目して分類した場合、フィラメント型と非フィラメント型とに分類される。これまで、例えばペロブスカイト型酸化物のエピタキシャル薄膜を用いた ReRAM では非フィラメント型であり、一方で、いわゆる二元系の酸化物を用いた ReRAM ではフィラメント型であるという議論がなされてきた。本研究では Fab-friendly な HfO_2 を用いた ReRAM において、非フィラメント型とフィラメント型が共存していることを電子ビーム吸収電流(EBAC; electron beam absorbed current)法により観測した結果を報告する。

図 1 は素子の断面 FESEM 像であり、内挿図の A-B 部分の断面に対応している。メモリ素子は SiO_2 と TiN を加工した構造の側壁に作製され、積層構造は上部電極側から $\text{TiN}/\text{TiO}_x/\text{HfO}_x/\text{TiN}$ である。この素子の動作特性を図 2(a)および図 2(b)に示す。セット(高抵抗状態 (HRS; high resistive state) から低抵抗状態 (LRS, low resistive state) へのメモリ動作)の際の電流制限には半導体パラメータアナライザの電流コンプライアンス (CC) 機能を用いた。図 2(a)では $\text{CC} = 50 \mu\text{A}$ 、図 2(b)では $\text{CC} = 500 \text{ nA}$ である。CC の値の減少に伴い、リセット (LRS から HRS へのメモリ動作) 電流が減少し、超低電流でのスイッチング動作が実現している。LRS の素子を EBAC 法で観察した結果、図 2(a)の通常のスイッチング動作の場合は EBAC 像にスポット状の輝点が見られた。これに対して図 2(b)の超低電流のメモリ動作の場合は素子部分の EBAC 像のコントラストはほぼ一様であった。この結果は同一の素子中でフィラメント型と非フィラメント型の抵抗スイッチングが共存していることを示しており、非フィラメント型のメモリ動作制御は僅かに動作電圧が大きい、メモリ動作の消費電力低減に向けて非常に有効な手法であると期待できる。

本研究の一部は、文部科学省「ナノテクノロジープラットフォーム」事業の支援を受け、独立行政法人 産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設 (NPF) で実施された。EBAC 解析は NPF の羽山ナノプロセスエンジニアおよび産総研ナノエレクトロニクス研究部門 Feng 研究員の協力により行われた。

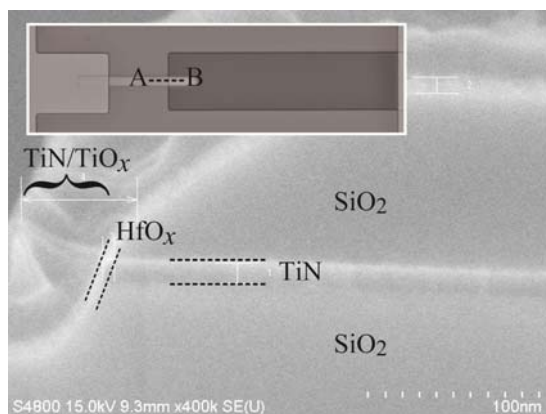


図 1. $\text{TiN}/\text{TiO}_x/\text{HfO}_x/\text{TiN}$ 素子の断面 FESEM 像。

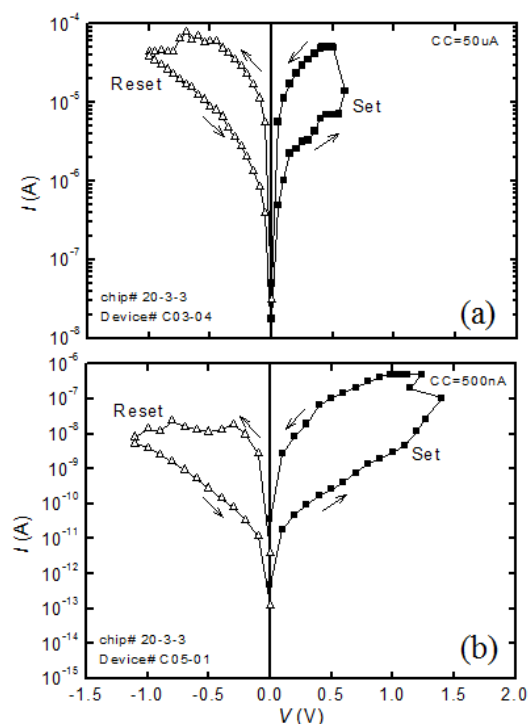


図 2. $\text{TiN}/\text{TiO}_x/\text{HfO}_x/\text{TiN}$ 素子のメモリ動作。

(a) $\text{CC} = 50 \mu\text{A}$ 、(b) $\text{CC} = 500 \text{ nA}$ 。