

# 抵抗変化型メモリに書き込み手法の評価

米内 飛翔<sup>†</sup> 早川 敦奈<sup>††</sup> 福山 将平<sup>††</sup> 竹内 健<sup>†, ††</sup>

<sup>†</sup> 中央大学理工学部電気電子情報通信工学科

<sup>††</sup> 中央大学大学院理工学研究科電気電子情報通信工学専攻

## 1. はじめに

近年、IoT の普及に伴いデータセンタ等で取り扱われる情報量や消費電力は年々増加の一途を辿っている。こうした背景の中、現在主流である NAND 型フラッシュメモリよりもさらに高速かつ低消費電力動作が可能である次世代不揮発性メモリの1つとして、抵抗変化型メモリ(ReRAM)が注目されている [1]。

本研究では、高信頼化に向けた書き込み手法を用いて ReRAM の書き換え耐久性の評価を行った。

## 2. 抵抗変化型メモリ

ReRAM とは、メモリセルの抵抗値を変化させることでデータを記憶するメモリである。図 1 に、本研究で使用した TaO<sub>x</sub> ReRAM の動作原理を示す [2]。ReRAM には、高抵抗状態(HRS)と低抵抗状態(LRS)という二つの抵抗状態が存在し、それぞれがデータの“0”及び“1”に対応する。HRS から LRS へ抵抗状態を変化させる動作を Set、またその逆の動作を Reset と呼ぶ。ReRAM の書き換え耐久性には、HRS ではほとんど生じない書き換え不良が、書き換え回数の増加に伴い LRS にて増加してしまうという特徴が存在する。

## 3. ベリファイ

本研究では、書き換え不良への対策としてベリファイという書き込み手法を用いた。ベリファイとは書き換えが成功、もしくは指定した最大回数まで再書き込みをし続けるという書き込み手法である [3]。図 2 に、Set 時におけるベリファイの動作フローチャートを示す。本研究では、このベリファイの適用条件を変更したことによる ReRAM のエラー率の変化を評価した。

## 4. 非対称符号化と誤り訂正符号

次に、ReRAM に非対称符号化(AC)を適用した。図 3 に、AC の概要図を示す。AC とは、指定した長さのデータ内に“1”が多い場合、そのデータ全体を反転させるというデータ変調である [4]。これを書き込みエラーに非対称性が存在する ReRAM に用いることで、データ全体のエラー率を低減させることができる。また、一般的なメモリデバイスではその一定の信頼性を保障するために誤り訂正符号(ECC)が用いられているが、その訂正可能なビット数には限界が存在する。本研究では AC や ECC を最適化

することで、ReRAM の高信頼化を行う。

## 謝辞

本研究の一部は、JST, CREST の支援(Grant 番号 JPMJCR1532)を受けたものである。

## 参考文献

- [1] Z. Wei, et al., *IEDM*, pp. 293-296, 2008.
- [2] T. Ninomiya, et al., *TED*, pp. 1384-1389, 2013.
- [3] A. Kawahara, et al., *ISSCC*, pp.220-221, 2013.
- [4] S. Tanakamaru et al., *ISSCC*, pp.204-205, 2011.

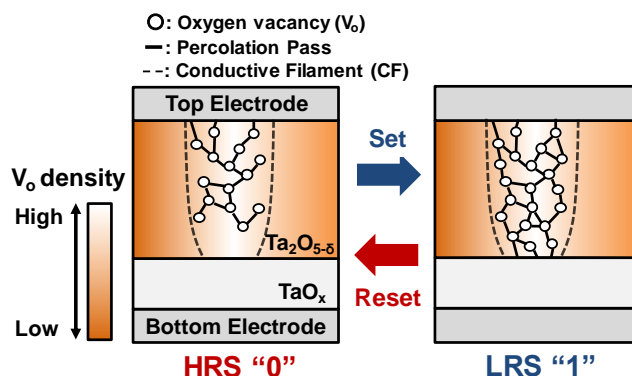
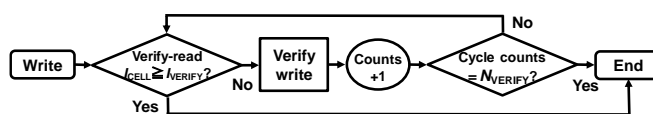


図 1 TaO<sub>x</sub> ReRAM の動作原理



$I_{CELL}$ : Cell current,  $I_{VERIFY}$ : Reference current,  $N_{VERIFY}$ : Max verify cycles

図 2 ベリファイ動作の流れ(Set 時)

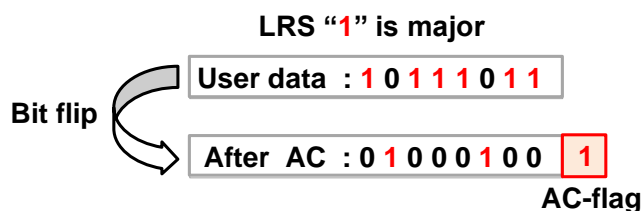


図 3 非対称符号化の概要