

ナノドットアレイデバイスのためのアナログメモリ素子制御の検討

Study of resistance controllability of analog memory for nanodot-array devices

北大・院情報¹, 九工大・生命体工²

○曹民圭¹, 勝村玲音¹, 福地厚¹, 有田正志¹, 高橋庸夫¹, 安藤秀幸², 森江隆²

Hokkaido Univ.¹, Kyushu Inst. Tech.²,

○M. Jo¹, R. Katsumura¹, A. Tsurumaki-Fukuchi¹, M. Arita¹, Y. Takahashi¹,

H. Ando² and T. Morie²

E-mail: mingyujo@eis.hokudai.ac.jp

研究背景：ナノドットアレイデバイスは、予め機能を設定してからデバイスを作製するのではなく、デバイスを作製してから機能を探すコンセプトである[1]。つまり、入力ゲートに与える電圧を変えることで様々な機能を得ることが可能である。また機能（入力ゲート電圧値）を覚える（セッティング）メモリとしてアナログメモリを用いる事で、メモリの占める面積が小さくなると期待される。抵抗変化型メモリ（ReRAM）は、アナログ的に抵抗を制御できるデバイスである。本研究では ReRAM とナノドットアレイデバイスを組み合わせた回路の開発を試みた。Verify による ReRAM の抵抗精度とナノドットアレイデバイスの入力電圧の精度を検討することでその回路の構成について検討する。

デバイス作製：MOSFET 上に 1T1R 構造の Cu(30nm)/MoO_x(50nm)/Al₂O₃/Al-ReRAM を作製した[2]。MOSFET のゲート電圧 V_g を変える事でコンプライアンス電流を制御性良く調整できる。

実験結果：作製した ReRAM のアナログメモリ特性については前回報告した[2]。MOSFET のゲート電圧値を変えることで ReRAM に流れるコンプライアンス電流を調節し、SET 時の抵抗値を制御する手法である。Verify プロセスを用いることにより、抵抗を目標値の $\pm 100\ \Omega$ 以内に制御できた (Fig. 1)。SET 時に制御できる抵抗範囲が $4\text{k}\Omega$ から $14\text{k}\Omega$ であるので、そのフルスケール ($10\text{k}\Omega$) に対して精度は $\pm 1\%$ 以内である。一方、すでに報告したナノドットアレイデバイスでは、NAND、XOR などの主な論理機能を引き出すためのコントロールゲート電圧の範囲は、報告した結果から計算するとフルスケール(2V)に対する平均の範囲は $\pm 10.2\%$ である[2]。コントロールゲート電圧の範囲が最も狭い機能のケースでも $\pm 4.3\%$ であり、ReRAM の抵抗精度より範囲が十分広い。つまり、抵抗値を電圧値に変換すれば、機能可変動作を行うに足る十分な精度があることを確認した。また、ReRAM の抵抗値をナノドットアレイデバイスの機能を変えるコントロールゲートの入力電圧値に変換する回路は、IC OPAMP により実現できることがわかっている。

結論：MoO_x ReRAM の MOSFET を用いた抵抗値の制御精度について検討した。これをナノドットアレイデバイスの機能

制御に用いる際に必要な入力電圧精度を検討し、十分な抵抗制御精度があることがわかった。

[1] T. Kaizawa *et al.*,
IEEE Trans. Nanotech.
8, 535 (2009).

[2] 曹民圭、第 63 回応用物理学会春季学術講演会 21p-H111-3.

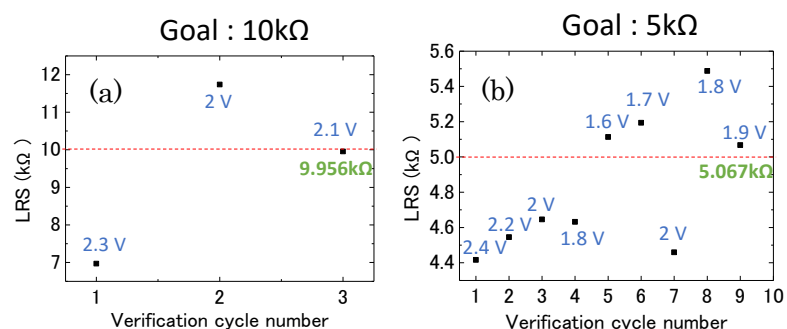


Fig. 1. Results of verify operation. Target resistance: (a) $10\text{k}\Omega$, (b) $5\text{k}\Omega$. (Blue and green figures are gate voltages and resistances at final verification cycle.)