

低周波ノイズ分光法を用いた抵抗変化メモリの電子状態評価

Evaluation of Electronic States of Resistive Random Access Memory

Using Low-Frequency-Noise Spectroscopy

産総研¹, 千葉工大² ○(M1) 菅原 広太^{1,2}, 菅 洋志^{1,2}, 内藤 泰久¹, 島 久¹, 秋永 広幸¹

AIST¹, CIT², ○K. Sugawara^{1,2}, H. Suga^{1,2}, Y. Naitoh¹, H. Shima¹, and H. Akinaga¹

E-mail: akinaga.hiro@aist.go.jp

背景・目的

ReRAMはエッジ用途の次世代不揮発性メモリとして注目されており, 抵抗値をアナログ的に変化させることからニューロモルフィックデバイスにおける応用も期待される。しかし, ReRAMの抵抗変化の起源が, 酸素イオンの移動を伴うものであることから, 変化する抵抗値を正確に制御することが課題となっている。そこで, 実デバイスで伝導に寄与するキャリアの情報を得ることができる低周波ノイズ分光法を用いて, 抵抗変化の信頼性向上にむけた研究開発を行っている。

実験方法

ワイヤーボンディングされた ReRAM をパッケージングし, 冷凍機を備えた He チャンバー内で約 3.1 K まで冷却する。冷却を終えたら補助ヒーターを使用しながら約 300 K まで温度を上昇させる。半導体パラメータアナライザーを用いて昇温中の ReRAM の電気特性を測定した。測定前の ReRAM は高抵抗状態(HRS)であった。本実験で使した ReRAM について, 材料は上部電極から TiN/TaOx-L/TaOx-H/TiN, 厚さは TaOx-L と TaOx-H がそれぞれ 30 nm, 素子の幅は 300 nm である。温度に対する様々な周波数を持つノイズのピーク強度を求め (Fig.1), アレニウスプロットでフィッティングすることにより, 活性化エネルギーを求めた (Fig.2-3)。今回は, 伝導帯における状態密度の温度依存性を取り入れた解析とした[1]。

結果・考察

Fig.2, Fig.3 に対して, 参考論文[1]に記載されている方法で活性化エネルギーを求めたところ, それぞれ $E_1 = 0.04$ eV, $E_2 = 0.25$ eV という値が得られた。 E_1 は, 酸素欠損に由来するトラップの活性化エネルギーであると思われる[2]。現在, HRS にあっても観測される酸素欠損由来トラップの起源等について解析を進めている。

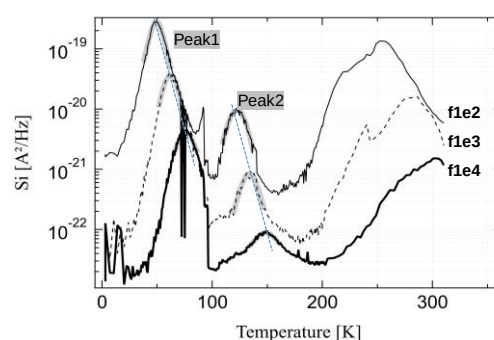


Fig.1 Measurement results of LFN spectroscopy for HRS.

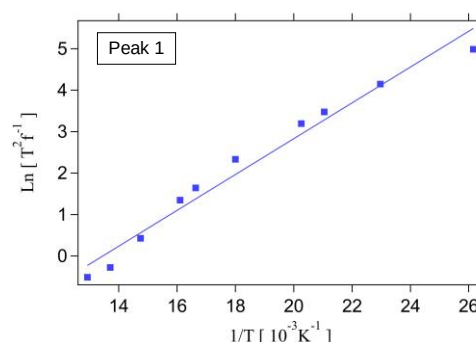


Fig.2 Arrhenius plot using the temperatures of Peak 1.

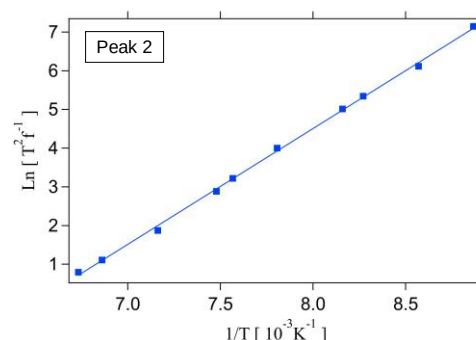


Fig.3 Arrhenius plot using the temperatures of Peak 2.

【参考文献】

- [1] D. C. Murray et al., *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 38, pp. 407-416, 1991.doi: 10.1109/16.69924.
- [2] K. Ohmori et al, VLSI Symposium on Technology, June 5-8, 2017, Kyoto, Japan.