

抵抗変化メモリの抵抗状態と電子状態の相関関係

Correlation between resistive and electronic states of Resistive Random Access Memory

産総研¹, 千葉工大² ○(M2) 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, Chiba Tech², ○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

抵抗変化メモリ(以下 ReRAM)はエッジ AI 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られることから, 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.

電気伝導に寄与するキャリアの情報を様々な抵抗状態で測定することで, 抵抗変化の信頼性向上にむけた研究開発を行っており, 過去に我々は, 低周波ノイズ分光(LFNS)法を用いて ReRAM の活性化エネルギー(伝導電子の散乱に寄与するトラップの深さ)を算出が可能であることを報告した[1].

今回, 低抵抗状態(LRS)と高抵抗状態(HRS)の2つの状態でそれぞれ LFNS 測定を行い, 求めた活性化エネルギーについて報告する.

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(Keysight, B1500A)を用いて昇温中の ReRAM の電気特性を測定した. 測定前の ReRAM は約 7 kΩ (0.1 V における抵抗値)の LRS であった. 本実験で使用した 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(Ea)を求めた(Fig.2). 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[2]. 同様に, 約 11 MΩ (0.1 V における抵抗値)の HRS の ReRAM についても LFNS 測定を行い, 解析を行った(Fig.3).

結果・考察

Fig.2 と Fig.3 で現れている 250 meV 以上の活性化エネルギーは, 酸素欠損に起因する準位であると考えられる[3]. 現在, 他の活性化エネルギーの解釈について議論を進めている.

本成果の一部は, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務の結果得られたものです.

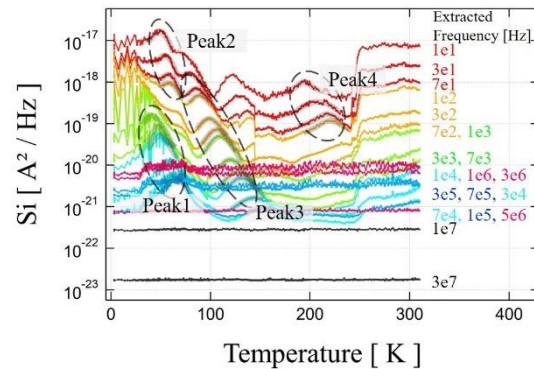


Fig.1 Measurement result of LFNS spectroscopy for LRS (7 kΩ, Read: 0.1 V).

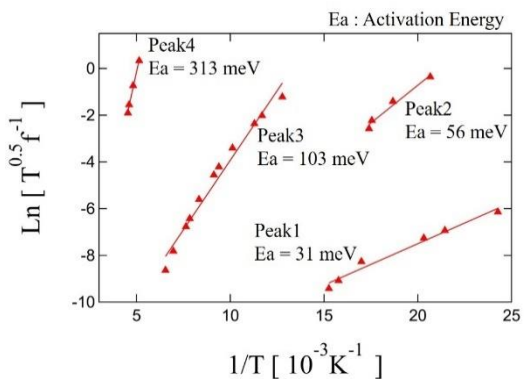


Fig.2 Arrhenius plot with each Peak in Fig.1.

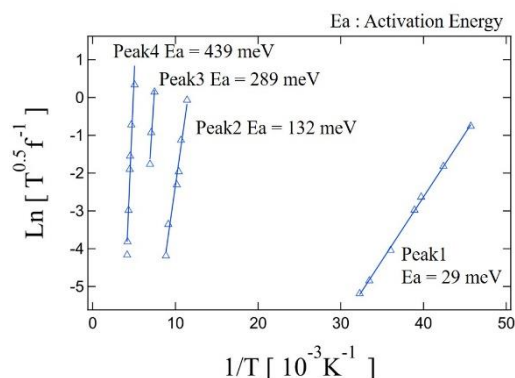


Fig.3 Arrhenius plot of HRS (11 MΩ, Read: 0.1 V).

- [1] 菅原 他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 16a-Z33-8 (2021).
- [2] K. Ohmori *et al*, VLSI Symposium on Technology, June 5-8, Kyoto, Japan (2017).
- [3] F. G. Ullman, *J. Phys. Chem. Solids*, **28**, p. 279 (1967).