

連続パルス電圧印加による ReRAM 抵抗変化推移の レーザー励起光電子顕微鏡観察

Operando observation of resistive switching in ReRAM by laser-excited photoemission electron microscope

東理大理¹, 産総研・東大 OIL², 東大物性研³, 産総研ナノエレ⁴,

○(M2)奥田 裕司^{1,2,3}, 川北 純平^{2,3}, 谷内 敏之^{2,3}, 島 久^{2,4}, 清水 敦史^{1,4}, 内藤 泰久^{2,4},

木下 健太郎¹, 秋永 広幸^{2,4}, 辛 埴^{2,3}

Tokyo Univ. of Sci.¹, AIST-UTokyo OPERANDO-OIL², ISSP Univ. Tokyo³, NeRI-AIST⁴

○Yuji Okuda^{1,2}, Junpei Kawakita^{2,3}, Toshiyuki Taniuchi^{2,3}, Hisashi Shima^{2,4}, Atsushi Shimizu^{1,4},

Yasuhisa Naitoh^{2,4}, Kentaro Kinoshita¹, Hiro Akinaga^{2,4}, Shink Shin^{2,3}

E-mail: 1518508@ed.tus.ac.jp

抵抗変化メモリ (ReRAM) は次世代不揮発性メモリの有力候補であり、電圧印加によって発生する抵抗の可逆的な変化を利用したメモリである。金属酸化物の酸化・還元反応や金属イオンの移動などによるメカニズムが提案されているが、議論は収束していない。

これまで、詳細なメカニズム解明に向け、我々はレーザー励起光電子顕微鏡 (Laser-PEEM) を用いた実デバイス構造 ReRAM のオペランド観察の試みについて報告してきた[1]。Laser-PEEM はレーザー照射によって放出される光電子を検出することで、電極に埋もれたデバイス内部の電子状態を、nm オーダーの高分解能で観察することができる[2]。この手法により、抵抗変化前後像の光電子強度の差異を捉えることに成功したが、PEEM 像が ReRAM 動作の電圧印加中に大きく歪んでしまう問題があり、抵抗変化中の観測は困難であった。

今回、ReRAM への電圧印加を連続的なパルス入射によって行い、前後パルス入射の合間に PEEM 像を取得する新たな測定方式を採用することで、Fig. 2 のように高抵抗化 (RESET) 中でも像ドリフトの無いリアルタイム PEEM 像の取得に成功した。Fig. 2 内部に示す[A] ~ [E]の像は、RESET 前と RESET 中の各点で取得した PEEM 像の差をとることで得られた、光電子強度差分像である。光電子量が増加していれば赤く、減少していれば青く示される。RESET 中に 2ヶ所の点で光電子強度が減少していく様子がわかる (点線円で囲まれた領域)。Laser-PEEM はフェルミ準位近傍の状態密度を反映する光電子強度だけでなく、磁性や結晶性に関する情報も取得できるため、今回開発したオペランド技術は Flash、PCM、MRAM 等の様々なデバイスの評価にも有効である。

講演では RESET だけでなく、低抵抗化時のオペランド観測結果についても報告する。

Reference

- [1] J. Kawakita, et al., 65th 春季応物 18p-C102-9 (2018).
[2] T. Taniuchi, et al., Rev. Sci. Instrum. 86, 023701 (2015).

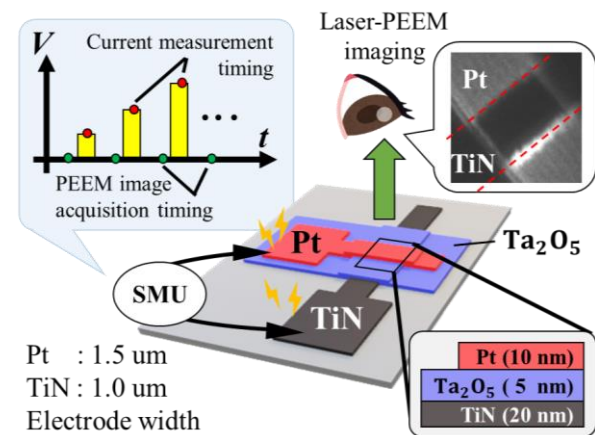


Fig. 1. Sample structure and observation geometry. An image can be acquired without the effect of voltage, because timing of voltage application and image acquisition is different.

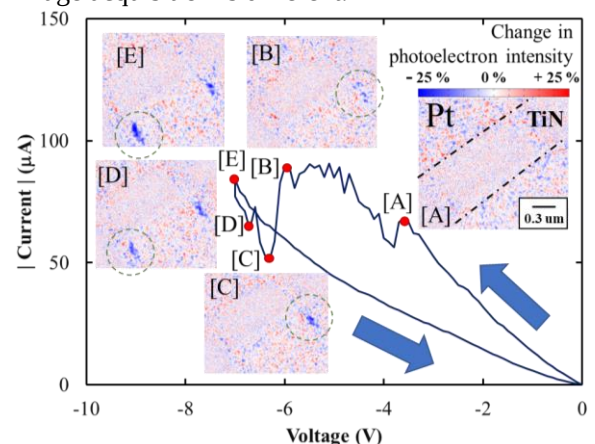


Fig. 2. I-V curve for a RESET process, and differential images between [A] to [E] and before the RESET. Blue and red represent a decrease and an increase in photoelectron intensity, respectively.