

化学状態の非破壊ナノイメージングを可能にする光電子顕微鏡開発 Development of Photoemission Electron microscopy enabling non-destructive nanoimaging of chemical state

○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}, 秋永 広幸^{2,4},
木下 健太郎¹, 辛 埴^{2,3}

東京理科大学¹, 産総研・東大 オペランド計測 OIL², 東大物性研³, 産総研ナノエレ⁴,

○Y. Okuda^{1,2,3}, J. Kawakita^{2,3}, T. Taniuchi^{2,3}, H. Shima^{2,4}, A. Shimizu^{1,4}, Y. Naitoh^{2,4}, H. Akinaga^{2,4},
K. Kinoshita¹, S. Shin^{2,3}

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

Email: okuda@issp.u-tokyo.ac.jp

近年、エレクトロニクス分野のデバイスの微細化によって、ナノスケール観察・計測技術の重要性が高まっている。また、NAND Flash メモリや DRAM、更には高速動作次世代メモリとして研究されている磁気変化メモリ(MRAM)、相変化メモリ(PRAM)、抵抗変化メモリ(ReRAM)等、多くの場合は動作部分が金属電極に覆われているため、動作中の挙動を観測するには金属電極を透過する観測(バルク敏感観測)が必要である。

光電子顕微鏡(PEEM)は紫外線を入射した際に物質から放出される光電子を観測することで、試料の磁性・結晶性・化学状態等に敏感なイメージングが可能な手法である。バルク敏感観測においても、X 線を用いた PEEM 観測で、十数 nm 厚の金属薄膜下の化学状態変化観測が報告されている[1]。しかし、バルク敏感観測では分解能がマイクロレベルであり、空間分解能と検出深さを両立することは困難とされていた。

本研究では、化学状態敏感・バルク敏感・分解能に優れる低エネルギーの紫外連続波(CW)レーザー(4.66 eV)を用いた Laser-PEEM 装置[2]を用いて、ReRAM 構造(Fig.1)の高分解能バルク敏感観測を試みた。

その結果、Fig.2 のように上部電極(10 nm 厚)と半導体部分(5 nm 厚)をも透過し、下部電極界面状態を観測するこれまでにない高分解能バルク敏感観測が実現された。本講演では、金属界面下の PEEM 観測検出深さと空間分解能の関係について議論すると同時にデバイス評価有用性についても議論する。

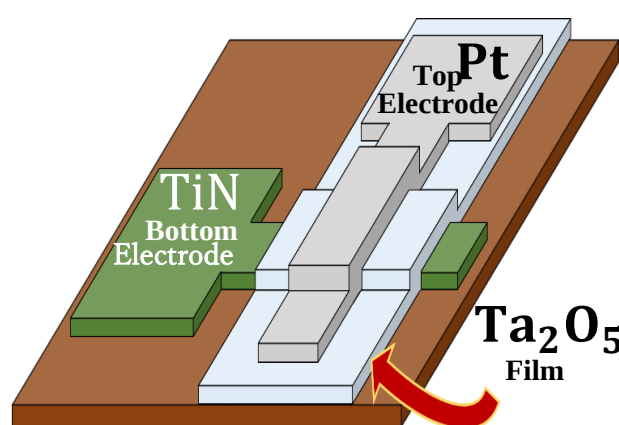


Fig.1 Schematic of ReRAM structure

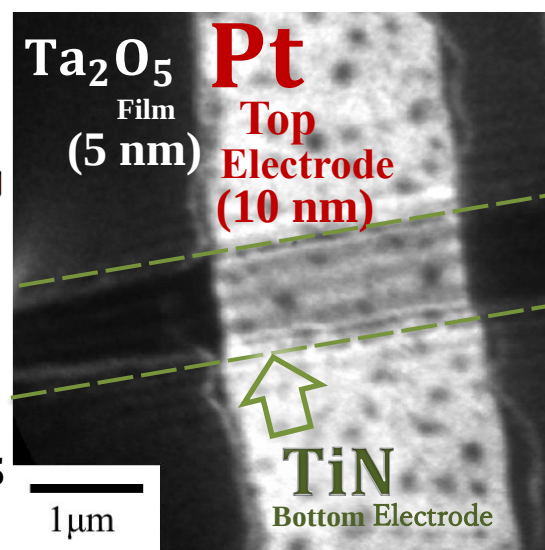


Fig.2 Laser-PEEM image of ReRAM

References

[1] Patt *et al.*, Rev. Sci. Instrum. 85, 113704 (2014).

[2] T. Taniuchi *et al.*, Rev. Sci. Instrum. 86, 023701 (2015).