

# Al/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 型抵抗変化メモリの 放射光を用いた界面電子状態解析

## Analysis of electronic property of Al/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Resistive Random Access Memory memory studied by SR-PES

中田 耕次<sup>1</sup>, 並木 武史<sup>2</sup>, 山本 大貴<sup>2</sup>, 安原 隆太郎<sup>2</sup>, 大久保 勇  
男<sup>1,2</sup>, 組頭 広志<sup>1-4</sup>, 尾嶋 正治<sup>1,2,4,5</sup>  
東大工<sup>1</sup>, 東大院工<sup>2</sup>, JST-さきがけ<sup>3</sup>, 東大放射光機構<sup>4</sup>, JST-CREST<sup>5</sup>

1.はじめに 現在、低環境負荷・安定供給可能な高性能デバイス、特に不揮発性メモリに対する需要が高まっている。しかし従来の報告されている抵抗変化型不揮発メモリ (ReRAM) のほとんどはレアメタルを用いている。そこで本研究では界面酸化還元反応を制御することで、低環境負荷と安定供給可能を両立させた「ありふれた」材料のみで構成される ReRAM を実現させることを目的とした。具体的には高クラーク数元素で構成される Al/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 界面型 ReRAM 構造に着目し、抵抗変化特性を調べるとともに放射光光電子分光を用いた界面電子状態解析を行った。

2.実験 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 単結晶基板及び、レーザー-MBE 法によって MgO 基板上に作製した Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 薄膜の電流-電圧特性を評価した。また、界面の化学状態を KEK-PF の BL2C に設置したレーザー-MBE + 金属スパッタリング + *in-situ* 光電子分光複合装置を用いて放射光光電子分光測定で評価した。薄膜試料については *in-situ* で行った。

3.結果と考察 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 基板においては明瞭なバイポーラ型の抵抗変化が観測されたが Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 薄膜はオーミック的な振る舞いを示した。そこでこの原因を解明するために、放射光光電子分光による界面電子状態解析を行った。

その結果を図に示す。電極堆積前において、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 基板表面では Fe イオンは表面酸化のためにほぼ Fe<sup>3+</sup>として存在しているが Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 薄膜表面では超高真空中に保持されていたため bulk と同様に Fe<sup>2+</sup>と Fe<sup>3+</sup>の混合原子価になっている[1]。Al 堆積後においては、これらの表面化学状態を反映して、基板では2価までの還元に残っているのに対して、薄膜では金属まで還元されていることが明らかになった。

以上の結果から、表面層を制御することで高性能な Al/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 型低環境負荷 ReRAM が作製可能であることが分かった。

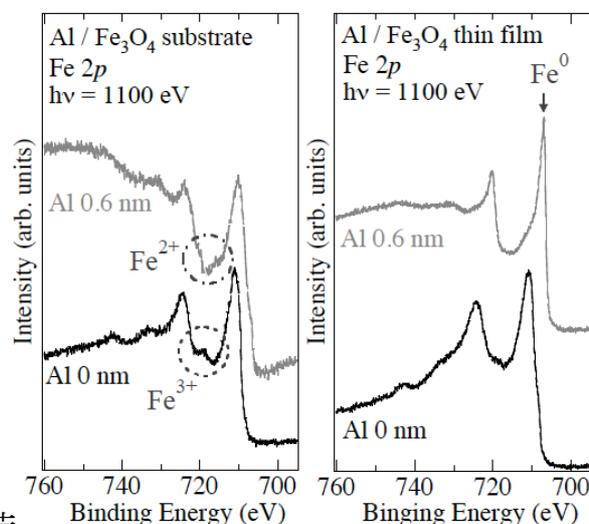


図: Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>表面及びAl/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>界面の Fe2p内殻スペクトル

[1] P. C. J. Graat *et al.*, Appl. Surf. Phys. 100/101, 36 (1996).