

バイアス印加硬 X 線光電子分光法による $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2$ 界面ダイポール変調の評価

Bias-applied hard x-ray photoelectron spectroscopy study of $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2$ interface dipole modulation

都市大工¹, 高輝度光科学研究センター², 産総研³

○野平 博司¹, (M1) 和田 励虎¹, 保井 晃², 宮田 典幸³

Tokyo City Univ.¹, JASRI², AIST³, °Hiroshi Nohira¹, Reito Wada¹, Akira Yasui², Noriyuki Miyata³

E-mail: hnohira@tcu.ac.jp

はじめに 2016年にスタートした第5期科学技術基本計画のポイントは、情報通信技術の活用である。これの実現のために必要な要素技術の一つが超低消費電力不揮発性メモリの実現である。現在、不揮発メモリとして最も成功しているのは NAND 型フラッシュメモリであり、携帯端末やデータセンターのストレージとして、その需要は急拡大している。また、新しい原理による不揮発性メモリの研究開発が活発に行われている。その一つに界面ダイポール層を用いた MIS 構造メモリがある[1, 2]。本発表では、ポテンシャル変調機構を明らかにすることを目的として、MIS 構造より動作の評価が行いやすい MIM 構造を用いて、変調層である界面ダイポールのバイアス印加による変化を調べたので、その結果を報告する。

実験方法 Ir/5-nm- HfO_2 /1ML- TiO_2 /5nm- SiO_2 /TaN/ SiO_2 /Si(100)構造の試料を用いた。電圧印加可能な試料ホルダーにセットし、SPring-8 の BL47XU において、電圧を印加しながら硬 X 線光電子分光測定を行った。測定光電子は Ti 1s, Si 1s, Hf 3d, Ta 3d, N 1s, 価電子帯、光電子の脱出角は 85° 、電圧印加範囲は最大 $\pm 5\text{V}$ とした。

結果 Fig.1(a)に測定のセットアップの模式図、Fig.1(b)に Ta 3d, Hf 3d 光電子および価電子帯スペクトルのバイアス印加による変化を示す。実際の実験においては、上部電極である Ir を GND に固定し、TaN に電圧を印加しているが、Fig.1(b)の電圧の極性は、TaN 電極側を基準として Ir 電極にかけた電圧で表示している。Fig.1(b)に示すように、内殻準位からの光電子スペクトルがバイアス印加で変化すること、さらに、バイアス印加時間が短い場合には Hf 3d のピークの結合エネルギーに変化が見られないが、長時間 -3V を印加した後は、 0.5eV 以下の僅かなポテンシャル差が残留している。この結果は、 TiO_2 変調層を含む MIS から観察されたポテンシャル変調幅とほぼ一致することから、ダイポール変調を反映した結果であると推測される。詳細な解析結果は当日報告する。

謝辞

本研究の一部は、科学研究補助(Grant No.16H02335, 19H02178)によるものである。また、放射光実験は、大型放射光施設の BL47XU を用いて、高輝度光科学研究センターの承認(JASRI, Proposal No. 2018A1360, 2019A1552)によって実行された。

文献

[1] N. Miyata, Scientific Reports, **8** (2018) 8486.

[2] N. Miyata, J. Nara, T. Yamasaki, K. Sumita, R. Sano, H. Nohira, 2018 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM), 7.6.1 (2018).

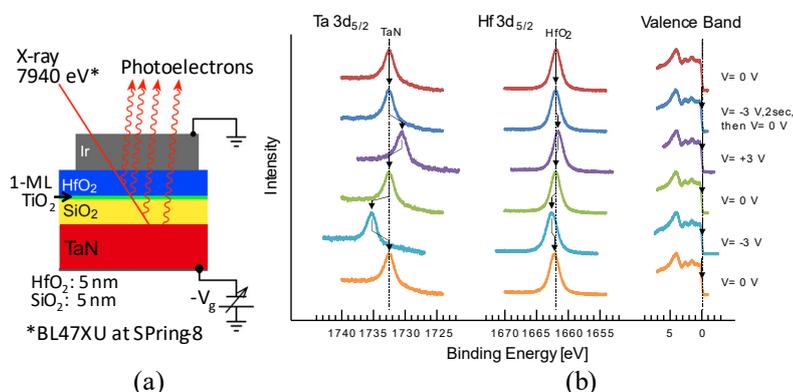


Fig.1 (a) HAXPES measurement of Ir/ HfO_2 / TiO_2 / SiO_2 /TaN structure, (b) Effect of gate bias on Ta 3d, Hf 3d, and Valence Band photoelectron spectra observed from MIM structure.