

高分解能ナノ分光法を用いた新機能物質の電子状態解析 Electronic Structure of New Functional Materials Revealed by High-resolution Nano Analysis

尾嶋正治

東京大学大学院工学系研究科、東大放射光機構、JST-CREST

1) 課題番号: 08S2-003

2) 実験組織: 尾嶋、組頭、大久保、堀場、豊田、簗原、和達(東大工)、長谷川修、長谷川哲、近松、福村(東大理)、Hwang、疋田、石上(東大新領域)、リップマー、松田、吉信(物性研)、雨宮、小野、久保田(KEK)、松本(東工大)、鯉沼(NIMS)、高橋、佐藤、川崎、一杉(東北大)、

3) 課題有効期間: 2008年10月~2011年9月

4) 実験を実施したステーション名および今までに実施したビームタイム : BL2C、約10週間

5) 研究目的: 強相関系レーザーMBE装置と高分解能・高効率型 SES-2002 光電子分光装置を UHV 中で結合させ、強相関系酸化物超格子構造、埋もれた界面の電子状態を解析して、新機能材料開発を行う。また、ULSI 用 high-k ゲート絶縁膜について化学状態、バンドオフセット、結晶化状態の複合解析を行い、ULSI ゲート絶縁膜界面の電子状態や形成機構を解明することで、ゲートリーク電流低減に貢献する。

6) 研究成果: 研究目的の達成度: 強相関酸化物超構造の解析、ULSI 用 high-k ゲート絶縁膜の解析ともほぼ目標を達成した。ULSI 材料の放射光解析については、PF において 12 年間連続で民間コンソーシアムと共同研究を続けており、放射光産業利用の成功例だと高く評価されている。

1) 強相関酸化物超構造の解析: レーザーMBE法で成長した酸化物超薄膜の界面電子状態を *in situ* 光電子分光で解析し、特に SrVO₃ 超薄膜の膜厚が数 ML で顕著な金属-絶縁体転移(MIT)を起こすことを見出した。理論計算と価電子帯スペクトルの比較から 2次元→3次元と次元性が変化することによる MIT であることが分かった。この成果は Phys. Rev. Lett. に掲載され、KEK トピックス、KEK ニュースに採り上げられた。

2) 抵抗変化 RAM の解析: 酸化物薄膜上に Al 電極を堆積させた構造で起きる抵抗変化スイッチ現象のメカニズムを解明するため、Al/PrCaMnO₃、Al/LaSrMnO₃ 構造の界面電子状態を *in situ* 光電子分光で解析した。その結果、Mn-doped AlO_x 層中欠陥を介したトラップ制御空間電荷制御電流(TC-SCLC)が支配的なメカニズムであることを見出した。(Appl. Phys. Lett. 誌に掲載)

3) ULSI 用 high-k ゲート絶縁膜の解析: 昨年度に引き続き、放射光照射時間依存性による HfSiO(N) 薄膜中のトラップ密度決定を行い、仕事関数の異なる電極金属 (Au, Ag, Cu) を堆積した場合のトラップ密度からエネルギー準位分布を求める手法の開発を試みた。また、ゲートに電圧印加しながらの測定も試みている。

8) 代表的な発表論文、学会発表、記者発表、関連する受賞等:

K. Yoshimatsu *et al.*, "Dimensional-crossover-driven metal-insulator transition in SrVO₃ ultrathin films" Phys. Rev. Lett. 104 147601 (2010).

R. Yasuhara *et al.*, "Interfacial chemical states of resistive-switching metal/Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃ interfaces" Appl. Phys. Lett. 97, 132111 (2010).

T. Tanimura *et al.*, "Photoinduced charge-trapping phenomena in metal/high-k gate stack structures studied by synchrotron radiation photoemission spectroscopy" Appl. Phys. Lett. 96, 162902 (2010).

表彰: M. Oshima, Best Manuscript Award (Electrochemical Soc. 2010 Fall Meeting)