

## 02S2-002 「半導体・磁性体ナノ構造の高分解能光電子分光」

1. 研究期間：平成14年度～16年度（3年間） 代表者：尾嶋正治（東大院工）
2. メンバー：東大院工応用化学（組頭、岡林、大久保、谷内、豊田、近松、橋本、豊田、直野、高橋、高石、金井）、東大新領域（藤森、和達、滝沢）、東工大応用セラミックス研（鯉沼、松本、大澤）、東北大金研（川崎、大友）、東大物性研（Lippmaa、大西）、東北大理（坂本）、東大理（松田、守川、沖野）、STARC（臼田、劉、劉、池田、吉丸）、産総研（相浦）、物質構造科学研究所（小野、久保田）

### 3. 研究経過

1) 半導体理工学研究センターSTARCの新プロジェクト(H16～18年度)の一環として、ULSIゲート絶縁膜の高分解能解析（光電子分光とX線吸収分光）を行い、SiN膜について化学結合状態とバンドオフセットを正確に決定する手法を開発した。また、ZrO<sub>2</sub>膜、HfO<sub>2</sub>膜についてUHV中加熱による界面シリケート層の変化、シリサイド化、結晶化過程を *in situ* 解析する手法を確立するとともに、ポリシリコン電極とHfO<sub>2</sub>膜界面の反応を初めて高分解能で解析することに成功し、ゲート絶縁膜の特性向上の指針を得た。(Appl. Phys. Lett. 3, J. Appl. Phys. 1, J. Vac. Sci. Technol. 1, J. Elec. Spec. Rel. Phenom. 1, Trans MRSJ1, 日刊工業新聞発表)

2) レーザー-MBE法によって成長させたLa<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>MnO<sub>3</sub>薄膜の角度分解光電子分光測定を行い、一点にMn 3d e<sub>g</sub>状態に基づく明瞭な電子ポケットを見出し、これがhalf metal特性を支配していることを明らかにした。さらに、そのSr組成依存性を明らかにした。さらに、トンネル磁気抵抗効果(TMR)素子への応用をめざし、膜厚を制御したLa<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>FeO<sub>3</sub>薄膜/La<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>MnO<sub>3</sub>薄膜、SrTiO<sub>3</sub>薄膜/La<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>MnO<sub>3</sub>薄膜系について、Mn 2p-3d共鳴光電子分光測定を行い、Mn 3d e<sub>g</sub>状態がどのように減少（磁気特性が劣化）するかを調べた。その結果、Mn 3dからFe 3d e<sub>g</sub>状態への電荷移動、STO/LSMO界面での価数不整合によるホールドープ、STO/LSMO界面における歪みによる10 Dqの変化、の3つが重要な原因であることを見出した。(APL 2, PRL 1, PRB 5, JESRP 6, JMMM 3, JAP 1, 日刊工業新聞発表、表面科学会学生奨励賞、旭硝子財団奨励賞)

3) スピントロニクス素子への応用が期待される磁性半導体薄膜について、より高いTcを持つ薄膜の実現をめざして、CrドープGaAsの低温MBE成長 + *in situ* 共鳴光電子分光を行い、(Ga,Mn)AsのMn 3d準位に比べてCr 3d準位がよりE<sub>F</sub>に近いこと、Cr 3p-3d共鳴が弱い（局在性が少ない）ことを明らかにした。(APL 1, PRB 1, JAP 1, J. Elec. Spec. Rel. Phenom. 1)

### 4. 今後の課題：

光電子分光で解明する電子状態とナノ構造の電気・磁気特性の相関を解明し、半導体ULSI、強相関素子作製の指針を得る。