

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

1. 研究の目的

- 1) 強相関係レーザーMBE装置と新たに建設を進めている高分解能・高効率型 SES-2002 光電子分光装置を UHV 中で結合させ、強相関係酸化物超格子構造、量子細線・量子ドット、埋もれた界面の電子状態を high-throughput で解析出来、新機能材料開発を行う。
- 2) ULSI 用 high- k ゲート絶縁膜として最も注目されている HfO_2 , HfLaO_x , HfSiON 系などについて化学状態、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。

2. 経過

- 1) 強相関酸化物超構造 : *in situ* PLD+角度分解光電子分光装置を用いて電気伝導性酸化物である SrVO_3 薄膜を SrTiO_3 基板の上にデジタル膜厚制御して成長させ、その電子状態を角度分解光電子分光で解析した。その結果、真空と SrTiO_3 基板にはさまれた SrVO_3 膜は量子閉じ込め効果を示すこと、および膜厚を増加すると量子化準位がシフトする様子が明らかになった。これは強相関電子系で量子閉じ込め効果を調べた初めての成果である。この SrVO_3 薄膜中では $3d_{xz}$, $3d_{yz}$ 軌道は量子化するものの $3d_{xy}$ が量子化しないという軌道選択性があること、エネルギーによる質量増大効果の変化などが明らかになった。本成果は 2011 年 7 月の Science 誌に掲載され、新聞 2 誌でも採り上げられた。
- 2) ULSI 用 high- k ゲート絶縁膜解析 : CMOS 用 high- k ゲート絶縁膜のうち、今年度は pMOS 用 $\text{TiN}/\text{AlO}/\text{HfSiO}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ スタック構造の角度分解光電子分光を行い、熱処理プロセスで AlO 層が SiO_2 層界面まで拡散すること、0.3eV の化学シフトが pMOS の閾値電圧 0.3V とよく対応し、実効仕事関数変化が AlO/ SiO_2 界面のダイポールによる可能性が高いことを見出した。この成果は J. Appl. Phys. 誌に掲載された。