

全反射硬 X 線光電子分光法によるアモルファス酸化物半導体の価電子帯直上欠陥の深さ方向分布

Depth analysis of near-valence band maximum states in amorphous oxide semiconductor by total reflection hard X-ray photoelectron spectroscopy

東工大フロ研¹, 東工大元素², 物質・材料研究機構³, [○]井手 啓介¹, 太田 雅人¹, 岸田 陽介¹, 片瀬 貴義¹, 平松 秀典^{1,2}, 上田 茂典³, 雲見 日出也², 細野 秀雄^{1,2}, 神谷 利夫^{1,2}

MSL, Tokyo Tech.¹, MCES, Tokyo Tech.², NIMS³, [○]Keisuke Ide¹, Masato Ota¹, Yosuke Kishida¹, Takayoshi Katase¹, Hidenori Hiramatsu^{1,2}, Shigenori Ueda³, Hideya Kumomi², Hideo Hosono^{1,2} and Toshio Kamiya^{1,2}

E-mail: keisuke@mc.es.titech.ac.jp

【背景】a-In-Ga-Zn-O (a-IGZO) に代表されるアモルファス酸化物半導体は、室温で作製しても 10 cm²/Vs を超える高い移動度の薄膜トランジスタ (TFT) を作製でき、すでに大型有機 EL ディスプレイや高精細液晶ディスプレイ等に広く用いられている。一方で a-IGZO には、ワイドギャップ半導体であるにもかかわらず、ギャップ内欠陥の存在により可視光を吸収し応答するという問題がある。我々はこれまで、水素化／酸化などの成膜後処理を行った a-IGZO について、バルク敏感な硬 X 線光電子分光 (HAXPES) 測定を行い、差分スペクトルによって欠陥起源の同定が可能なことを報告してきた[1][2]。しかしながら、HAXPES では 5nm 程度の分析深さがあるものの、TFT に必要とされる厚さで、埋め込まれた薄膜内部の深さ方向の非破壊分析をすることはできない。本記念講演においてはこれまでの結果と合わせて、全反射角度付近における HAXPES 測定による非破壊深さ方向分析[3]の結果を報告する。

【実験方法】RF マグネトロンスパッタリング法を用いて a-IGZO の室温成膜を行った。スパッタリング条件として成膜時圧力 0.55 Pa および 5.0 Pa、Ar:O₂ 流量比 19.4:0.6 sccm、投入 RF 電力 70 W とした。膜厚を 5–100 nm とし、欠陥の観測には SPring-8 BL15 にて 6 keV の放射光を用い HAXPES 測定を行った。

【結果】Fig. 1 に価電子帯直上欠陥の膜厚依存性を示す。膜厚の減少に伴って欠陥の増大が見られ、5nm の極薄膜では 3.2×10²¹ cm⁻³ であった。しかしながら、これは暴露された表面を主に観察しているため、埋め込まれた内部の測定を行った。プローブ深度を変えるために入射エネルギーを変える方法ではスペクトル形状が変化してしまうため、全反射角付近で微小角の制御によりプローブ深度を変調した。結果は当日報告する。

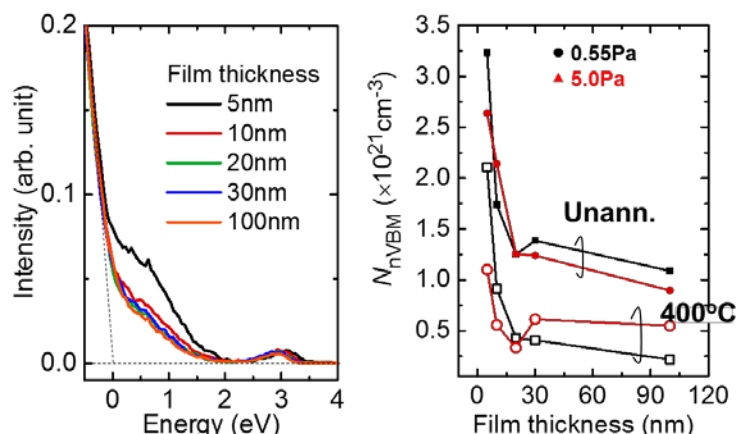


Fig. 1 (a) HAXPES spectra for unannealed a-IGZO film deposited at $P_{\text{Tot}} = 0.55$ Pa. (b) Estimated amounts of near-VBM states as a function of film thickness and P_{Tot} .

[1] 岸田陽介 他、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 15p-A22-11.

[2] 井手啓介 他、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 6a-A203-1.

[3] S. Ueda, 7th International Conference on Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy (2017).