

## アモルファス酸化物半導体の価電子帯直上欠陥の分離

## Deconvolution of near-valence band maximum states in amorphous oxide semiconductor

東工大フロ研<sup>1</sup>, 東工大元素<sup>2</sup>, 物質・材料研究機構<sup>3</sup>, <sup>○</sup>井手 啓介<sup>1</sup>, 岸田 陽介<sup>1</sup>, 片瀬 貴義<sup>1</sup>,  
平松 秀典<sup>1,2</sup>, 上田 茂典<sup>3</sup>, 雲見 日出也<sup>2</sup>, 細野 秀雄<sup>1,2</sup>, 神谷 利夫<sup>1,2</sup>

MSL, Tokyo Tech.<sup>1</sup>, MCES, Tokyo Tech.<sup>2</sup>, NIMS<sup>3</sup>, <sup>○</sup>Keisuke Ide<sup>1</sup>, Yosuke Kishida<sup>1</sup>, Takayoshi Katase<sup>1</sup>,  
Hidenori Hiramatsu<sup>1,2</sup>, Shigenori Ueda<sup>3</sup>, Kumomi Hideya<sup>2</sup>, Hideo Hosono<sup>1,2</sup> and Toshio Kamiya<sup>1,2</sup>

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

【背景】アモルファス酸化物半導体は、a-In-Ga-Zn-O(a-IGZO)に代表されるように  $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を超える高い移動度を示し、室温で作製しても容易に良好なトランジスタ動作を得ることができる。そのため、すでに大型有機 EL ディスプレイ等の画素駆動用薄膜トランジスタとして量産が行われ広く用いられている。一方で透明フレキシブルディスプレイへの応用が期待されたが未だ実用化していない。これは、ワイドギャップの酸化物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ことに起因する。これまで第一原理計算を主に、それら深い欠陥準位の起源について議論がなされてきた。本研究では、2016年秋の報告 [1] に続き、水素化/酸化などの成膜後処理を行った a-IGZO について、SPRING-8 (BL15XU) にお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り実験的に起源の特定を行った。その結果、酸素欠損と-OH のスペクトルを明確に分離するとともに、酸素欠損の光イオン化断面積の定量に成功した。

【実験方法】a-IGZO は RF マグネトロンスパッタリング法により室温で成膜を行った。成膜時圧力を  $0.55 \text{ Pa}$ 、Ar:O<sub>2</sub> 流量比を 19.4:0.6 sccm、投入 RF 電力を  $70 \text{ W}$  とした。後熱処理として、 $300^\circ\text{C}$  オゾン雰囲気中で過剰酸素の導入を行い、続いて超高真空中で加熱することにより過剰酸素の段階的除去を試みた。評価は HAXPES と熱脱離スペクトル (TDS) により行った。

【結果】Fig. 1(a) は過剰酸素を導入した a-IGZO 薄膜からの酸素脱離スペクトルを示す。 $154^\circ\text{C}$ 、 $226^\circ\text{C}$ 、 $276^\circ\text{C}$  と加熱温度を上げるにつれ、 $7.9 \times 10^{18}$ 、 $9.6 \times 10^{18}$ 、 $1.2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  の酸素が段階的に脱離をしていることが分かる。続いて、それらの膜について HAXPES 測定を行った結果を Fig. 1(b) に示す。熱処理温度を上げると価電子帯直上欠陥が増加していることが分かる。Fig. 1(c) に示すように、酸素の脱離量と価電子帯直上欠陥量との間に明瞭な相関が確認された。当日は差分スペクトルや水素処理に関する報告も行う。 [1] 岸田陽介 他、第 77 回応物周期学術講演会 (2016) 15p-A22-11.

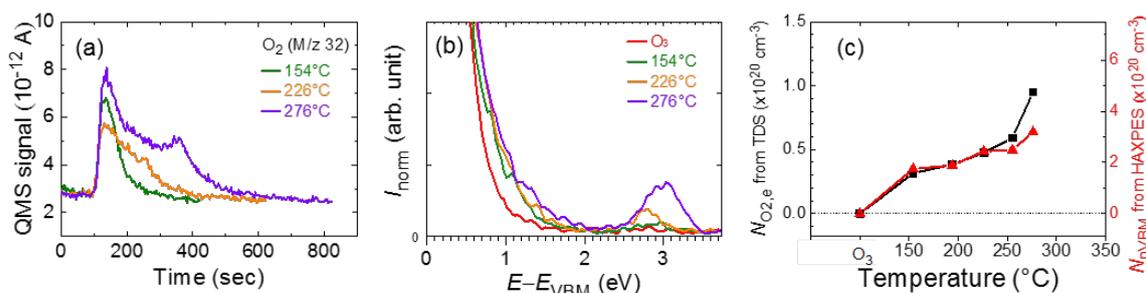


Fig. 1 (a) TDS spectra for M/z = 32 as a function of measurement time. (b) HAXPES spectra for bandgap region. (c) The relationship between the O<sub>2</sub> desorption amount and the near VBM defects.