

不純物水素がアモルファス In-Ga-Zn-O の欠陥に及ぼす影響

Effects of impurity hydrogen on subgap defects in amorphous In-Ga-Zn-O

Haochun Tang¹, 神谷 利夫^{1,2}, 石川 恭平¹, 井手 啓介¹, 平松秀典^{1,2},

上田茂典³, 大橋直樹^{2,3}, 雲見 日出也², 細野 秀雄^{1,2}

(東工大応セラ研¹, 東工大元素センター², 物材機構³)

Haochun Tang,¹ Toshio Kamiya,^{1,2} Kyohei Ishikawa,¹ Keisuke Ide,¹ Hidenori Hiramatsu,^{1,2}

Shigenori Ueda,³ Naoki Ohashi,^{2,4} Hideya Kumomi,² and Hideo Hosono,^{1,2,3}

(MSL, Tokyo Tech¹, MCES, Tokyo Tech², NIMS³)

E-mail: tkamiya@msl.titech.ac.jp

【はじめに】a-In-Ga-Zn-O (a-IGZO) はすでに、多くの液晶ディスプレイや有機 EL TV に実用化されている。a-IGZO 薄膜の最適製膜条件や TFT の安定性は、膜中の不純物水素や過剰/弱結合酸素によっておおきな影響を受けることが知られている。一方、a-IGZO では価電子帯端 (VBM) 直上に 10^{20} cm^{-3} を超える高密度の欠陥 (価電子帯直上欠陥) を持つことが知られており、その起源についてもさまざまな議論がある。本研究では、価電子帯直上欠陥を直接観測するのに有効な硬 X 線光電子分光法 (HAXPES) を用い、価電子帯直上欠陥を強調するために酸素を導入しない Ar スパッタリングで製膜した a-IGZO を中心に、不純物水素の影響について報告する。

【実験方法】a-IGZO 薄膜は、通常の背圧 10^{-4} Pa の STD スパッタと、 10^{-7} Pa の超高真空 UHV スパッタ装置によって作製し、不純物水素量を変えた。O₂/Ar 混合ガスを用い、全流量 20 sccm、全圧を 0.55 Pa と固定した。O₂ 流量比 R_{O_2} は 0~5% で変化させた。HAXPES は SPring-8 の BL15XU ビームラインにて測定した。

【結果】図 1(a,b)の光学吸収スペクトルから、酸素を導入しないで作製した水素量の多い STD a-IGZO 膜では 0.5 eV 以下までのびる大きなサブギャップ光吸収があり、(c) と In 3d (データは掲載していない) の HAXPES より、これが金属 In の析出によることが確認できる。一方、水素量の少ない UHV 膜では、 $R_{\text{O}_2} = 0.1\%$ でも STD 膜の 1% と同様の特性を示しており、この傾向は HAXPES でも認められる。このことから、不純物水素が製膜時の還元反応を促進すること、不純物水素を減らすことで、酸素量を桁で減らしても欠陥の少ない a-IGZO 膜が得られることがわかる。当日は、価電子帯直上欠陥の起源についても議論する。

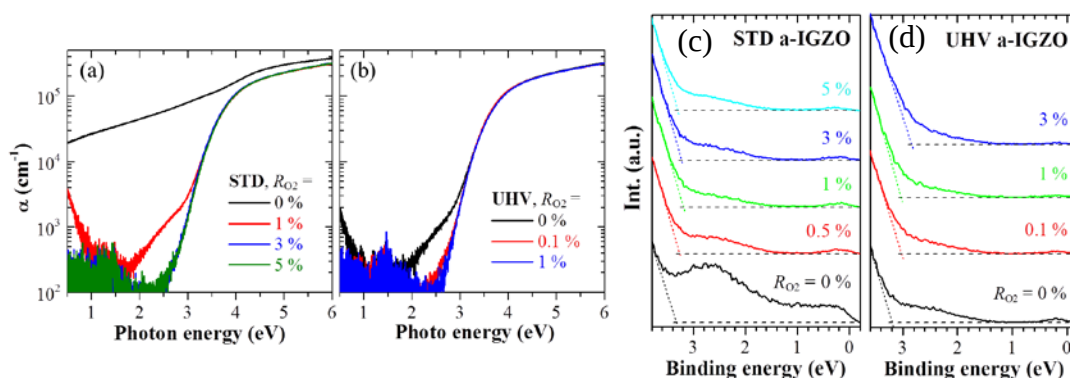


図 1 a-IGZO 薄膜の (a,b) 光学吸収スペクトルと(c,d) HAXPES 価電子帯スペクトル