Ar+O₂+H₂スパッタ In-Ga-Zn-O 薄膜の電子状態評価

Electronic states in Ar+O₂+H₂ sputtered In-Ga-Zn-O films

高知工大 大学院¹, 高知工大 ナノ研^{2 O(D)}曲 勇作¹, 増田 健太郎¹, 牧野 久雄^{1,2}, 古田 守^{1,2} Graduate School of Eng.¹, Kochi Univ. of Tech., Center for Nanotechnology², Kochi Univ. of Tech.

^{O(D)}Yusaku Magari¹, Kentaro Masuda¹, Hisao Makino^{1,2}, Mamoru Furuta^{1,2}

E-mail: 216007n@gs.kochi-tech.ac.jp

【概要】In-Ga-Zn-O (IGZO)は、高い電界効果移動度(> 10 cm²V⁻¹s⁻¹)を有し、大面積均一性、室温 成膜可能などの特徴から、フレキシブルなデバイスやセンサーへの応用が期待される。我々は IGZO スパッタ成膜中の雰囲気水素濃度を制御することで、これまで 300℃以上必要であった熱処 理温度をプラスチック基板が使用可能な 150℃にまで大幅に低減できることを見いだした。本手 法で作製した IGZO 膜を用い、薄膜トランジスタやショットキーダイオードを低温形成(150℃)し た結果、どちらにおいても大幅な特性向上を確認した[1,2]。今回、硬X線光電子分光法(HAXPES) により水素化 IGZO 膜の電子状態を評価したので報告する。

【実験方法】DC マグネトロンスパッタ法により酸素流量比を 1%に固定し、水素流量比(R[H₂] = H₂/(Ar+O₂+H₂))を 0~8%で変化させ IGZO を成膜した。その後、大気雰囲気にて 150℃、1 時間のア ニール処理を実施した。また比較試料として水素未導入(R[H₂]=0%)で成膜した IGZO のアニール 温度依存性(150~400℃)も評価した。HAXPES は SPring-8 の BL47XU ビームラインにて測定した。

【結果および考察】Fig.1に各 IGZO 膜から得られた O1s 内殻スペクトルの(a) アニール温度依存 性(R[H₂]=0%固定)および(b) R[H₂]依存性(アニール温度 150℃固定)を示す。O 1s スペクトルは金属 酸化物(M-O)、酸素欠陥(Vo)、水酸化物(M-OH)の3つのピークに分離することでフィッティング した。水素未導入 IGZO 膜では、アニール温度を 150℃から 400℃に増大することで Voが 27.9% から 25.8%に減少した。水素化 IGZO 膜では、R[H2]を 0%から 8%に増大することで M-OH が増大 し、Voがわずかに減少する傾向が見られた。Fig.2に同じ試料のIn 3d 内殻スペクトルを示す。水 素未導入 IGZO 膜では、アニール温度の増大に伴いメインピーク(In₂O₃)の高エネルギー側に出て くるピークが減少した。これはアニール温度増大により弱結合酸素が脱離し構造緩和が起こった ためであると考えられる。一方、水素化 IGZO 膜では、R[H2]の増大に伴い同様の傾向が確認され た。これらの結果より、成膜水素は OH として膜中に取り込まれ、低温アニールにより欠陥補償 と構造緩和を同時に実現していることが示唆された。



【参考文献】 [1] S G M. Aman et al., Appl. Phys. Express, 11, 081101 (2018). [2] 曲勇作 他、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 20p-234A-14.

Fig.1. HAXPES O 1s spectra for IGZO films (a) annealed



Fig.2. HAXPES In 3d spectra for IGZO films (a) annealed at various temperature and (b) deposited at different R[H₂]. at various temperature and (b) deposited at different R[H₂].