

水素化 In-Ga-Zn-O の表面およびバルク電子状態評価

Surface and bulk electronic states in hydrogenated In-Ga-Zn-O films

高知工大¹, 高知工大 ナノ研² 曲 勇作^{1,2}, 増田 健太郎¹, 牧野 久雄^{1,2}, 古田 守^{1,2}

Kochi Univ. of Tech.¹, Center for Nanotechnology Kochi Univ. of Tech.²

Yusaku Magari^{1,2}, Kentaro Masuda¹, Hisao Makino^{1,2}, Mamoru Furuta^{1,2}

E-mail: magari.yusaku@kochi-tech.ac.jp

【概要】 In-Ga-Zn-O (IGZO)は、高い電界効果移動度($> 10 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$)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。我々はスパッタ成膜時に水素を添加した水素化 IGZO(IGZO:H)にて、プロセス温度 150°C で作製した Schottky ダイオードや薄膜トランジスタの優れた特性を実証してきた[1-3]。今回、硬 X 線光電子分光法(HAXPES)により IGZO:H 膜の表面およびバルク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 Ar, O₂ ガス雰囲気(O₂/(Ar+O₂) = 1%)で IGZO を、Ar, O₂, H₂ ガス雰囲気(O₂/(Ar+O₂+H₂) = 1%, H₂/(Ar+O₂+H₂) = 5%)で IGZO:H を成膜した。その後、大気雰囲気にて 150°C 、1 時間のアニール処理を施した。HAXPES は SPring-8 の BL47XU ビームラインにて実施し、光電子脱出角(TOA)依存性を $5\sim 65^\circ$ の範囲で測定した。

【結果および考察】 Fig. 1 に示すように、IGZO:H ダイオードは IGZO ダイオードに比較し、逆方向バイアス印加時のトンネル電流が大幅に抑制されており、Schottky 界面欠陥準位の減少が示唆された。Fig. 2(a) に IGZO および IGZO:H の表面近傍(TOA = 5°)とバルク(TOA = 65°)から得られた O 1s 内殻スペクトル、Fig. 2(b) に酸素欠陥(V_o)および水酸化物(-OH)比率の TOA 依存性を示す。バルク領域の V_o 比率は、IGZO:H(8.8%)の方が IGZO(13.5%)より小さいことがわかった。さらに、表面近傍における V_o 比率は IGZO では 13.2%とバルクとほぼ同じ値を示したのに対し、IGZO:H では 5.2%とバルクに比較し小さい値を示した。また表面およびバルクの -OH 比率に着目すると、IGZO では 4.2%から 15.1%に増大する一方で、IGZO:H では 5.8%から 12.2%と増大幅が小さいことがわかった。以上の結果より、水素添加することで(i)バルク V_o、(ii)表面近傍 V_o、(iii)表面吸着-OH が減少し、Schottky 界面が改善したことがダイオード特性向上に寄与したと考えられる。

【参考文献】 [1] Y. Magari et al., Jpn. J. Appl. Phys. **59**, SGGJ04 (2020) [2] S G M. Aman et al., Appl. Phys. Express **11**, 081101 (2018). [3] D. Koretomo et al., Appl. Phys. Express **13**, 076501 (2020)

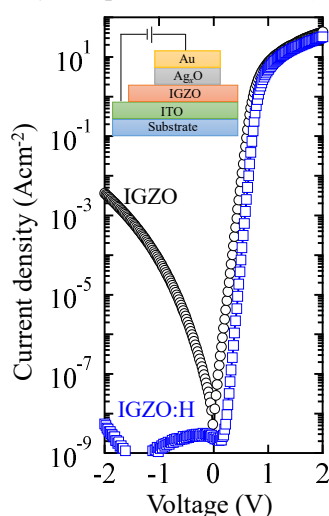


Fig. 1 Schottky diode properties with IGZO and IGZO:H.

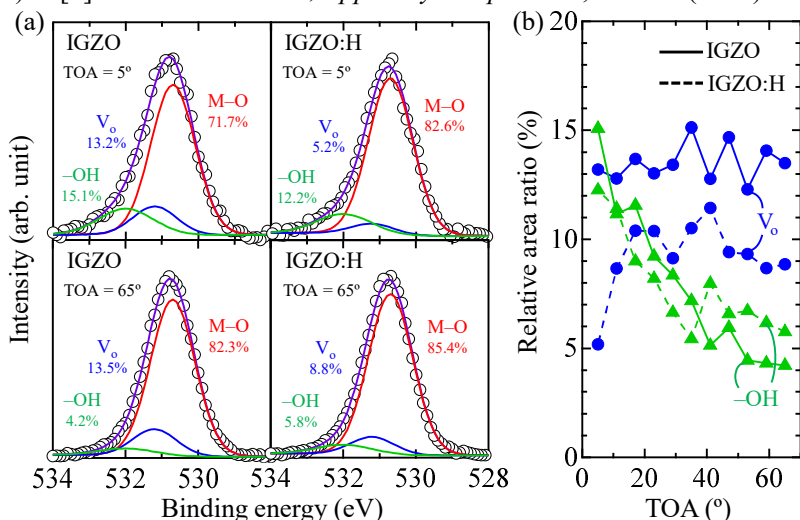


Fig. 2 (a) O 1s spectra at TOAs of 5 and 65° for IGZO and IGZO:H films. (b) Relative ratio of V_o and -OH in IGZO and IGZO:H as a function of TOA.