

X線光電子分光法による ZnO 透明導電膜の極性評価

Polarity of ZnO based transparent conductive films characterized by x-ray photoemission spectroscopy

高知工科大総研 ○牧野久雄, 宋華平, 野本淳一, 山本哲也

Kochi Univ. of Tech¹ ○H. Makino, H. P. Song, J. Nomoto, T. Yamamoto

E-mail: makino.hisao@kochi-tech.ac.jp

ウルツ鉱型構造を持つ酸化亜鉛 (ZnO) は、c 軸方向に極性を持ち、(0001) Zn 極性面と(000-1) O 極性面とでは、不純物ドーピング特性や表面特性が異なることが知られている。多結晶 ZnO 透明導電膜は、液晶ディスプレイや太陽電池等の透明電極としての応用とともに、ガスセンサー材料としても期待されている。我々は、反応性プラズマ蒸着法によって成膜した柱状構造を有する c 軸配向多結晶 ZnO 透明導電膜において、c 軸配向度や面内方向グレインサイズといった薄膜ミクロ構造と電気特性との関連性について議論してきた[1]。しかし、c 軸方向の極性については不明である。ウルツ鉱型構造半導体の極性判別法として、光電子分光法による評価法が知られている[2]。本研究では、反応性プラズマ蒸着法によって成膜したガラス基板上的 ZnO 透明導電膜の極性について、X 線光電子分光法を用いて評価した結果について報告する。

ガラス基板上的 Ga ドープ ZnO (GZO) 多結晶薄膜は、基板温度 200°C において反応性プラズマ蒸着法で成膜した。原料タブレットとして、ハクスイテック社の SKY-Z(ZnO:Ga₂O₃ 1.5 wt%)を用い、成膜時の酸素流量を 5, 15, 25 sccm と変化させた。膜厚は約 500 nm である。X 線光電子分光測定は、励起 X 線源としてアルバック・ファイ社製の Al K α 線源および Cr K α 線源を用い、電子アナライザとして VG シエンタ社製 EW4000 を用い、角度分解モードにより価電子帯スペクトルの光電子脱出角度 (TOA:Take-off-angle) 依存性の測定を行った。

図 1 に、Al K α 線で測定した GZO 薄膜 (酸素流量 15 sccm) の価電子帯スペクトルを示す。光電子脱出角度が大きくなるにつれて、束縛エネルギー 5 eV 付近の強度が増大している様子が見取れる。これは、Zn 極性面において特徴的に観測される振る舞いであり、反応性プラズマ蒸着法で成膜した GZO 膜が Zn 極性であることを示している。また、成膜時の酸素流量を変化させた場合、この振る舞いに違いは見られなかった。

[1] T. Yamada *et al.*, J. Appl. Phys. 107, 123534 (2010); T. Yamamoto *et al.*, Phys. Status Solidi C 10, 603 (2013).

[2] J. Williams *et al.*, Appl. Phys. Lett. 100, 051902 (2012)

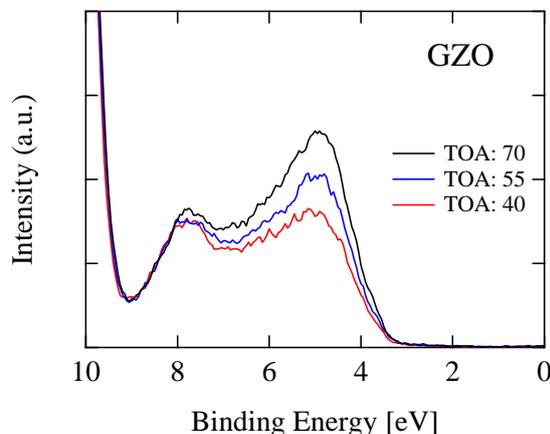


図 1 GZO 薄膜の価電子帯スペクトル