

高周波マグネトロンスパッタリング法による ZnO 薄膜の極性制御

Polarity control of ZnO thin films by a RF Magnetron Sputtering Method

角田 啓^{1,2}、大澤 健男²、大橋 直樹²、石垣 隆正¹(1. 法政大院、2. 物質・材料研究機構)

Kei Tsunoda^{1,2}, Takeo Ohsawa², Naoki Ohashi², Takamasa Ishigaki¹

(1.Hosei Univ., 2. NIMS)

E-mail: TSUNODA.Kei@nims.go.jp

【緒言】

酸化亜鉛(ZnO)は、透明電極や LED 等の電子材料への応用が期待されている。ウルツ鉱型結晶である ZnO は、c 軸方向に極性を有しており、その極性制御は化学的応用、または電子デバイスへ適用する上で重要である。我々は、ZnO 薄膜の堆積時において、基板に直流電圧を印加することによって、無添加 ZnO 薄膜の極性が制御可能であることを報告した。¹ 本研究では、印加する電圧依存性や成膜温度依存性を系統的に検討し、光・電気特性の変化、および極性制御に関するメカニズムを解明することを目的とした。

【実験方法】

ZnO 薄膜成長には、高周波(RF)マグネトロンスパッタリング法を採用した。ターゲットには ZnO 焼結体(純度 99.99%)、基板には石英ガラスを用いた。スパッタリング圧は Ar 1 Pa、RF 出力を 30-40 W とし、基板温度は室温~500°C で成膜を行った。成膜時に、基板ホルダーに±50 V の範囲で印加電圧(V_{sub})を調整し、各 1 時間成膜を行った。評価には、X 線回折(XRD)、フォトルミネッセンス(PL)、ホール効果、光電子分光(XPS)測定を使用した。

【結果と考察】

全ての試料において、XRD 測定では(00 l)ピークのみ観察され、c 軸成長した ZnO 薄膜であることを確認した。PL 測定 (He-Cd レーザー: 325 nm 励起)では、バンド端発光(3.3 eV)は $V_{\text{sub}} = +50$ V において最も強く、 V_{sub} を負側に印加するにつれて減少した。一方で、欠陥に起因する可視光発光(2.1-2.2 eV)は負側に印加するにつれ強まった。また、ホール効果測定では、負側に印加するにつれて、キャリア濃度が単調増加した。Fig.1 に、 V_{sub} を変化させて成長した ZnO 薄膜の価電子帯 XPS スペクトルを示す。結合エネルギー 5 eV 付近のピーク強度が -50 V 印加時で減少しており、Zn 面から O 面への極性反転を示唆している。¹ これらの結果は、スパッタリング時の基板印加電圧が、光・電気特性だけでなく、ZnO 薄膜成長時の極性制御に有効であることを示している。

【参考文献】

¹ J.R. Williams *et al.* *Appl. Phys. Lett.* **103**, 042107 (2013).

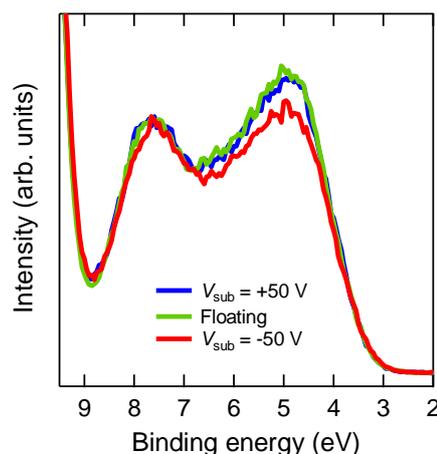


Fig.1 印加電圧を制御して成長した ZnO 薄膜の価電子帯 XPS スペクトル (成膜温度 500 °C、RF 出力 40 W)