

(Ce,Mn)置換 ZnO 薄膜の低温エピタキシャル成長と電気的特性評価

Investigation of low-temp. epitaxial growth of Ce,Mn substituted ZnO thin films and electrical characterization

阪公大工, °阪口萌生, 大磯裕也, 藤村紀文, 吉村武

Osaka Metro. Univ., °M. Sakaguchi, H. Oiso, N. Fujimura, T. Yoshimura

E-mail: yoshimura@omu.ac.jp

【はじめに】酸化亜鉛(ZnO)は、c軸方向に自発分極を持つウルツ鉱型圧電体であり、センサや共振器への応用が検討されている。また、最近では Mg 置換や Ce,Mn 共置換によって強誘電性が発現することが報告されている[1,2]。元素置換によって ZnO の格子パラメータ比 c/a を変化させることが、強誘電性の発現や圧電特性の向上につながるということが知られているが[3]、Ce,Mn 共置換による圧電性の向上はまだ報告されていない。デバイス応用の観点からは Si 基板上に薄膜を低温成長させることが望ましいが、電極上の ZnO エピタキシャル成長は、製膜温度 400°C未満では報告されていない[4]。そこで本研究では、Si 上エピタキシャル電極基板を用いて(Ce,Mn)置換 ZnO の低温成長について検討した。

【実験方法及び結果】基板には 2 インチ Si(111)ウエハを用いた。希フッ酸洗浄により表面の自然酸化膜を除去し、その後スパッタ法によって(111)Pt/(111)TiN エピタキシャル下部電極を成長させた。ZnO セラミックターゲットと CeO₂, MnO₂圧粉体ターゲット (Ce/Mn モル比 1:2) を用いたコンビナトリアル法により、(Ce,Mn)置換量を基板面内で傾斜させた ZnO 薄膜を作製した。RF パワーは ZnO ターゲット、(Ce,Mn)ターゲットでそれぞれ 20W、15W に設定した。製膜設定温度は 400°C、350°C、300°Cとした。また基板の裏にマスクを挿入して、(Ce,Mn)置換量の傾斜と直交する方向に基板温度を傾斜させた。X線回折(XRD)による構造解析によって、すべての製膜温度において、異配向が見られない(0001)(Ce,Mn)置換 ZnO エピタキシャル薄膜

が得られた。Fig.1 に、各製膜温度で作製した試料の ZnO(0002)回折ピークを示す。すべての試料において、ノンドープ ZnO 薄膜、および強誘電性が観察された薄膜より、ZnO(0002)回折ピークは高角側にシフトしており、面外方向の格子定数が縮んでいることがわかった。また、インピーダンス解析により、基板温度が低くなるにつれ抵抗値が高くなることが明らかになった。当日はこれらの試料の結晶構造および電気特性について詳細に議論する予定である。

【謝辞】本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) 先端国際共同研究推進事業 (ASPIRE)、JPMJAP2312 の支援を受けたものである。

【参考文献】 [1]R. Ogawa et al., Jpn. J. Appl. Phys. 63, 010902 (2024).

[2] K. Ferri et al., Jpn. J. Appl. Phys., 130, 044101 (2021).

[3] S. Goel et al., J. Alloys Compd, 816, 152491 (2020).

[4]Y. Li et al., Appl. Surf. Sci., 556, 149798 (2021).

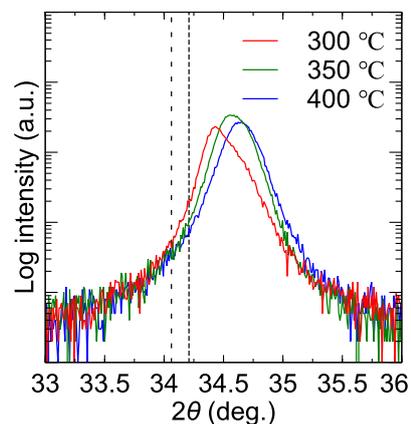


Fig.1 XRD 2θ - ω scan profiles of the films at deposition temp. 300, 350, 400 °C. Dashed line: the pristine ZnO (0002) peak, dotted line: Zn_{0.93}(Ce,Mn)_{0.07}O (0002) peak [1].