

熱電特性向上に向けた Ga-doped ZnO 多結晶薄膜の膜質制御

Thermoelectric property of Ga-doped ZnO films with controlled quality

阪大院基礎工¹, CREST- JST²

○留田 純希¹, 石部 貴史¹, 渡辺 健太郎^{1,2}, 中村 芳明^{1,2}

Osaka Univ.¹, CREST- JST²

○Atsuki Tomeda¹, Takafumi Ishibe¹, Kentaro Watanabe^{1,2}, and Yoshiaki Nakamura^{1,2}

E-mail: u632177f@ecs.osaka-u.ac.jp

【目的】ZnO は酸化物の中で高いゼーベック係数 S と電気伝導率 σ を有し、可視光領域で透明であるため、その薄膜は透明熱電材料としての応用が期待される [1]。しかし、産業利用には性能が不十分であり、熱伝導率 κ が高いことが問題である。ZnO のドーパントは Al か Ga を用いることが主流であるが、Ga は重元素のため熱伝導率の低減が期待できる。しかし、Ga ドープ ZnO (GZO) 薄膜の熱電特性はほとんど報告がない。そこで本研究では、GZO 薄膜の熱電特性を詳細に調べることを目的とした。今回、膜質の異なる GZO 薄膜を作製し、その膜質（結晶サイズ、 c 軸配向性）の熱電特性への影響を明らかにしたので報告する。

【方法】低結晶性を狙ったゾルゲル法では、まず前駆体溶液を調製し (Zn 濃度: 0.5 M、Ga ドープ濃度: 0.5~2 at.%、攪拌条件: 60°C, 2h)、溶液を基板 (Si(111), または石英) 上にスピコート法で塗布した。その後、大気下、350°C, 10 min のプリベークにより GZO 結晶薄膜を得た後、N₂ 雰囲気中で 700°C の熱処理を施した。また、高結晶性を狙ったパルスレーザー堆積法 (PLD) では、基板 (Si(111), または石英) 上に GZO 薄膜を作製した (酸素分圧: 0.2 Pa、基板温度: 325°C、Ga ドープ量: 0.1~2 at.%)。GZO 薄膜の結晶構造は、X 線回折法 (XRD) により評価した。また、GZO 薄膜の光透過率、 S 、 σ 、 κ はそれぞれ、紫外可視分光光度計、ゼーベック係数測定装置 (ZEM-3)、ホール効果測定装置、 2ω 法により評価した。

【結果】Figure (a), (b) は、GZO 薄膜の表面 SEM 像である。作製法により粒径サイズ、膜の緻密さが異なることが分かった。XRD ω - 2θ スキャンカーブ (Fig.(c)) から、 c 軸配向において膜質が異なることが確認できた。これらの試料の熱電特性は、膜質に大きく依存し、膜質の良い PLD 法で作製した試料においては、出力因子 ($S^2\sigma$) が 2.85 $\mu\text{W}/\text{cmK}^2$ となった。本講演では、結晶サイズ・配向性による熱電特性への影響について発表する。

【謝辞】本研究の一部は、科研費 基盤研究 A(16H02078)、挑戦的萌芽研究(15K13276)、ナノテクプラットフォーム (S-17-OS-0025) の支援により行われた。

[1] T. Ishibe, *et al.*, *J. Electron. Mater.* **46**, 3020 (2017).

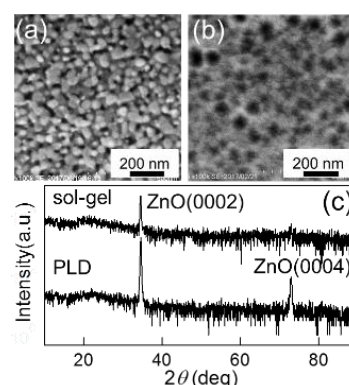


Fig. Plan-view SEM images of 0.5 at% GZO films formed by (a) sol-gel method and (b) PLD. (c) XRD ω - 2θ scan curves.