

低温成長による ZnO 膜の平坦化と電気的特性の影響

Low-temperature growth and effect of electrical characteristics for flat ZnO films

静大工¹, NTT 物性基礎研², ○中村 篤志¹, (B)横北 拓大¹, 章 国強², 後藤 秀樹²

Shizuoka Univ.¹, NTT BRL², ○A. Nakamura¹, (B) H. Yokokita¹, G. Zhang², H. Gotoh²

E-mail: nakamura.atsushi@shizuoka.ac.jp

1. はじめに

MOCVD 成長 ZnO は比較的高温でユニークなナノ構造を示し、c 軸配向したロッドやワイヤー状に成長する[1,2]ことが知られているが、成長基板の平坦性を反映した連続膜はこれまで困難であった。B.P.Zhang らによって 250~300°C の MOCVD 成長では高い平坦性の ZnO 膜が得られることが報告されているが[3,4]、そのモフォロジが電気的特性に及ぼす影響についてはこれまで明らかになっていなかった。本研究は、RPE-MOCVD 法で ZnO 膜の低温成長を試み、キャリアガスの違いやプラズマ（ドーピング）による ZnO 膜の平坦性と電気的特性の影響を調べた。

2. 実験方法

RPE-MOCVD 法で c-面サファイア基板に DEZn と O₂ プラズマで成長した。キャリアガスに N₂ と H₂ を使い、ドーピングには O₂ プラズマガスに N₂ 並びに H₂ を混合ガスとして供給した。成長圧力は 0.1Torr、基板温度は RF ヒーターで 200~400°C の範囲で調節した。表面観察には FE-SEM、AFM、結晶構造は XRD、電気的特性は Van der Pauw Hall-effect で評価した。

3. 結果と考察

SEM 写真は成長温度 250°C における ZnO 膜表面のキャリアガス(a)窒素ガス(b)水素ガスの違いを比較したものである。(c)Tg400°C では a 面テクスチャーのピラミッド[5]が見られるのに対し、低温成長では c 面テクスチャーの平坦膜が得られ RMS は 3.2nm だった。窒素キャリアガスではより平坦な膜で RMS1.4nm だった。Hall 効果測定より、成長温度を低減すると抵抗率は単調に増加、移動度は平坦膜化により連続膜になり低減されたダングリングボンドを水素がパッシベーションすることで移動度が増加していると予測している。キャリア濃度も 250°C で~10¹⁸cm⁻³ まで低減し、水素ドーピングで 5x10¹⁶cm⁻³、窒素ドーピングでは p 型 5x10¹⁶cm⁻³ が得られた。

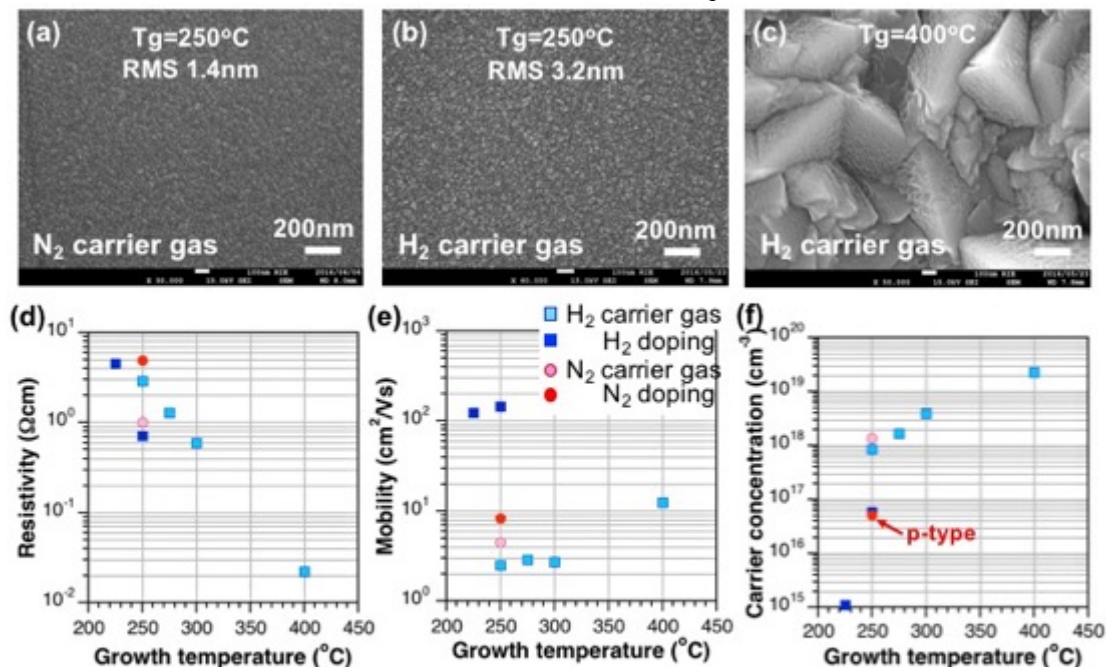


Fig.1. Typical FE-SEM images of ZnO films : (a) N₂ carrier gas Tg=250°C, (b) H₂ carrier gas Tg=250°C, (c) H₂ carrier gas Tg=400°C, plots of electrical characterization of Hall effect : (d) Resistivity, (e) Mobility, (f) Carrier concentration.

4. 参考文献 [1] Ü. Özgür, et al. J. Appl. Phys. 98 (2005) 041301. [2] A.B. Djuricic, et al. Prog. Quantum Elect. 34 (2010) 191. [3] B.P. Zhang, et al. Appl. Phys.A 78 (2004) 25. [4] B.P. Zhang, et al. Thin Solid Films 449 (2004) 12. [5] L. Fanni, et al. Thin Solid Films 565 (2014) 1.