

分子線エピタキシー法による r 面サファイア上の 非極性 a 面 ZnO:N 薄膜の p 型伝導制御 (II)

P-type conduction control of non-polar a-ZnO:N thin films
on r-sapphire substrates grown by plasma-assisted molecular beam epitaxy (II)

鳥取大学 持続性社会創生科学研究科

Graduate School of Sustainable Development, Tottori University

○前川 直樹, 中山 景虎, 山根 亘暁, 阿部 友紀, 笠田 洋文, 安東 孝止,
市野 邦男, 赤岩 和明

○N. Maekawa, H. Nakayama, N. Yamane, T. Abe, H. Kasada, K. Ando, K. Ichino, K. Akaiwa

Email b14t3058@eecs.tottori-u.ac.jp

1. 背景

ZnO は, ワイドバンドギャップ(3.37eV)であり, 大きい励起子結合エネルギー(60meV)といった特性をもつことから, 高効率な紫外発光素子材料の実用化に向けて広く研究されている. しかし, ZnO は酸素空孔や格子間亜鉛といったドナー性欠陥を多く含むため n 型になりやすい性質をもち, さらに強い自己補償効果をもつことから p 型化が困難であることが知られている. 我々はアクセプタドーピングを阻害する piezo 電界を排除するために非極性 a 面 ZnO:N を成長し, ポストアニールにより p 型伝導制御を実現したので報告する.

2. 実験方法

プラズマ分子線エピタキシー法により, r 面サファイア基板上に基板温度 300°C で LT-ZnO を 20 分間成長させ, 600°C で O₂ プラズマ照射下アニールを施し, その上に 500°C で a 面 ZnO:N を 4 時間成長した. O₂ 流量 1.5sccm, NO 流量 1.0sccm, Zn BEP 2.1×10⁻⁷ Torr とした. 成長終了後, MBE チャンバー外にて, 酸素雰囲気中でのポストアニール処理を温度 600°C, 650°C, 700°C と変化させてそれぞれ 5 分間行った.

3. 実験結果

Fig.1 にポストアニール後の PL 測定の結果を示す. ポストアニール温度を上げるにつれて DAP 発光(3.18eV)が増大してくことから, ポストアニール処理によりアクセプタが活性化していることが分かった.

交流磁場ホール効果測定の結果を Fig.2 に示す. アニール温度に対する抵抗率とキャリア濃度の推移をみるとアニール温度が上がるにつれて高抵抗及び低キャリア濃度になり, 650°C でピークに達するとともにキャリアタイプは p 型に反転した. 700°C でポストアニール処理を行うと, 抵抗率 6.1Ω・cm, 正孔濃度 2.9×10¹⁷cm⁻³, 移動度 3.5cm²/Vs の p 型伝導を示した.

4. 謝辞

本研究は, 鳥取大学ベンチャービジネスラボラトリーの協力のもと行った.

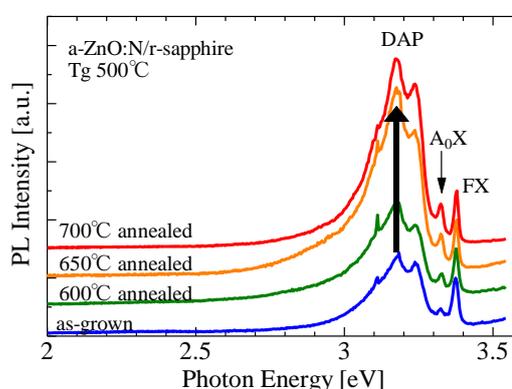


Fig.1 PL spectra of a-ZnO:N/r-sapphire (as-grown and annealed)

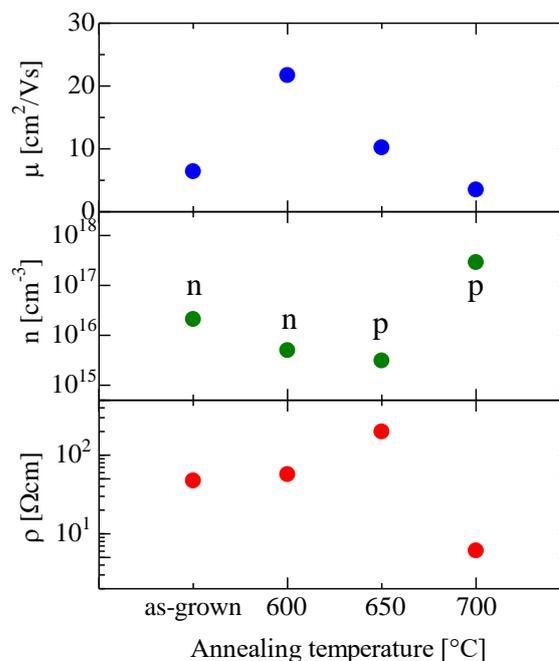


Fig.2 Hall effect measurement of a-ZnO:N/r-sapphire (annealing temperature dependence)