

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 薄膜の伝導制御

Conduction control of p-type non-polar a-plane ZnO:N thin films on r-plane sapphire
substrates by plasma-assisted molecular beam epitaxy

鳥取大学 持続性社会創生科学研究科

Graduate School of Sustainable Development, Tottori University

○中山 景虎, 福谷 晃一郎, 前川 直樹, 阿部 友紀, 笠田 洋文, 安東 孝止,
市野 邦男, 赤岩 和明

○H. Nakayama, K. Hukutani, N. Maekawa, T. Abe, H. Kasada, T. Ando, K. Ichino, K. Akaiwa
Email b13t3047@eecs.tottori-u.ac.jp

1.背景

ZnO は、3.37eV の広いバンドギャップと、室温において 60meV の大きい励起子結合エネルギーといった特性を持つことから、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持ち、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。

2.実験方法

分子線エピタキシー法により、r 面サファイア基板上に成長温度 300℃で LT-ZnO を成長させ、その上に成長温度 500℃で a 面 ZnO:N を 4 時間成長した。これまでの c 面 O 極性、Zn 極性 ZnO:N の研究結果、VI/II 比を 1.0 で固定し NO 及び O₂ の流量を変化させ成長を行った。試料 A が NO:1.0sccm, O₂:1.5sccm, 試料 B が NO:2.0sccm, O₂:1.0sccm である。成長終了後、MBE チャンバー外にて、酸素雰囲気中 600℃でポストアニール処理を 5 分間行った。

3.実験結果

アニール前後において PL 測定を行った。試料 A については DAP 発光が支配的であり、アニール後に DAP の増加が確認できたことから、アニールによるアクセプタの活性化が示唆される。試料 B についても DAP 発光のピークが見られたが、FX 発光が支配的であり、アニール後に DAP の増加がほとんど見られなかった。これは、添加した窒素が窒素欠陥になっていることを示唆している。

交流磁場ホール効果測定の結果を Table1 に示す。また、試料 A のアニール前後の交流磁場ホール起電力波形を Fig.1, Fig.2 に示す。as-grown では、試料 A, B ともに p/n 島状構造のホール起電力波形を示したが、表 1 の位相から n 型であることが分かった。アニール後においては、試料 B は判別不可能であったが、試料 A は p 型のホール起電力波形を示し、位相からも p 型であることが分かった。各特性は抵抗率が 12.5Ω・cm, キャリア濃度が 2.2×10¹⁷cm⁻³, 移動度が 7.6cm²/Vs であった。

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。

Table1 AC magnetic field Hall effect measurement

試料名		抵抗率 (Ω・cm)	移動度 (cm ² /Vs)	キャリア 濃度(cm ⁻³)	位相 (deg)	伝導型
試料A NO:1.0sccm	as-grown	2.20	0.82	3.5×10 ¹⁸	154	n型
	annealed	12.5	7.6	2.2×10 ¹⁷	-21	p型
試料B NO:2.0sccm	as-grown	2.64	2.9	8.0×10 ¹⁷	-177	n型
	annealed	1.85	-	-	-126	判別不能

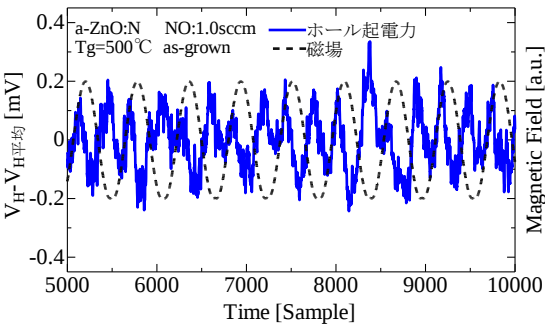


Fig.1 AC magnetic field Hall effect measurement (sample A:as-grown)

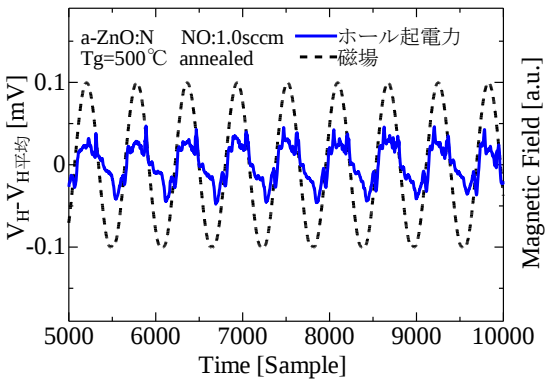


Fig.2 AC magnetic field Hall effect measurement (sample A:annealed)