

常圧液相成長法により作製した GaN 薄膜結晶性の成長条件依存性

Growth condition dependence of GaN thin film crystallinity prepared by liquid phase epitaxy under an atmospheric pressure nitrogen ambience

明星大理工¹, [○](M2)勝海 正隆¹, 赤坂 哲也¹

Meisei Univ.¹, [○]Masataka Katsuumi¹, Tetsuya Akasaka¹

E-mail:20m1001@stu.meisei-u.ac.jp

【はじめに】高周波デバイスや赤外から深紫外領域の波長に対応する発光デバイスへの応用が期待される窒化ガリウム(GaN)は、現在、数百 $\mu\text{m/h}$ の高速厚膜化を実現する気相成長(HVPE)法が主流である。転位密度の低減を視野に、1-2GPa の超高压窒素圧力^[1]や数 MPa 以上の環境下で実施する Na フラックス法^[2]の研究も行われている。しかしながら、耐圧容器や溶融 Na の取り扱い等、製造プロセスにおける技術的な課題により実用化には至っていない。最近、圧力容器が不要で大気圧下で実施可能な金属ガリウムと窒化鉄を用いた液相エピタキシャル成長(常圧 LPE)法が提案された^[3]。本研究では、常圧 LPE 法において、GaN 薄膜の結晶性、および、表面形状に与える各成長条件の影響について検討した結果を報告する。

【実験方法】アルミナ製坩堝に原料となる金属ガリウム(4N)と一窒化三鉄(3N)を充填し、浸漬させた c 面(0001)サファイア基板上に GaN 薄膜を成長した。昇温速度、窒素流量はそれぞれ 6°C/min、1L/min である。各成長条件(原料配合比・成長温度・成長時間)にて加熱保持することで結晶を成長させ、室温まで冷却した後、酸洗浄により原料残渣を取り除いた。得られた試料の表面形状を光学顕微鏡、原子間力顕微鏡(AFM)により観察し、X 線回折による構造解析を行った。

【実験結果・考察】Ga:Fe₃N=99.95:0.05 mol%の配合比で成長温度 900°C、成長時間 4h (推定膜厚:170nm)で成長した試料の 2 θ / ω X 線回折結果を Fig.1 に示す。Al₂O₃(0006)面由来のピークに加え、2 θ = 34° 付近の GaN(0002)のピークが明瞭に観測され、c 軸配向した GaN 膜が成長していることが分かる。成長温度の上昇に伴い(0002)ピーク強度も増加し (Fig.2(a))、ロッギングカーブ測定では GaN の結晶性が大きく改善する傾向が見られた (Fig.2(b))。一方、窒化鉄の割合を増やした (3mol%) 試料では、(0002)以外に(10-10)、(10-11)面のピークも出現し、成長温度上昇によりロッギングカーブ半値幅が大きくなる傾向が確認された。以上のように、成長条件により常圧 LPE 法においても c 軸配向した GaN 単結晶膜が得られた。今後は、成長条件に起因する膜厚変化等を検討しながら、成長条件の更なる最適化を目指す。

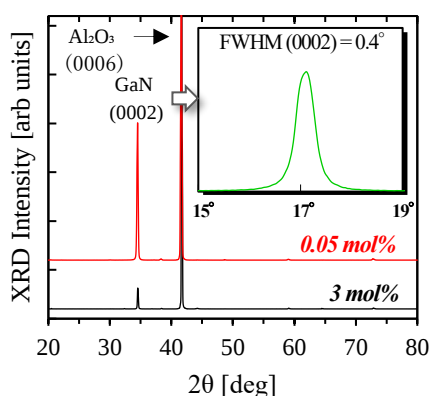


Fig.1: X-ray diffraction 2 θ / ω scan chart of GaN grown on sapphire substrate. The inset shows XRD rocking curve for GaN (0002) (Fe₃N = 0.05 mol%)

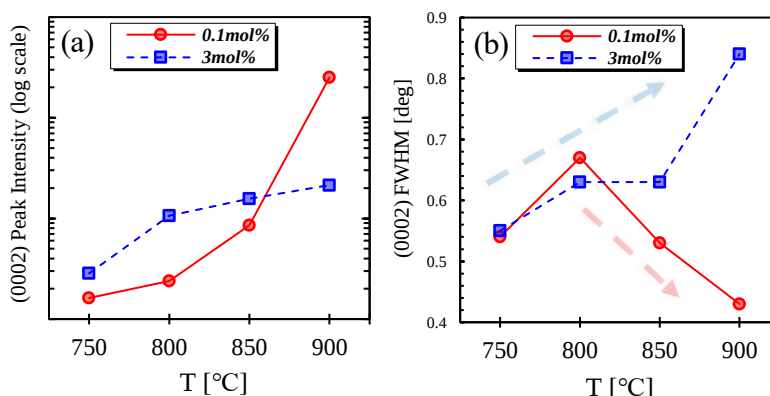


Fig.2: (a) 2 θ / ω mode peak intensities and (b) full width at half maximum of GaN (0002) rocking curves plotted as a function of growth temperature

[1] M. Bockowski et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **53** (2014) 100203

[2] R. Gejo et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **46** (2007) 7689

[3] S. Akiyama et al., 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 15a-A21-6 (2016)