

Si 上無極性 AlN 成長への高 N₂スパッタガス流量の効果 Effects of high N₂ sputtering gas ratio on the growth of non-polar AlN on Si

1. 明治大学 2. 物質・材料研究機構 3. 株式会社コメント 4. 明大 MREL
 森田雅也^{1,2}, 石橋啓次³, 高橋健一郎³, 上田茂典², 知京豊裕², 小椋厚志^{1,4}, 長田貴弘²
 1. Meiji University 2. NIMS 3. COMET Inc. 4. MREL
 Masaya Morita^{1,2}, Keiji Ishibashi³, Kenichiro Takahashi³, Shigenori Ueda², Toyohiro Chikyow²,
 Atsushi Ogura^{1,4} and Takahiro Nagata²
 E-mail: ce201048@meiji.ac.jp

【はじめに】Si に換わる次世代パワーデバイス材料として注目される GaN の応用拡大には、単結晶基板製造コスト低減等の観点から GaN on Si 構造が望ましい。GaN on Si は通常、Si(111)上に極性面 GaN を成長させるため、パワーデバイスでは貫通転位密度の増大、発光デバイスでは緑色光の波長領域での発光効率低下を引き起こす[1]。そこで我々は、MnS バッファ層を用いた Si (100)基板上無極性 AlN および GaN 成長を提案している。AlN の無極性面成長は既にレーザー堆積法で実現しているが、実デバイス応用を目指しスパッタ法での作製を試みている[2]。現在、スパッタ法では低温 AlN 層(LT-AlN)の挿入で MnS 層の窒化を防ぎ、無極性 AlN の結晶化を実現している[3]。本報告ではさらなる AlN の結晶性向上を目指し、AlN 作製に用いる反応性スパッタ時の N₂ 流量の条件検討を行った結果を報告する。

【実験方法】Si 基板上に、MnS 層を室温で 20 nm、その後基板温度 550 °Cまで昇温し 30 nm を RF スパッタ法で成膜した。その後反応性 DC スパッタ法で AlN を成膜した。まず 300 °C で 5 nm 成膜後、750 °Cに昇温し 45 nm 成膜を行った。Ar ガスに対する N₂ 流量比は 15-50 % で変化した。結晶性評価を 2 次元(2D-)XRD で行った。化学結合状態評価に X 線のエネルギーを変えた光電子分光法を用いて通常の XPS(Al $\kappa\alpha$:1.5keV)で表面領域、硬 X 線光電子分光(HAXPES, SPring-8-BL15XU: 6keV)でバルク領域をそれぞれ評価した。

【実験結果】Fig.1 に N₂流量を 15%及び 30% 時の 2D-XRD 像を示す。N₂流量 30%以上で単相の無極性 AlN 成長を確認し、極性 AlN 成長

よりも高 N₂流量が必要であった[3]。Fig.2 には、XPS 及び HAXPES それぞれの測定から得た Al2p スペクトルの Al-N と欠陥構造が大気暴露で酸化した結合状態のエリア強度比の結果を示す。N₂流量の増加に伴い、N 欠陥由来のピーク強度が、XPS、HAXPES いずれの測定結果からも減少し、バルク領域ではより減少していることが分かった。以上の結果から、N₂流量を増やすことで Al が十分に窒化され、AlN 薄膜表面及びバルク領域でも、欠陥の少ない無極性面 AlN 膜が作製できると考えられる。

Reference

- [1] D.S. Arteev *et al.*, J. Lumin.**234**, 117957(2021).
- [2] T. Nakamura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 06FJ10 (2015)
- [3] K. Tatejima, *et al.*, J. Appl. Phys. **58**, SBBK03 (2019).

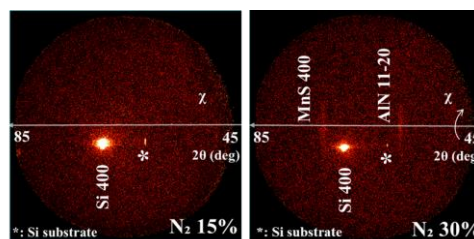


Fig. 1. 2D-XRD images of AlN films deposited at 15 and 30 % N₂/Ar gas ratios on MnS / Si (100).

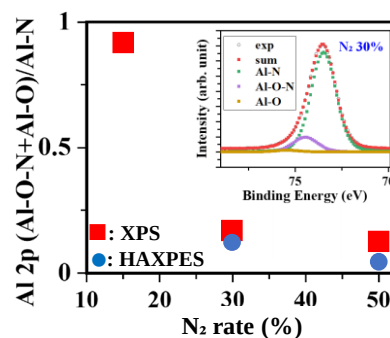


Fig. 2. Area intensity ratio of Al-O-N and Al-O to Al-N bonding states against the N₂ gas ratio. The inset shows Al 2p XPS spectra of AlN film deposited at 30 % N₂ gas ratio on MnS / Si