

GaN テンプレート基板のための Si 基板上無極性面 AlN 結晶成長の作製条件の検討

Study on the crystal growth conditions of non-polar AlN on Si for GaN template substrate

1. 明治大学 2. 物質・材料研究機構 3. 株式会社コメット 4. 明大 MREL
 森田雅也^{1,2}, 石橋啓次³, 高橋健一郎³, 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, Toyohiro Chikyow²,
 Atsushi Ogura^{1,4} and Takahiro Nagata²
 E-mail: ce201048@meiji.ac.jp

【はじめに】優れた物性的特徴を持つ GaN は、Si に換わる次世代パワーデバイス材料として注目されている[1]。実用化の際には GaN 単結晶基板の製造コスト、大口径化の観点から GaN on Si (111)が望ましい。GaN on Si は通常 AlN バッファ層を挿入し極性面 GaN を成長させるが、格子不整合等による貫通転位密度増大が懸念される。これはパワー半導体デバイスで漏れ電流の増大、発光デバイスではグリーンギャップ問題を引き起こす。これら問題の解決のために非極性面 GaN の利用が考えられている。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。既に PLD 法で AlN の無極性面成長が実現できているが、大口径化、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)を挟むことで MnS 層の窒化が防げ AlN の結晶化までを実現した[3]。本報告ではスパッタ法による Si 上無極性 AlN 結晶性向上を目指し、LT-AlN 作製条件の検討結果を報告する。

【実験方法】Si 基板上に、RF スパッタ法を用いて MnS バッファ層を室温で 20 nm 堆積後基板温度 550 °C で 30 nm 成膜した。その後無極性 AlN を反応性 DC スパッタ法で成膜を行った。Ar ガスに対する N₂ 流量比は 30 %とした。まず、300 °C で LT-AlN を 5, 10, 20 nm それぞれ堆積させ、次に 750 °C で AlN 膜厚が低温層と合わせて 50 nm となるように成膜を行った。結晶性評価には 2 次元 XRD、表面粗さ評価には AFM、化学結合状態解析には XPS を用いた。

【実験結果】Fig.1 に示す AFM 測定結果から、RMS 値は LT-AlN が 5 nm の際には 3.5 nm を示したが、LT-AlN が厚くなると小さくなった。一方 Fig.2 の XRD 測定結果より、AlN (11-20) の χ 方向半値幅が低温層の膜厚増加に伴い増加し、AlN の結晶性が悪化する傾向が見られた。300 °C の低温層では AlN の結晶化が抑制されるため LT-AlN の膜厚増加は、結晶粒成長を抑制し平坦性を向上する結果となったと考えられる。また、XPS 測定から LT-AlN の膜厚増加により N 欠陥が増加し膜質を低下させることが分かった。以上から低温層を 5nm 程度にすることで界面欠陥の低減と上層の AlN の結晶性が改善することが解った。

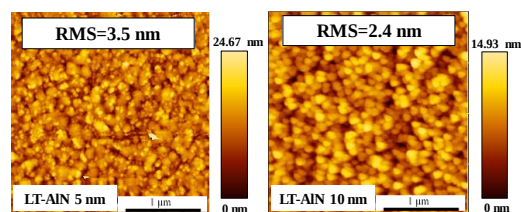


Fig. 1. AFM images of AlN films with 5 and 10 nm-LT-AlN.

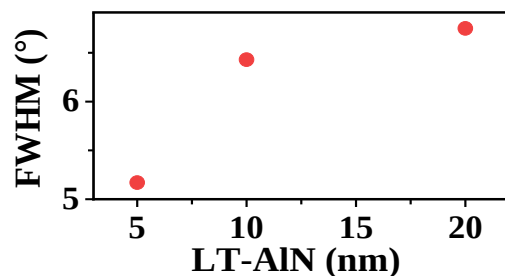


Fig.2. FWHM values of AlN (11-20) reflection along the χ -direction of 2D-XRD against the thickness of LT-AlN layer grown at 50 % N₂ gas.

Reference

- [1] T. Sasaki, *et al.*, J. Appl. Phys. **77**, 192-200 (1995).
- [2] N. T. Nguyen, *et al.*, Appl. Phys. Express **3**, 062201 (2014).
- [3] K. Tatejima, *et al.*, J. Appl. Phys. **58**, SBBK03 (2019).