

**PAMBE 法による AlN/GaN 多層構造作製における
極薄 GaN 層の成長制御性に関する検討**
**Controllability of ultra-thin GaN layer growth
in AlN/GaN multi-layered structure grown by PAMBE**

京大院工¹ ○金子 光顕¹, 木本 恒暢¹, 須田 淳¹

Kyoto Univ.¹, Mitsunaki Kaneko¹, Tsunenobu Kimoto¹, and Jun Suda¹

E-mail: kaneko@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

我々はこれまで、PAMBE 法による SiC 基板上的 AlN/GaN 短周期超格子の成長に関する研究を進めてきた。XRD 2θ - ω スキャンにおいて明瞭なサテライトピークが確認できる超格子の作製に成功したが、断面 TEM で詳細に評価すると、超格子の 1 層目の GaN 層の膜厚が不均一であることがわかった[1]。超格子成長の下地となる AlN テンプレート層は、PAMBE による高品質成長条件である Al-rich 条件で成長している。このとき、過剰な Al は表面に残留する。Al-N の結合エネルギーが Ga-N の結合エネルギーに比べて大きく[2]、供給された窒素を残留 Al が消費することで AlN が成長し、GaN 層の形成を阻害していたと考えられる。将来、デバイス構造を作製するためには、AlN/GaN 多層構造を制御性よく得ることが不可欠である。今回、AlN 層成長時の Al/N 比の違い (Al-rich 度の違い) に着目し、AlN 層上の極薄 GaN 層の成長制御性を検討したので報告する。

7×8 mm の 6H-SiC (0001) 基板を使用し、Al、Ga、および rf プラズマ励起活性化窒素(N*)を用いた MBE 法により成長を行った。成長した構造の模式図を図 1 に示す。高品質 AlN テンプレート層を 19 nm 成長後、障壁層である AlN 層厚を 10 nm と一定にし、井戸層である GaN 層を下から順に 1, 2, 3, 4, 5 BL (1 BL~0.25 nm) と成長した。一般に、MBE 装置では均一性向上のために基板回転を行うが、今回は AlN 層成長時の Al/N 比の影響を調べるため、基板を回転させずに成長し、意図的に Al/N 比の面内分布を生じさせた。その結果、サンプル表面でドロップレット密度が高い領域 (Al-rich) から低い領域 (slightly-Al-rich) へと連続的に変化しているサンプルを得た。

GaN 層成長確認のためカソードルミネセンス (CL) 測定および XRD 2θ - ω スキャンを行った。低温 CL 測定結果を図 2 に示す。Al-rich 領域では、AlN の欠陥起因のピーク (バイオレットルミネセンス、VL) と SiC 基板のピークのみが観察された。XRD 2θ - ω スキャン結果は膜厚 70 nm の AlN 単層に対応するプロファイルとなった。一方、slightly-Al-rich 領域の CL スペクトルからは、極薄 GaN 層による量子井戸に対応すると考えられる 2 つのピークが確認された。また、XRD 2θ - ω スキャン結果は AlN 単層のものと明らかに異なっており、GaN 層が成長できていると考えられる。それぞれの領域の AFM 像を図 3 に示す。Al-rich 領域では AlN 単層を成長した際と変わらない平坦なステップテラス構造となっている。一方、slightly-Al-rich 領域では多数のピットが観察された。過去の研究では、AlN/GaN 超格子を成長した際、3 BL の GaN 層を成長すると格子緩和が生じた[3]。今回作製した構造では 3 BL 以上の GaN 層を含んでいたため、3 BL、あるいはそれ以降の GaN 層で格子緩和が生じ、表面荒れが生じた可能性が考えられる。

[1] M. Kaneko, et al., JJAP **52** (2013) 08JE21.

[2] E. Iliopoulos, et al., APL. **81** (2002) 295.

[3] R. Kikuchi, et al., APEX **5** (2012) 051002.

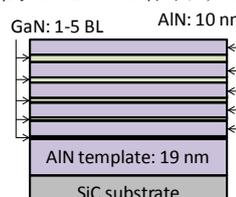


Fig. 1: Schematic image of grown sample.

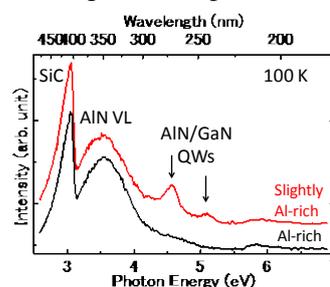


Fig. 2: CL spectra of slightly-Al-rich and Al-rich region.

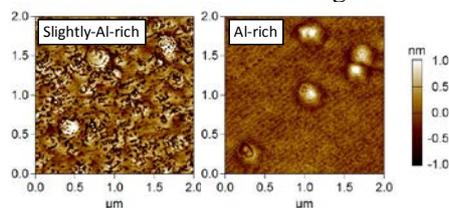


Fig. 3: Surface morphologies of slightly-Al-rich and Al-rich region.