

# Si 基板上 GaN 結晶成長における AlN 中間層を用いた応力制御のメカニズム

## Mechanism of Stress Control for GaN Growth on Si Using AlN Interlayers

○鈴木 道洋、中村 亮裕、杉山 正和、中野 義昭 (東大工)

○Michihiro Suzuki, Akihiro Nakamura, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano (UTokyo)

E-mail: m.suzuki@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

Si 基板上の GaN 結晶成長の技術は、従来のサファイア基板上の成長からのコストダウンと大口径化の需要から発展してきたが、結晶品質及び応力制御の問題は未だ解決していない。GaN 層に AlN 中間層を挿入して圧縮応力をかけ、冷却中の GaN のクラックを防ぐ手法は広く用いられており、成長条件やサンプル構造の設計にはその応力のメカニズムの根本的な理解が不可欠である。

今回は、3種類の波長(405, 632, 951nm)の光を用いた表面反射率測定及びウエハ曲率解析を *in situ* のモニタを用いて行い(Fig. 1), 前者から表面平坦性を、後者から GaN の応力を評価した。AlN の成長は GaN の成長時よりも圧力を下げて行うため成長中断が必要になるが、その際に GaN 表面がエッチングされ AlN との界面が荒れることが表面反射率の挙動から予想されていた。そこで AFM により AlN 成長直前の GaN の表面状態を観察したところ、エッチングされた GaN 表面が観察され(Fig. 2 内の左の図), その界面の荒れが原因でその上の GaN における圧縮応力が十分に得られなかった(Fig. 2 の白丸)。この界面を急峻にするために成長中断の時間を短縮し NH<sub>3</sub> 分圧を高く保ったところ、平坦な GaN 表面が観察された(Fig. 2 内の右の図)。さらに AlN 中間層の厚みを変化させ、その上の GaN の圧縮応力を評価した(Fig. 2 の黒丸)。中断時間の最短化及び条件の単純化のため、成長温度は 1100°C で一定に保った。

GaN 成長中の曲率の傾きはその圧縮応力に比例することが知られており、AlN 中間層の厚みの増加に伴って圧縮応力も強くなっていることがわかる(Fig. 1)。この傾向は、膜厚が増えたことによる AlN の部分緩和に影響していると考えられる。膜厚が 6nm の場合、AlN は下地の GaN に擬格子整合していると考えられるため、その上の GaN に圧縮応力はかからないが(Fig. 2 の黒三角の 1)、6nm の AlN と 800nm の GaN の交互成長を続けた場合は圧縮応力が徐々に増える結果となった(Fig. 2 の黒三角の 2~4)。これは成長を続けるうちに GaN 表面が荒くなっていき、AlN の部分緩和が進行することが原因と考えられる。最適化された成長中断の条件のもとでの GaN テンプレート上の 1 層目の AlN における比較が、AlN の膜厚とその上の GaN の圧縮応力との関係を最も的確に表していると考えられ、AlN の膜厚の増加に伴いその上の GaN の圧縮応力も増加するといえる。

まとめると、GaN の強い圧縮応力を得るためには、1) 平坦な GaN テンプレートの上で、2) ある程度格子緩和し、3) その上の GaN が格子整合できる程度の平坦な表面の AlN が成長できればよい。

[1] Cai Liu, Stress and quality engineering of GaN growth on Si with in-situ wafer curvature analysis, 2014

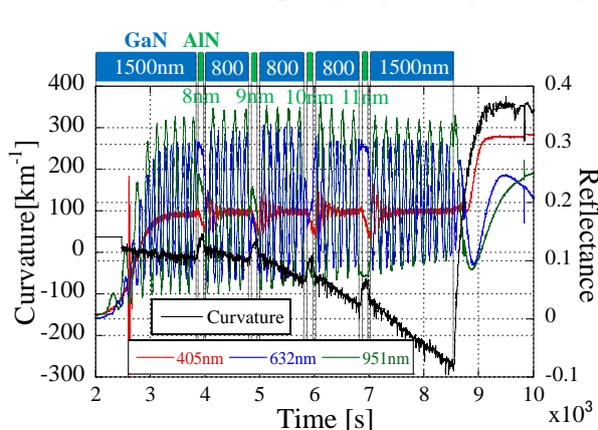


Fig. 1 Transients of wafer curvature and surface reflectance during the GaN growth on Si with AlN interlayers

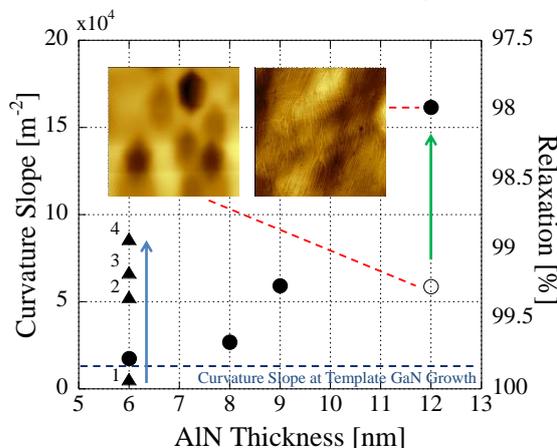


Fig. 2 Relationship between the AlN interlayer thickness and the curvature slope during the growth of the overlying GaN