

Si 基板上 GaN 層の応力に対する AlN 中間層の成長温度依存性

Dependence of stress of GaN layer on Si substrates on growth temperature of AlN interlayer

東大工¹、東大院工²、東大先端研³ [○]有井 知良¹、中原 拓也²、出浦 桃子²、百瀬 健²、
杉山 正和³、中野 義昭²、霜垣 幸浩²

Univ. of Tokyo [○]C. Aarii, T. Nakahara, M. Deura, T. Momose, M. Sugiyama,
Y. Nakano, and Y. Shimogaki
E-mail: aarii@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp

GaN はサファイア基板上に成長されることが多いが、近年では安価で大面積の Si 基板上への成長が期待されている。その際の課題の 1 つが、GaN と Si の熱膨張係数差により、冷却時に GaN 層に強い引張応力が印加されるためクラックが発生してしまうことである。これに対し、AlN 中間層を導入して GaN 層に圧縮応力を印加することで、クラックの発生を防ぐ手法が知られている[1]。この手法を用いてより高品質な GaN 層を成長させるためには、応力印加メカニズムの理解が必要である。我々はこれまでに、AlN 中間層の表面平坦性が GaN 層への圧縮応力印加に大きく影響を与えることを見出した[2]。今回は AlN 中間層の成長温度が表面平坦性および GaN 層への印加応力に与える影響を詳細に調べた。

Fig. 1 に示すように、AlN バッファ層を製膜した Si(111)基板上に、MOVPE で GaN テンプレート、AlN 中間層、GaN 層の順で成長した。GaN の成長温度は 1100 °C、全圧は 200 mbar とした。一方、AlN 中間層の膜厚は 12 nm に固定し、全圧は 50 mbar、成長温度を 800 °C~1100 °C と変化させた。成長中にその場観察した基板反りの時間変化から GaN 層にかかるひずみを算出した。成長温度の異なる AlN 中間層の上に成長した GaN 層の圧縮ひずみの推移を Fig. 2 に示す。1100 °C 成長した AlN 中間層の場合、GaN 層に印加される圧縮ひずみがもっとも大きく、成長にともなうひずみ値の減少率も小さい。他の成長温度についてはほぼ同様の傾向を示し、圧縮ひずみは小さく減少率が大きいくことが分かる。一方、Fig. 3 は AlN 中間層までで成長終了した試料の表面 AFM 像である。1000 °C 以下ではグレイン構造になっており、成長温度が高いほど表面平坦で大きなグレインから構成される。これに対し、1100 °C ではステップ構造が見られ、非常に平滑な表面になっている。すなわち、成長温度が AlN の表面平坦性に大きく影響し、構造が大きく変化する温度領域があることが分かった。この AlN 中間層の構造の違いが、Fig. 2 に示した GaN 層のひずみの傾向の違いに現れていると考えられる。

[1] T. Sugahara *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **43** (2004) L1595.
[2] 中原他、第 78 回秋季応物、8p-A301-7 (2017)。

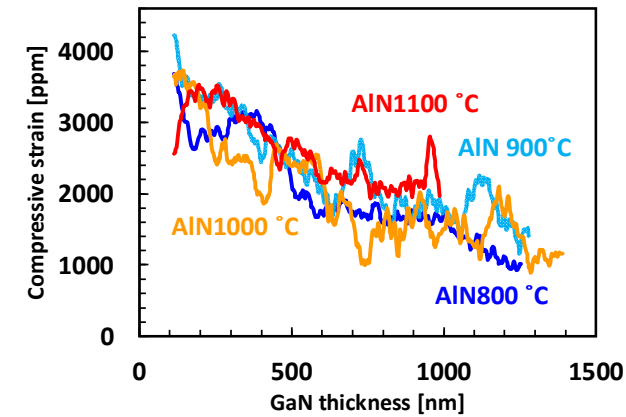


Fig. 2 Transients of strain of GaN layer on AlN interlayer grown at different temperature.

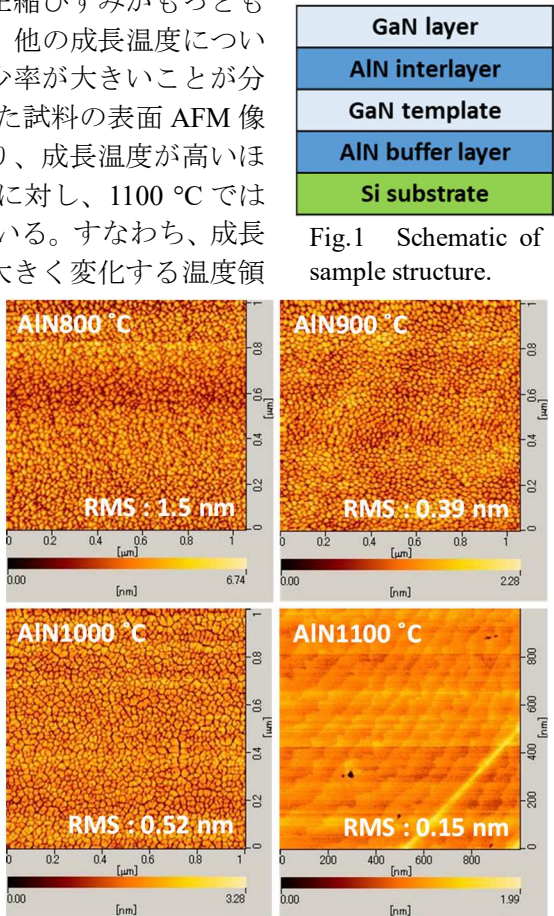


Fig. 3 AFM images of 1×1 μm² areas of AlN interlayer surface.