

GaNN/GaN 成長時の格子緩和に対する Si アンチサーファクタントの効果

Effect of Si anti-surfactant on lattice relaxation during GaInN crystal growth on GaN

工学院大学¹, 量子科学技術研究開発機構², 東北大学³ ○(M1)横山晴香¹, 山口智広¹, 佐々木拓生², 大野颯一郎¹, 木口賢紀³, 比留川大輝¹, 藤川誠司², 高橋正光², 尾沼猛儀¹, 本田徹¹

Kogakuin Univ.¹, QST², Tohoku Univ.³

○Haruka Yokoyama¹, Tomohiro Yamaguchi¹, Takuo Sasaki², Soichiro Ohno¹, Takanori Kiguchi³

Hiroki Hirukawa¹, Seiji Fujikawa², Masamitsu Takahashi², Takeyoshi Onuma¹, Tohru Honda¹

E-mail: cm20052@ns.kogakuin.ac.jp

高品質な GaInN 薄膜は、光無線給電(OWPT)用の受光器応用に期待される。臨界膜厚以上の膜厚を持つ、高品質 GaInN ヘテロエピタキシャル膜を得るためには、格子緩和プロセスの制御が必要となる。

Si アンチサーファクタントは、GaN の結晶成長モードを変化させるだけでなく、成長界面での転位の終端化の役割を持つことが報告されている[1]。一方で、GaInN 成長における Si アンチサーファクタントの効果は報告されていない。

本研究では、GaN 上 GaInN 成長時のその場 X 線逆格子マッピング(XRD-RSM)観察を通して、格子緩和のための Si アンチサーファクタントの有効性を検証した。

実験は、Spring-8 BL11XU の MBE-XRD システムにより行った。この MBE-XRD システムは、RF-MBE チャンバーが XRD ステージに取り付けられたシステムである。GaInN 膜は、(0001)GaN/Al₂O₃ 基板上に、成長温度 620°C で成長した。Ga/In 流量比、窒素ガス流量、RF Power は一定としている。Si アンチサーファクタント層を 5 周期分、基板との界面に成長した。比較のために、Si アンチサーファクタント層を挿入していないサンプルも成長した。GaInN 層の成長速度は 100 nm/h であり、成長時間は 30 分である。Fig.1 に成長したサンプルの構造を示す。GaInN 成長中は GaInN 10-11 逆格子点におけるその場 XRD-RSM 観察を行った。ピーク位置は 2 次元ガウス分布を使用して決定し、得られた RSM のピーク位置から緩和率を推定した。

Fig.2 に各サンプルの緩和率の時間変化を示す。Si アンチサーファクタント層を挿入していないサンプルでは、GaInN 初期は擬似格子整合成長をした。成長開始 6~7 分で格子緩和が生じ、その時の緩和率は約 20% となった。その後、成長時間の増加に伴って、緩和率は増加した。

一方、Si アンチサーファクタント層を挿入

したサンプルでは、成長の初期段階から 60% 以上の高い緩和率で GaInN のピークが確認された。この結果から、Si アンチサーファクタントは、成長している GaInN の格子緩和を促進するのに有用であると結論付けることができる。

ただし、Si アンチサーファクタント層を挿入したサンプルでは、60%以上の高い初期緩和率に対して、成長開始 11 分では緩和率 50%と減少しており、その後、成長時間の増加に伴って緩和率が再び増加する傾向を示した。この特異な格子緩和プロセスは、GaInN/GaN 界面における成長モードの変化によるものであると考えられる。

本研究は、JSPS 科研費助成番号#19K05298、#19H00874 および#20K05348 の支援により行われた。

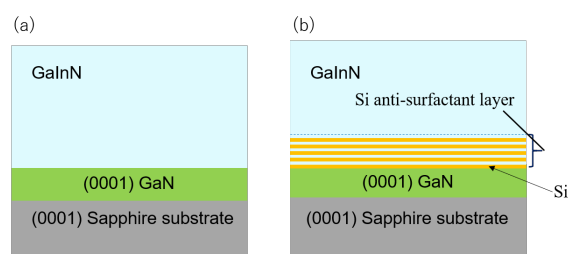


Fig.1. Sample structures (a) without, (b) with anti-surfactant layer.

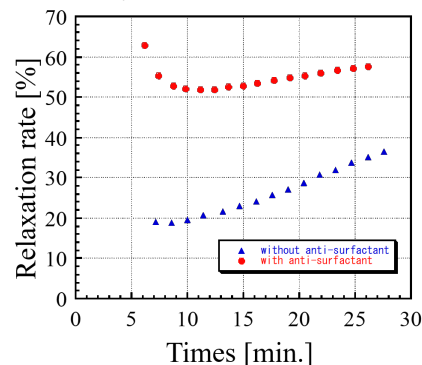


Fig.2. Relaxation rate as a function of growth time.

[1] S.Tanaka *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **39**, L831 (2000).

[2] T. Sasaki *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 05FB05 (2016).