

THVPE 法を用いた InGaN 厚膜成長における緩和状態の制御

Control of Lattice-relaxation for InGaN Thick Films by Tri-Halide Vapor Phase Epitaxy

東京農工大院工, °(B) 日永田 亮平, 江間 研太郎, 村上 尚, 瀬藤 明伯

Tokyo University of Agriculture and Technology,

°Ryohei Hieda, Kentaro Ema, Hisashi Murakami, Akinori Koukitu

E-mail: s161995v@st.go.tuat.ac.jp

InGaN は高輝度青色発光ダイオードや青紫色レーザダイオードの発光層として用いられ、今後は長波長発光デバイスや高効率太陽電池への応用も期待されている。我々はこれまでに、原料に金属三塩化物を用いたトリハライド気相成長(THVPE)法による InGaN 厚膜成長を提案し、熱力学解析から THVPE 法は高い成長速度と良好な組成制御性を有することを報告した[1,2]。THVPE 法では、下地基板の選択によってコヒーレント成長や完全緩和して成長した InGaN 層が得られることがわかっており、特に c 面加工サファイア基板(PSS)を用い GaN 中間層を挿入することで部分緩和した InGaN 層を得ることができる[3]。本研究では InGaN 発光層と格子整合する高品質な InGaN 擬似基板の作製を目標とし、THVPE 法による InGaN 成長における緩和状態の制御を試みた。

直径 900 nm、パターン間隔 100 nm のコーン型 PSS(以下 PSS①と表記)を用いて GaN 中間層の膜厚を 1.3~8.4 μm まで変化させ、In 組成 8%、膜厚 2 μm の InGaN 厚膜成長を行い、緩和状態を X 線逆格子空間マッピング測定により調査した。また、直径 2700 nm、パターン間隔 300 nm のコーン型 PSS(以下 PSS②と表記)を用いて GaN 中間層の膜厚を 4.2~8.1 μm まで変化させ、In 組成 8%、膜厚 2 μm の InGaN 厚膜成長を行い、PSS①と InGaN 成長層の緩和率を比較・調査した。

図 1 に、GaN 中間層の膜厚に対する InGaN 層の緩和率を示した。GaN 中間層の膜厚の増加により InGaN 層の緩和率が減少することが示唆された。一方で、PSS①を用いたサンプルにおいて、GaN 中間層の膜厚が大きいものでは InGaN 層の緩和率が増大した。これは GaN 中間層中にクラックが生じたためと考えられる。PSS②を用いて成長を行ったサンプルにおいて、GaN 中間層の膜厚増加に伴って InGaN 層の緩和率が減少することがわかった。断面 SEM 観察の結果から、GaN 中間層中に形成されるボイドの形状およびサイズが PSS①のものと異なり、GaN 中間層中に働く応力が変化したためと考えられた。以上の結果から、GaN 中間層の結晶品質や応力の状態を変化させることにより、InGaN 層の緩和状態を制御できる可能性が示された。

[1] Y. Kumagai et al. J. Cryst. Growth **231**, 57 (2001).

[2] K. Hanaoka et al., J. Cryst. Growth **318**, 441 (2011).

[3] R. Uei et al., 2019 年春季応物 12a-W541-2.

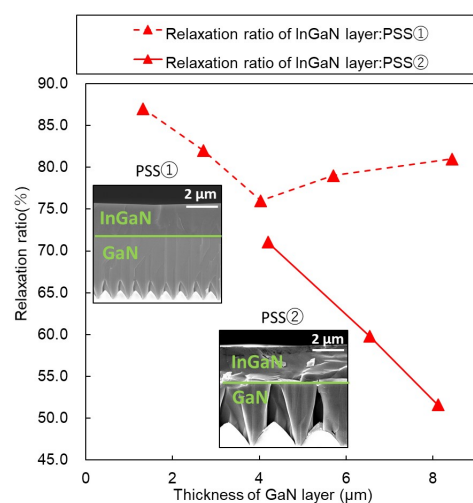


Fig. 1. The relationship between the relaxation ratio of the InGaN layer and thickness of the GaN interlayer.