完全緩和した半極性{11-22}GaInN 上への AlInN 膜の成長 Growth of AlInN films on a fully relaxed semipolar {11-22} GaInN

[○]藤澤 孝博, 中林 泰希, 江川 孝志, 三好 実人 (名工大), 竹内 哲也 (名城大), 岡田 成仁, 只友 一行 (山口大) [°]T. Fujisawa, T. Nakabayashi, T. Egawa, M. Miyoshi (Nagoya Inst. Tech.), T. Takeuchi (Meijo Univ.), N. Okada and K. Tadatomo (Yamaguchi Univ.)

E-mail: t.fujisawa.805@stn.nitech.ac.jp, miyoshi.makoto@nitech.ac.jp

【はじめに】 AlInN 混晶は、GaN 系発光素子のクラッド 層[1]、分布ブラッグ反射鏡(DBR)[2]、活性層[3]など各 種要素構造への適用が検討されている。これまで我々 は、GaN 系 LD のクラッド層に向けた厚さ数 100nm の AllnN 成長について研究を進める中、以下の知見を得 るに至っている[4]。すなわち、c面 GaN や GaInN 上の AllnN 成長では、下地に格子整合する混晶組成を超え て InN モル分率を高くし、面内圧縮方向に格子が歪む ようになると、厚さ100nm近辺を境界に2次元成長モー ドから柱状多結晶成長モードに切り替わり、表面状態が 急激に悪化する[4]。つまり、厚膜で表面平坦な AlInN 膜を成長しようとすると、下地に格子整合する混晶組成 がそのまま InN モル分率の上限を決定付ける。他方、 近年、山口大の研究グループでは、m 面サファイア上 に形成した半極性{11-22}GaNを下地として、厚膜で高 InN モル分率の完全緩和 GaInN 膜の成長を行い各種 評価と応用研究を進めている[5.6]。この完全緩和 GaInN を下地として高 InN モル分率の AlInN 成長がで きれば、より長波長域の GaN 系発光デバイスに向けた 要素構造を提供できる。本研究では、完全緩和した半 極性 GaInN 上への高 InN 比 AlInN 膜の成長を試み結 晶評価を行ったので報告する。

【実験方法】図1に、本研究で作製した試料の模式図 を示した。下地層の混晶組成は Ga0.93In0.07N であり、こ れに格子整合する近傍のAl0.72In0.28Nを目標組成として 膜厚400nm超となるようMOCVD成長を行った。成長し た試料について、OM、AFM、XRD、TEM、PL 法を用 いた結晶評価を実施した。

【結果と考察】成長した AllnN 膜は、目視ならびに OM、AFM 観察にて、比較的平坦な表面を有する事を 確認した(図 2)。XRD と TEM 観察によると、AllnN は 概ね目標組成で成長できており、{0002}面について下 地 GaInN と整合している事が示された。断面 TEM 像 (図3)では、最下層 GaN の[11-20]方向に沿った転位が 上層に伝搬している様子のほか、AllnN 成長初期にも 新たな転位が生成している様子が観察された。AllnN 表面は、転位の伝搬・生成に関わらず平坦性を維持し ていた。PL スペクトルは、約 2.5eV(波長約 500nm)付 近の単一発光を示した(図 4)。混晶組成と発光エネル ギーの関係は、過去報告(m 面成長 All_xIn_xN の例[3]と して、x = 0.23 で約 2.6 eV、x = 0.30 で約 2.4 eV)と比較 して大きな矛盾はないものと思われた。



【謝辞】本研究は、文部科学省「省エネルギー社会の 実現に資する次世代半導体研究開発」事業 JPJ005357 の助成を受けて実施された。

【参考文献】

- [1] Schenk *et al*, APL **93** (2008) 08116 など.
- [2] Ikeyama et al, APEX 9 (2016) 102101 など.
- [3] Chichibu *et al*, Adv. Mater. **29** (2017) 1603644 など.
- [4] Miyoshi et al, JCG 506 (2019) 40, JJAP 58 (2019) SC1006, MRX 8 (2021) 025906.
- [5] 亀谷他、レーザー学会 549 回研究会 RTM-20-24 (2020).
- [6] 俵迫他、第 68 回春季応物学会 17p-Z27-2 (2021).