マクロステップを持つ *c* 面 AlN/サファイアテンプレート上に成長させた AlGaN 量子井戸の構造解析（１）

Structural characteristics of AlGaN multiple-quantum-wells grown on *c*-plane AlN/sapphire templates with macro-steps (1)

東北大多元研 [1], 創光科学(株)[2], 名大未来材料システム研 [3],
名大赤﨑記念研 [4], 名大 VBL[5], 名城大理工 [6]
◦小島一信 [1], 長澤陽祐 [2], 平野光 [2], 一本松正道 [2], 本田善央 [3], 天野浩 [3,4,5], 赤崎勇 [6], 秩父重英 [1,3]
IMRAM-Tohoku Univ.[1], UV craftory Co., Ltd. [2] IMaSS-Nagoya Univ.[3],
ARC-Nagoya Univ.[4] , VBL-Nagoya Univ.[5], Meijo Univ.[6]
◦K. Kojima[1], Y. Nagasawa[1], A. Hirano[2], M. Ipponmatsu[2],
Y. Honda[3], H. Amano[3,4,5], I. Akasaki[6], and S. F. Chichibu[1,3]
E-mail: kkojima@tohoku.ac.jp

殺菌能力が高い波長である265 nmを中心に、深紫外線波長領域の高効率固体光源の開発が近年盛んに行われている。280-300 nm 帯における AlGaN 発光ダイオード（LED）の外部量子効率（EQE）は、樹脂封止等がない構造にて最大 6%程度を達している[1,2]が、265 nm 帯の LED 構造においては樹脂封止がない場合の EQE が最大でも 3%程度に留まっており、さらなる EQE の改善が望まれている。そこで、このような発光波長帯域で動作する AlGaN LED の発光層近傍の構造解析を行ったので報告する。

本研究にて評価した試料は、AlN/サファイアテンプレート上に AlGaN クラッド層を介して作製された AlGaN/AlGaN 量子井戸 LED 構造である。AlN テンプレートは *m* 軸方向に1.0°傾斜した *c* 面サファイア基板を用いて作製され、AlN 表面には特徴的なマクロステップが存在する。量子井戸は、薄い AlN と AlGaN によってキャップされた構造を持つ[3]。構造解析は、透過型電子顕微鏡を用いて明視野（BF）像および高角度環状暗視野（HAADF）像観察にて行った。

AlGaN 量子井戸と AlN 下地層の間にある AlGaN クラッド層には、AlN 表面のマクロステップ端を起点として、*c* 軸から大きく傾いた方向（約 68 度）に延びる組成変調領域が認められた。組成変調領域は量子井戸層を貫いて表面の AlGaN 層に及び、試料表面においてマクロステップ様の特異構造を形成していることが分かった。ただし、試料表面の特異構造は AlN 表面で見られた切り立ったマクロステップより緩やかな傾斜を有しており、これがステップの比較的疎な集合もしくは半極性面によって構成された傾斜であることが示唆された。また、AlGaN クラッド層に見られた組成変調領域の AlN モル分率は周囲よりも低く、これが量子井戸層と交わる領域にて、AlGaN 量子井戸の井戸幅および AlN モル分率が変調されていることが分かった。詳細[4]は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は、ダイナミック・アライアンスと科研費（若手研究(A) 17H04809、新学術領域・特異構造の結晶科学 16H06427）により実施された。

【参考文献】[1] Pernot, *et al.*, pss (a) **208**, 1594 (2011), [2] Shatalov, *et al.*, Semicond. Sci. Technol. **29**, 084007 (2014), [3] 小島、秩父ら、第 64 回応用物理学会春季学術講演会、17p-503-4 (2017), [4] Kojima, Chichibu, *et al.*, APL **114**, 011102 (2019).

© 2019年 応用物理学会