高温アニールしたスパッタ AlN 上に成長させた AlN の陰極線蛍光評価(1)

CL studies of AlN films grown on high-temperature-annealed sputtered AlN (1)

東北大多元研 [1], 三重大院工 [2]・地域戦略 [3]・地域イノベ [4], 筑波大数物 [5] ○嶋 紘平 [1], 中須 大蔵 [1], 正直 花奈子 [2], 上杉 謙次郎 [3], 小島 一信 [1], 上殿 明良 [5], 三宅 秀人 [4], 秩父 重英 [1]

IMRAM-Tohoku Univ.[1], Mie Univ.[2,3,4], Univ. of Tsukuba[5], ○K. Shima[1], T. Nakasu[1], K. Shojiki[2], K. Uesugi[3], K. Kojima[1], A. Uedono[5], H. Miyake[4], S. F. Chichibu[1]

E-mail: kshima@tohoku.ac.jp

【序】 AlN は室温のバンドギャップエネルギーが 6.01 eV（波長 206 nm）の直接遷移型半導体であり、深紫外（DUV）固体発光素子材料として有望である[1]。高い発光内部量子効率（η_{int}）を呈する AlN 薄膜を得るためには、非輻射再結合の原因となる貫通転位等の構造欠陥および Shockley-Read-Hall 型の非輻射再結合中心となる複合点欠陥や不純物等を排除する必要がある[2,3]。近年、サファイヤ上にスパッタ堆積させた AlN をアニールして形成する AlN テンプレート[4,5]が AlGaN 系 DUV 発光素子用基板として注目されている。本研究では、スパッタ AlN テンプレート上に MOVPE 成長させた AlN 薄膜のカソードルミネッセンス（CL）および時間分解ルミネッセンス評価等を行い、バンド端発光の η_{int} を制限する要因について考察した。

【実験と結果】 *c* 面サファイヤ基板上にスパッタ堆積させた AlN をアニールすることにより貫通転位密度 4-8×10^8 cm^{-2} 程度の AlN テンプレートを作製し、その上に 1300 °C で AlN 薄膜を MOVPE 成長させた。Fig.1 に、NH_3 流量 0.1 slm および 4.0 slm の条件で成長させた AlN 薄膜の CL スペクトルを示す。高 NH_3 流量条件では AlN 中の残留 O 濃度が低下し、$V_{Al}(O_N)n$ (n = 1~3)に起因すると同定されている[6]深い準位による発光帯（3.1-3.7 eV）の強度が低下した。しかしながら、高 NH_3 流量で成長させた AlN 薄膜においても室温におけるバンド端発光（5.8-6.3 eV）の発光寿命は 1 ps 程度と短かった。従って、4-8×10^8 cm^{-2} 程度の密度では、未だ貫通転位が η_{int} 改善を妨げている可能性が高い。

【謝辞】 実験協力の菊地清氏に感謝します。本研究の一部はダイナミック・アライアンスおよび科研費（新学術領域研究 16H06415, 16H06424, 16H06427, 基盤(B)17H02907）の援助を受けた。

【文献】 [1] Taniyasu ら Nature **441**, 325 (2006). [2] Kneissl ら Nat. Photon. **13**, 233 (2019). [3] Chichibu ら APL **115**, 151903 (2019). [4] Miyake ら JCG **456**, 155 (2016). [5] Huang ら AIP Adv. **7**, 055110 (2017). [6] Yan ら APL **105**, 111104 (2014).

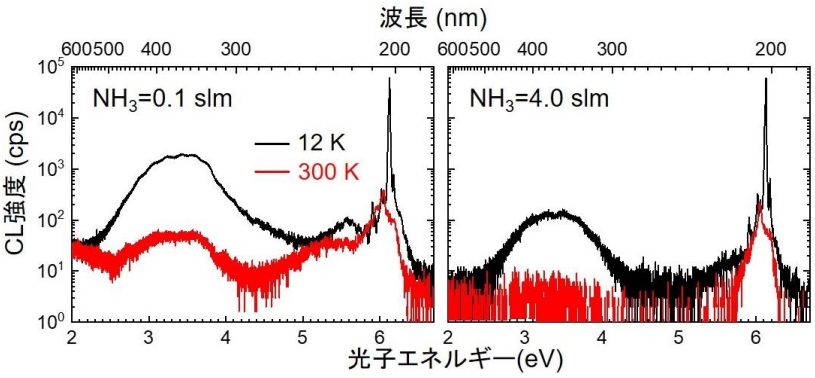

Fig. 1. CL spectra for AlN epitaxial films grown on high-temperature-annealed sputtered AlN templates with various NH_3 flow rates.