

高温アニールスパッタ AlN 上に MOVPE 成長させた AlN の陰極線蛍光評価 (2)

CL studies of MOVPE AlN films grown on high-temperature-annealed sputtered AlN (2)

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 ○粕谷 拓生¹, 嶋 紘平

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 Tsukuba⁵, °T. Kasuya¹, K. Shima¹, K. Shojiki²,

K. Uesugi³, K. Kojima¹, A. Uedono⁵, H. Miyake⁴, S. F. Chichibu¹

E-mail: takumi.kasuya.q5@dc.tohoku.ac.jp

【序】AlGaN 混晶を活性層とする深紫外発光素子を安価に実現するには、サファイア基板上に高品質 AlN テンプレートを形成する技術が有効である。上杉、三宅ら[1]は、サファイア上に AlN 薄膜をスパッタ成膜した後に face-to-face 高温アニールを施して FFA Sp-AlN を形成し、その上に AlN 膜を MOVPE 成長させることによって低転位密度 AlN 薄膜が得られることを示している。我々は、サファイアや自立 AlN 基板上的 AlN 薄膜のカソードルミネッセンス (CL) や時間分解発光計測を行ってきた[2-4]。本講演では、異なる条件で作製した FFA Sp-AlN やその上に MOVPE 成長させた AlN 薄膜の CL 特性について報告する。

【実験と結果】サファイア (0001) 面基板上に AlN を RF スパッタ成膜し、その後 1300-1700 °C で 3 時間の face-to-face アニールを施し FFA Sp-AlN とした。その上に成長温度 (T_g)、V/III 比、成長速度を変化させ、膜厚約 1 μm の AlN を MOVPE 成長させた。FFA Sp-AlN 上に異なる成長温度 (T_g) で MOVPE 成長させた AlN 膜の、12 K におけるバンド端近傍の CL スペクトルを図 1 に示す。 $T_g = 1100^\circ\text{C}$ の試料において、6.170, 6.131, 6.118, 6.102 eV に観測されるピークは、各々 $\text{FX}_A(\Gamma_1)_{n=2}$, $\text{FX}_A(\Gamma_1)$, $\text{FX}_A(\Gamma_5)$, Si^0X (略号は[3,4]参照) と同定できる[3-5]。無歪 AlN の $\text{FX}_A(\Gamma_5)$ (6.027 eV [4]) に比べ FFA Sp-AlN 上 MOVPE-AlN の $\text{FX}_A(\Gamma_5)$ のエネルギーは高く $\Delta a/a \approx -0.4\%$ 程度の圧縮歪を有していると考えられる。 T_g の上昇に従い $\text{FX}_A(\Gamma_1)_{n=2}$ の発光強度は低下し、 Si^0X の強度は増加した。また 1300 °C から 1340 °C へ上昇させると Si^0X の発光ピークの半値全幅が 2 倍に増大した。従って高温成長の際に Si の取り込みが増加したと考えられる。講演では、これら MOVPE-AlN 薄膜中の点欠陥や CL 特性の相関等を議論する。

【謝辞】故菊地清助手、中須大蔵元助教に感謝します。本研究の一部はダイナミックアライアンス、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] Uesugi ら APEX **12**, 065501 (2019). [2] Onuma, Chichibu ら JAP **105**, 023529 (2009). [3] Chichibu ら APL **103**, 142103 (2013). [4] Chichibu ら APL **115**, 151903 (2019). [5] Ishii ら Phys. Rev. B **87**, 161204(R) (2013).

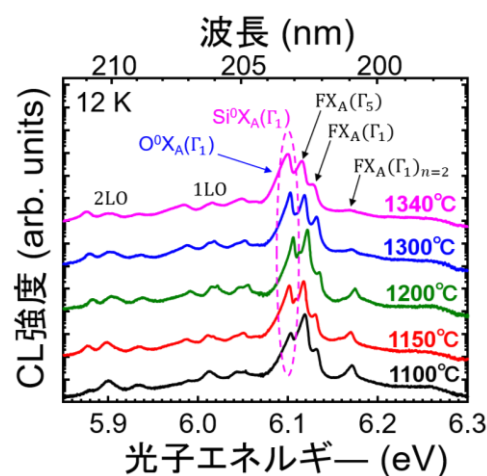


Fig. 1. CL spectra at 12 K of MOVPE-AlN with varied T_g on FFA Sp-AlN.