RF-MBE 法による高 Al 組成 AlGaN/AlN 量子井戸成長と発光特性の評価

RF-MBE Growth of High Al Composition AlGaN/AlN Quantum Wells and Evaluation of Their Emission Properties

工学院大 °早崎 真洸, 橋本 真里, 山口 朋也, 山口 智広, 本田 徹, 尾沼 猛儀
Kogakuin Univ., °Mahiro Hayasaki, Mari Hashimoto, Tomoya Yamaguchi, Tomohiro Yamaguchi, Tohru Honda, and Takeyoshi Onuma
E-mail: cm21044@ns.kogakuin.ac.jp

[はじめに] 深紫外線光源は殺菌、医療、分析など幅広い分野に応用されている。最近では 220 nm 以下の深紫外域が人体にやさしい UV-C 光源として注目を集めている[1]。AlGaN は発光層として用いられるが、RF プラズマ援用分子線エピタキシー(RF-MBE)法による成長では、Al-N と Ga-N の結合エネルギーの違いから、組成制御が困難であることが問題となる[2]。本研究では、高 Al 組成の AlGaN 薄膜と、$Al_xGa_{1-x}N$/AlN(x>0.7)量子井戸構造を RF-MBE 法により成膜し、組成分布が発光特性に与える影響について調査した。

[実験]ハライド気相成長法により成膜された 400 nm の c 面 AlN テンプレート[3]を基板として用いた。RF-MBE により 75~555 nm 厚の $Al_xGa_{1-x}N$ 薄膜を 1~2 時間成長した。また、量子井戸成長では、70~250 nm 厚の AlN を 1 時間成長した後、5 または 10 周期の $Al_xGa_{1-x}N$/AlN 量子井戸を成長した。障壁層厚は 10 nm、井戸層厚は 2, 4, 6 nm とした。RF 出力を 150 W、窒素ガス流量を 0.3 sccm、成長温度を 775°C で固定し、III 族供給量により V/III 比を変化させた。発光特性の評価には顕微フォトルミネセンス(PL)システム(LabRAM HR800)を用い、YAG:Nd パルスレーザー(213 nm)を励起源とした。

[結果と考察] 代表例として、Al 平衡蒸気圧を 8.0×10^{-8} Torr、Ga の平衡蒸気圧を 6.0×10^{-8} Torr とした試料の 0002 回折ピーク付近の XRD 2θ-ωパターンを図 1 に示す。AlGaN 薄膜ではブロードなピークが観測された。量子井戸では超格子構造によるサテライトピークが観察された。図 2 に、室温 PL スペクトルを示す。300 nm 以下の波長域には、AlN テンプレート由来の発光が観測されたものの、4.7 から 4.8 eV には成長層のバンド端発光が観測された。井戸層厚の減少により量子サイズ効果に伴う高エネルギーシフトが観測された。一方、AlGaN 薄膜には二峰のピークが観測され、半値全幅は全ての試料で約 250~480 meV と大きいことから、組成が不均一であることが示唆される。当日は、顕微 PL 測定の結果、V/III 比の影響を含め議論する。

[1] D. Welch *et al*., Sci. Rep. **8**, 2752 (2018). [2] E. Iliopoulos and T. D. Moustakas, Appl. Phys. Lett. **81**, 295 (2002). [3] H. Fujikura *et al*., Appl. Phys. Express **13**, 025506 (2020).

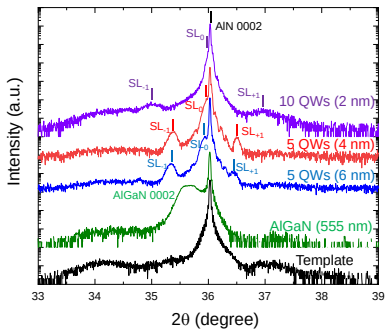

Fig. 1. XRD 2θ-ω patterns.

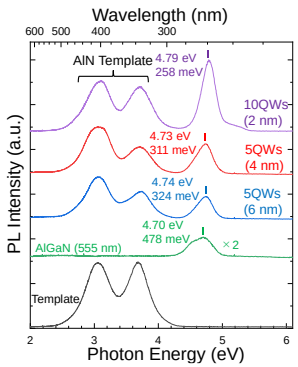

Fig. 2. PL spectra at room temperature.

© 2022年 応用物理学会