

高温アニール AlN 上 AlGaN 成長における超格子構造導入による歪み緩和 Strain Relaxation in AlGaN Grown on Annealed Sputtered AlN by Introduction of Superlattices

三重大 院工¹, 地創戦略企², 院地域イノベ³

○稲森 崇文¹, 石原 頌也¹, 白土 達也¹, 窪谷 茂幸², 正直 花奈子¹, 上杉 謙次郎², 三宅 秀人^{1,3}

Grad. Sch. of Eng.¹, SPORR², Grad. Sch. of RIS³, Mie Univ.

○Takafumi Inamori¹, Shoya Ishihara¹, Tatsuya Shirato¹, Shigeyuki Kuboya²,

Kanako Shojiki¹, Kenjiro Uesugi², Hideto Miyake^{1,3}

E-mail: kuboya.shigeyuki@mie-u.ac.jp

高効率な AlGaN 系発光デバイスの実現には、低コストで高品質な AlGaN 下地層が必要である。これまでに我々は、サファイア基板上にスパッタ法で AlN を堆積させた後、高温アニール処理を行うことで高い結晶性を有する AlN テンプレート(FFA Sp-AlN)を作製できることを報告した^[1]。しかし、サファイアと AlN の熱膨張係数差により FFA Sp-AlN は膜中に強い圧縮歪みを持つことが明らかになっている^[2]。そのため、FFA Sp-AlN テンプレート上に AlGaN 層を成長させると強い圧縮歪みを引き継ぎ、基板の反り増大や量子井戸構造での歪み緩和を引き起こすと考えられる。本研究では、FFA Sp-AlN テンプレート上に歪み緩和した AlGaN 層を成長させることを目的として、同テンプレートと AlGaN 層の間に AlN/GaN 超格子(SLs)構造を挿入し、歪み緩和の効果を検討した。

スパッタ法を用いてサファイア基板上に AlN を 450 nm 堆積し、1700°C で 3 時間アニールを行った。これをテンプレートとし、MOVPE 法を用いて成長温度 1200°C で AlN 層を 200 nm 成長させた後、1080°C において 2 種類のキャリアガスを用いて AlN/GaN SLs 構造を 20 周期成長させた。次に、1150°C に昇温後、Al 組成 70% の Si 添加 AlGaN (n-AlGaN)層を 1 μm 成長させた。キャリアガスとして、AlN 層と n-AlGaN 層の成長には H_2 を用い、AlN/GaN SLs 構造の成長には H_2 または N_2 混合率 85% の H_2+N_2 混合キャリアガスを用いた。Fig. 1 に n-AlGaN 表面の原子間力顕微鏡(AFM)像を示す。Fig. 1(a)より H_2 キャリア試料では、ヒロックで覆われた表面であることがわかった。また、Fig. 1(b)より H_2+N_2 キャリア試料では、平坦性が改善していることがわかった。Fig. 2 に SLs 構造を各キャリアガスで成長させた試料の(1015)X 線回折逆格子空間マッピング(XRD-RSM)を示す。両試料ともに SLs 構造において緩和し、n-AlGaN 層は SLs 層にコヒーレントに成長していることがわかった。AlN 層に対する n-AlGaN 層の緩和率を求めると、それぞれ 100% および 91% であった。n-AlGaN の(0002)および(1012)X 線ロックアップカーブ半値全幅は H_2 キャリア試料でそれぞれ 199 および 467 arcsec、 H_2+N_2 キャリア試料でそれぞれ 139 および 355 arcsec であり、 H_2+N_2 キャリアで SLs 構造を成長させた試料の方が高品質な n-AlGaN 膜が得られた。これは、SLs 構造成長時に N_2 キャリアを用いた場合、 H_2 キャリアに比べて過飽和度が増加することで高密度の島が形成され、n-AlGaN 成長でそれらを埋め込む成長が生じたことが示唆される。

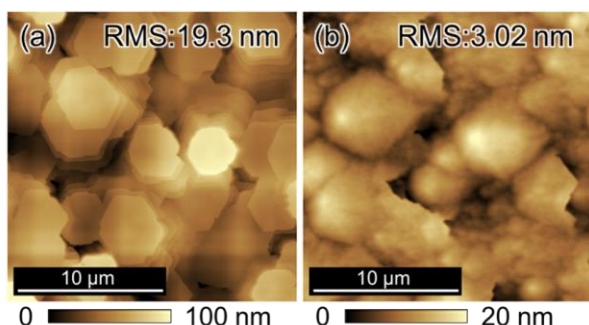


Fig. 1. 20×20 μm^2 AFM images of n-AlGaN surface on SLs grown with (a) H_2 and (b) H_2+N_2 carrier gases.

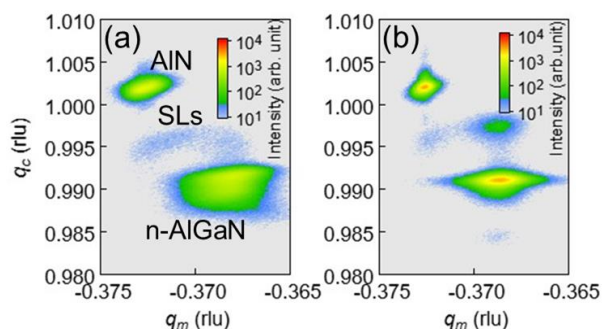


Fig. 2. XRD-RSMs of n-AlGaN (1015) on SLs grown with (a) H_2 and (b) H_2+N_2 carrier gases.

[1] H. Miyake *et al.*, J. Cryst. Growth **456**, 155 (2016). [2] S. Tanaka *et al.*, J. Cryst. Growth **512**, 16 (2019).

【謝辞】本研究の一部は、文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」、「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」、JSPS 科研費(16H06415, 19K15025)、JST CREST(16815710)の支援により行われた。