

AlN テンプレート上 AlGa_xIn_{1-x}GaN ヘテロ構造成長

Growth of AlGa_xIn_{1-x}GaN hetero structure on AlN template

物材機構¹, 筑波大², フлиндース大³ ○角谷 正友¹, 高原悠希^{1,2}, 今中 康貴¹, Amira, Alghamdi³, Gunther Andersson³, 竹端 寛治¹, 上殿明良³

NIMS¹, Univ. of Tsukuba², Flinders Univ.³ ○M. Sumiya¹, Y. Takahara^{1,2}, Y. Imanaka¹, A. Alghamdi³, G. Andersson³, K. Takehana¹, and A. Uedono²

E-mail: SUMIYA.Masatomo@nims.go.jp

【はじめに】サファイア基板上 AlN テンプレートの重要性が高まっている [1]。その上に成長したヘテロ構造によるデバイス開発と特性向上に向けて AlN テンプレート上の III-V 族窒化物薄膜成長を議論することは重要である。我々はシュブニコフドハース振動が観測できるほど良好な AlGa_xIn_{1-x}GaN ヘテロ構造を AlN テンプレート上に成長することができた[2]。今回、AlN テンプレート上に GaN 薄膜を成長する際に、下地である AlN テンプレート自体が a 軸長や半値幅が変化することを見出し[3]、その上に AlGa_xIn_{1-x}GaN ヘテロ構造を作製して磁場中でヘテロ界面での輸送特性について検討した。

【実験】サファイア基板上 0.4 μm 厚 AlN テンプレート (サイオクス社) 上に MOCVD で低温バッファ層なしで成長時間を変えて GaN (2.5 μm/h) を直接成長した。それぞれの成長時間で GaN と AlN に着目して x 線回折で(0002)面の 2θ-ω スキャンと(10 $\bar{1}$ 4)面の逆格子マッピングを測定した。さらに、In_xGa_{1-x}N 薄膜の膜厚を変えた際の AlN テンプレートの格子定数の変化を検討した。

【結果】Fig. 1(a)は AlN テンプレート上にさまざまな時間で GaN を成長させた時の下地層である AlN テンプレートの格子定数を示す。c 軸の格子定数は成長時間に依存することなくほぼ一定であるのに対して、a 軸長は GaN のそれに対応して面内の格子定数は徐々に広がる傾向にあった。AlN ω(0002)の半値幅は 50 arcsec 程度だったが、GaN 成長 100 秒で最大値 300 arcsec といったん広がり、さらに成長時間が増えるとともに改善していた。GaN 薄膜成長とともに AlN テンプレートが半値幅と面内で格子定数を変化させながら GaN との調整が起こったため、高品質な GaN 薄膜のヘテロ直接成長が可能になったと考えられる。サファイア基板上で低温バッファ層を介して成長したものと比べると、サファイア基板上では 20 分で平坦になっていたのに対して、AlN テンプレート上に成長した GaN は 10 分で表面が平坦になり半値幅も 150 arcsec と小さくなっていた。

GaN 薄膜を 20 分成長後、InGa_xN を成長させたところ、膜厚の増加とともに AlN テンプレートの a 軸長は元に戻る傾向を示した (Fig. 1(b))。In_xGa_{1-x}N 薄膜成長後に AlGa_xIn_{1-x}GaN 層を成長してヘテロ構造を構築した。Al 組成 30%と In 組成 7%まではほぼ Strain 状態で成長していることがわかった (Fig. 1(c))。AlN テンプレート上のヘテロ界面での輸送特性を評価できる AlGa_xIn_{1-x}GaN 構造を成長することができた。

【謝辞】本研究の一部は、新学術領域「特異構造の結晶科学」(JP16H06424)と文科省「次世代半導体」の支援を受けた。[1] H. Miyake et al. Appl. Phys. Express **9** (2016) 025501. [2] M. Sumiya et al., Phys. Stat. Solidi B 2019, 1900524 [3] M. Sumiya et al., J. Cryst. Growth **532**, 125376 (2020).

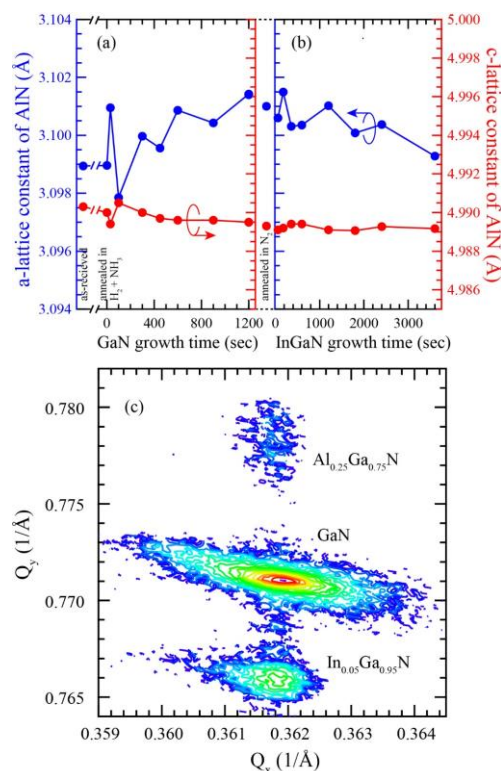


Fig. 1 Lattice constants a (left axis) and c (right axis) of AlN template as a function of (a) GaN and (b) InGa_xN growth time. (c) Reciprocal space mapping of (10 $\bar{1}$ 4) for AlGa_xIn_{1-x}GaN hetero structure on AlN/sapphire template.