

HVPE 法による AlN 高速ホモエピタキシャル成長とその影響

High-speed Homoepitaxial Growth of AlN by HVPE

and Its Influences on Crystalline Quality

東京農工大院¹, 株式会社トクヤマ², リンチョーピン大³, 東京農工大 IGIR⁴

○齋藤 大地¹, 清水 裕大¹, 竹川 直¹, 後藤 健¹, 永島 徹², 山本 玲緒²,

Bo Monemar³, 熊谷 義直^{1,4}

Tokyo Univ. of Agri. and Tech.¹, Tokuyama Corporation², Linköping Univ.³, TUAT IGIR⁴

○Daichi Saito¹, Yudai Shimizu¹, Nao Takekawa¹, Ken Goto¹, Toru Nagashima², Reo Yamamoto²,

Bo Monemar³, Yoshinao Kumagai^{1,4}

E-mail: s191884x@st.go.tuat.ac.jp

6.1 eV のバンドギャップおよび高い熱伝導率 ($> 3.2 \text{ W cm}^{-1} \text{ K}^{-1}$) を有する窒化アルミニウム (AlN) は、高出力・高周波デバイスや深紫外発光デバイス作製の基板材料として有望である。当研究グループでは、物理気相輸送 (PVT) 法で作製された低転位密度 ($< 10^4 \text{ cm}^{-2}$) の AlN 種基板上にハイドライド気相成長 (HVPE) 法で高純度厚膜を高温 ($1450 \text{ }^\circ\text{C}$) ホモエピタキシャル成長させることで、高い深紫外光透過性を有する AlN 基板が作製可能であることを報告した¹⁾。しかし、成長速度は $25 \text{ } \mu\text{m/h}$ であったため、バルク結晶の成長には時間を要する。本研究では、原料ガス供給分圧の上昇による成長速度の更なる高速化と、高速成長が結晶品質に及ぼす影響を調査した。

石英反応炉を用いて原料の AlCl_3 と NH_3 を H_2 と N_2 の混合キャリアガス ($\text{H}_2 : \text{N}_2 = 7 : 3$) により輸送し、PVT-AlN(0001)基板の Al 極性面上に $1450 \text{ }^\circ\text{C}$ で AlN の成長を行った。 AlCl_3 は炉内上流部 ($500 \text{ }^\circ\text{C}$) で Al 金属と HCl ガスを反応させることで生成し、HCl 供給分圧 (P°_{HCl}) の $1/3$ の AlCl_3 供給分圧 ($P^\circ_{\text{AlCl}_3}$) を得た。V/III 供給比 ($P^\circ_{\text{NH}_3} / P^\circ_{\text{AlCl}_3}$) は 4、炉内全圧は 1 atm に固定した。

$P^\circ_{\text{AlCl}_3}$ の上昇に伴い成長速度は線形に増加し、 $P^\circ_{\text{AlCl}_3} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ atm}$ において $100 \text{ } \mu\text{m/h}$ 以上の高速成長が達成された。Fig. 1 はホモエピタキシャル層 (膜厚 $30 \text{ } \mu\text{m}$) の対称面(0002)と非対称面($10\bar{1}1$)の X 線ロックングカーブ (XRC) FWHM の成長速度依存性である。成長速度に依らず (0002) および($10\bar{1}1$)面の XRC FWHM はそれぞれ約 12 および 11 arcsec となり、それらは PVT-AlN 基板の FWHM と同等であった。この結果から、HVPE 法により基板と同等の結晶性を維持した $100 \text{ } \mu\text{m/h}$ 以上の高速ホモエピタキシャル成長が可能であることが分かった。表面モフォロジー、膜中不純物濃度、光学特性等の成長速度依存性については当日報告する。

本研究の一部の成果は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度および東京農工大学グローバルイノベーション研究院の支援を受けたものです。

1) Y. Kumagai *et al.*, Appl. Phys. Express **5**, 055504, (2012).

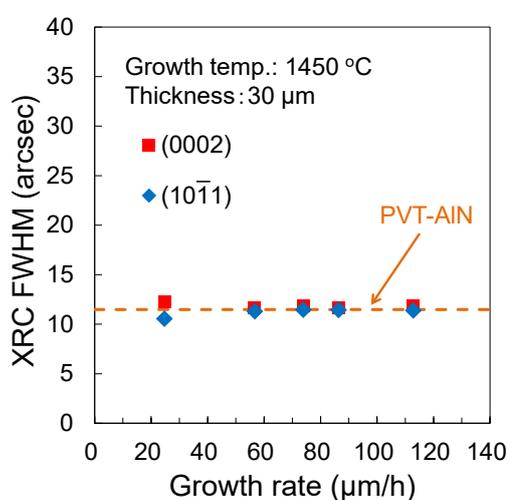


Fig. 1. XRC FWHM of the HVPE-AlN layers grown at various growth rates.