

PLD 法による (201) 面 β -Ga₂O₃ ホモエピタキシャル成長の温度依存性Growth temperature dependence of (201) β -Ga₂O₃ homoepitaxy by PLD method東工大院理工¹, タムラ製作所², 光波³, 元素戦略⁴○向井 章¹, 大島 孝仁¹, 佐々木 公平², 増井 建和³, 倉又 朗人², 山腰 茂伸², 大友 明^{1,4}Tokyo Tech.¹, Tamura Corp.², Koha Co., Ltd.³, MCES⁴○A. Mukai¹, T. Oshima¹, K. Sasaki², T. Masui³, A. Kuramata², S. Yamakoshi², A. Ohtomo^{1,4}E-mail: mukai.a.ab@m.titech.ac.jp

【背景】 β 型酸化ガリウム(β -Ga₂O₃)はバンドギャップ 4.8 eV の n 型半導体であり, 次世代パワーデバイス材料として注目を集めている. そのデバイス研究は, 融液成長による大口径単結晶の使用により加速度的に進展している. これら単結晶基板上での薄膜成長は, これまで主に MBE 法によって行われてきた. 今回我々は PLD 法により (201) 面上にホモエピタキシャル成長を行い, 堆積速度ならびに表面形状の成長温度依存性を詳細に検討したので報告する.

【実験】基板には β -Ga₂O₃ (201) 単結晶を用い, ターゲットには Ga₂O₃ セラミック (純度 4N) を用いた. レーザ強度, 周波数, 酸素分圧, 成長時間をそれぞれ 1 J/cm², 10 Hz, 1 mTorr, 2 h に固定して, 成長温度(T_g)をパラメータとし 700–830°C の範囲で成長させた. 成長後, 段差測定にて膜厚を求め成長速度を推定し, AFM にて表面形状を観察した.

【結果・考察】 T_g 上昇とともに著しい膜厚の減少傾向が見られた. これは, 蒸気圧の高い Ga₂O などの前駆体の取込率低下を反映していると考えられる. 図 1 に成長速度(R_g), 蒸発速度(R_{evp}), 及び蒸発比率($R_{evp}(T_g) / R_g(RT)$)の T_g 依存性を示す. ここで R_{evp} は, 室温でのアモルファス Ga₂O₃ の堆積速度を $R_g(RT)$ として, $R_g(RT) - R_g$ で定義した. R_{evp} の T_g 依存性はアレニウス式に従い, 活性化エネルギーは 0.2 eV であった. 図 2 に表面形状の T_g 依存性を示す. $T_g = 700^\circ\text{C}$ では表面が三次元的であったが, $T_g = 750, 800^\circ\text{C}$ では原子平坦な表面が得られた. T_g の上昇により付着原子のマイグレーションまたは蒸発が活性化して, 三次元成長が抑制されたと考えられる. なお, 表面エネルギー密度の大きい <010> 方向で成長が促進し, 同方向に長く伸びた形状が見られた.

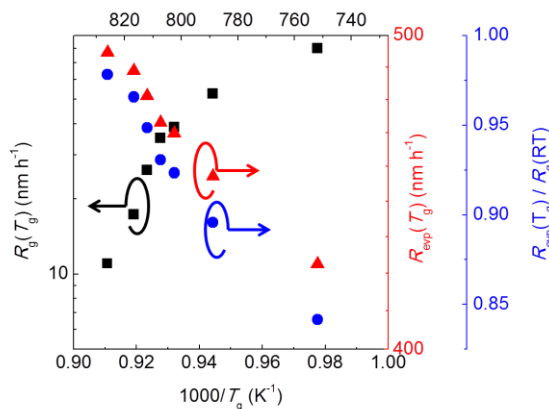


図 1 蒸発速度, 成長速度及び蒸発比率の成長温度依存性.

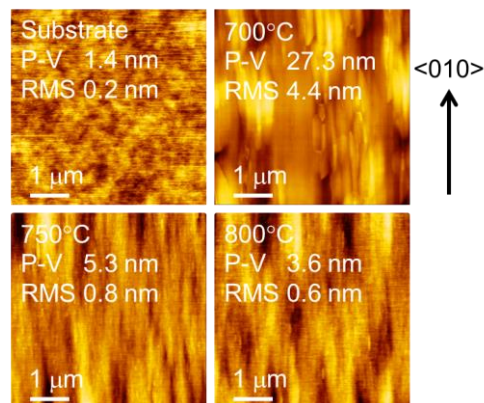


図 2 表面形状の成長温度依存性.