

酸化物半導体結晶 Ga_2O_3 および In_2O_3 の準安定相発現機構の検討

Examination of growth mechanism of metastable phases of Ga_2O_3 and In_2O_3

東京農工大¹, 上智大理工², 工学院大先進工³ °熊谷 義直¹, 後藤 健¹, 富樫 理恵²,
山口 智広³, 村上 尚¹

Tokyo Univ. Agric. and Tech.¹, Sophia Univ.², Kogakuin Univ.³, °Yoshinao Kumagai¹, Ken Goto¹,

Rie Togashi², Tomohiro Yamaguchi³, Hisashi Murakami¹

E-mail: 4470kuma@cc.tuat.ac.jp

近年、次世代パワーデバイス材料として III 族セスキ酸化物半導体結晶 III_2O_3 (III = Al, Ga, In) が注目されている。本材料系には、バンドギャップや結晶構造の異なる種々の多形が存在し、 Ga_2O_3 では安定相の β 相 (β ガリア構造)、準安定相の α 相 (コランダム構造) がデバイスに用いられている。よって III_2O_3 結晶成長における“相”の発現について、キーとなるパラメータを解明することは極めて重要である。我々は、ハライド気相エピタキシー (HVPE) 法およびミスト化学気相堆積 (Mist-CVD) 法の 2 種の成長法を用い、サファイア ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) および $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 単結晶基板上で Ga_2O_3 および In_2O_3 成長を実施し、キーパラメータの解明を試みたので報告する。

Fig. 1 は、 GaCl-O_2 系 HVPE 法によりサファイア(0001)および $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3(001)$ 基板上に異なる温度で Ga_2O_3 を成長した時の X 線回折プロファイルである[1]。成長温度によらず成長速度が一定となる原料供給律速 (熱平衡) 下成長域の 1000°C では、基板によらず熱的安定相の β 相が成長した。一方、成長温度の低下で成長速度が低下する表面反応律速 (非熱平衡) 下成長域 ($< 700^\circ\text{C}$) では、サファイア基板上では準安定 α 相のヘテロエピタキシャル成長、 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 基板上では β 相のホモエピタキシャル成長が見られた。同様の結果は $\text{Ga}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_3$ 水溶液と O_2 を原料とする Mist-CVD 法でも得られた。これらの結果より、準安定 α 相の成長は、非熱平衡下成長で基板の結晶構造の拘束により生じるものと考えられる。

In_2O_3 成長においては、 InCl-O_2 系 HVPE 法によるサファイア(0001)基板上への非熱平衡下成長では準安定相の成長は見られず、熱的安定相の c 相 (ピクスパイト構造) 成長が見られた。一方、Mist-CVD 法では、 α 相成長が見られた[2]。この結果は、準安定相発現には非熱平衡下成長、基板の結晶構造の拘束に加えて原料分子種の構造もキーパラメータとなることを示唆している。

本研究の一部は科研費新学術領域研究 No. 16H06417 の援助を受けた。

[1] K. Goto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117** (2020) 222101.

[2] T. Yamaguchi *et al.*, Appl. Phys. Express **13** (2020) 075504.

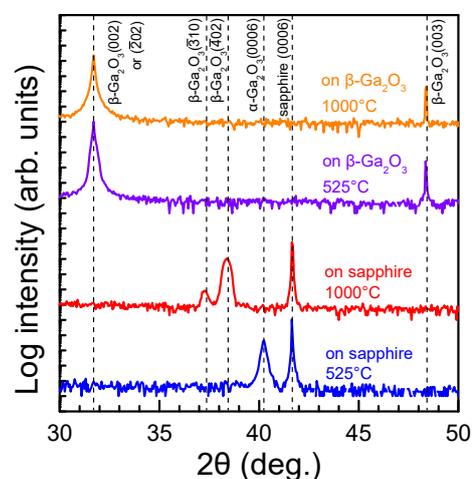


Fig. 1. XRD 2θ - ω profiles of Ga_2O_3 layers grown by HVPE.