

OVPE 法によるサファイア及び Ga_2O_3 基板上 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 結晶成長

Growth of Beta-Phase Ga_2O_3 Crystals on a Sapphire and Ga_2O_3 Substrates by OVPE Method

阪大院工¹, 上智大理工², 伊藤忠プラスチック(株)³

○今西 正幸¹, 小林 大也¹, 奥村 加奈子¹, 細川 敬介¹, 宇佐美 茂佳¹, 富樫 理恵², 秦 雅彦³, 森 勇介¹

1. Osaka Univ., 2. Sophia Univ., 3. Itochu Plastics Inc.

○M. Imanishi¹, H. Kobayashi¹, K. Okumura¹, K. Hosokawa¹, S. Usami¹, R. Togashi², M. Hata³, Y. Mori¹

E-mail: imanishi@eei.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】次世代パワーデバイス用の材料として SiC や GaN, Ga_2O_3 といったワイドギャップ半導体が注目されている。特に, $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ は約 4.5 eV のバンドギャップを有することに加え, 融液成長法により低転位かつ 4 インチ口径のバルク基板が実現されていることから, 高耐圧・低損失パワーデバイス材料として期待されている。エピタキシャル成長技術についても, ハライド気相成長 (HVPE) 法や有機金属気相成長法 (MOVPE) 法の研究開発が進められている^[1,2]。

一方, 我々はこれまでにオキサイド気相成長法 (OVPE) 法を用い, 低転位 GaN 基板の開発を行ってきた^[3]。当該手法は III 属源として Ga_2O ガス, V 族源としてアンモニアを利用するが, V 属源を酸化物に置き換えることで VI 属源として供給し, Ga_2O_3 結晶の成長も可能であると考えた。当該手法では原料分子種に塩化物を用いず, より簡便な成長手法となりうる。そこで今回, VI 属源に H_2O ガスを利用した OVPE 法により Ga_2O_3 結晶が成長可能か検証を行った。

【実験と結果】種結晶として (0001) 面サファイア基板 (12 mm×25 mm), (010) 面 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 基板 (1 inch) を用いた。III 属源である Ga_2O ガスの生成には Ga 金属と H_2O ガスの反応を用い, VI 属源には H_2O ガスを用いた。成長温度を 1150°C, 成長時間を 3h, 成長速度を 8 $\mu\text{m}/\text{h}$ 程度とした。サファイア基板上に成長した結晶について X 線回折 (XRD) 測定 (2θ - ω スキャン) を行った結果を Fig. 1 に示している。サファイア基板における 0006 回折の他, Ga_2O_3 結晶からの $\bar{2}01$ 回折, $40\bar{2}$ 回折, 及び $\bar{6}03$ 回折が得られたことから, ($\bar{2}01$) 面 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 結晶が得られていることがわかった。

次に同条件を用い, (010) 面 Ga_2O_3 基板上のホモエピタキシャル成長を試みた。得られた結晶像, 表面 SEM 像, 及び断面 SEM 像をそれぞれ Fig. 2(a), (b), 及び(c) に示している。表面は鏡面であった一方, SEM 像では c 軸に平行な筋状の凹凸が見られた。断面 SEM 像より, 表面は (010) 面に対して約 13.6° 傾斜した面で構成されており, (110) 面が出現していると考えている。

以上より, OVPE 法を用いて $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ 結晶を成長可能であることが示された。

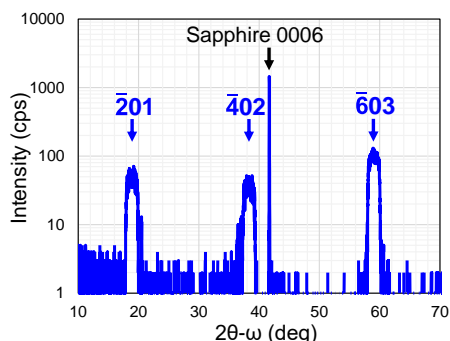


Fig. 1 2θ - ω XRD scan of a crystal grown on a sapphire substrate.

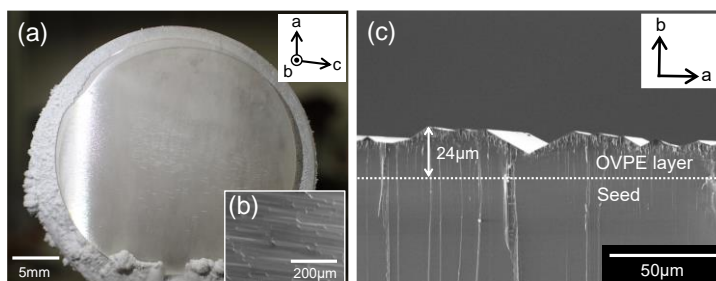


Fig. 2 (a) Photograph of a OVPE $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ crystal grown on a $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ substrate, (b) the surface SEM image, and (c) the cross-sectional SEM image.

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP21K18910, JP19K15457 の助成を受けて行われた。

参考文献：[1] H. Murakami *et al.*, Appl. Phys. Express **8** (2015) 015503. [2] K. Goto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **60** (2021) 045505. [3] J. Takino *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **60** (2021) 095501.