

# ミスト CVD 法による塩化物原料を用いた GaN テンプレート上への $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜成長

$\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> epitaxial growth on GaN templates using  
gallium chloride precursor by mist chemical vapor deposition

京工繊大<sup>1</sup>, <sup>○</sup>(M1)森本 尚太<sup>1</sup>, (D)田原 大祐<sup>1</sup>, (M1)宮内 信宇<sup>1</sup>, 西中 浩之<sup>1</sup>, 吉本 昌広<sup>1</sup>

Kyoto Inst. of Tech.<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Shota Morimoto<sup>1</sup>, Daisuke Tahara<sup>1</sup>, Nobutaka Miyauchi<sup>1</sup>,

Hiroyuki Nishinaka<sup>1</sup>, and Masahiro Yoshimoto<sup>1</sup>

E-mail: m7621045@edu.kit.ac.jp

酸化ガリウム(Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $E_g$  = 約 5.0 eV)は超ワイドバンドギャップ半導体として知られており、5つの結晶構造( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ )をもつ結晶多形である[1]。中でも準安定相の一つとして知られる  $\epsilon$ 相は六方晶構造を有しており、その空間群は従来のワイドバンドギャップ半導体である AlN や GaN と同じ  $P6_3mc$  である[2]。近年では  $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が強誘電体特性や自発分極を示すことが報告されている[3][4]。

本発表では、ミスト CVD 法において Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成長の原料として従来から用いられてきた Ga(Acac)<sub>3</sub> と新たに GaCl<sub>3</sub> を原料として用いて、GaN テンプレート上に  $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜成長を行ったことについて報告する。

Ga(Acac)<sub>3</sub> および GaCl<sub>3</sub> 原料を用いて GaN テンプレート上に成長させた  $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の XRD 2 $\theta$ - $\omega$  測定結果を Fig. 1 に示す。GaN (0002)、 $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0004)および sapphire (0006)の回折ピークが観察された。また Fig. 2 に示すように GaCl<sub>3</sub> 原料を用いることで、GaN 上に成長させた  $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の XRC FWHM 値が 0.17°まで小さくなった。このように塩化物原料を用いることで、 $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の結晶性を向上させることに成功した。

次に、GaCl<sub>3</sub> 原料を用いて GaN 上に成長させた  $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の温度依存性について検討を行った。XRD 2 $\theta$ - $\omega$  測定結果を Fig. 3 に示す。基板由来の回折ピークに加え、成長温度 650-800°C においては、 $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0004)の回折ピークが観察された。一方で成長温度 850°C以上では、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の最安定相である  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( $\bar{4}02$ )の回折ピークが観察された。このように、高温の成長温度では最安定である  $\beta$ 相が成長することがわかった。

[1] R. Roy *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **74**, (1952) 719.

[2] H. Y. Playford *et al.*, Chem.-A Eur. J. **19**, (2013) 2803.

[3] F. Mezzadri *et al.*, Inorg. Chem. **55**, (2016) 12079.

[4] M. B. Maccioni *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, (2016) 041102.

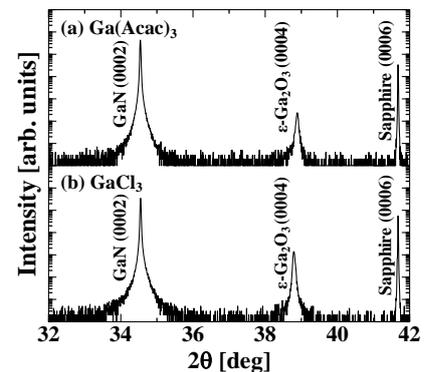


Fig. 1. XRD images of  $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films grown on GaN templates using two precursors by mist CVD.

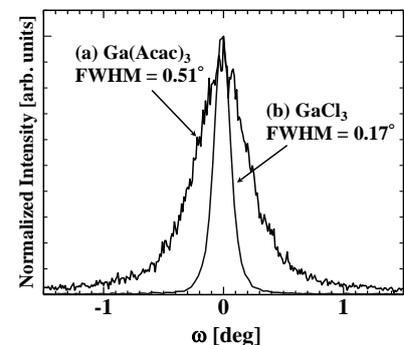


Fig. 2. XRC images of  $\epsilon$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films grown on GaN templates using two precursors by mist CVD.

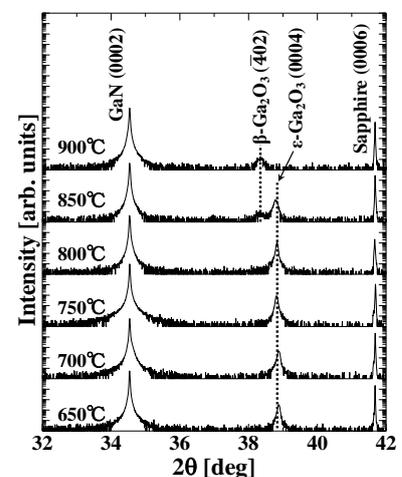


Fig. 3. XRD images of Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films grown on GaN templates using GaCl<sub>3</sub> precursor by mist CVD at various growth temperatures of 650-900°C.