

# GaCl<sub>3</sub> 気体原料を用いた $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ホモエピタキシャル成長

## $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> homoepitaxial growth using gaseous GaCl<sub>3</sub>

東京農工大院工<sup>1</sup>, (株)ノベルクリスタルテクノロジー<sup>2</sup>

○(B)長野 理紗<sup>1</sup>, 江間 研太郎<sup>1</sup>, 佐々木 公平<sup>2</sup>, 倉又 朗人<sup>2</sup>, 村上 尚<sup>1</sup>

Tokyo University of Agriculture and Technology<sup>1</sup>, Novel Crystal Technology, Inc.<sup>2</sup>,

○Risa Nagano<sup>1</sup>, Kentaro Ema<sup>1</sup>, Kohei Sasaki<sup>2</sup>, Akito Kuramata<sup>2</sup>, Hisashi Murakami<sup>1</sup>

E-mail: s171845q@st.go.tuat.ac.jp

$\beta$  酸化ガリウム( $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)はその優れた物性から高耐圧・低損失の次世代パワーデバイス用材料として期待されており、すでに多くの良好なデバイス動作の報告が数多くなされている。これまで我々が報告してきたハライド気相成長(HVPE)法を用いた  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のエピタキシャル成長では、精密なキャリア密度制御された高品質結晶を高い成長速度にて達成している。しかしながら、大きな成長反応のギブズ自由エネルギー変化に起因した原料分子の気相反応による粉体生成が、表面形態の悪化を生じさせることが課題となっている<sup>1)</sup>。一方、原料分子に GaCl<sub>3</sub> を用いたトリハライド気相成長(THVPE)法による  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成長は、HVPE 法に比べやや小さな反応のギブズエネルギー変化となることから、上記課題の解決のみならず精密な膜厚制御性も期待される<sup>2,3)</sup>。本研究では THVPE 法を用いた  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のホモエピタキシャル成長における原料供給比(VI/III 比)の影響について調査し、均一な  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> エピタキシャル成長を行うことを目指し条件検討を行ったので報告する。III 族原料に GaCl<sub>3</sub>、VI 族原料に O<sub>2</sub> を用いて  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の成長を行った。

原料部において金属 Ga と Cl<sub>2</sub> との二段階反応により GaCl<sub>3</sub> を選択的に生成し、成長部において O<sub>2</sub> と反応させた。成長温度は 1000 °C に固定し、VI/III 比を 40~400 と変化させ、THVPE 法により(001)面  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板上へのホモエピタキシャル成長を行った。キャリアガスには窒素を用いた。

Fig. 1 に(001)面  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板上に成長させた  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の VI/III 比と成長速度の関係を示した。VI/III ≤ 100 では熱力学解析の予測と一致して成長速度が線形的に増加し、VI/III=100 において 5.6  $\mu\text{m/h}$  の成長速度を得た。一方、VI/III 比 ≥ 200 においては原料分子の気相反応に起因して成長速度が低下し、表面形態も悪化することがわかった。また、 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の(002)対称面反射および(400)非対称面反射における XRC 回折半値幅の値は、いずれのVI/III比においても使用した初期基板と同等の数値であり、新たな欠陥の生成なくホモエピタキシャル成長が可能であることが示された。

1) H. Murakami *et al.*, Appl. Phys. Express **55**, 1202A2 (2016).

2) 江間他, 第 67 回春季応物 13a-D419-10 (2020).

3) K. Nomura *et al.*, J. Cryst. Growth. **405**, 19 (2014).

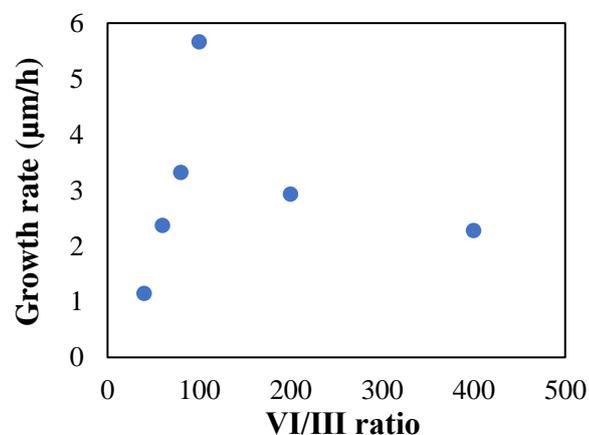


Fig.1 Dependence of growth rate of  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on the ratio of input partial pressure (VI/III ratio)