

# HVPE法による高品質Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>結晶の高速成長

Keywords: 酸化ガリウム、パワーデバイス、透明導電膜

光機能分野 光学単結晶グループ

大島 祐一

OSHIMA.Yuichi@nims.go.jp | <http://www.nims.go.jp/group/oscg/index.html>



## 研究の背景

Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はGaNを超える高性能パワーデバイスを実現し得るワイドバンドギャップ半導体(E<sub>g</sub> = 4.5 -5.3 eV)である。また、特に短波長領域でITOを代替する透明導電膜としても有望である。これらを実現するために、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の高速成膜技術が望まれる。

## 研究の狙い

GaN等の高品質・高速成膜で実績のあるHVPE法によるGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の高速成膜に取り組んでいる。特に、α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの混晶化により多機能デバイスを実現し得るα-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>や、自発分極が期待されるε-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のエピタキシャル成長に重点を置いて研究を進めている。

## 最先端研究トピックス

(1) HVPE (Halide Vapor Phase Epitaxy)法はCVDの一種で、例えばGaNの成長ではGaCl<sub>x</sub>とNH<sub>3</sub>との化学反応が用いられる。NH<sub>3</sub>のかわりにO<sub>2</sub>を用いるとGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が成長するが、この化学反応はGaNのそれに比べてかなり激しく、寄生反応によりGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の粉末を生じやすい。しかし成長炉の構造や反応条件の工夫それを抑制し、GaN並の高速成長を実現した(図1)。

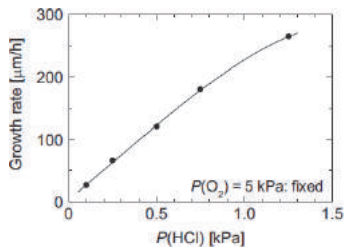


図1 (-201)面β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の成長速度の原料供給量依存性。[1]

(2) β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のHVPE成長は1000°C付近で行うが、500°C程度の低温でサファイア基板を用いるとα-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の単結晶膜を成長できる(図2)。100 μm/hを超える高速成長も可能で、自立結晶の作製も期待できる。

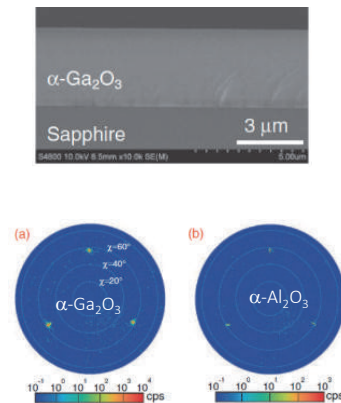


図2 α-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の断面SEM像とXRD pole figure。[2]

(3) 500°C程度の低温でGaNやAlNを基板として用いるとε-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の単結晶膜を成長できる(図3)。ε相はβ相と同程度のE<sub>g</sub>を有し、特に短波長LEDの電流拡散層への応用が期待できる。

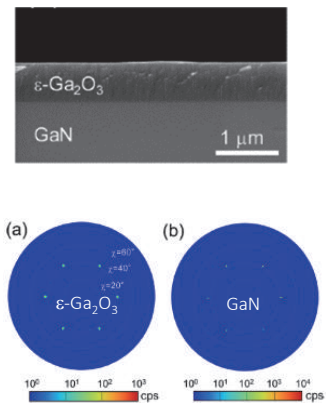


図3 ε-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の断面SEM像とXRD pole figure。[3]

## 文献

- [1] 大島、日本結晶成長学会誌, Vol. 42 [2] (2015), 141~147  
 [2] Y. Oshima et al, Appl. Phys. Express, Vol.8, (2015), 055501  
 [3] Y. Oshima et al, J. Appl. Phys. Vol. 118, (2015), 085301

## 応用分野と今後の展開

- GaNやSiCを超える高耐圧パワーデバイス
- ε-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電流拡散層による高効率窒化物発光素子

## 実用化へ向けた課題

- 結晶欠陥低減技術の開発
- 高品質エピ結晶の自立化技術の開発