

# PLD 法による p 型 Si(111)基板上への Eu ドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜成長と評価

野田 真司、陳 政委、斉藤 勝彦、田中 徹、西尾 光弘、郭 其新

(佐賀大学大学院工学系研究科)

## 1 はじめに

希土類元素を添加したワイドバンドギャップ半導体は、母体材料のバンドギャップの増加と共に、希土類発光効率の向上や低電圧動作による多色発光が報告されるなど[1、2]、発光デバイスとして注目されている。我々は、4.9eV のバンドギャップを有する Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を母体材料として、エルビウムをドーパントとした、緑色発光デバイスの試作と特性評価について報告した[3]。本研究では、赤色領域に発光ピークを示す、ユウロピウムをドーパントとし、赤色発光デバイスの実現に向け、p 型 Si(111) を基板としたパルスレーザー堆積(PLD)法による Eu ドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の成長を行い、光学的特性および結晶性等との関係を調べた。

## 2 実験方法

Eu ドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜成長は、PLD 法を用いて行った。p 型 Si(111) 基板を有機洗浄し、ウェットエッチングによる表面酸化膜除去後、ロードロック室を介して成長室へ導入した。板温度を 500°C とし、雰囲気酸素圧 1.0 × 10<sup>-1</sup> Pa のもとで、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を 0 及び 3 wt.% 添加したターゲットに KrF エキシマレーザー(2 Hz, 225 mJ) を入射し、すべてのサンプルで 3 時間成長を行った。488nm の Ar イオンレーザーを励起源とした室温フォトルミネッセンス(PL) 測定と X 線回折(XRD) 測定により、得られた薄膜の光学的特性および結晶性の評価を行った。

## 3 結果と考察

図 1 に p 型 Si(111) 基板上に成長したアンドープ及び Eu ドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の室温 PL スペクトルの典型例を示す。Eu ドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜では、赤色波長である 613nm の最も強いピークを初めとし、581、590 および 654 nm において PL ピークが明瞭に観測された。一方アンドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜ではピークが現れておらず、Eu ドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜からのこれら PL ピークは、Dieke のエネルギー準位図よりそれぞれ、<sup>7</sup>F<sub>0</sub>、<sup>7</sup>F<sub>1</sub>、<sup>7</sup>F<sub>2</sub>、<sup>7</sup>F<sub>3</sub> から <sup>5</sup>D<sub>0</sub> への Eu<sup>3+</sup> イオンの 4f 殻内遷移に帰属することができる[4]。図 2 に、アンドープ及び Eu ドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の XRD プロファイルを示す。両薄膜において、β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 400、600、-217 のピークが観測された。

## 4 まとめ

p 型 Si(111) を基板とした PLD 法による Eu ドープ Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の光学的特性および結晶性評価により、β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の結晶成長を確認し、Eu 添加 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> からの Eu<sup>3+</sup> イオンに起因した発光ピークの観測に成功した。講演では、基板温度の違いによる結晶性等の変化、また試作した発光デバイスの評価と合わせて報告する。

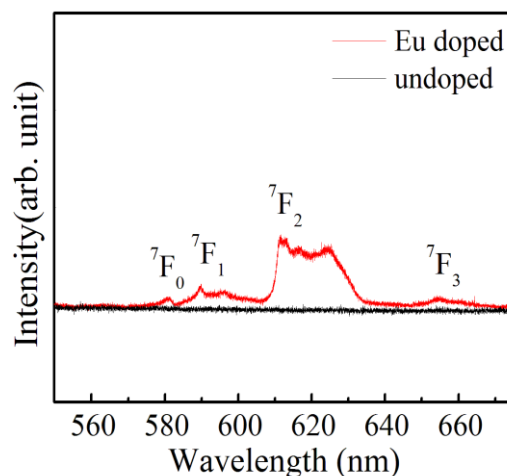


Fig.1. PL spectra of undoped and Eu doped Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films.

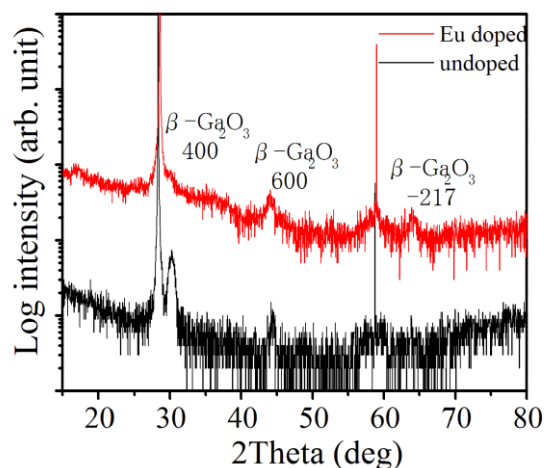


Fig.2. XRD profiles of undoped and Eu doped Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films.

## 参考文献

- [1] A.J. Steckl and R. Birkhahn. Appl. Phys. Lett. 73 (1998) 1700.
- [2] C. Zhu, et al. Appl. Phys. Lett. 107 (2015) 131103.
- [3] 野田真司、陳政委、斉藤勝彦、田中徹、西尾光弘、郭其新、平成 28 年度応用物理学会春季学術講演会、20p-S223-17
- [4] G. H. Dieke, et al. Appl. Optics. 2 (1963) 675.