

# RF-MBE 法による Eu 添加 GaN 成長における Eu 取り込みに関する検討

## Eu incorporation mechanism of Eu doped GaN grown by rf-MBE

豊橋技科大工<sup>1</sup>, EIIRIS<sup>2</sup>, °田原浩行<sup>1</sup>, 関口寛人<sup>1</sup>, 山根啓輔<sup>1</sup>, 岡田浩<sup>2,1</sup>, 若原昭浩<sup>1,2</sup>

Toyohashi Univ. Tech.<sup>1</sup>, EIIRIS<sup>2</sup>, °H. Tahara<sup>1</sup>, H. Sekiguchi<sup>1</sup>, K. Yamane<sup>1</sup>, H.Okada<sup>2,1</sup>, A. Wakahara<sup>1,2</sup>

E-mail: tahara-h@int.ee.tut.ac.jp, sekiguchi@ee.tut.ac.jp

半導体中に添加された希土類イオンからの発光は発光線幅が極めて狭く、発光波長が環境温度にほとんど依存しないことから、次世代発光デバイスへの応用が期待できる。発光デバイスの高性能化に向けて結晶中に取り込まれた希土類イオンを効率よく発光に寄与させるため、Eu イオンの取り込み手法の確立が重要な課題である。RF-MBE法による Eu 添加 GaN(GaN:Eu)成長において、III/V 族供給比は Eu 濃度や発光効率に大きく影響を与えることが明らかとなっている[1, 2]。本研究では、RF-MBE 法において結晶中への Eu 取り込みのメカニズムについて考察し、Eu イオンの取り込み手法について検討したので報告する。

RF-MBE 法を用いて GaN テンプレート上に GaN:Eu を成長させた。III/V 族供給比を制御するため、Ga フラックスを  $1.0 \times 10^{-4}$  Pa から  $2.0 \times 10^{-4}$  Pa の範囲で変化させた。XRD 測定により Eu 濃度を調べたところ、Ga フラックス  $1.0 \times 10^{-4}$  Pa (N-rich)の試料では  $3.5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  と見積もられたが、 $1.5 \times 10^{-4}$  Pa (III/V $\sim$ 1),  $2.0 \times 10^{-4}$  Pa (Ga-rich)では GaEuN からのピークが観測されず、N-rich の試料と比較して Eu 濃度がかなり低いことが示唆された(Fig.1)。Ga フラックス増大に伴い Eu 濃度が低くなる要因を調べるため、光学顕微鏡により表面観察を行った(Fig.2)。N-rich 試料では表面に何も観測されなかったが、III/V $\sim$ 1 および Ga-rich の試料ではドロップレットもしくは析出物が観測された。EDX 測定により元素分析を行った結果、これらは Ga-Eu 合金であることが明らかとなった。結晶中に Eu を取り込むためには表面での Ga-Eu 合金を抑制する必要があると考え、GaN と EuN を交互に供給し成長を行ったところ、表面のドロップレットや析出物は減少し、XRD 測定により Eu 濃度が  $4.3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  へと増大したことが明らかとなった。また PL 評価を行ったところ、連続供給法と比較して発光強度は約 4 倍に増加した(Fig.3)。

以上より、Ga-rich 条件下において Eu イオンが結晶中に取り込まれない原因は結晶表面において Ga-Eu 合金を形成するためであると考えられ、Ga と Eu の供給タイミングをずらすことで合金の形成を抑制し、Eu 取り込み効率を向上させることができることを示唆した。

【参考文献】 [1] J. H. Park *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50**, 031003 (2011). [2] R. Wang *et al.*, J. Cryst. Growth **312**, 680 (2010). 【謝辞】本研究の一部は、科研費補助金#26420271 と公益財団法人豊秋奨学会の援助を受けて行った。

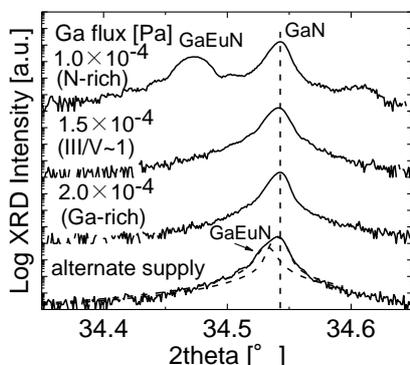


Fig.1 XRD pattern of GaN:Eu layer for different III/V ratio and alternate supply

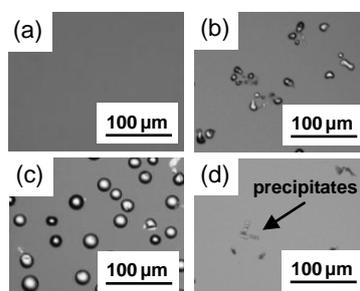


Fig.2 Optical microscope images of GaN:Eu (a) N-rich, (b) III/V $\sim$ 1, (c) Ga-rich, (d) alternate supply

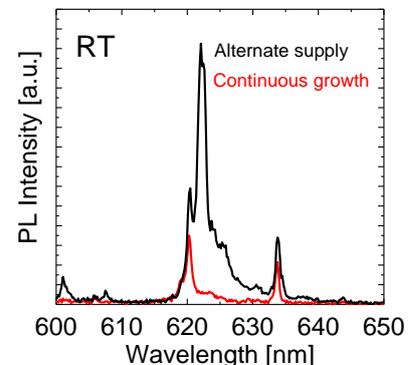


Fig.3 PL spectra of GaN:Eu layer for alternate supply and continuous growth