

## Si, Eu 共添加 AlN 薄膜の励起発光スペクトル

### Photoluminescence excitation spectra of AlN films co-doped with Si and Eu

明大理工<sup>1</sup>, ○粕谷 駿人<sup>1</sup>, 森本 一総<sup>1</sup>, 岩出 和也<sup>1</sup>, 勝俣 裕<sup>1</sup>

Meiji Univ.<sup>1</sup> ○Hayato Kasuya<sup>1</sup>, Kazusa Morimoto<sup>1</sup>, Kazuya Iwade<sup>1</sup>, and Hiroshi Katumata<sup>1</sup>

E-mail: ce191017@meiji.ac.jp, katumata@meiji.ac.jp

【はじめに】現在使われている可視光 LED には Ga, In や As, P 等が用いられている。Ga, In はレアメタルの一種であり、近年ではその需要・供給が高く、将来的には資源の枯渇も懸念されており、As, P は人体に有害な元素である。AlN は環境に優しい材料であり、バンドギャップが 6.2 eV の直接遷移形半導体である。AlN は紫外光デバイスへの応用が主であり、可視発光デバイスの作製例[1]は少ない。Eu ドープ AlN は  $\text{Eu}^{3+}$  に起因したシャープな赤色発光を示すのに対し、Si, Eu 共添加 AlN は  $\text{Eu}^{2+}$  に起因したブロードな青色発光を示す[2]。前回、AlN 中への Eu 系添加物として、 $\text{Eu}_2\text{O}_3$  を  $\text{EuS}$  に変えることで高温熱処理時の AlN の膜分解が抑制することを報告した[3]。今回、Si および Eu 系添加物を変え、 $\text{Eu}^{2+}$  および  $\text{Eu}^{3+}$  発光の PLE スペクトルの熱処理温度依存性を評価した。

【実験方法】Al( $\phi$  4 inch, 3N)ターゲット上に Si または  $\text{Si}_3\text{N}_4$  チップおよび  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  または  $\text{EuS}$  チップを置き、 $\text{Ar}/\text{N}_2$  (= 5.6/2.4 sccm) 中で c 面サファイア基板上に RF マグネトロンスパッタリング法により Si, Eu 共添加 AlN 薄膜を成膜した。その後、 $\text{N}_2$  雰囲気中で 1000-1200 °C, 60 分の熱処理を行なった。試料評価方法として XRD, CL, PL( $\lambda_{\text{ex}}=325$  nm) および PLE 法等を用いた。

【結果および考察】1000°C で熱処理後の Si+ $\text{Eu}_2\text{O}_3$  共添加 AlN 膜(Si 添加膜) および  $\text{Si}_3\text{N}_4$ + $\text{Eu}_2\text{O}_3$  添加 AlN 膜( $\text{Si}_3\text{N}_4$  添加膜) の XRD 測定の結果、共に AlN(11-20)配向が観測された。CL 測定の結果、Si 添加膜では 450 nm 付近に  $\text{Eu}^{2+}$  に起因すると考えられるブロードなピークが得られた。一方、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  添加膜では 420 nm に AlN 中の酸素欠陥に起因すると考えられるピークと 624 nm に  $\text{Eu}^{3+}$  に起因したピークが観測された。図 1, 2 に、各々、1000°C で熱処理後の Si 添加膜,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  添加膜の PL および PLE スペクトルを示す。Si 添加膜では 450 nm に  $\text{Eu}^{2+}$  起因の PL ピークが観測され、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜では CL と同様に 420 nm と 624 nm に PL ピークが観測された。PLE スペクトルでは、Si 添加膜の場合、275 nm に強いピークが観測された。これは格子間窒素の準位に起因すると考えられる[4]。また、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  添加膜で 275 nm のピーク強度は減少した。これは  $\text{Eu}^{3+}$  となった (Al サイトに Eu が置換した) 場合、AlN 中の結晶欠陥が低減することを示唆している。以上の結果から、 $\text{Eu}^{2+}$  起因の発光を得るためには Si 添加膜が適しているが、格子間窒素の低減が必要と言える。当日、格子間窒素の低減策について報告する。

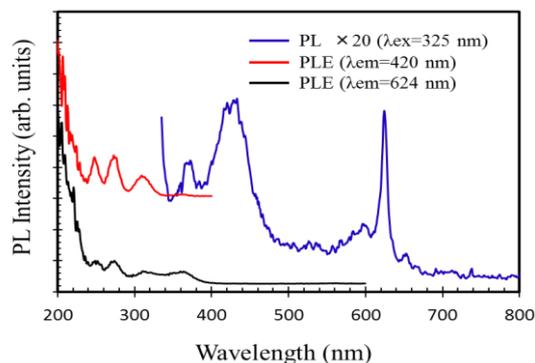
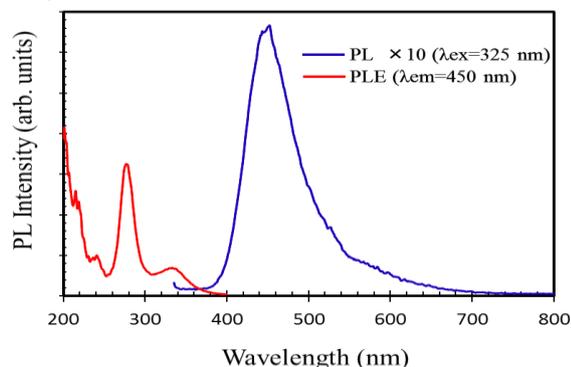


図 1 Si+ $\text{Eu}_2\text{O}_3$  共添加 AlN の PL, PLE スペクトル 図 2  $\text{Si}_3\text{N}_4$ + $\text{Eu}_2\text{O}_3$  共添加 AlN の PL, PLE スペクトル

[1] J. L. Zhao et al., Appl. Phys. Lett., **94**, 093506 (2009). [2] Benjamin Dierre et al., J. Am. Ceram.

Soc., **92**, 1272-1275 (2009). [3] 森本一総 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-235-10

(2018). [4] I. Gorczyca et al., Solid State Communications, **101**, 747-752 (1997).