

発光分光分析計を用いたエッチングプロセスにおける Eu 添加 GaN 層の終点検知

Endpoint detection of Eu-doped GaN layer during etching process using optical emission spectroscopy

堀場エステック¹, 堀場製作所², 大阪大学³ ◦佐藤陽子¹, 紺野象二郎¹, 本山敦史¹,
横井雅樹¹, 松濱誠², 市川修平³, 宮永恒³, 神崎伯夫³, 藤原康文³

HORIBA STEC, Co., Ltd.¹, HORIBA, Ltd.², Osaka Univ.³, ◦Yoko Sato¹, Shojiro Konno¹,
Atsushi Motoyama¹, Masaki Yokoi¹, Makoto Matsuhama², Shuhei Ichikawa³,
Kazutsune Miyanaga³, Norio Kanzaki³, and Yasufumi Fujiwara³
E-mail: yoko.sato@horiba.com

【はじめに】小型・超高精細マイクロ LED ディスプレイの実現に向けて、ユウロピウム (Eu) 添加 GaN 赤色 LED/InGaN 量子井戸構造青色・緑色 LED からなるモノリシック垂直積層フルカラー LED の開発に取り組んでいる[1]。この次世代マイクロ LED のモノリシック化を進めるにあたり、ドライエッチングプロセスにおける各積層膜の終点検知が重要なキーテクノロジーとなる。一般に、終点検知には各積層膜の屈折率の違いから生じる反射光を用いる干渉計が使われることが多いが、干渉計は発光分光分析計 (Optical Emission Spectroscopy, OES) と比べて高価であり、チャンバーの構造によっては設置できない場合がある。本研究では、終点検知に特化した独自のアルゴリズム「Rupture Intensity」を搭載した OES (HORIBA 製, EV-140C) [2]を用いて、不純物レベルの濃度で Eu を添加した GaN (GaN:Eu) 層の終点検知に成功したので報告する。

【実験・結果】実験に用いた試料構造を Fig. 1 に示す。有機金属気相エピタキシャル法により、Eu 濃度 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の GaN:Eu 層と無添加 GaN (ud-GaN) 層を交互に 3 周期、2 インチの c 面サファイア基板上に成長した。Cl₂を用いたドライエッチングでは、試料を 4 分の 1 にカットし、同一条件下で 4 回エッチングを行った。Fig. 2 に波長 403 nm におけるプラズマ発光強度の時間変化を、Fig. 3 に Rupture Intensity の結果を示す。Rupture Intensity は、設定した時間幅内にて 2 本の回帰直線を引き、その 2 直線の角度と連続性を数値化したものであり、Rupture Intensity のピークトップが終点に相当する。全ての試料において、3 周期 GaN:Eu/ud-GaN に対応する、3 つの終点検知を示すピークが得られていることがわかる。このことは、本手法が不純物レベルでの層変化を高感度に検出できることを示唆している。

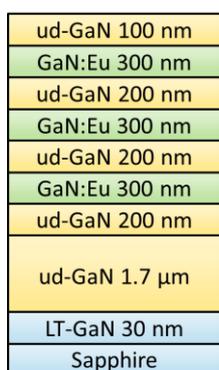


Fig.1 Schematic drawing of sample structure.

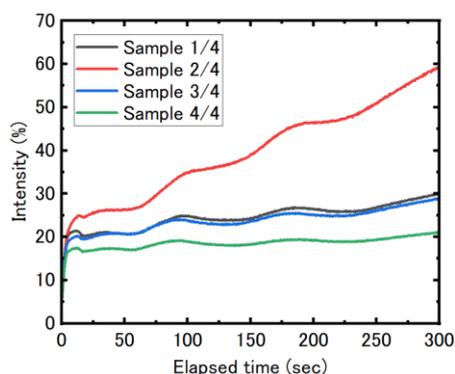


Fig.2 Elapsed time dependence of intensity at 403 nm.

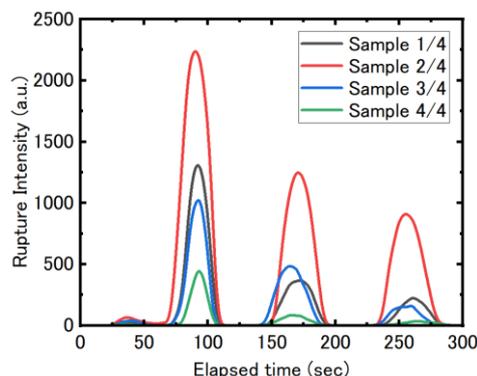


Fig. 3 Endpoint detection using “Rupture Intensity”.

[1] S. Ichikawa, Y. Fujiwara *et al.*, Appl. Phys. Exp. **14**, 031008 (2021).

[2] <https://www.horiba.com/jpn/semiconductor/products/dry-process-control/plasma-analysis/>