

# 塩素系中性粒子ビームによる AlGaInP 赤色マイクロ LED のための GaP 加工特性

## GaP Etching Characteristics with Chlorine Neutral-Beam for AlGaInP Red Micro LEDs

東北大流体研<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, 名大 IMaSS<sup>3</sup>, NYCU<sup>4</sup>

○(B) 栗林 高大<sup>1</sup>, 大堀 大介<sup>1</sup>, 王 学論<sup>3,4</sup>, 遠藤 和彦<sup>1,2</sup>, 寒川誠二<sup>4,1</sup>

IFS, Tohoku Univ.<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, IMaSS, Nagoya Univ.<sup>3</sup>, NYCU<sup>4</sup>

○(B)T. Kuribayashi<sup>1</sup>, D. Ohori<sup>1</sup>, X. Wang<sup>3,4</sup>, K. Endo<sup>1,2</sup>, S. Samukawa<sup>4,1</sup>

E-mail: kuribayashi.takahiro.r1@dc.tohoku.ac.jp

### 【緒言】

数  $\mu\text{m}$  程度に加工されたマイクロ LED デバイスは、VR/AR ディスプレイ向けの次世代ディスプレイ素子として注目されており、低電流密度動作・高精細・高輝度な光の三原色が要求されている。とりわけ、赤色マイクロ LED の発光強度の向上が必要とされており、マイクロ LED への加工過程で生じる加工界面欠陥によって内部量子効率の低下が生じるため、低電流密度における発光効率が著しく低下する問題がある。青色・緑色マイクロ LED は、InGaN/GaN MQW 構造を加工することでマイクロ LED 作製が行われており、すでに我々は、 $\text{Cl}_2$  中性粒子ビーム(NB)を利用することで、欠陥のない表面を形成し、高い内部量子効率を実現した[1]。一方で、同構造を用いて赤色を実現するためには、In 含有率が 35%を超えるため、潜在的な格子歪みによる転移等による発光効率の低下が問題となっている。そこで、平面型赤色 LED としてすでに広く使われている AlGaInP 構造のマイクロ LED 化へと注目した。しかしながら、活性層である AlGaInP 層中の In 含有率の高い層と、GaP 層を同時に含む構造の加工において、そのエッチング速度の違いから GaP 層へ大幅なサイドエッチが発生し、高異方性のエッチングが困難となる問題がある。そこで、本研究では AlGaInP マイクロ LED 構造形成のための GaP 層のエッチング特性について報告する。

### 【実験方法及び結果】

GaAs 基板上に AlGaInP からなる MQW 層および GaP キャップ層 ( $0.81 \mu\text{m}$ ) を含む LED 試料を準備した。GaP 層のエッチング特性を調べるために、 $\text{Cl}_2$  NB および  $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3$  NB を照射し、ステージ温度に対するサイドエッチング速度を測定した。ガス流量は  $\text{Cl}_2$  NB では 50 sccm、 $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3$  ではそれぞれ 42 sccm/ 8 sccm とし、両者ともプロセス室圧力は 0.19 Pa であった。ステージ温度は -20, 40, 150°C とした。サイドエッチング速度は、断面 SEM 観察から最大深さを採用した。

図 1 に GaP 層のサイドエッチング速度の温度依存性を示す。両ガス種において、GaP のサイドエッチング速度に温度依存性が見られた。 $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3$  NB は、150°C において 457 nm/min と非常に速いサイドエッチング速度となった。これは、塩素のラジカルが  $\text{Cl}_2$  ガスのみの場合と比較して、多量に含まれるため、P の塩化物が生成しやすく、高温により揮発が促されたと考えられる。低温においては、サイドエッチングが改善されたことから、少なくとも 40°C 以下でのエッチングが GaP 層のサイドエッチングを防ぐ効果があると考えられる。

### Reference

[1] X. Wang, et al.: *Nature Communications*. 14, 7569 (2023).

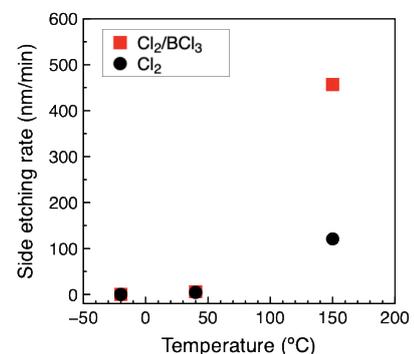


Fig. 1. Temperature dependence of side etching rate at each stage temperature of AlGaInP.