

課題番号 : F-21-NU-0038  
 利用形態 : 共同研究  
 利用課題名(日本語) : 先進プラズマを活用した高性能窒化ガリウムデバイスの製造プロセスの開発  
 Program Title (English) : Development of advanced plasma fabrication technologies for high-performance gallium nitride semiconductor devices  
 利用者名(日本語) : 谷出敦, 中村昭平  
 Username (English) : A. Tanide, S. Nakamura  
 所属名(日本語) : (株)SCREEN ホールディングス  
 Affiliation (English) : SCREEN Holdings Co., Ltd.  
 キーワード/Keyword : プラズマエッチング、膜加工・エッチング、ナノエレクトロニクス

## 1. 概要(Summary)

窒化ガリウム(GaN)を用いた High electron mobility transistor (HEMT)はパワー半導体及び高周波デバイス用素子として注目される一方、その加工技術については課題が多い。ゲート電極部の加工で必要となる nm オーダのエッチングには低損傷の原子層エッチング技術が必須である。当課題解決のため、新たなフッ素添加アルゴンプラズマ及び三塩化ホウ素( $\text{BCl}_3$ )ガスの交互供給による GaN の原子層サイクルエッチング技術を開発中であり、当プロセスにおける基板昇温の効果について調査を行った結果を報告する。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

高温プロセス用誘導結合型プラズマエッチング装置  
 表面解析プラズマビーム装置

### 【実験方法】

1 cm<sup>2</sup> 角の GaN 基板を 100 mm 下方に設置されたサセプタ上に配置し、エッチング処理を行った。基板は事前にフッ酸洗浄及び Ar プラズマ(出力:500 W, バイアス 50 W 印加)照射を行い、表面酸化膜を除去した。サイクルエッチングは、 $\text{BCl}_3$ (ドーズ量:  $5.0 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ )ガスで塩素装飾した表面に対し、10%のフッ素が添加されたアルゴンプラズマ(出力:500 W, ドーズ量:  $1.3 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ )を供給し、塩素装飾層の除去とフッ素イオン注入の工程を 30 回繰り返した。基板温度は、25~400 °C で評価した。エッチング後の損傷はフォトルミネッセンス(PL)でバンド端発光強度を評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 にエッチング後表面の PL バンド端発光強度の

基板温度依存性を 1 サイクル当たりのエッチング速度と共に示す。室温処理ではエッチングが生じず、発光量はエッチング前比で約 50% 低下した。これはプラズマ損傷が要因である。一方で、基板温度 200 °C 以上ではエッチングが進んだ。昇温と共に発光量増加がみられ、400 °C ではエッチング前と差のない発光量を示した。基板昇温に伴うエッチング反応促進により、損傷を受けた GaN 表面層の除去が進んだためと考える。

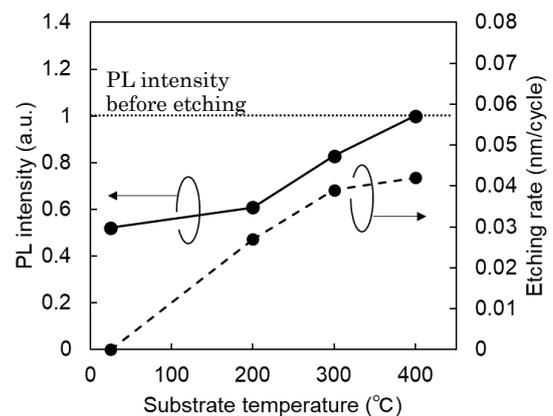


Fig. 1 The photoluminescence intensity and etching rate dependence on substrate temperature.

## 4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学低温プラズマ科学研究センター・近藤博 准教授

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) S. Nakamura et al., The 42nd International Symposium on Dry Process (2021).

## 6. 関連特許(Patent)

なし。