

課題番号 : F-21-NU-0019  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : GaN のスパッタリング成膜及びプラズマエッチング手法の開発  
Program Title (English) : Development of sputtering growth and plasma etching technique for GaN thin films  
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 : 膜加工・エッチング、形状・形態観察、分析、ガリウムナイトライド

## 1. 概要(Summary)

GaNは次世代高周波・高耐圧デバイスのための材料として強く期待されている。GaNデバイスの形状加工において、緻密なエッチングレート制御実現のため、原子層エッチング(ALE)が有力視される。GaNのALEでは塩素プラズマによるGaN表面塩化とArイオン照射による塩化層剥離のサイクル処理が一般に使用されているが、エッチング後表面のラフネス形成は一つの課題である。そこで開発中の高温原子層エッチングプロセスにより、当課題解決を図った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

原子間力顕微鏡, 走査型電子顕微鏡, X線光電子分光装置, 薄膜X線回折装置

### 【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。エッチングサンプルは、事前にアセトン浸漬下で超音波洗浄を行った後、HF (5 %) 溶液で 1 分間酸化膜除去を行った。原子層エッチングは基板温度を 25 °C 及び 400 °C とし、Cl<sub>2</sub> プラズマ (出力 900 W) 及び Ar プラズマ (出力 500 W) を 10 秒毎に交互に基板に照射し、塩化層形成とその剥離を繰り返した。なお Ar プラズマ照射時は交流バイアス (2 MHz) を印加しエッチングを促進した。100 サイクルエッチング処理後の表面ラフネスを、原子間力顕微鏡で評価した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

基板温度を 25 °C 及び 400 °C にて、Ar プラズマ処理時の交流バイアスを変化させエッチングした表面の RMS ラフネスを Fig. 1 に示す。25 °C でのエッチング時は、バイアス増加に伴いラフネスが増加した。なお、25 °C では

200 V (peak to peak) のバイアス印加時のみエッチングが進行した。一方、基板温度 400 °C では、バイアス印加によらずエッチングが進行し、100 V (peak to peak) 以上のバイアス印加で RMS ラフネスは 0.4 nm 以下に低減した。この効果は、イオン衝撃により塩素による等方的な化学エッチングが抑制されたためと考える。基板昇温によるラフネス改善は、表面塩素吸着層の薄膜化により原子レベルでの緻密なエッチングが実現したためと考える。

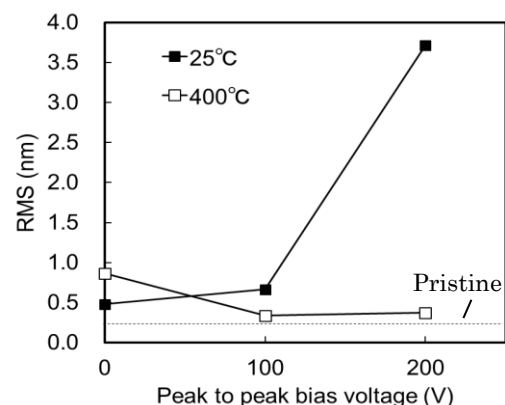


Fig. 1 The dependency of surface roughness (RMS) on bias voltages at 25 and 400 °C.

## 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 13th International Symposium on Advanced plasma science and its applications for Nitride and Nanomaterials (2021).

## 6. 関連特許(Patent)

なし。