

課題番号 : F-13-TT-0041  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : GaN デバイスプロセスの研究開発  
Program Title (English) : Study on fabrication process of GaN devices  
利用者名 (日本語) : 石川健治  
Username (English) : K. Ishikawa  
所属名 (日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科 附属プラズマナノ工学研究センター  
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering , Plasma Nanotechnology Research Center ,Nagoya University

## 1. 概要 (Summary)

窒化ガリウム(GaN)をもちいたパワーエレクトロニクス・デバイスがモーター制御のインバータ回路を構成するスイッチ素子として高い性能を示し、その実用化が期待されている。しかしながら、GaN デバイス製造に必須であるプラズマエッチングプロセスにおいては、デバイス性能を劣化されることが指摘されており、無損傷で高精度に制御されたプラズマエッチング技術が求められている。

プラズマエッチング中には、GaN 表面にイオン衝撃や真空紫外光(VUV)照射がもたらされ、それらを原因とする表面組成変性や結晶欠陥が発生し、電気的なリークや電流コラプスなどといった GaN デバイス性能を劣化させている。

GaN デバイスの劣化要因の中でもプラズマエッチングによる表面組成の変性について着目した研究を行っている。エッチング反応では、反応生成物の蒸気圧により、揮発性が変わるので、化学組成によらず生成物を揮発するには基板温度を昇温することが望ましい。また、エッチャントを塩素の代わりにメタン・水素にすることによって窒素の脱離が抑制されることが期待された。そのため、CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>/Ar や CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> によるプラズマエッチングをこれまで報告されていない基板温度 300°C以上について調べている。

## 2. 実験 (Experimental)

試料はサファイア基板の上にハイドライド気相成長法(HVPE)で作製した GaN 膜(5 μm)である。二周波容量結合型プラズマ装置を使用し、全流量を 150 sccm としてガス圧力は 4 Pa、高周波電力(100 MHz)を 400 W、基板バイアス(13.56 MHz)を 0~100 W 印加して、H<sub>2</sub> に対する CH<sub>4</sub> の流量比を 0~20%と変化させて、基板温度は 300°Cから 500°Cまで昇温し、2~20 分間エッチングを行った。また、

表面状態については、X 線光電子分光法(XPS)と原子間力顕微鏡(AFM)で分析を行った。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

基板温度 300°C、バイアス電圧は -190 V の時の GaN エッチング速度の CH<sub>4</sub> 流量比依存性を調べた。H<sub>2</sub> 100% で 40 nm/min のエッチング速度が得られたが、N/Ga 比が顕著に減少し、表面に Ga-Ga 結合の存在が観測され、Ga の凝集物生成に起因する表面荒れが発生した。これは N が優先的に脱離したことを示している。一方、CH<sub>4</sub> の流量比を 10%まで増加すると、エッチング速度がやや増加し、N/Ga 比減少と荒れが抑制され、CH<sub>4</sub> 添加による表面から Ga の脱離の促進が示唆される。10%以上ではエッチング速度が低下していき、20%以上ではエッチングが停止し、カーボンの堆積膜が観察された。C 堆積は N/Ga 比維持に有用と考えられる。これらは室温での報告結果と比較して、表面の Ga 脱離促進による Ga 表面凝集の抑制効果が高くなり、基板温度を昇温することにより、炭素添加による Ga 脱離促進と Ga の表面残留に効果があることが分かった。

## 4. その他・特記事項 (Others)

なし

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

(1) 加古 隆, 劉 択せい, 石川 健治, 小田 修, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 関根 誠, 堀 勝 : CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> プラズマによる GaN の高温エッチング、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 (2014 年 3 月 17 日~20 日)

## 6. 関連特許 (Patent)

なし