

## 中性粒子ビームによる GaN 加工基礎特性

### Basic Etching Characteristics of GaN by Neutral Beam

東北大流体研<sup>1</sup>, 東北大 AIMR<sup>2</sup>, 住友電工<sup>3</sup>, 昭和電工<sup>4</sup> ○(B)澤田 堯廣<sup>1</sup>,  
(P)大堀 大介<sup>1</sup>, 菅原 健太<sup>3</sup>, 岡田 政也<sup>3</sup>, 井上 和孝<sup>3</sup>, 佐藤 大輔<sup>4</sup>, 栗原 秀行<sup>4</sup>,  
寒川 誠二<sup>1,2</sup>

IFS, Tohoku Univ.<sup>1</sup>, AIMR, Tohoku Univ.<sup>2</sup>, Sumitomo Electric Industries, Ltd<sup>3</sup>,  
SHOWA DENKO K.K.<sup>4</sup> °(B)T. Sawada<sup>1</sup>, (P)D. Ohori<sup>1</sup>, K. Sugawara<sup>3</sup>, M. Okada<sup>3</sup>, K. Inoue<sup>3</sup>,  
D. Sato<sup>4</sup>, H. Kurihara<sup>4</sup>, Seiji Samukawa<sup>1,2</sup>  
E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

#### 【緒言】

絶縁破壊強度と飽和電子速度に優れる GaN 高電子移動度トランジスタ(GaN HEMT)は、AI・IoT 社会の発展に必要な第 5 世代無線基地局(5G)通信による高速・高信頼ネットワーク形成へ期待されている。一方で、GaN HEMT 構造は 2 次元電子ガスによるノーマリオン特性が問題となっており、リセスゲート加工などにより解決が図られている。すでに、Cl<sub>2</sub> 中性粒子ビーム(NB)を利用し、従来のプラズマエッチングと比較して欠陥のない表面が GaN HEMT 構造のデバイス特性を向上させたという報告がある[1,2]。しかしながら、GaN のエッチング時の表面状態およびそのメカニズムについては詳細に議論されていない。そこで、本研究では GaN の加工における基礎特性を Bias パワーおよびガス種を変化させることで明らかにした。

#### 【実験方法及び結果】

GaN ベア基板の上に、Cl<sub>2</sub> または HBr NB を照射し、Bias パワーを 0、5、10、20 W と変化させた。ステージ温度は-20℃とし、プロセス室内の圧力は 0.1 Pa であった。プロセス後の試料に対し、X 線光電子分光法により Ga3d を測定し、表面の組成をピーク分離を行うことで分析した。Fig. 1 に各ガスにおける Ga3d ピーク中の各結合種の組成比を示す。Cl<sub>2</sub> NB において、Bias パワーが高くなると Ga-N 結合比が減り、Ga-O 結合比が増加した。そして、エッチング生成物である Ga-Cl<sub>3</sub> 結合比はほぼ一定の値を示した。一方で、HBr NB において、高い Bias パワーにおいても Ga-N 結合が減少せず、Ga-O 結合も増加せず、Ga-Br<sub>3</sub> 結合が比較的増加した。Cl 原子より Br 原子の方が原子サイズが大きいことから、吸着層の深さは Cl<sub>2</sub> NB の方が深くなると考えられる。さらに、各ガスにおけるエッチングレートは、20 W 時に Cl<sub>2</sub> NB の方が HBr NB と比較しておよそ 5 倍程度高くなった。このことから、表面の GaCl<sub>3</sub> 化合物は高い揮発性を持っており、揮発した際に Ga-O の増加と Ga-N の減少が起こると考えられる。一方で、GaBr<sub>3</sub> は Bias パワーの増加に対して残留比率が高いことから揮発性が低く、Ga-Br<sub>3</sub> が表面保護層として機能することが示唆された。以上のことから、GaN の NB によるエッチングは、表面化学反応に律速したエッチング過程であることが示唆された。

#### Reference

- [1] F. Hemmi, et al., Solid-State Electron. **137**, 1-5 (2017).  
[2] N. M. Shrestha, et al., IEEE Trans. Electron Devices **66**, 1694-1698 (2019).

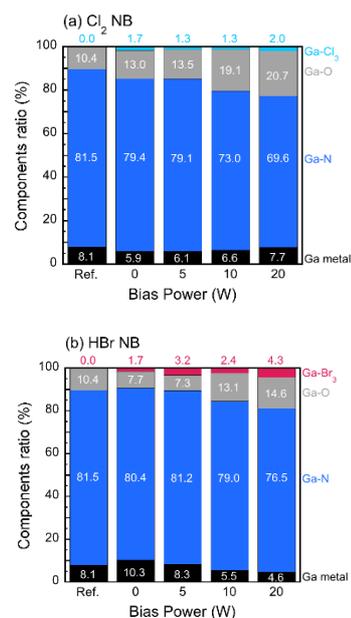


Fig. 1. Components ratio of Ga3d signal on GaN surface with (a) Cl<sub>2</sub> and (b) HBr NB.