

Ar イオン照射窒化ガリウム表面の塩素吸着挙動

In-situ analysis of chlorine adsorption behaviors on Ar ion-irradiated GaN surface

名大¹, (株)SCREENホールディングス² ○長谷川 将希¹, 堤 隆嘉¹, 谷出 敦^{1,2},
近藤 博基¹, 関根 誠¹, 石川 健治¹, 堀 勝¹

Nagoya Univ.¹, SCREEN Holdings Co., Ltd.² ○Masaki Hasegawa¹, Takayoshi Tsutsumi¹,
Atsushi Tanide^{1,2}, Hiroki Kondo¹, Makoto Sekine¹, Kenji Ishikawa¹, and Masaru Hori¹

E-mail: hasegawa.masaki@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

はじめに 窒化ガリウム (GaN) を用いた次世代パワーデバイス製造では、GaN のエッチング技術の確立は不可欠である。課題の一つにプラズマダメージがあり、その低減には、Cl 原子吸着と低エネルギーイオン照射のステップを繰り返すサイクルプロセスが考えられる。その構築には各ステップにおける現象の理解が求められ、Ar イオン照射後に Cl が吸着した GaN の表面状態と GaNCl 反応生成物の脱離について定量的に調べる必要がある。そこでまず我々はイオンのエネルギーとフラックス、ならびに Cl ラジカルの照射を高精度に制御可能なプラズマビーム装置とその場 X 線光電子分光法 (in-situ XPS) を用いて^[1,2]、Ar イオン照射後の GaN 表面の Cl 吸着挙動を調べた。

実験方法 サファイア基板上に水素化物気相成長法 (HVPE) で形成した GaN を用いた。溶液処理 (5% HF) 直後に真空装置内に搬送し、自然酸化膜を Ar スパッタで除去した。誘導結合 Cl₂ プラズマ (高周波電力 13.56 MHz, 400 W 印加) から差動排気オリフィスを介して Cl ラジカルを試料表面に約 10¹⁹ cm⁻² 照射した。また、Ar プラズマから Ar イオン (加速電圧 100 V, 200 V の 2 条件) を引き出し、圧力 0.03 Pa 下で約 10¹⁶ cm⁻² 照射した。これら Cl ラジカルと Ar イオンの照射後の表面状態を in-situ XPS によって評価した。

実験結果 Ar イオン照射後 (5 サイクル目) と Cl ラジカル照射後 (6 サイクル目) の Ga 3d スペクトル中の化学シフトの成分比を調べた。Ar イオン照射後の Ga 金属ピークの割合 ($I_{\text{Ga-Ga}}/I_{\text{Ga-N}}$) はイオンの加速電圧に依存した変化が見られる。この Ga 金属の割合に依存せず、Cl ラジカル照射後の塩素結合ピークの割合 ($I_{\text{Ga-Cl}}/I_{\text{Ga-N}}$) は一定であった。このことから Cl ラジカルは反応により Ga 金属を揮発脱離させ、表面状態は一定値に収束したことが考えられる。サイクルプロセスにおけるエッチング深さには、イオン照射による Ga 金属リッチ層の形成とその揮発脱離量が大きく影響する。

参考文献

- [1] T. Takeuchi et al., J. Phys. D: Appl. Phys. **46**, 102001 (2013).
[2] Y. Zhang et al., J. Vac. Sci. Technol. A **35**, 060606 (2017).

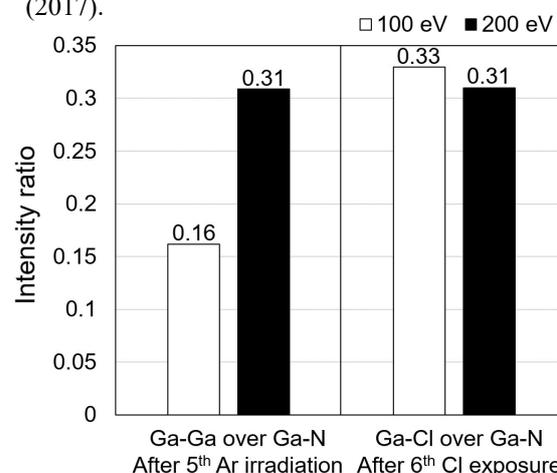


Fig.1 Intensity ratios ($I_{\text{Ga-Ga}}$ (left) and $I_{\text{Ga-Cl}}$ (right) to $I_{\text{Ga-N}}$) of the GaN surfaces after 5th Ar irradiation and 6th Cl exposure.