

Ar イオン照射窒化ガリウム表面の塩素吸着層のイオンエネルギー依存性 (2)

Dependence of chlorine adsorption layer on ion energy on Ar ion-irradiated GaN surface (2)

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¹Nagoya 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 のダメージレス高精度エッチング技術の確立は不可欠である。そこで注目されているのが、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 ALE プロセスである。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 表面への Cl 吸着挙動のイオンエネルギー依存性を調べた。

実験方法 サファイア基板の上に水素化物気相成長法 (HVPE) で形成した GaN を用いた。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、光電子取り出し角を 10~90 度で変化させ深さ方向の組成分布について評価した。

実験結果 図 1 に 5 サイクル目 Ar イオン照射後 (5th Ar) と 6 サイクル目 Cl ラジカル照射後 (6th Cl) GaN における Ga 3d スペクトル成分の深さ方向分布 (加速電圧 100 V) を算出した。5th Ar における Ga ダングリングボンド (Ga-Ga) の深さ方向分布と 6th Cl における Ga 塩化物 (Ga-Cl) の深さ方向分布が同じであることがわかった。これはイオン衝撃によって生成される Ga ダングリングボンドが Cl 吸着サイトとして働いているためと考えられる。Cl 侵入深さに影響する Ga ダングリングボンドの形成深さがサイクルプロセスのエッチング深さ制御において重要である。

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).

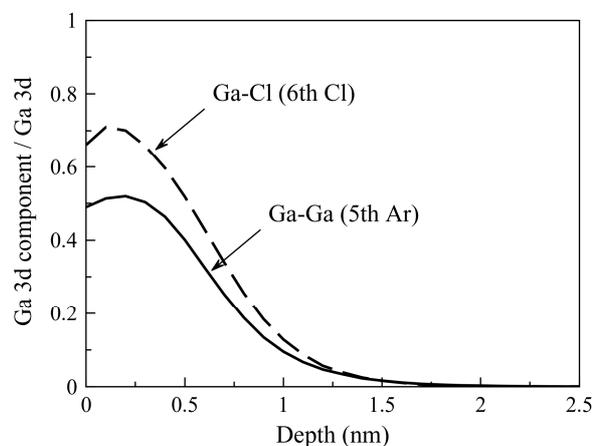


Fig.1 Depth profiles of Ga 3d components after 5th Ar ion irradiation and 6th Cl radical exposure with Ar ion accelerated by 100 V.