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

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

名大院工¹,名大低温プラズマ化学研究センター² ○長谷川 将希¹,堤 隆嘉²,

近藤 博基², 関根 誠², 石川 健治², 堀 勝²

Nagoya Univ.¹, Center for Low-temperature Plasma Sciences, Nagoya Univ.² ^OMasaki Hasegawa ¹, Takayoshi Tsutsumi ¹, Hiroki Kondo¹, Makoto Sekine¹, Kenji Ishikawa¹, and Masaru Hori¹ E-mail: hasegawa.masaki@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

<u>はじめに</u> 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、CI 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 CI 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。

<u>実験方法</u> 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。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。 <u>実験結果</u> CI ラジカル照射後(6 サイクル目) GaN の各元素の XPS スペクトル強度の光電子 取り出し角依存から各元素の深さ方向濃度分 布を算出した。図1に加速電圧が100 V と 200 V における CI 濃度の深さ方向分布を示す。CI 吸着量はイオンエネルギーとともに増加して いるが、CI 吸着深さは16 Åと変化しなかった。 これはイオン衝撃によって生成されるダング リングボンドをもつ Ga の密度に起因しており、 ダングリングボンドの量は CI 吸着量のみに影 響を与えると考えられる。CI 吸着量に直接影 響を与えるダングリングボンドの形成がサイ クルプロセス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 The depth profiles of Cl concentration after the 6th Cl radical exposure were compared with the different Ar ion energies.