

窒化ガリウムの原子層エッチングに向けたラジカル吸着機構の解明

Elucidation of radical adsorption mechanism for atomic layer etching of gallium nitride

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, 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, 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) トランジスタは、次世代パワーデバイスの小型化、高効率化の実現のため注目され、その製造加工は原子スケールでの制御が要求されることから、原子層エッチング (ALE) 技術の確立が望まれている。先行研究では Cl 吸着した GaN 表面への Ar イオン照射時間に対するエッチング深さの飽和現象が報告された^[1]。本研究では、Cl 吸着過程に着目し、今回、プラズマビーム装置^[2]を用いて Cl ラジカル照射した GaN 表面への Cl 吸着挙動を調べ、エッチング深さ制御や Ar イオン照射ダメージ制御について考察した。

実験方法

試料はサファイア上に水素化物気相成 (HVPE) した GaN を用いた。溶液処理 (5%HF) 後に、真空装置内に搬送して Ar スパッタにより自然酸化膜を除去した。高周波電力 13.56 MHz を 400 W 印加することで誘導結合型の Cl₂ プラズマを発生させ、差動排気オリフィスから Cl ラジカルを試料表面に約 10¹⁹ cm⁻² 照射した。さらに、Ar ガス (流量 1 sccm) を 400 W 印加してプラズマ発生させ、加速電圧 200V で Ar イオンを圧力 0.03Pa で約 10¹⁶ cm⁻² 照射した。これら Cl ラジカルと Ar イオンの照射を 1 サイクルとした。各処理での基板の表面状態をその場で X 線光電子分光 (in-situ

XPS) 法によって評価した。

実験結果

Ar スパッタ後の表面組成は N/Ga 比が 0.5 程度に減少し Ga リッチ表面が形成される。(図 1 左) 3 サイクル後の表面組成では GaN の結晶組成 N/Ga ~ 1 に窒素の割合が回復した。(図 1 右) 表面の Ga リッチな層に Cl ラジカル吸着が見られる。講演では、表面状態に依存した Cl ラジカル吸着挙動について議論する。

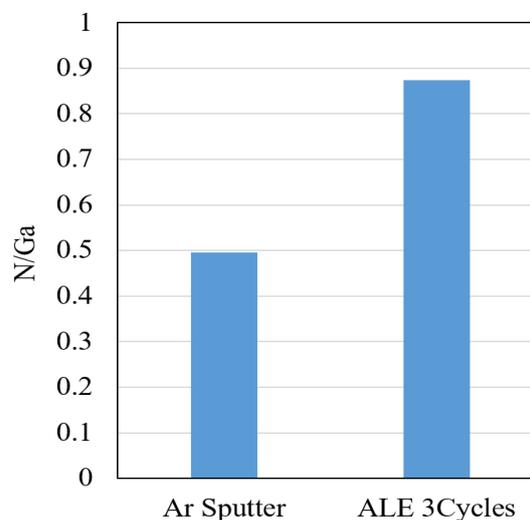


Fig.1 Composition ratios (N/Ga) of the surfaces as cleaned by Ar sputtering (left) and as atomically etched by three cycles of chlorine radical exposure and Ar sputtering with an energy of 200 eV (right).

参考文献

- [1] C. Kauppinen et al., J. Vac. Sci. Technol. A 35, 060603 (2017).
 [2] M. Minami et al. Jpn. J. Appl. Phys. 50, 08JE03 (2011).