

窒素プラズマを用いた GaN 低ダメージエッチングの検討

Study on low damage etching of GaN using nitrogen plasma

東工大、〇三浦克之、星井拓也、角嶋邦之、若林整、筒井一生

Tokyo Tech Katsuyuki Miura, Takuya Hoshii,

Kuniyuki Kakushima, Hitoshi Wakabayashi, Kazuo Tsutsui

E-mail: miura.k.ar@m.titech.ac.jp

[はじめに] 従来の GaN 系半導体の加工には RIE(Reactive Ion Etching)が用いられているが、基板にエネルギーの大きなプラズマを照射することでエッチングを行うため、GaN 表面へのダメージが懸念される。特にゲートリセス部分の加工損傷はデバイスの電気的特性を大きく劣化させてしまうことが報告されている[1]。そこで本研究では、低ダメージ飽和プロセスとして知られる ALE(Atomic Layer Etching)に注目した。ALE はエッチング種の吸着などによる表面改質と改質層の除去というサイクル処理を複数回繰り返すことでエッチングを進める。GaN の ALE では一般に Cl_2 による表面改質、Ar による改質層の除去で構成されている[2]が、本研究では Ar の代わりに N_2 を採用することで、加工損傷の一つである窒素欠損の低減を期待した。

[実験] サファイア上 GaN (0001) 基板上にストライプ形状のマスクパターンを形成した。この基板に対し ICP-RIE 装置を用いて Cl_2 による吸着と Ar、 N_2 プラズマの曝露のサイクル処理を複数回繰り返し、それぞれのエッチング量をサイクル数で割ることで、サイクル処理あたりのエッチング量を評価した。

[結果] Fig.1 に 10 秒間の Cl_2 ガス吸着と Ar プラズマ(ICP:20W, Bias:5W)によるサイクル処理において、Ar の 1 サイクル中の照射時間を変化させた際のサイクル当たりのエッチング量を示す。Ar の照射時間を長くすると 1 サイクル当たりのエッチングが 3.2nm 程度で飽和しており、サイクル当たりのエッチング量は多いものの ALE が行われていることがわかる。一方、Fig.2 は 10 秒間の Cl_2 ガス吸着と N_2 プラズマ(ICP:40W, Bias:20W)でサイクル処理を行った場合の、サイクル当たりのエッチング量である。また、図中の実線は、同じエネルギー条件で N_2 プラズマのみを基板に照射した際のエッチング量を示している。これらの結果を比較すると、 N_2 プラズマのみを基板に照射するのに比べ、 Cl_2 ガスの吸着の工程を加えることで、20% 程度のエッチングレートの向上が見られた。

[まとめ] Fig.1 の結果から、10 秒間の Cl_2 ガス吸着によって、GaN 表面から約 3.2nm まで表

面改質が起こっていると考えられる。また Fig.2 の結果から N_2 プラズマでのエッチングにおいて、 Cl_2 の吸着を行うことで同じエネルギーでもより多くエッチングが進むことから、 Cl_2 の吸着によって加工時間を短縮し、被ダメージ量を低減できる可能性がある。これらを踏まえ、GaN に対する低ダメージエッチングについてさらに詳細な議論を進め、当日発表予定である。

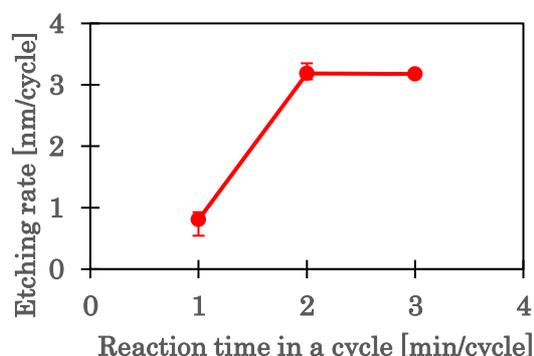


Fig. 1 Etching depth per cycle vs. Ar reaction time for ALE process using Cl_2 gas and Ar plasma.

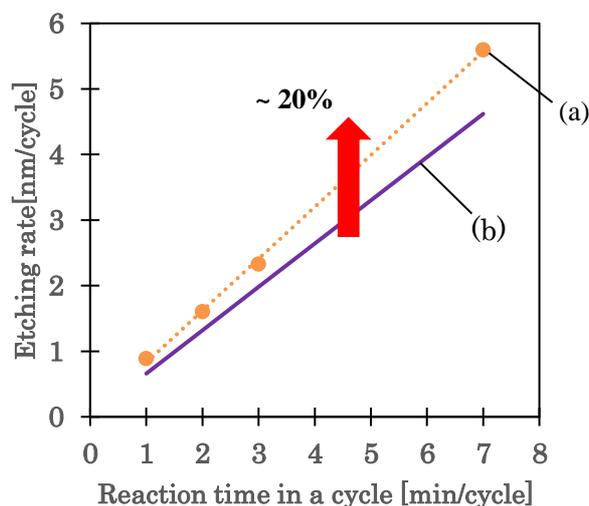


Fig. 2 Etching depth of (a) cyclic etching of Cl_2 gas absorption and N_2 plasma exposure, and (b) N_2 plasma etching.

[1] X. A. Cao *et al.*: APPLIED PHYSICS LETTERS, vol.75, No.17, 1999.

[2] Keren J. Kanarik *et al.*: Journal of Vacuum Science & Technology A, vol.35, 05C302, 2017.