

スロープダウンバイアス ICP-RIE による n 型 GaN の エッチングダメージの制御

Control of plasma-induced damage of n-type GaN treated by slope-down-bias ICP-RIE

名大 未来材料・システム研究所¹, 名大院工², (株)アルバック半電研³

○山田 真嗣^{1,2,3}, 櫻井 秀樹^{1,2,3}, 大森 雅登¹, 中村 敏幸³, 上村 隆一郎³,
須田 淳^{1,2}, 加地 徹¹

Nagoya Univ. IMaSS¹, Nagoya Univ.², ULVAC ISET³

○S. Yamada^{1,2,3}, H. Sakurai^{1,2,3}, M. Omori¹, T. Nakamura³, R. Kamimura³,
J. Suda^{1,2}, T. Kachi¹

E-mail: yamada@imass.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】窒化ガリウム (GaN) を用いたトレンチゲート縦型パワー半導体デバイスを実現する上で、誘導結合型プラズマ反応性イオンエッチング (ICP-RIE) を用いた低ダメージドライエッチング技術を確認することは不可欠である。これまでに、エッチングバイアスパワー (P_{bias}) を段階的に低減させる多段エッチング技術の適用により、GaN の低ダメージ化を実現した[1]。今回、 P_{bias} を連続的に低減させるスロープダウンバイアス (SDB) エッチング技術を検討し、低ダメージ化への効果を n 型 GaN を用いて評価した。

【実験】用いた試料は、n⁺型 GaN 自立基板上に MOVPE 法により n 型 GaN (Si: $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) を 2 μm ホモエピタキシャル成長したものであり、以下のドライエッチング条件を変えたものを 4 個 (Sample A, B, C, D) 準備した。n 型 GaN 表面を ICP-RIE を用いて、圧力を 1 Pa、反応ガスを塩素 (Cl_2)、試料温度を制御するチラー温度を 20 $^{\circ}\text{C}$ 、ICP アンテナパワーを 200 W で固定し、バイアスパワーを 60 W にてエッチング処理したものを Sample A、 $P_{\text{bias}} = 60 \text{ W}$ 処理ののち、続けて 10 W 及び 5 W にて多段エッチング処理したものを Sample B、10 W から 5 W、あるいは 0 W までスロープ状に低減させてエッチング処理したものをそれぞれ Sample C、D とした (Fig.1 (a))。エッチング狙い深さは Sample A~C は約 300 nm、Sample D は約 315 nm である。また参照用に、エッチング未処理の As-grown 試料 Sample E を準備した。評価としては、エッチング処理後に Photoluminescence (PL) 測定 (YAG レーザ、266 nm、室温) を行った。

【結果と考察】Fig. 2 (b) に As-grown 試料の GaN バンド端の PL ピーク強度で規格化した各々の試料の PL 測定結果を示す。高い P_{bias} で処理した Sample A の PL ピーク強度は 0.06 であったのに対し、Sample C は 0.67 であり、Sample B の 0.69 と同等であることが分かった。多段エッチング技術と同様、SDB エッチング技術は GaN 低ダメージ化に有効であることが分かった。また、 $P_{\text{bias}} = 0 \text{ W}$ までスロープさせた Sample D は 0.76 と更に増加しており、 $P_{\text{bias}} = 5 \text{ W} \sim 0 \text{ W}$ の極低バイアスパワーで更に連続的にダメージ層を除去する手法の有効性が確認できた。講演では、各試料を用いたショットキーバリアダイオードの電気特性評価や表面観察などから、SDB エッチング技術導入による低ダメージ化への効果についても議論する。

【謝辞】本研究は文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」の委託を受けたものです。

[1] 山田他、第 65 回応用物理学会春季学術講演会、18a-C302-11

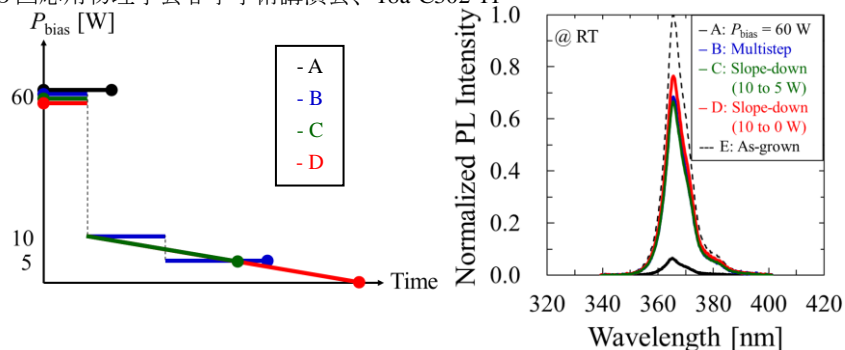


Fig.1 (a) P_{bias} profile diagrams and (b) PL spectra of GaN-etched samples.