電気化学的手法を用いた ICP-RIE 加工 n-GaN 表面の評価

Characterization of ICP-RIE-processed n-GaN surface using an electrochemical method

北大量集セ[1]、名大未来研[2]、アルバック半電研[3]
武田 健太郎[1]，山田 真嗣[2,3]，渡久地 政周[1]，加地 徹[2]，佐藤 威友[1]
RCIQE, Hokkaido Univ.[1], IMaSS, Nagoya Univ.[2], ULVAC ISET[3]
Kentaro Takeda[1], Shinji Yamada[2,3], Masachika Toguchi[1], Tetsu Kachi[2], Taketomo Sato[1]
E-mail: takeda@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】我々はこれまでに、n-GaN 表面に導入された加工損傷を、溶液中の光電気化学（PEC）反応を利用して除去する低損傷エッチング法を開発し[1]、その効果を溶液中でその場（in-situ）評価する手法を提案してきた[2]。今回は、ICP-RIE 加工面に対して本手法を適用し、バイアスパワー（P_{bias}）と n-GaN 表面近傍に導入される損傷深さとの相関について検討した。

【実験方法】GaN 自立基板上に結晶成長した n-GaN 層（Si 濃度：5×10^{16} cm^{-3}, 厚さ：2 μm）を参照試料：As-grown とし、P_{bias} = 30 W で ICP-RIE 加工した試料：ICP30W と、さらに P_{bias} = 5 W で追加加工（２段バイアス ICP-RIE 加工[3]）した試料：ICP30W+5W を用意した。各試料に対して、PEC エッチングを 10 nm 刻みで繰り返し、その都度、溶液中の容量−電圧（*C-V*）測定、電気化学インピーダンス（EIS）測定を行った。

【結果と考察】溶液中 C-*V* 特性の解析から、ICP 加工後に溶液/n-GaN 界面の障壁が低下することが分かった。これは、Schottky diode で得られた結果と矛盾しない[1,3]。PEC を繰り返すことにより As-grown レベルまで回復し、ICP30W と比較して ICP30W+5W でより大きな効果が得られた。図１に、ICP30W に対する EIS 測定結果（交流信号の位相シフト(θ)と周波数(f)の関係）を示す。低周波領域で θ の減少が見られたが、PEC を繰り返すことにより徐々に回復し As-grown 特性に近づいた。n-GaN 中のトラップ準位を R_tC_t 直列回路で表現した等価回路モデルを使って EIS 測定結果をフィッティングし、各パラメータを抽出した（図２）。ICP-RIE によって C_t 成分が増加し、段階的な PEC プロセスによって徐々に回復した。As-grown まで回復するのに必要な PEC エッチング深さは、ICP30W で 50 nm 程度、ICP30W+5W で 10 nm 程度であった。これらの結果は、２段バイアス ICP-RIE が n-GaN 加工表面への損傷抑制に有効であることを示唆している。

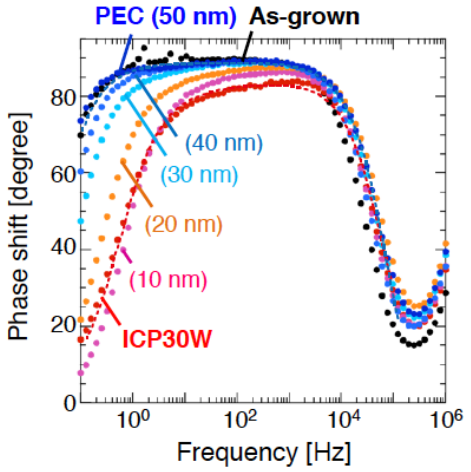

Fig. 1 Relation between the phase shift and frequency of ac signals applied in EIS measurements.

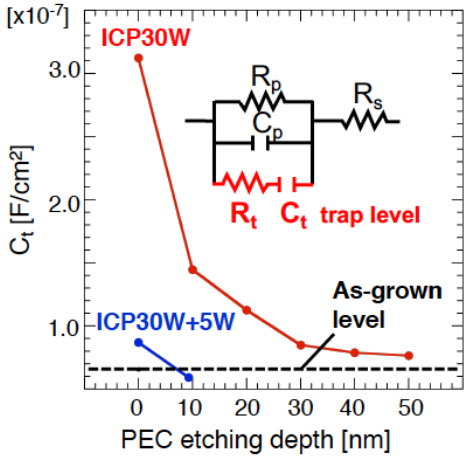

Fig. 2 Circuit parameters, C_t, obtained by the fitting to the experimental EIS signals.

【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] S. Matsumoto et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **57**, 121001 (2018). [2] 武田他、2018 秋季応用物理学会 18p-PA6-6 [3] S. Yamada et al., APEX **13**, 016505 (2020).

© 2020年 応用物理学会