多段 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 multistep ICP-RIE

名大 未来材料・システム研究所 [1]，（株）アルバック半電研 [2]，名大院工 [3]，北大量集セ [4]
○山田 真嗣 [1,2]，櫻井 秀樹 [1,2,3]，大森 雅登 [1]，須田 淳 [1,3]，長田 大和 [2]，上村 隆一郎 [2]，
及木 達矢 [4]，橋詰 保 [1,4]，加地 徹 [1]
Nagoya Univ. IMaSS[1], ULVAC ISET[2], Nagoya Univ.[3], Hokkaido Univ. RCIQE[4]
°S. Yamada[1,2], H. Sakurai[1,2,3], M. Omori[1], J. Suda[1,3], Y. Osada[2], R. Kamimura[2],
T. Oyobiki[4], T. Hashizume[1,4], T. Kachi[1]
E-mail: yamada@imass.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】窒化ガリウム（GaN）系パワー半導体デバイスは、その高い絶縁破壊電界強度から、高耐圧・低オン抵抗を実現するデバイスとして期待されている。デバイス構造の一つに、ドライエッチングによりトレンチ形成した MOS 構造の縦型デバイスが考えられるが、エッチングにより誘起される欠陥準位がデバイス特性不良に繋がることが懸念され、出来るだけ低ダメージでトレンチ形成を行うことが求められる。一方で、通常 GaN を深くエッチングする場合、エッチングレートが大きい高パワーでの処理が選択され、これはダメージによる欠陥準位を誘起しやすいことが分かった[1]。今回、高エッチングレートと低ダメージ化を両立させるため、多段エッチングを検討し、その効果を n 型 GaN を用いた MOS 構造にて評価した。

【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: 5×10^{16} cm^{-3}）を 2 μm ホモエピタキシャル成長したものである。各々試料サイズは 1cm 角である。基板裏面に Ti/Al 系オーミック電極を形成し、GaN 表面を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 ℃、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 （深さ 200 nm）、続けて 5 W（40 nm）、さらに 2.5 W（20 nm）と多段階で全面エッチングした。また比較のため、60 W（200 nm）単独と 5 W（40 nm）単独エッチングの試料も準備した。エッチング後、原子層堆積法（ALD）にて Al_2O_3 膜を 30 nm 堆積したのち、Ni/Au ゲート電極を形成し、MOS 構造とした。評価は、エッチング処理後に Photoluminescence （PL）測定（YAG レーザ、266 nm、室温）と、MOS 構造作製後に容量-電圧（*C-V*）測定を行った。

【結果と考察】Fig. 1 に各々エッチングした MOS 試料の *C-V* 特性を示す。これらはすべて MOS 構造作製後に、大気中 300 ℃で 3 時間の熱処理を行っている[2]。60 W 単独の試料は、緩やかな傾きと V_G= -1V 付近にバンプが観測され、GaN 表面近傍に欠陥準位が存在することが示唆される[3]。一方で、60 W と 5 W と 2.5 W の 2 段及び 3 段エッチング試料の *C-V* 特性は、ともに理想曲線に近づくことが分かった。2 段から 3 段への効果は、この結果のみでは判別し難い。PL 測定による GaN バンド端の発光強度の面内マップ傾向を比較すると、60 W 単独は発光強度が極めて小さいのに対し、2 段エッチングでは発光強度が増加し、3 段エッチングではさらに 2 段エッチングを上回ることが分かった。講演では、さらに *C-V* 測定の温度特性評価などから、欠陥準位形成に対する多段エッチング導入による効果について考察した結果を示す。

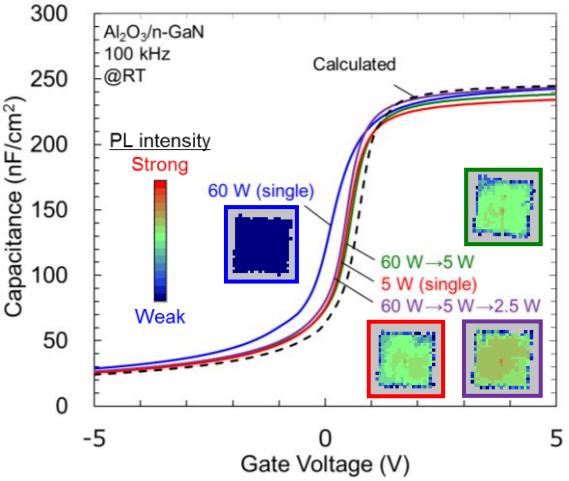

Fig.1 *C-V* characteristics and PL intensity maps of n-type GaN MOS structures with various ICP-RIE conditions.

【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６４回応用物理学会春季学術講演会、14a-315-
[2]S. Kaneki, et al., Appl. Phys. Lett. **109**, 162104 (2016)
[3]及木他、第７８回応用物理学会秋季学術講演会、5p-C17-4