

n型GaNにおけるICPエッチング誘起欠陥のDLTS評価

The DLTS studies of inductively coupled plasma-induced damages of n-type GaN

名大未来研¹, (株)アルバック半電研²

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

Nagoya Univ. IMaSS¹, ULVAC ISET²

○M. Omori¹, S. Yamada^{1,2}, H. Sakurai^{1,2}, Y. Osada², R. Kamimura², J. Suda¹, T. Kachi¹

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

窒化ガリウム(GaN)パワーデバイスの実現に向け、デバイス作製時に導入される各種プロセスダメージの解明、その抑制・回復技術の確立が急務となっている。特にICP (Inductively Coupled Plasma)エッチング工程においてGaN結晶内部および表面に導入される欠陥はショットキーダイオード特性やMISFET特性を著しく劣化させるが、そのメカニズムは未知な部分が多い。これまで我々は電流電圧(I - V)特性や容量電圧(C - V)特性などの評価から、ICPエッチングにより表面から100 nm近傍までドナー型の欠陥が 10^{18} cm^{-3} 程度のピーク濃度で導入されていることを示唆する結果を得ているが^[1,2]、その詳細はまだ分かっていない。そこで本発表では、DLTS (Deep Level Transient Spectroscopy)により、ICPエッチング起因欠陥のトラップ準位とその密度を詳しく調べた結果を報告する。

実験には自立GaN基板上に実効ドナー密度 $4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のn型GaNをMOVPE法で約2 μm 結晶成長させたウエハを用いた。ICPエッチングによって表面約200 nmをエッチングした後、裏面にTi/Alオーミックコンタクトを形成し、表面にはメタルマスクを用いて直径約1 mmのNi電極を抵抗加熱蒸着装置にて形成することでショットキーダイオードを作製した。参照用として同一ウエハにてas-grown表面上試料も作製した。DLTS測定では表面近傍の欠陥を観測するため、表面から約300 nmまでを測定領域とする印可電圧条件で行った。Fig. 1にバイアスパワー60 Wでエッチング処理した試料(青線)とas-grown試料(赤線)のDLTSスペクトルを示す。as-grown試料ではGaN基板上GaN成長膜でよく知られたE1(E_C -0.2 eV)とE3(E_C -0.6 eV)のピークのみが観測されたが、エッチング処理試料ではさらに新たなピークが複数観測された。これらのうち75 K付近にピークを持つトラップ準位のエネルギーは E_C -0.1 eVであり、堀田らによる電子線照射により意図的に窒素空孔を導入した報告(E_C -0.13 eV)^[3]とほぼ一致することから、ICPダメージによる窒素空孔の可能性が考えられる。また、ICPエッチングによってE1とE3トラップ密度も増加している様子も分かる。

エッチングした試料のトラップ準位密度はどのピークも 10^{14} cm^{-3} 台と小さく、前回述べた I - V 特性から予想されるドナー濃度とは大きく異なる。したがって、DLTSでは観測が難しいさらに浅い準位にドナー型欠陥が高濃度に存在していると推察される。

【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」の委託を受け行われた。

[1] 大森他, 2017年秋応物, 5p-C17-15.

[2] 及木他, 2017年秋応物, 5p-C17-4.

[3] 堀田他, 2017年春応物, 14a-315-6.

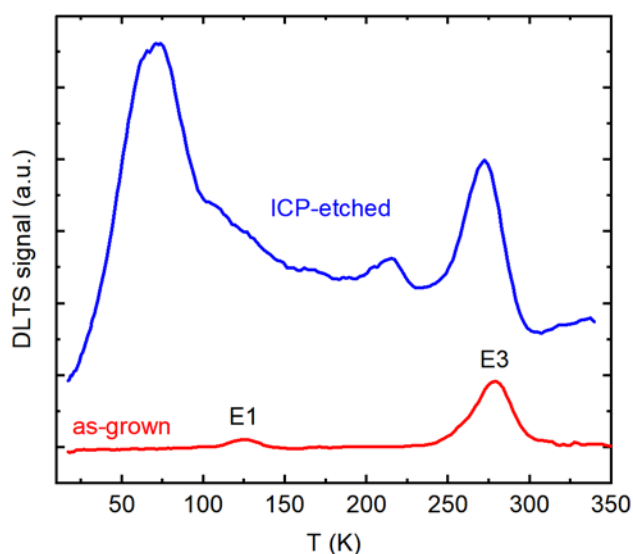


Fig. 1. DLTS spectra for n-GaN Schottky diodes fabricated on both the ICP-etched (blue line) and the as-grown (red line) surfaces.