

AlGaN/GaN HEMTs におけるフェルミレベルピンニングに対する PEC エッチングの効果

Effects of PEC etching for fermi-level pinning in AlGaN/GaN HEMTs

1. 北大量集センター, 2. 住友化学

○越智 亮太¹, 富樫 拓也¹, 大澤 由斗¹, 堀切 文正², 福原 昇², 赤澤 正道¹, 佐藤 威友¹

RCIQE, Hokkaido Univ.¹, Sumitomo Chemical Co., Ltd.²

○Ryota Ochi¹, Takuya Togashi¹, Yoshito Osawa¹, Fumimasa Horikiri², Noboru Fukuhara²,
Masamichi Akazawa¹, Taketomo Sato¹

E-mail: ochi@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】 GaN 系トランジスタは、次世代高周波増幅器・パワーデバイスとして期待されている。化合物半導体においてフェルミレベルピンニングはデバイスの性能・信頼性に対する長年の課題であり、GaN 系材料もその例外ではない。本研究では、表面フェルミレベルピンニングが生じている AlGaN/GaN HEMT 構造試料に対して低損傷な PEC エッチングを施し、XPS による表面分析と電気的特性の評価からその効果を調査した。

【実験】 Fig.1 に本研究で用いた HEMT 構造の模式図を示す。半絶縁性 Mn ドープ GaN 基板および SiC 基板を用いて、標準的な Fe ドープバッファ構造とした。本研究では、As-grown 試料に加えて、CL(Contactless)-PEC エッチングにより表面を約 5nm 削った試料の 2 種類を用意した。それぞれの試料に対して、XPS 測定及び TLM 法からコンタクト抵抗の測定を行った。オーミック電極には、Ti/Al/Ti/Au 電極を用い、電極形成後に窒素雰囲気中で 830°C の熱処理を行った。CL-PEC は、ペルオキソ二硫酸カリウム水溶液中で中心波長 260 nm の UVC 光を照射して行った^{1,2)}。

【結果と考察】

As-grown 試料上に作製したオーミック電極のコンタクト抵抗は Fig.2 に示すように Mn ドープ GaN 基板上試料のみ 7.8 Ωmm と非常に高い値を示した。この要因を探索するために、XPS による測定を行った。Fig.3 に As-grown 及び PEC 後試料における Ga3d 軌道の XPS スペクトルを示す。As-grown 試料では、従来よりもスペクトルのピーク位置が結合エネルギーの低い方へシフトしていることがわかった。このことは、フェルミレベルが深い位置にピンニングされていることを示唆しており、これによりバリア高さが大きくなり、コンタクト抵抗が増大したと考えられる。一方、PEC エッチングを行った試料では、As-grown 試料に対して、Ga3d 軌道のピーク位置が 0.3eV シフトしており、フェルミレベルが Fe ドープバッファの従来試料と同位置になっており、ピンニングが解除されていることが確認できた。また、TLM 測定におけるコンタクト抵抗の値も従来試料と同程度の値に回復した。以上のことから、表面状態起因によるフェルミレベルピンニングに対して、PEC エッチングが有用であることが示唆される。

【参考文献】 1) F. Horikiri et al., APEX 12, 031003 (2019). 2) M. Toguchi et al., APEX 12, 066504 (2019).

【謝辞】 本研究の一部は、北海道大学アンビシャス博士人材フェローシップ制度(情報・AI)、JSPS 科研費 JP20H02175 の支援を受けたものです。

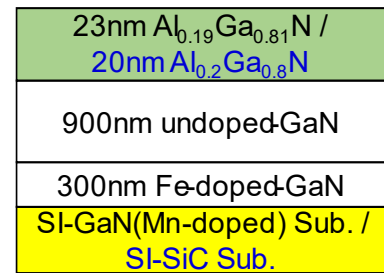


Fig.1 Schematic illustration of HEMT structure.

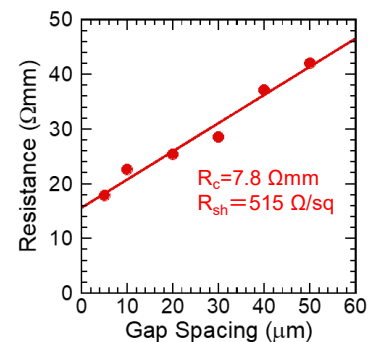


Fig. 2 TLM measurement of contact resistance.

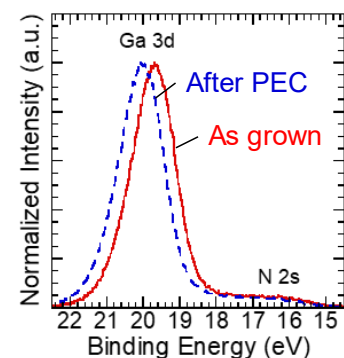


Fig. 3 XPS Ga 3d spectra for As-grown and After PEC surfaces.