

リモート酸素プラズマによる GaN 表面酸化

GaN Surface Oxidation by Remote Oxygen Plasma

名大院工¹, 産総研 GaN-OIL² 山本 泰史^{1,2}, 田岡 紀之², 大田 晃生¹, ゲンスタン チュン^{1,2},
山田 永², 高橋 言緒², 池田 弥央¹, 牧原 克典¹, 清水 三聡², 宮崎 誠一¹
Nagoya Univ.¹, AIST GaN-OIL² T. Yamamoto^{1,2}, N. Taoka², A. Ohta¹, N. X. Truyen^{1,2},
H. Yamamda², T. Takaashi², M. Ikeda¹, K. Makihara¹, M. Shimizu² and S. Miyazaki¹
E-mail: yamamoto.taishi@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

序>GaN は高い絶縁破壊電界や、電子飽和速度等の優れた物性値を持つことから、次世代パワーデバイス材料として注目されている。しかし、GaN パワーデバイスにおいては閾値制御等の問題があり、良好な表面保護膜や MOS 構造の形成技術の確立が求められている。これまでに GaN 表面の酸化によるパッシベーションの有効性が報告されていること[1-2]、Si デバイスプロセスの様な犠牲酸化プロセスの必要性を考えると GaN 表面の酸化過程、構造を理解することは非常に重要である。そこで、本研究では GaN を表面酸化機構及び、酸化物/GaN 界面状態について X 線光電子分光法(XPS)と光電子収率分光法(PYS)を用いて調べた。

試料作成>GaN 基板上に不純物濃度 $3.0 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ の n 型層(厚さ $2 \mu\text{m}$)をエピタキシャル成長した GaN ウェハをアセトン超音波洗浄後、4.5%HF 溶液により洗浄した。その後、Ar 希釈 O_2 ($\text{Ar}:\text{O}_2=30:20$)を用いた O_2 -Remote Plasma(O_2 -RP)により表面を酸化した。プラズマは石英管に配置したワンターンコイル状アンテナに 60MHz 高周波電力を供給し、誘導結合により励起・生成した。圧力、基板-アンテナ間距離および高周波電力はそれぞれ、16.4Pa、19cm、100W で一定とし、基板温度、処理時間をパラメータとして変化させた。

結果及び考察>化学溶液洗浄後の試料、および引き続き O_2 -RP 処理を施した試料 (300 °C 10 分間および 500 °C 1 分間) の Ga3d 及び $\text{GaL}_3\text{M}_{45}\text{M}_{45}$ スペクトルを Fig.1 に示す。 O_2 -RP 処理した試料の酸化膜厚はどちらもおよそ 2nm であることを XPS で確認している。 O_2 -RP 処理したスペクトルについては化学溶液洗浄した試料の信号を用いて差分をとった結果 (赤線および青線のスペクトル)、Ga3d スペクトルでは 300 °C での O_2 -RP 処理に比べ、500 °C の O_2 -RP 処理でピークの半値幅が広く、低結合エネルギー側の成分が増大していることが分かった。また、 $\text{GaL}_3\text{M}_{45}\text{M}_{45}$ スペクトルでは 300 °C の O_2 -RP 処理に比べ、500 °C の O_2 -RP 処理で高運動エネルギー側(低結合エネルギー側)の成分が認められた。これらの結果は、500°C の O_2 -RP 処理で形成した表面酸化層に比べて、300 °C で形成した酸化層、より均質で Ga の酸化度が高いことを示している。また、酸化膜中および界面の電子占有欠陥を PYS 測定した結果、300 °C の O_2 -RP 処理によって、伝導帯からミッドギャップ近傍の電子占有欠陥が顕著に低減していることが明らかとなった。300 °C の処理において、窒素原子の酸化層へ取り込みや脱離が効果的に抑制された可能性が示唆される。

結論>GaN 表面の O_2 -RP 処理では、500 °C よりも 300 °C が、より均質で低欠陥密度の酸化層が形成できることが明らかになった。

謝辞>本研究の一部は、NEDO の委託により実施された。

文献>[1] C. Bae, et.al., J. Vac. Sci. Technol. A22, (2004) 2411.

[2] Y. Nakano, et. al., Appl. Phys. Lett. 83, 21(2003) 4336.

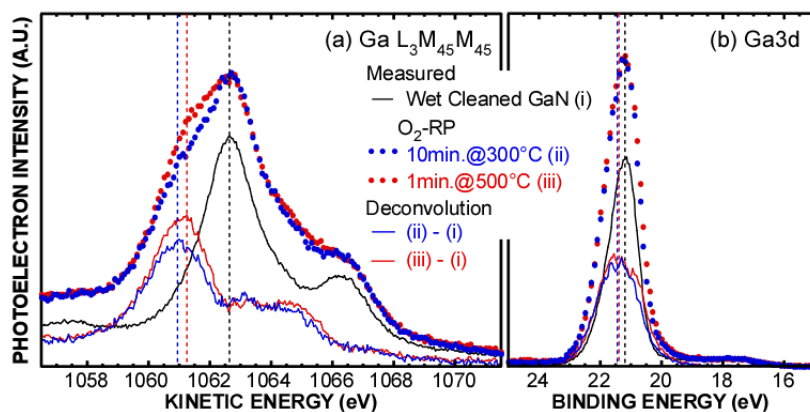


Fig.1 (a)Ga $\text{L}_3\text{M}_{45}\text{M}_{45}$ and (b)Ga3d spectra of wet-chemically cleaned GaN and after remote O_2 plasma exposure at different conditions. The spectral changes caused by the plasma exposure are also shown.

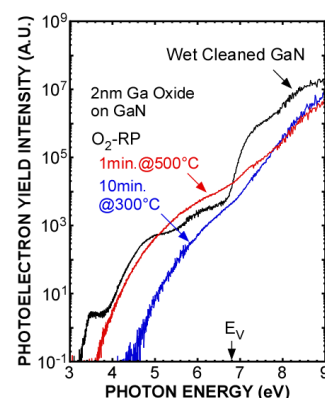


Fig.2 PYS spectra of wet cleaned GaN and remote O_2 plasma exposure at different conditions.