



塩素終端 GaN 表面の電子状態分析

大田 晃生, 宮崎 誠一
名古屋大学 大学院工学研究科

キーワード：GaN, 光電子分光, 化学結合状態

1. 背景と研究目的

ワイドバンドギャップ半導体である GaN を用いた次世代電力変換システム応用を目指した研究が進展している。GaN を用いた金属/絶縁膜/半導体 (MOS) 電界効果トランジスタ (FET) において、GaN の持つ優れた電子物性を最大限に引き出すためには、低欠陥で高品質な絶縁膜/GaN 界面や金属/GaN 界面の形成が必要不可欠である。そのため、GaN 表面に存在する吸着炭素および自然酸化膜などの汚染物の除去や平坦化などのクリーニングプロセスを確立することが急務である。本実験では、表面 Cl 終端した GaN 表面の化学結合状態を明らかにすることを目的として、光電子分光測定を行った。

2. 実験内容

GaN 自立基板上にエピタキシャル成長した n 型ドープした GaN(01-10)(m 面)および GaN(0001)(c 面)において、4.5%に希釈した HF 溶液に浸漬した。その後、HCl: H₂O₂: H₂O を 3: 11: 86 の割合で混合した溶液により 80°C で処理し、純水でリンスを行った。これらの表面洗浄した試料を真空に封じて、あいしンクロトロンに持参し、BL7U にて光電子分光測定を行った。

3. 結果および考察

Fig.1(a)および 1(b)に、HF 溶液と HCl: H₂O₂: H₂O 溶液で洗浄した GaN 表面において、入射エネルギー (hv)が 695eV のシンクロトロン光で励起した Ga3d および N1s 信号を示す。c 面と m 面の面方位の違いによる Ga3d 信号は大きな変化は認められないものの、N1s 信号では、m 面では N-Ga 結合成分(399eV)に加えてそれよりも高結合エネルギー側の~400eV が増大し、c 面では~402eV 付近の信号が観測される。他のエネルギー範囲で観測された元素の信号強度とそれぞれの電気陰性度を考慮すると、観測されたエネルギーシフトは、主に N と O が結合した可能性が高く、化学溶液洗浄直後の GaN 表面で酸素の結合状態が異なることが示唆される。また、同様の試料において、hv=300eV で励起した Cl2p 信号を Fig.1(c)に示す。c 面に比べて、m 面の Cl2p 信号では、信号強度が小さくその半値幅もわずかに大きい。理想的な GaN の結晶構造において、c 面の最表面は Ga 原子で構成されるのに対して、m 面では Ga と N 原子が存在することを考慮すると、Cl 原子は主に Ga 原子と結合しやすいことが分かった。

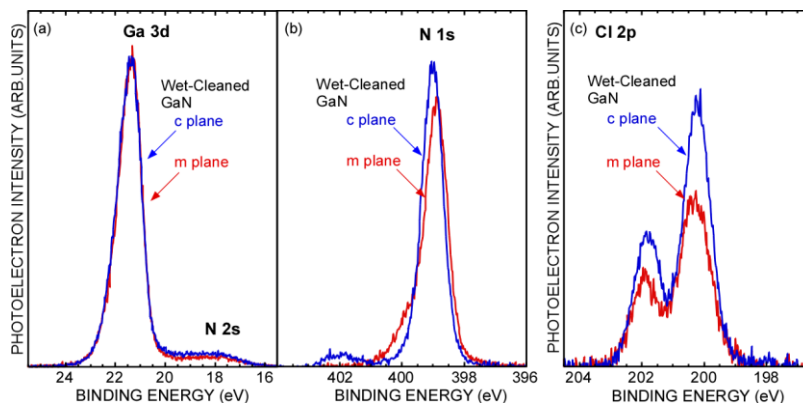


Fig. 1 HF 溶液と HCl: H₂O₂: H₂O 溶液で洗浄した GaN 表面(c 面と m 面)の(a)Ga3d、(b)N1s および(c)Cl2p 内殻光電子スペクトル。