



高信頼性 GaN-MOS 実現のための界面評価に関する研究

牧原 克典¹, 今井 友貴¹, 大矢 青空²

1 名古屋大学大学院 工学研究科, 2 名古屋大学 工学部

キーワード：GaN, パワーデバイス, 界面, 光電子分光

1. 背景と研究目的

近年、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ことに加えて、絶縁膜や金属などの高品質な膜堆積技術、異種材料／GaN 界面の化学反応の理解とその制御が重要となる。さらに、GaN-MOS 構造のエネルギーバンド構造を理解することが、電気伝導や荷電欠陥密度分布などの電気特性を解析・議論する上で必要不可欠である。本研究では長寿命でリーク電流の小さい AlSiO を中心に AlSiO/p 型 GaN 界面および AlN 界面層 (AlN-IL) を導入した試料における界面化学結合を評価した。

2. 実験内容

SiO₂(~3nm)/AlSiO(~40nm)/AlN/p-GaN/n-GaN 構造[1]を N₂ 雰囲気 850°C で 10 分間の熱処理を行った後、0.1%希釈バッファード HF によって SiO₂ および AlSiO を薄層化した試料について、化学結合状態をあいしンクロトロンビームライン BL6N1 に設置された光電子分光装置により評価した。尚、AlN-IL の膜厚は 0、~2.0、~3.5、~5.0nm とした。また比較のため熱処理を行っていない試料も併せて評価した。

3. 結果および考察

図 1 に光電子脱出角度 90° で測定した AlSiO/AlN/p-GaN/n-GaN の熱処理後における Ga3d、Al1s、O1s 内殻スペクトルを示す。尚、信号強度は Ga3d 信号の積分強度で規格化し、結合エネルギーは Ga3d 信号で補正している。AlN-IL の有無に依らず、熱処理により Ga-O 結合に起因する信号が認められ、その信号強度は AlN-IL の膜厚によらずおよそ一定であった。また、AlN 層を導入した場合では、Al1s および Si1s 信号のピークが低結合エネルギー側にシフトするものの、O1s では低結合側での強度が減少し高結合側の強度が増加した。これらの結果は、光電子脱出深さを考慮すると熱処理により Ga が AlSiO/AlN 界面近傍まで拡散し、その拡散量は AlN-IL の膜厚に依らずおよそ一定であると解釈できる。

4. 参考文献

1. T. Narita *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 63, 120801 (2024).

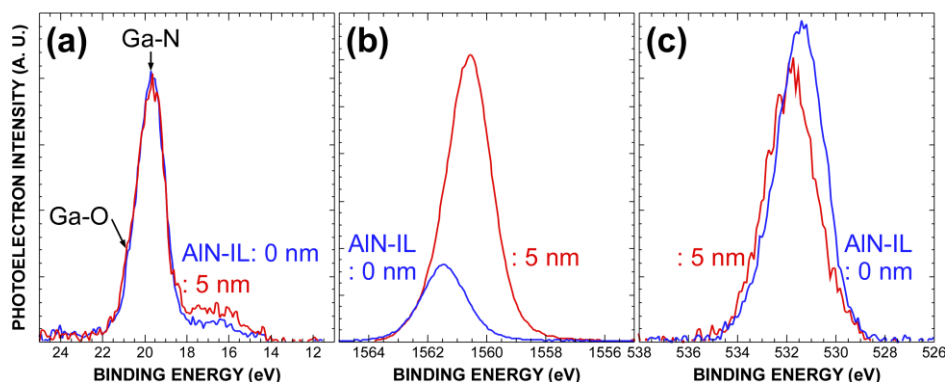


Fig. 1 AlSiO/AlN/p-GaN/n-GaN における XPS(a)Ga3d、(b)Al1s、(c) O1s スペクトル。尚、AlN-IL 膜厚は 0nm および~5nm。