

課題番号 : 2015A-E26
利用課題名 (日本語) : 高性能 MOS 型パワーデバイス実現に向けたヘテロ界面評価とその制御技術の開発
Program Title (English) : Characterization and Control of Heterointerfaces for Wide Bandgap Semiconductor Power MOS Devices
利用者名 (日本語) : 渡部平司¹⁾, 細井卓治¹⁾, 山田高寛¹⁾, 吉越章隆²⁾,
Username (English) : H. Watanabe¹⁾, T. Hosoi¹⁾, T. Yamada¹⁾, A. Yoshigoe²⁾,
所属名 (日本語) : 1) 大阪大学大学院工学研究科, 2) 日本原子力研究開発機構
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Eng., Osaka University, 2) Japan Atomic Energy Agency
キーワード :

1. 概要 (Summary)

GaN は絶縁破壊電界や飽和ドリフト速度など SiC 以上の優れた物性値を有するため、パワーデバイスへの応用が期待されている。MOS デバイス作製のためには高品質な絶縁膜が必要であるが、Si や SiC では熱酸化によりバンドギャップの広い良質な絶縁膜である SiO₂ 膜が形成可能であるのに対して、GaN は原子層堆積法などによって絶縁膜を成膜する必要がある。これまでに Al₂O₃ ゲート絶縁膜を用いた GaN MOS デバイスが盛んに研究されているが、高ゲート電圧印加時の膜中への負電荷注入に起因したヒステリシス増大や閾値電圧変動など、デバイス長期信頼性が懸念されている。一方、我々はこれまでに Al₂O₃ 中に窒素を添加した AION 膜をゲート絶縁膜とすることで電荷トラップを低減し、電子注入耐性に優れた SiC MOS デバイスを実現している。そこで本研究では、AION 膜を AlGaIn/GaN 基板上に堆積し、その界面構造や耐熱性について放射光光電子分光法により評価した。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

本研究では Si(111)面上に AlGaIn/GaN 層をエピタキシャル成長した基板を用いた。HCl 溶液により基板表面を洗浄し、反応性スパッタ法により AION または Al₂O₃ を 2 nm 成膜した。また、膜質改善のための窒素雰囲気中、800°C、3 分間の熱処理を施した試料もそれぞれ作製した。これらの試料に対して SPring-8 内の日本原子力研究開発機構専用軟 X 線ビームライン (BL23SU) に設置された表面反応分析装置 SUREAC2000 を用いて評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

熱処理前後の AION/AlGaIn 界面と Al₂O₃/AlGaIn 界

面に対して、放射光 XPS により取得した Ga 3*d*、Ga 2*p*、Al 2*p*、N 1*s* スペクトル取得した。Ga 3*d* スペクトルにおける AlGaIn 層ピーク (結合エネルギー 20 eV) により結合エネルギーおよびピーク強度を較正・規格化したところ、AION 膜の場合は 800°C の熱処理後もこれらのスペクトルに大きな変化がないのに対して、Al₂O₃ 膜は熱処理後に Ga 2*p* および Al 2*p* スペクトルに明らかにピーク強度の増大が確認できた。光電子脱出深さはその運動エネルギーに依存することから、Ga 3*d* スペクトルよりも Ga 2*p* スペクトルは AION 膜表面側の情報を強く反映することを考慮すると、Al₂O₃ 膜の Ga 2*p* 及び Al 2*p* スペクトルで見られたピーク強度の増大は、熱処理によって Ga および Al 原子の表面側への拡散が引き起こされたことを示唆している。これらの結果は、Al₂O₃ 膜よりも AION 膜の方が熱的安定性に優れることを意味している。また、Ga 3*d* スペクトルにも熱処理に伴う変化が全く見られないことから AION 膜では優れた界面特性が期待できる。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。