

課題番号 :2018A-E20
 利用課題名 (日本語) :その場観察光電子分光による III-V 族窒化物半導体/酸化物界面の化学状態変化に関する研究
 Program Title (English) :Study on the internal diffusion at the interface of oxide/III-V nitrides by in-situ XPS
 利用者名 (日本語) :角谷正友¹⁾、浅井祐哉^{1),2)}、岡本裕二^{1),2)}、西 静香³⁾、吉越章隆³⁾
 Username (English) :M. Sumiya¹⁾、Y. Okamoto^{1),2)}、Y. Asai^{1),2)}、S. Nishi³⁾、A. Yoshigoe³⁾
 所属名 (日本語) :(研)物質・材料研究機構、2) 筑波大学大学院、3) 日本原子力研究開発機構
 Affiliation (English) :1) NIMS、2) Univ. of Tsukuba、3) JAEA
 キーワード : III-V 族窒化物、酸化物界面、極性面、その場観察 XPS

1. 概要 (Summary)

III-V 族窒化物半導体は省エネルギー化を可能とする次世代パワーデバイスとして期待されている環境対応材料の1つである。その実現のためには酸化物とのヘテロ界面を形成しなければならない。デバイスプロセス上 p 型、n 型 GaN 層上に酸化物絶縁層を形成するため、極性によって酸化物との反応性を観察することは、欠陥準位の少ない良好な界面を形成するうえで重要である。今回の研究課題では、アニール処理や酸化によって生じる界面での反応の p, n 型依存性をその場観察 XPS で検討した。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

有機金属化学堆積法で成長した n 型 GaN、Mg ドーピングした p 型 GaN 薄膜上に ALD で Al₂O₃ 絶縁層を 1 nm 堆積した試料、および絶縁層のない試料を用いた。表面清浄化のため超高真空中 1000°C で加熱することができ、かつ酸化ガス (<10⁻³Pa) を導入しながらその場でできる BL23SU を利用した。試料の Initial 状態、真空アニール、200°C で 30 分間の酸素分子線を照射した。それぞれの段階で清浄表面化を光電子分光で評価した後、酸化ガス導入による酸化状態の時間依存性についてその場観察を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Al₂O₃ 絶縁層がない p 型、n 型 GaN を 900°C で真空アニールした後、200°C で酸素分子線を照射しながら XPS で O1s コアスペクトルを 30 秒毎に測定したところ、p 型 GaN 表面に酸素が吸着しにくく、価電子帯スペクトルにおける酸素の影響が顕著に見られな

かった。一方、n 型 GaN では真空アニールで酸素が脱離し、酸素分子線照射で価電子帯スペクトルに酸素吸脱着にともなう変化が検出された。

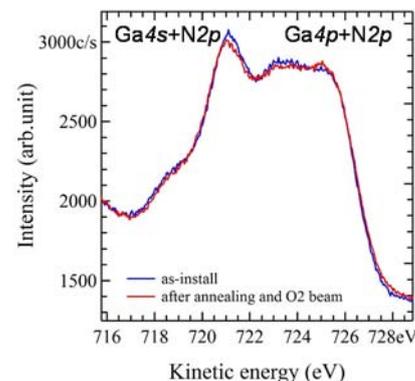


図 1 Al₂O₃ (1nm)/p-GaN の価電子帯スペクトル。

Al₂O₃ を堆積した p 型 GaN 試料では 300°C での真空アニール前後、200°C での酸素分子線照射で価電子帯スペクトルの変化はなかったが、Al₂O₃ を 1 nm 堆積した試料のスペクトルで (図 1)、Ga 4p+N 2p で構成される価電子帯上端の強度が極端に減少し、Ga 4s+N 2p で構成されるスペクトルの裾に酸素相互拡散と思われる状態が観測された。一方、Al₂O₃/n 型 GaN では 300°C でのアニールで酸素が引き抜かれている様子が見られた。これは酸素分子線照射と温度によって Al₂O₃ 表面側から構造の最適化が行われ始め、それに伴って GaN 界面に存在する酸素が Al₂O₃ 側に移動したと考えられる。

4. その他・特記事項 (Others)

「なし。」