

課題番号 : 2019B-E19
利用課題名 (日本語) : III-V 族窒化物混晶薄膜の表面酸化プロセスのその場観察
Program Title (English) : Study on surface oxidation of III-V nitride alloys by in-situ XPS
利用者名 (日本語) : 角谷正友¹⁾、吉越章隆²⁾
Username (English) : M. Sumiya¹⁾, A. Yoshigoe²⁾
所属名 (日本語) : 1) (研)物質・材料研究機構, 2) 日本原子力研究開発機構
Affiliation (English) : 1) NIMS, 2) 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。GaN チャネル層の絶縁層として機能する AlGa_{0.9}N と GaN にかわる高移動度チャネルとして期待される InGa_{0.9}N 混晶窒化物薄膜表面に分子線状酸素を照射しながら起こる表面での化学状態変化その場観察した。これまで行ってきた GaN 表面での酸化プロセスの結果と比較しながら、これら混晶薄膜の表面酸化についての検討を行った。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

有機金属化学堆積法で成長した In_{0.06}Ga_{0.94}N 薄膜と、Mg ドーピングした In_{0.04}Ga_{0.96}N 薄膜試料を用いた。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。試料を XPS 測定チャンバーに導入して 700°C で真空アニールした後に 200°C で約 2 時間の酸素分子線を照射しながら、730 eV の放射光を用いて O1s と Ga3d+In4d 混合コアスペクトルを 30 秒毎に測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

薄膜成長温度よりも十分低い 700°C で真空アニールしても、In3d コアスペクトル強度が減ることがわかった。さらに低温の 620°C でアニールでも In3d 強度が減少し、もともと表面に吸着していた O1s 強度の減少が見られなかった。InGa_{0.9}N 表面は多くの酸素が吸着しながらも In の脱離を抑えて酸素を除去する方法がなかった。このように酸素が多く存在した表面に 200°C で分子線状酸素を照射しながら XPS で O1s コアスペクトルを測定した。図 1 は O1s コアスペクトルの酸素照射時間による変化を示す。Ga 極性 GaN 表

面と同じく、低結合エネルギー側に裾状態が検出されていて、酸化初期にこの O₂ 分子のブリッジ吸着が優先的に増加するようである。その後解離吸着が進み、O1s コアスペクトルの面積が増大した。一方、Mg ドープ InGa_{0.9}N ではもともと吸着酸素がさらに多かった。Mg が表面に析出しているためか、高エネルギー側に Mg-O に関連する状態が観測された。

p 型 InGa_{0.9}N を界面に用いて電子デバイスに利用する上での困難さを示している。さらに分子線状酸素を照射とともに Ga3d 強度が減少するという問題があった。酸化による光電子脱出確率が変化するためか、GaN のケースでは見られなかった事例で検討中である。

4. その他・特記事項 (Others)

「なし」

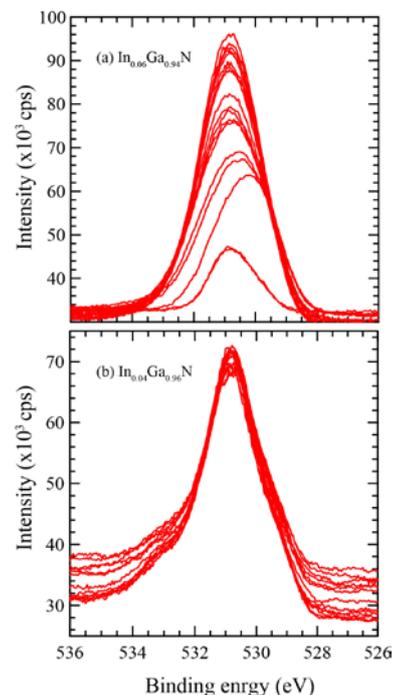


図 1 (a)InGa_{0.9}N および (b) Mg ドープ InGa_{0.9}N 表面に酸素を照射しながら測定した O1s コアスペクトル。