

放射光を用いた X 線光電子分光による成膜後アニールを施した ALD-HfO₂/AlGa_N 界面の評価

Estimation of ALD-HfO₂/AlGa_N interface with post-deposition annealing by X-ray
photoelectron spectroscopy using synchrotron radiation

名工大 ○久保 俊晴, 西野 剛介, 江川 孝志

Nagoya Institute of Technology ○Toshiharu Kubo, Gosuke Nishino, Takashi Egawa

E-mail: kubo.toshiharu@nitech.ac.jp

1. まえがき

大口径化が可能な Si 基板上の GaN 系トランジスタは、次世代パワーデバイスとして期待されている。特に AlGa_N/GaN HEMT の実用化のためには、ゲートリーク電流の抑制およびノーマリオフ化が大きな課題である。これらの課題を克服するため、ゲート電極部分に絶縁膜を挟んだ MIS 構造が精力的に研究されている。我々はこれまでに絶縁膜として比較的大きなバンドギャップおよび大きな誘電率を有する HfO₂ を採用し、その成膜方法としてオゾンや水とオゾン両方を酸素前駆体として使用した原子層堆積(ALD)を用いた MIS 構造が有効であることを報告した^[1]。一方、作製した デバイスはゲート電圧印加の前後で閾値シフトが生じ、安定したデバイス動作に影響を与えることが課題となっている。今回はこの解決策として、成膜後アニール(PDA)に着目し、PDA の温度と ALD-HfO₂/AlGa_N 界面付近の状態との関係を調べた。特に本研究では、一般的な光電子分光では得られない、5nm 厚の HfO₂ 膜と AlGa_N 界面の化学状態を放射光を使用した XPS 測定により調べ、良好なデバイス動作の鍵となる界面近傍の状態を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

放射光 XPS 測定は、あいちシンクロトロン光センタービームライン BL6N1 を用いて行った。Si 基板上の AlGa_N/GaN 表面に膜厚 5nm の HfO₂ 膜を成膜した試料について、2keV および 3keV の X 線エネルギーにより XPS スペクトルを取得し、ALD-HfO₂/AlGa_N 界面近傍の化学状態を調べた。PDA 温度は 400 および 600℃とした。比較のため、PDA 無しの As-depo.の試料についても測定を行った。

3. 結果

得られた XPS スペクトルについて、Ga 2p のスペクトルを Fig. 1(a)に示す。Fig. 1(a)から、PDA 温度が上昇するに従い、スペクトルが低エネルギー側にシフトしていることが分かる。このことから、HfO₂/AlGa_N 界面付近の酸素が AlGa_N 側から HfO₂ 側へ移動していることが考えられる(Fig. 1(b)参照)。HfO₂ のように誘電率が高い物質はイオン結合性が大きく、その場合には酸素空孔が多くなる現象が見られ、理論的な説明がなされている^[2]。今回の酸素の HfO₂ への移動は HfO₂ 中の酸素空孔と関係していることが考えられる。

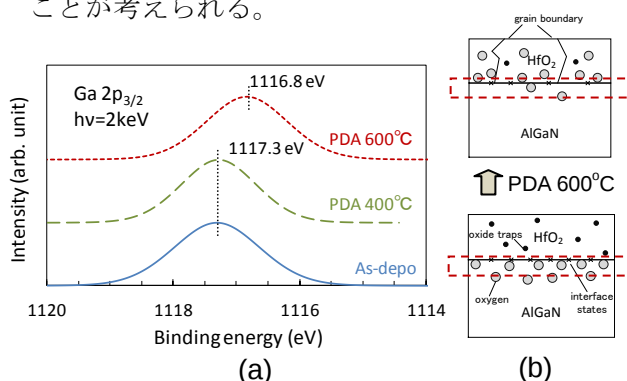


Fig. 1 (a) XPS Ga2p spectra obtained from ALD-HfO₂/AlGa_N samples, (b) Schematic diagram of chemical characteristics near HfO₂/AlGa_N interface.

参考文献

- [1] 西野 他: 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-A21-6.
- [2] K. Shiraishi et al., Thin Solid Films **508** (2006) 305.

謝辞

本研究の一部は JST、愛知地域スーパークラスタープログラムの支援を受けて行われた。本研究の放射光利用実験は、文部科学省「光ビームプラットフォーム形成事業」の支援を受けて、科学技術交流財団あいちシンクロトロン光センターの BL6N1 で行った (実験番号: 2015PA010)。