

無極性面に形成したGaN MOS界面の特性

Interface properties of MOS structures on nonpolar GaN surface

北大 量集センター、橋詰 保

RCIQE, Hokkaido Univ, Tamotsu Hashizume

hashi@rciqe.hokudai.ac.jp

1. はじめに

c面を有するGaN基板を用いてトレンチ型パワートランジスタを作製する場合、チャネルは無極性面に形成されるため、無極性面上のMOS界面特性を理解し制御することが重要である。

2. 素子構造

図1にMOS構造を示す。-c軸方向に5°オフのm面GaN基板上にMOCVD成長したn-GaN層を用いた。基板の転位密度は約 $1 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ である。AFMで評価した表面RMS値は0.15nmであった。BHF溶液で表面処理を行った後に、ALD法により Al_2O_3 膜を30nm堆積しMOS構造を作製した。試料の一部はゲート電極形成後に N_2 中で300°Cの熱処理(PMA)を施した。

3. 評価結果

図2に、アドミタンス法より求めた界面準位密度分布を示す。PMA処理を行わない(as-deposited)試料においても、 $10^{10} \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 台後半から $10^{11} \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ 台前半の低い準位密度が得られた。第一原理計算と表面分析実験より、m面GaN表面にはGa-Nダイマーの形成が示唆されており[1, 2]、低い準位密度との関連性が予想される。また、図2に示すように、300°CのPMAにより 10^{10} 台前半まで準位密度が低下した。

図3に、PMA処理を行った試料の室温(RT)と200°CでのC-V評価結果を示す。測定周波数は1MHzである。200°Cで測定したC-V曲線は、蓄積領域に近いバイアスでRT結果と異なっているが、これはデバイ長の温度変化に起因する変化である。実線は理想C-V曲線の計算値であるが、RTと200°Cの実験値は計算値とよく一致している。また、フラットバンド電圧(V_{FB})の温度変化はなく、非常に安定した界面が形成されていることが明らかになった。

[1] J. E. Northrup and J. Neugebauer, "Theory of GaN(10-10) and (11-20) surfaces", Phys. Rev. B **53**, 16 (1996).

[2] M. Himmerlich, A. Eisenhardt, S. Shokhovets, S. Krischok, J. Räthel, E. Speiser, M. D. Neumann, A. Navarro-Quezada, and N. Esser, "Confirmation of intrinsic electron gap states at nonpolar GaN(1-100) surfaces combining photoelectron and surface optical spectroscopy", Appl. Phys. Lett. **104**, 171602 (2014).

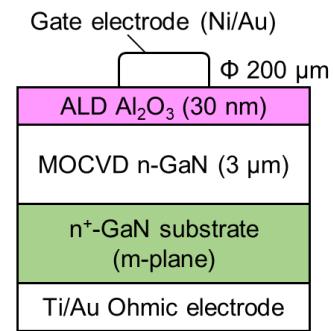


図1 m面GaNに形成した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS構造

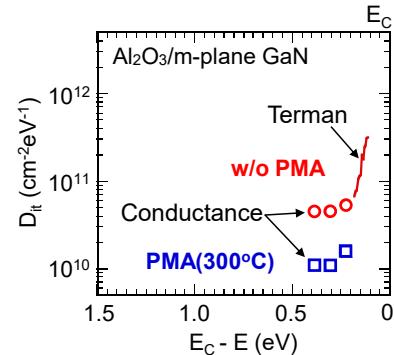


図2 界面準位密度分布

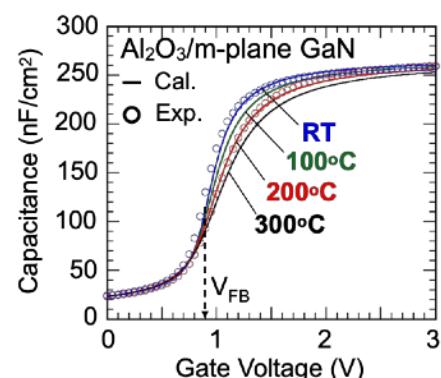


図3 室温と200°CでのC-V測定結果と各温度での理想曲線