

## PMA 処理が ALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN 界面特性に与える効果

### PMA effects on ALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN interface properties

北大量集セ 森下 優平, 橋詰 保

Hokkaido Univ. Y. Morishita and T. Hashizume

Email: morishita@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】 GaN パワーデバイスの実用化には絶縁ゲート型トランジスタの高性能化が必須となる。そのため、絶縁膜/GaN 界面の界面特性の理解と制御が重要である。我々は、ゲート電極形成後の低音熱処理 (PMA: Post Metallization Annealing) が、GaN 系 MOS 界面特性の向上に有効であることを報告してきた[1-3]。ここでは、原子層堆積 (ALD) 法により堆積した Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/n-GaN MOS ダイオードに対し、堆積温度と PMA 処理温度を変化させ、界面特性の評価を行った。

【実験方法】 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/n-GaN MOS ダイオードの試料構造を図 1 に示す。GaN 自立基板上に MOCVD 法によって成長した n-GaN 層を用いた。TMA と H<sub>2</sub>O を原料とし、ALD 法により Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を 30nm 堆積した。堆積温度は 250~350°C とした。オーミック電極 (Ti/Au) とゲート電極 (Ni/Au) を形成後、200~400°C で N<sub>2</sub> 雰囲気中の PMA 処理を行った。

【結果】 図 2 に 250°C で Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を堆積した試料の C-V 特性を示す。PMA なしの試料は、1kHz~1MHz の測定範囲において顕著な周波数分散を示し、-1.5V 付近にリッジが観測された。これらは、半導体-絶縁膜界面に存在する電子捕獲準位密度が高いことを示している。一方、250°C で PMA 処理を行うと、広範囲の測定周波数 (1Hz~1MHz) で C-V 特性に周波数分散が観測されず、全周波数で計算値とほぼ一致する C-V 曲線が得られた。

図 3 に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の堆積温度 250°C と 300°C の試料の C-V 特性を示す。リッジ特性が強調される 10Hz での C-V 曲線を示した。また、絶縁膜容量が異なるため、規格化された容量値を用いている。PMA 処理を行わない場合、著しいリッジが観測され、2つの試料で非常に類似した C-V 特性となった。堆積温度と同じ温度で PMA 処理を行うと、リッジ特性は完全に消滅し、両試料とも計算値と一致する C-V 曲線が得られた。250°C という低温アニールでも、PMA 処理により非常に良好な界面制御効果が確認され、堆積温度と PMA 温度の関連性が示唆された。

[1] T. Hashizume et al, Appl. Phys. Express **11**,124102(2018).

[2] T. Hashizume et al, Mat. Sci. Semicond. Process. **78**, 85-95 (2018).

[3] Y. Ando et al, Appl. Phys. Express **12**, 024002 (2019).

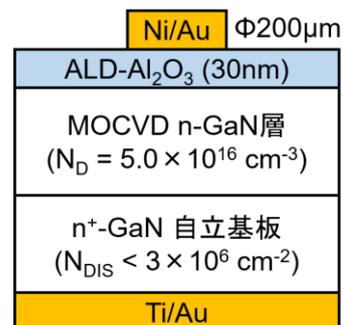


図 1. MOS ダイオード構造図

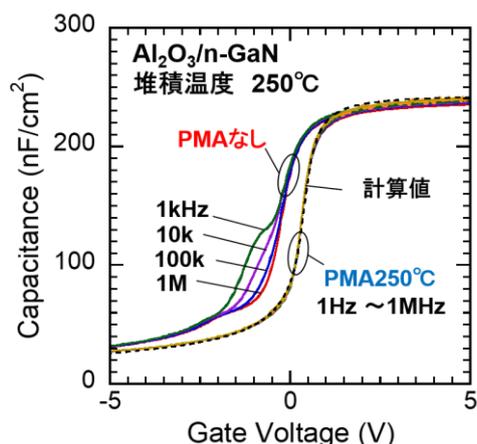


図 2. PMA 処理前後の C-V 特性

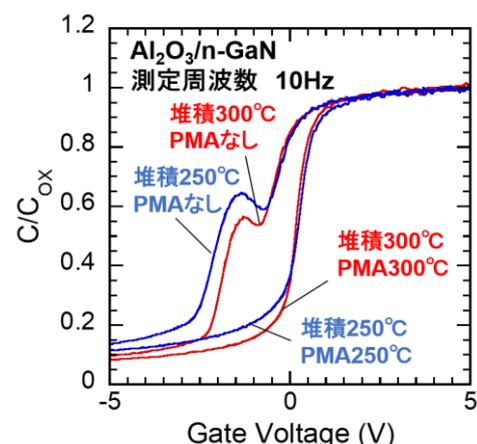


図 3. 堆積温度 250°C および 300°C の試料の C-V 特性