

ALD-Al₂O₃ を用いた GaN MOS ゲート構造の界面制御

Interface Control of GaN MOS Gate Structure Using ALD-Al₂O₃

北大量集セ °金木奨太、橋詰保

Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido Univ.

S. Kaneki and T. Hashizume

E-mail: kaneki@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】 第5世代無線通信に向け、GaN HEMTの高出力化に期待が寄せられているが、その際にMISゲート構造による低損失・高効率化が重要となる。しかし、MIS界面の高密度な電子捕獲準位によるゲート制御性の劣化が課題となっている。これまで我々のグループでは、バイアスアニール処理によるAl₂O₃/GaN構造の界面特性改善について報告を行ってきた[1]。今回、大気アニール処理による更なる安定性について議論し、トランジスタへ応用することにより界面特性改善が電流－電圧特性に与える影響について評価を行う。

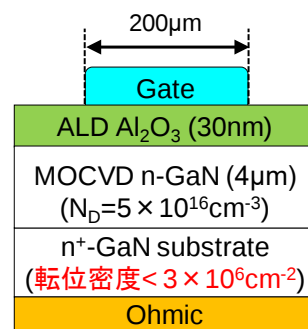


図 1. MOS ダイオードの模式図

【実験】 本実験において、図 1 に示すような円形ダイオードを用いた。転位密度 $3 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$ 以下の低転位自立 GaN 基板上に、MOCVD 法で成長した GaN エピ層を用いた。Si ドナー密度は $5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ であった。ゲート絶縁膜として ALD 法により 30nm の Al₂O₃ を堆積した。H₂O と TMA を原料として使い、堆積温度は 300°C である。試料裏面に Ti/Au オーミック電極を形成、その後、Ni/Au ゲート電極を形成した。

【結果と考察】 図 2 に Al₂O₃/GaN 構造の典型的な室温 C-V 特性を示す。As-deposited (アニール無し) 試料では 1~1MHz という広範囲な周波数において顕著な分散が見られ、Al₂O₃/GaN 界面の高密度電子準位の存在を示している。大気アニール(300°C/3h) を行うと、周波数分散が消滅し、かつ、理想曲線に非常に近い特性となった。また、界面準位密度は $1 \times 10^{11} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$ 以下であることが分かった[1]。

さらに、ゲート金属を仕事関数の異なる Ti, Mo, Ni を選択し、ダイオードを作製、同様の大気アニールを行った。図 3 に示すように、電極に依らず同様の回復効果が得られた。また、C-V 特性の平行シフトが確認され、Ni-Mo で $\Delta V_{\text{th}} = 0.35 \text{V}$ 、Mo-Ti で $\Delta V_{\text{th}} = 0.35 \text{V}$ となった。各金属の仕事関数 ϕ_B が Ni 4.73eV、Mo 4.30eV、Ti 4.10eV であることから[2]、仕事関数差が C-V 特性の立ち上がりに表れていることが確認された。

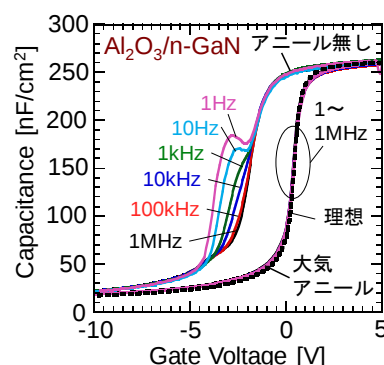


図 2. 大気アニール処理前後における C-V 特性

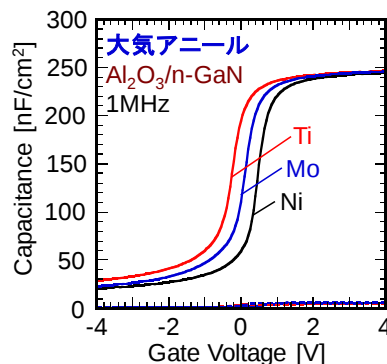


図 2. 各ゲート金属での C-V 特性

[1] S. Kaneki, *et al.* Appl. Phys. Lett. 109.16 (2016).

[2] Trasatti, Sergio. Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry 39.1 (1972): 163-184.