ゲート電極形成プロセスが Al₂O₃/GaN 界面特性に与える影響 Impacts of gate electrode formation process on interface properties of Al₂O₃/GaN gate stack structure 名大院工¹,名大未来材料・システム研究所²,物質・材料研究機構³ 名大赤崎記念研究センター⁴,名大 VBL⁵, 産総研 GaN-OIL⁶ ^O安藤 悠人 ^{1,6},中村 徹²,出来 真斗²,田岡 紀之¹,渡邊 浩崇² 田中 教之 ^{2,3},新田 州吾²,本田 善央²,山田 永⁶,清水 三聡 ^{2,6},天野 浩 ^{2,3,4,5} Dept. of Electronics., Nagoya Univ.¹, IMaSS, Nagoya Univ.², NIMS³, ARC, Nagoya Univ.⁴, VBL, Nagoya Univ.⁵, AIST GaN-OIL⁶ ^OY. Ando^{1.6}, T. Nakamura², M. Deki², N. Taoka¹, H. Watanabe², A. Tanaka^{2,3}, S. Nitta², Y. Honda², H. Yamada⁶, M. Shimizu^{2.6}, and H. Amano^{2,3,4,5} E-mail: yuuto_a@nuee.nagoya-u.ac.jp

窒化ガリウム(GaN)パワーMISFET において、ゲート絶縁膜/GaN 界面におけるチャネル移動度の向上が求められている。絶縁膜/GaN 界面では 10¹¹ eV⁻¹cm⁻²程度の界面準位が存在し、帯電した界面準位は Coulomb 散乱中心としてキャリアの散乱に寄与すると考えられる。前回我々は Al₂O₃/GaN 構造においてゲート金属を電子線(EB)蒸着と抵抗加熱(RH)蒸着の二つの手法で堆積したところ、EB 蒸着を用いた素子では正の固定電荷密度および界面準位密度(D_{it})が高く、それに起因して閾値電圧が負方向にシフトし、低キャリア濃度におけるチャネル移動度が低いことを報告した^[1]. そこで本研究では EB 蒸着が界面特性に与える影響について詳細に検討を行った。

c 面低抵抗 GaN 基板上に MOVPE 法により n 型 GaN (Si:4×10¹⁶ cm⁻³)を成長した. 硫酸加水・希釈フッ酸・SC-1・SC-2 洗浄を行った後, TMA と H₂O を原料として, 熱 ALD 法により Al₂O₃ を 55nm 堆積した. 裏面電極として RH 蒸着により Al/Au を堆積したのち, ゲート電極は次の 三種の形成条件により Ni を 20nm 堆積した. ①RH 蒸着: RH, ②EB 蒸着装置を用い, 蒸着源シャッターを開けずに Ni ターゲットの電子線加熱を行った後, RH 蒸着で Ni の 蒸着を行った: (EB)→RH, ③EB 蒸着: EB. 蒸着後リフト オフ法でパターニングを行った.

Figure 1 に測定周波数 1MHz の *C-V* 曲線を示す.前回ま での報告と同様に EB 蒸着したサンプルでは RH 蒸着と 比較してフラットバンド電圧が負方向にシフトしている ことから,正の固定電荷密度が高いことがわかる.加えて (EB)→RH についても EB と同じ位置までシフトしている ことがわかる. Figure 2 に Terman 法により見積もられた 伝導帯近傍の D_{it} 分布を示す. RH が最も低く, EB および (EB)→RH の両者が重なるような分布を示した.

EB と(EB)→RH は非常によく似た特性を示したことか ら, EB 蒸着装置内で電子線を Ni に照射する際に発生す る制動・特性 X 線が界面に入射することで正の固定電荷 及び界面準位を導入していると考えられる^[2].以上の結果 から Al₂O₃/GaN 界面で見られる正の固定電荷および伝導 帯近傍における界面準位は界面形成時ではなく絶縁膜堆 積後のプロセスによって導入される可能性があり,プロ セスの最適化が重要であることを示している.

【謝辞】本研究は文部科学省「省エネルギー社会の実現に 資する次世代半導体研究開発」の委託を受け行われた.





Fig. 1. *C-V* curves of Ni/Al₂O₃/n-GaN MIS capacitors fabricated with different gate electrode deposition methods.



Fig. 2. D_{it} distributions of the MIS capacitors estimated by Terman method.