Mist-Al_2O_3 と ALD−Al_2O_3 を絶縁膜とした AlGaN/GaN MIS-HEMTs

AlGaN/GaN MIS-HEMTs with mist- and ALD-Al_2O_3 gate dielectric

福井大 [1]，熊本大 [2]，関学大 [3]
○浦野 駿 [1]，アスバル ジョエル [1]，ロウ ルイ シャン [1]，ムハンマド ファリス [1]，石黒 真輝 [1]，永瀬 樹 [1]，バラトフ アリ [1]，本山 智洋 [2]，中村 有水 [2]，葛原 正明 [3]，谷田部 然治 [2]
Univ. of Fukui [1], Kumamoto Univ. [2], Kwansei Gakuin Univ.[3]
°Shun Urano[1], Joel Asubar[1], Rui Shan Low[1], Muhammad Faris[1], Masaki Ishiguro[1], Itsuki Nagase[1], Ali Baratov[1], Tomohiro Motoyama[2], Yusui Nakamura[2], Masaaki Kuzuhara[3], Zenji Yatabe[2]
E-mail: ms210321@u-fukui.ac.jp, yatabe@cs.kumamoto-u.ac.jp: joel@u-fukui.ac.jp

背景：AlGaN/GaN MIS HEMT のゲート絶縁膜として用いられる Al_2O_3 は、通常、アルミニウム前駆体として高発火性のトリメチルアルミニウムを用い、真空条件下で原子層堆積(ALD)法により堆積される [1–3]。最近、低コストかつ環境に優しい mist-CVD 法による Al_2O_3 薄膜の作製が報告されている [4–6]。そこで本研究では、ゲート絶縁膜として mist-Al_2O_3 と ALD-Al_2O_3 を用いた MIS-HEMT を作製し電気的特性を評価したので報告をする。

実験：図 1 に作製した素子構造を示す。エピタキシャル層は、SiC 基板上の GaN 層と Al 組成 0.25 の AlGaN(厚さ 25 nm)から構成されている。オーミック電極として Ti/Al/Mo/Au の金属を蒸着し、RTA により熱処理を行った。ALD 法により 4 nm と 10 nm の厚さの Al_2O_3 ゲート絶縁膜を成膜した。同時に、同じ厚さの Al_2O_3 を mist-CVD 法で成膜した [4–6]。最後に、ゲート電極として Ni/Au を蒸着した。

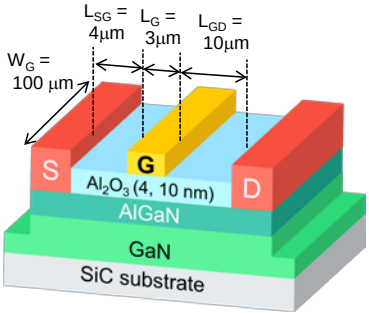

Fig.1. Al_2O_3/AlGaN/GaN MIS-HEMT

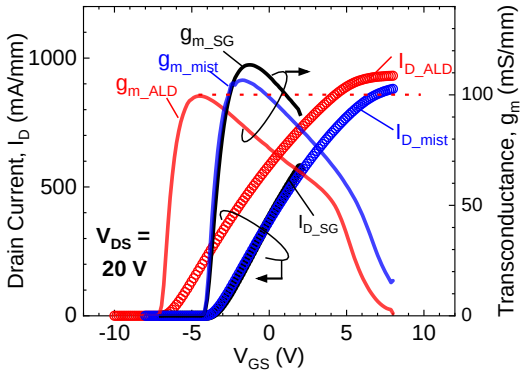

Fig.2. Transfer characteristics

結果：図 2 に、10 nm 厚の ALD-Al_2O_3 と mist-Al_2O_3 を用いた 3 端子 MIS-HEMT デバイスとショットキーゲート(SG)デバイスから測定した伝達特性を示す。この結果、mist-Al_2O_3/AlGaN/GaN MIS-HEMT はショットキーゲートデバイスとほぼ等しいしきい値電圧を示すことがわかった。この結果は、AlGaN 障壁のリセス深さが比較的浅くても、mist-Al_2O_3/AlGaN/GaN MIS-HEMT のノーマリオフ動作が実現できることを示唆しており、リセス構造を持つ GaN 系 MIS-HEMT における長年の課題だった最大ドレイン電流としきい電圧のトレードオフを解決策として有望である可能性が示唆された [3]。

[1] T. Hashizume et al., Mater. Sci. Semicond. Process. 78, 85 (2018). [2] H. Tokuda et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55, 120305 (2016). [3] J. T. Asubar et al., IEEE Electron Device Lett. 41, 693 (2020). [4] Z. Yatabe et al., J. Ceram. Soc. Jpn. 127, 590 (2019). [5] Z. Yatabe et al., Jpn. J. Appl. Phys. 58, 07095 (2019). [6] R. S. Low et al. Appl. Phys. Express 14, 031004 (2021).