

HfSiO_x ゲート AlGa_N/Ga_N MOS-HEMT のゲート制御性

Gate controllability of HfSiO_x-gate AlGa_N/Ga_N MOS-HEMT

1. 北大量集センター, 2 物材機構, 3 芝浦工大, 4 名大 IMASS

○越智 亮太¹, 前田 瑛里香^{2,3}, 生田目 俊秀², 塩崎 宏司⁴, 橋詰 保^{1,4}

Hokkaido Univ.¹, NIMS², SIT³, Nagoya Univ.⁴

○Ryota Ochi¹, Erika Maeda^{2,3}, Toshihide Nabatame², Koji Shiozaki⁴, Tamotsu Hashizume¹

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

【はじめに】 Ga_N 系 HEMT は、更なる高速化・高出力化が要請されている。大振幅動作時のゲート漏れ電流制御や経時劣化性の点から、絶縁ゲート構造が望ましく、MIS 構造の実現には、良好な MIS 界面特性が必須である。また、高周波増幅応用には high- κ 膜の適用が望ましい。これまで、我々は、従来用いられてきた Al₂O₃ ($\kappa = 8.5$) よりも高い誘電率を持つ HfSiO_x ($\kappa = 13$) をゲート酸化膜に用いた MOS-HEMT において、誘電率を反映した伝達特性と HfSiO_x/AlGa_N 界面の低い界面準位密度について報告した[1,2]。そこで、本研究では HfSiO_x/AlGa_N/Ga_N MOS-HEMT のゲート制御性の評価を行ったので報告する。

【実験】 Fig.1 に転位密度 $< 3 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$ の Ga_N 基板上に作製した Hf_{0.57}Si_{0.43}O_x/AlGa_N/Ga_N MOS-HEMT の構造図を示す。素子間分離後、酸素プラズマを用いた PE-ALD 法 ($T_g = 300^\circ\text{C}$) により、HfO₂ 層を 2 層と SiO₂ 層を 1 層を、繰り返し成膜することで HfO₂/SiO₂ ラミネート膜 (Hf_{0.57}Si_{0.43}O_x) を作製した。その後、Ti/Al/Ti/Au のオーミック電極を形成し、窒素雰囲気中で 800°C 5 分の Post-deposition Annealing (PDA) を行った[3,4]。最後に、Ni/Au のゲート電極を形成した。ゲート長は $5\mu\text{m}$ 、ゲート幅は $100\mu\text{m}$ 、ソース-ゲート・ドレイン-ゲート間隔は $10\mu\text{m}$ である。

【結果と考察】 Fig.2 に HfSiO_x-gate MOS-HEMT ダイオードの測定周波数 1kHz-1MHz での C-V 特性を示す。また、内挿図は、順バイアスにおける周波数分散の様子を拡大したものである。急峻なステップを含む良好な C-V 特性が得られた。また、周波数分散は無視できるほど小さいことが示された。数値計算によるフィッティングから、HfSiO_x/AlGa_N 界面の準位密度はこれまでで最小の値であり、これを反映した結果である[2]。

Fig.3 に $V_{DS} = 15\text{V}$ における、伝達特性の温度依存性を示す。測定は、室温 (RT), 100°C と 150°C で行った。高温下でも、急峻なサブスレッショルド特性が得られ、また、 150°C において RT から 150mV のしきい値電圧のシフトは $\Delta V_{th} = 150\text{mV}$ と極めて低く、高いゲート制御性が得られた。 V_{th} は、ドレイン電流が $1(\mu\text{A}/\text{mm})$ となる時の V_G とした。更に、高温下でもゲートリーク電流がほとんど変化しないことが示された。

[1] 越智 他, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 14p-B401-4

[2] R. Ochi *et al.*, AIP Adv. **10**, 065215 (2020).

[3] T. Nabatame *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 011009 (2019).

[4] E. Maeda *et al.*, Microelectron. Eng. **216**, 111036 (2019).

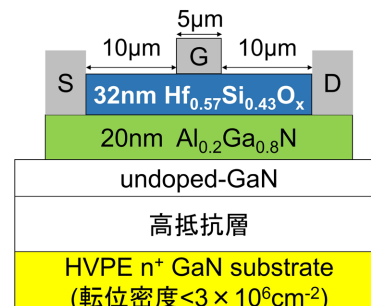


Fig.1 Schematic illustration of HfSiO_x-gate AlGa_N/Ga_N MOS-HEMT

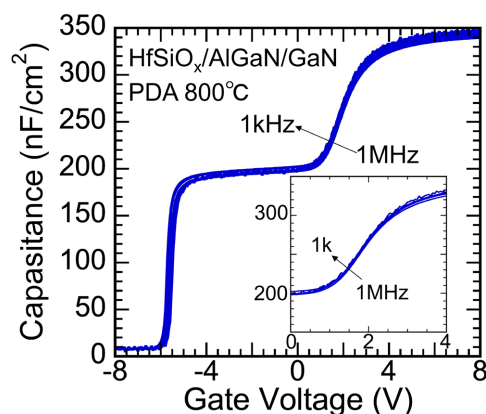


Fig.2 C-V curves measured at frequencies of 1kHz-1MHz. The inset show enlarged C-V curves.

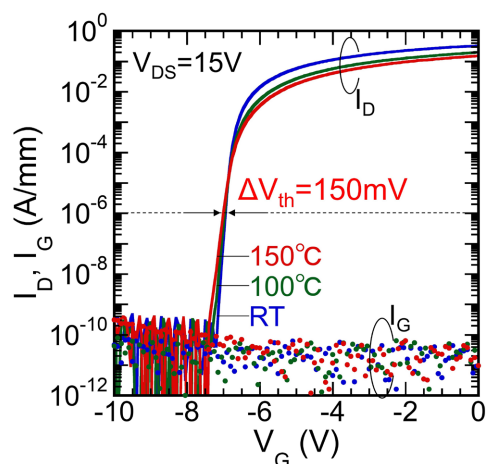


Fig. 3 Temperature-dependent transfer characteristics of the HfSiO_x-gate HEMT.