

AlGaN/GaN MIS-HEMTs における平行伝導評価 Characterization of parallel conduction for the AlGaN/GaN MIS-HEMTs

北大量集センター

○越智 亮太, 橋詰 保, 佐藤 威友

Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido Univ.

○Ryota Ochi, Tamotsu Hashizume, Taketomo Sato

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

【はじめに】 GaN 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い。これまでに、HfSiO_xを絶縁膜に用いた AlGaN/GaN MOS-HEMT において、非常に低い界面準位や高温での動作安定性が得られることを報告した[1]。しかし、Fig.1 に示す様に、順バイアス($V_G > 2V$)において電流線形性の劣化(g_m の急激な低下)が生じるという課題がある。これは、順バイアスにおいて、MIS 界面にもチャネルが形成され平行伝導が生じる為であると考えられる。MIS 界面での電子移動度はヘテロ界面に比べて低い為に g_m の低下を引き起こすと考えられる。本研究では、バリア層上により高いバンドギャップを有する 2nd バリア層を追加した HEMT 構造を作製した。これにより、移動度の低い MIS 界面に電子が溜まる前に高移動度が期待されるヘテロ界面にチャネルを形成し、順バイアスにおける g_m の低下を抑制することを試みた。

【実験】 Fig.2 に本研究で用いた HEMT 構造のバンド図を示す。基板には SiC 基板を用いた。バリア層には Al_{0.2}Ga_{0.8}N(17nm)を用いており、その上に 2nd Barrier 層として Al_{0.5}Ga_{0.5}N を 3nm 成長した HEMT 構造となっている。まず、ICP-RIE 法を用いて素子間分離を行った。次に、Ti/Al/Ti/Au のオーミック電極を形成し、窒素雰囲気中で 830°C の熱処理を行った。その後、Al₂O₃ 膜を H₂O と TMA を原料とした ALD 法により 30nm 堆積した。最後に、Ni/Au のゲート電極を形成した。ゲート長は 10 μ m、ゲート幅は 100 μ m、ソース-ゲート・ドレイン-ゲート間隔は 10 μ m である。MOS-HEMT 作成後に N₂ 中 300°C の PMA 処理を行った[2,3]。また、比較用として Al_{0.2}Ga_{0.8}N(20nm)/Ga の従来構造においても同様に HEMT も作製し、特性比較を行った。

【結果と考察】

Fig.3 に、MOS-HEMT の伝達特性を示す。比較のためにしきい値電圧を揃えてプロットしている。構造の違いによる伝達特性の振る舞いの差は見られなかった。これは、Al_{0.5}Ga_{0.5}N 層の結晶性が悪く、PMA 後においても高い界面準位密度が存在しており、ゲート電圧に対する電流の制御が阻害されていることが考えられる。この他に、2nd バリア層とバリア層界面が階段状の界面になっていないことも考えられる。

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

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

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

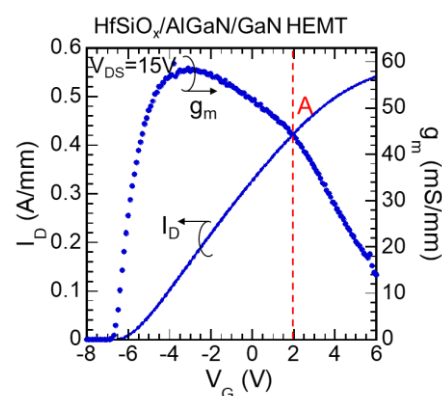


Fig.1 Transfer characteristics of the HfSiO_x/AlGaN/GaN structure.

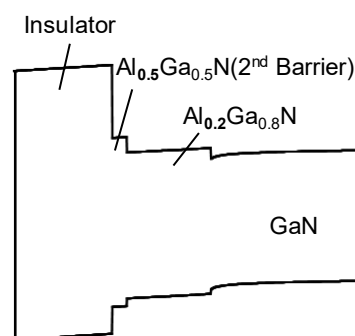


Fig. 2 Band diagram of the MOS-HEMT with 2nd Barrier layer.

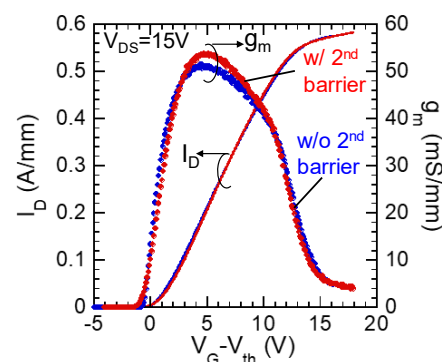


Fig. 3 Transfer Characteristics of MOS-HEMTs.