

p型GaNゲートを用いたノーマリオフ動作 AlGaN/GaN高電子移動度トランジスタ

Normally-off operation of p-GaN gate AlGaN/GaN high electron mobility transistor

豊田工業大学, °(M1) 赤澤 良彦, 近藤 孝明, 吉川 慎也, 岩田 直高, 榊 裕之

Toyota Tech. Inst., °Y. Akazawa, T. kondo, S. Yoshikawa, N. Iwata, H. Sakaki

E-mail: sd17401@toyota-ti.ac.jp

AlGaN/GaNヘテロ接合の2次元電子ガスを用いた高電子移動度トランジスタ(HEMT)は、低オン抵抗で高速動作が可能であることから、マイクロ波通信などの用途に好適である。しかしながら、HEMTはゲートに0Vの電圧を印加した状態では通常ドレイン電流をシャットオフ出来ない[1]。これは、システムの低コスト化やフェイルセーフの観点から不適切であり、ノーマリオフ動作が求められる。そこで我々は、p型GaN層を表面に設けたAlGaN/GaNエピタキシャルウェハを用いてHEMTを作製し、正のしきい値電圧：1.4Vと良好な素子特性を得た。

Fig.1に作製したHEMTの構造を示す。p型GaN層の厚さは140nm、正孔濃度は $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ である。p型GaNゲートは、 Cl_2/O_2 混合ガスを用いて12nm厚の $\text{Al}_{0.25}\text{GaN}$ に対して選択比40倍のドライエッチング法で形成した。ソース及びドレイン電極としてAu/Ti/Al/Ti構造のn型オーミック電極をAlGaN上に、p型GaNに対してAu/Ni構造のオーミック電極を形成した。p型GaNゲートとオーミック電極間距離(L_{go})は1, 2, 4 μm と変えて作製した。最後に SiN_x 保護膜を原子層堆積法で素子表面に形成した。

Fig.2に作製したHEMT($L_{go}=2\mu\text{m}$)の静特性を示す。ドレイン-ソース間電圧(V_{ds}): 5.0V, ゲート-ソース間電圧(V_{gs}): 5Vのとき、ドレイン電流(I_d)は $I_d=330\text{mA/mm}$ であった。一方、 $V_{gs}=0\text{V}$ のとき、 $I_d=3\text{mA/mm}$ であった。これは、作製したHEMTが良好なノーマリオフ動作を実現していることを示す。なお、オン抵抗は $9.2\Omega \cdot \text{mm}$ であった。

Fig.3にHEMTの I_d と相互コンダクタンス(gm)の V_{gs} 依存性を示す。各HEMTのしきい値電圧(V_{th})はいずれも1.4Vであった。また、HEMTの gm 最大値($V_{ds}=5\text{V}$)は、 L_{go} : 1, 2, 4 μm でそれぞれ142, 122, 106 mS/mm であった。これは、 L_{go} に依存したソース抵抗が素子特性に影響を及ぼすことを示す。

我々は、p型GaNをゲートに用いたAlGaN/GaN HEMTを検討した。ゲートリセス構造の形成や、p型GaN層の選択再成長を行わずに作製したHEMTは1.4Vと正のしきい値電圧と良好なドレイン電流特性を示した。また、ソース抵抗が素子特性に及ぼす影響が認められた。

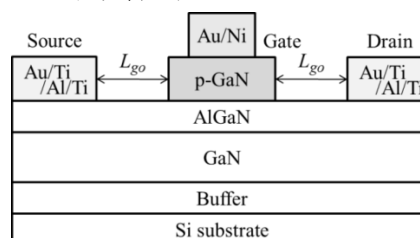


Fig.1. Structure of the fabricated p-GaN gate HEMT.

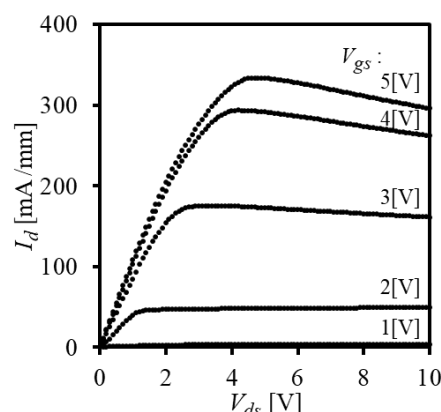


Fig.2. I_d - V_{ds} characteristics of the fabricated HEMT.

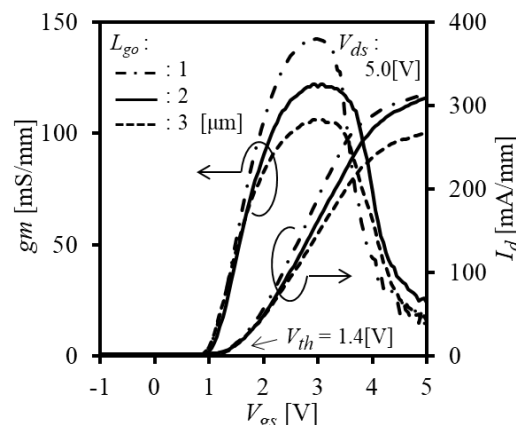


Fig.3. I_d and gm characteristics of the fabricated HEMT.

[1] M.Asif Khan, *et al.*, APL **65** (9), pp.1121-1123,1994.