選択ドライエッチングがp型GaNゲート AlGaN/GaN高電子移動度トランジスタの特性へ及ぼす影響

Effect of selective dryetching on performances of p-GaN gate AlGaN/GaN high electron mobility transistors

豊田工業大学，○(M1)近藤 孝明，(M2)赤澤 良彦，岩田 直高

Toyota Tech. Inst., °T. kondo, Y. Akazawa, N. Iwata

E-mail: sd18414@toyota-ti.ac.jp

AlGaN/GaN高電子移動度トランジスタ(HEMT)は，低オン抵抗と高耐圧を示し，電力制御への利用が期待される．我々は，p型GaNゲートを用いたノーマリオフ動作HEMTを前回報告した[1]．このp型GaNゲートの形成には，選択ドライエッチングを用いている．ゲート部以外のp型GaN層を完全に除去するためには，過剰なエッチング時間を要する．しかし，このオーバーエッチングにより，露出したAlGaN層の薄膜化や欠陥の発生が危惧される．そこで我々は，p型GaNゲート形成時の選択ドライエッチングによるHEMTの伝導特性およびトランジスタ特性への影響を調べた．

使用したエピタキシャルウエハは，Si基板上に$p\text{-}GaN/Al_{0.25}GaN/GaN$構造を持つ．p型GaN層の厚さは140nm，正孔濃度は$5\times10^{17}cm^{-3}$であり，その下のAlGaN層の厚さは15nmである．このウエハに対し，Cl_2/O_2混合ガス(20sccm/1sccm)を用いた誘導結合プラズマ型ドライエッチングを施した．予備検討より，p型GaNとAlGaNのエッチングレートは，それぞれ13nm/分間，0.3nm/分間であった．この結果より，10分30秒間のエッチングを施した素子A(p型GaN層だけをエッチング)と，20分30秒間のエッチングを施した素子B(AlGaN層を10分間エッチング)を作製した．素子BのAlGaN層は，3nmのエッチングが見込まれる．

Fig.1に，作製したHEMTの構造と素子Bのゲート層ドレイン端のTEM像を示す．p型GaNゲート下のAlGaN層厚が15nmであるのに対し，エッチング領域のAlGaN層は10nmであり，5nmエッチングされていることが分かった．

Fig.2に，作製したHEMTの静特性を示す．しきい値電圧は，共に1.2Vであった．ドレイン電流(I_d)は，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})：5.0Vのとき，共にI_d=440 mA/mmであった．一方，オン抵抗(R_{on})は，素子A，Bでそれぞれ7.0，8.8 Ω･mmであった．オーバーエッチングによりオン抵抗が増加した．van der Pauw法を用いたホール効果測定から，エッチング領域での電子移動度は，素子A，Bでそれぞれ1600，1100 $cm^2/V\cdot s$であった．オーバーエッチングにより，電子移動度に低下が見られた．このことから，オン抵抗の増加は，電子移動度の低下が原因と推察する．

我々は，p型GaNゲート部形成時の選択ドライエッチングがHEMTの特性へ及ぼす影響を調べた．その結果，オーバーエッチングによりトランジスタのオン抵抗が増加した．これはエッチング領域での電子移動度の低下が原因と推察する．

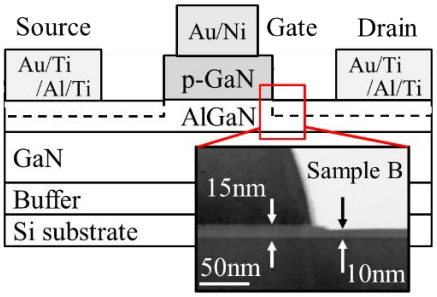

Fig.1. Structure of the fabricated p-GaN gate HEMT.

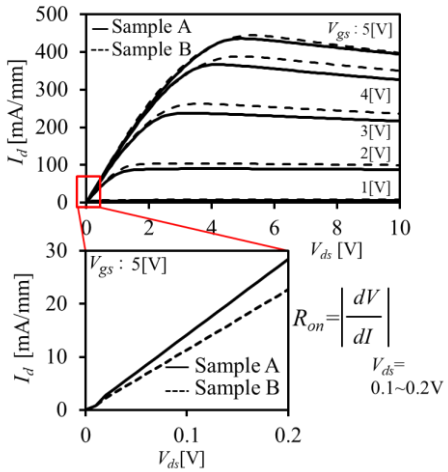

Fig.2. I_d-V_{ds} characteristics of the fabricated HEMTs.

[1] 赤澤他，第 65 回応用物理学会春季学術講演会 17p-P12-24, 2018.