

様々なp型GaNゲート構造をドライエッチングで形成した AlGaN/GaN高電子移動度トランジスタの特性

Characteristics of AlGaN / GaN high electron mobility transistors with various p-type GaN gate structures formed by dry etching

豊田工業大学, °(M1)近藤 孝明, (M2)赤澤 良彦, 岩田 直高

Toyota Technological Institute, °Takaaki kondou, Yoshihiko Akazawa, Naotaka 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ゲート形成時の選択ドライエッチングがHEMTの電気特性へ与える影響、特にエッチング時間の増加に伴う移動度の低下などを前回報告した[1]。今回我々は、エッチング時間を大きく変えることで、異なるp型GaNゲート構造のHEMTを作製し、ゲート構造と電気特性の関係、そしてエッチングによるGaN結晶への影響を調べた。

使用したウエハは、p-GaN/Al_{0.25}GaN/GaN構造をSi基板上に形成したもので、p型GaN層の厚さは140nm、正孔濃度は $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 、その下のAlGaN層の厚さは16nmである。このウエハのゲート以外の領域に対し、Cl₂/O₂混合ガス (20sccm/1sccm)を用いた誘導結合型プラズマドライエッチングを施した。p型GaNとAlGaNのエッチングレートは、それぞれ16nm/分間、0.3nm/分間であった。この条件を用いて、8分45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、18分45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)、6分45秒間のエッチングを施した (p型GaN層が残る)素子Cを作製した。

Fig.1に、作製したHEMTの構造と素子Bゲート端のTEM像を示す。エッチング領域のAlGaN層は12nmであり、4nmエッチングされた。

Fig.2に、素子Aの静特性と、素子B, Cについてはゲート-ソース間電圧 (V_{gs}) : 5.0Vのときの特性を併せて示す。しきい値電圧は、すべての素子で1.2Vであった。素子A, Bのドレイン電流 (I_d)は、380 mA/mmであった。一方素子Cは、220 mA/mmと低い I_d を示した。これは、p型GaN層がAlGaNの表面ポテンシャルを増加させ、チャネルの電子濃度が減少したためと推察される。オン抵抗 (R_{on})は、素子A, B, Cでそれぞれ7.3, 8.6, 12.6 $\Omega \cdot \text{mm}$

であった。一方、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 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 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、オン抵抗の増大と符合する。

エッチング領域でのフォトルミネッセンス (PL) 評価結果をFig.3に示す。素子Aと素子Bで、発光の違いは見られなかった。

様々なp型GaNゲート構造HEMTを評価した。その結果、ドライエッチング時間の増加に伴い移動度が低下したものの、PL評価で差異は認められなかった。

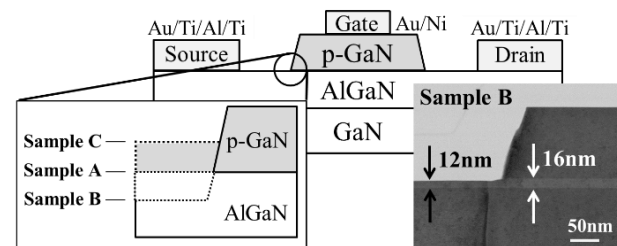


Fig.1. Structures of the fabricated p-GaN gate HEMTs.

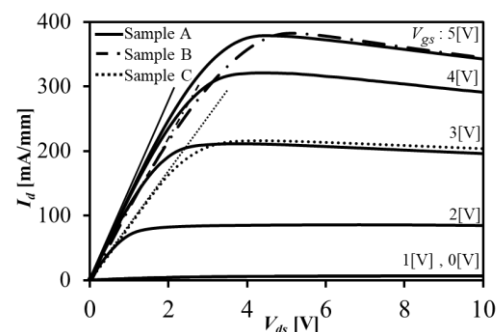


Fig.2. $I_d - V_{ds}$ characteristics of the fabricated HEMTs.

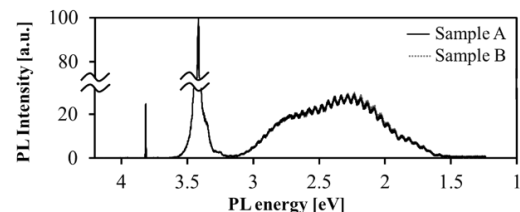


Fig.3. Photoluminescence spectra for sample A and B.

[1] 近藤他, 第79回応用物理学会 18p-PA6-10, 2018.