

RIE-GaN 表面への AlGaN 直接成長による AlGaN/GaN 構造の電気的特性における RIE 損傷層除去効果

Effects of RIE-damaged layer removal on electrical properties of AlGaN/GaN structures prepared by AlGaN regrowth on RIE-GaN surface

福井大院工 ○山本 嵩勇, (M1)金谷 慧杜, (M2)牧野 伸哉, 葛原 正明

Univ. of Fukui, °Akio Yamamoto, Keito Kanatani, Shinya Makino, and Masaaki Kuzuhara

E-mail: ayamamot@u-fukui.ac.jp

【序論】 RIE 加工した GaN 表面には加工歪や窒素欠損などを含む損傷層が存在することが知られている。すでに報告¹⁾したように、RIE-GaN 表面への AlGaN の MOCVD 成長によって作製した AlGaN/RIE-GaN 構造において $1300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える移動度が得られている。しかしながら、RIE 加工表面には表面汚染なども存在するため、AlGaN/RIE-GaN 構造において高移動度を再現性よく得るのが困難であるという問題²⁾があった。そこで、RIE 損傷層が HCl 処理により除去できる³⁾ことから、HCl による損傷層除去を行えば、同時に、表面汚染も除去できるものと考え、HCl 処理による AlGaN/GaN 構造の電気的特性の改善を検討したので報告する。

【実験】 使用した n-GaN 基板は $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 又は SiC 基板上にエピ成長した c⁺面のもので、その表面層を RIE (Etching gas BCl_3 , Bias power 30 W, ICP power 50 W) で除去した。RIE 処理基板を 70°C の HCl 中に浸漬することにより損傷層を除去した。HCl 処理した基板を NH_3 中 850°C で熱処理した後、 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{N}$ を 950°C で MOCVD 成長させた。

【結果及び考察】 Fig. 1 は、全面に RIE 処理を施したのち一部をフォトレジストで覆った状態で HCl に浸漬した GaN 表面のフォトレジスト除去後の SEM 写真である。この結果から明らかなように、HCl に接触した部分が溶解していることがわかる。溶解部の深さを測定したところ、 $15\sim 20 \text{ nm}$ であった。HCl 処理を施した GaN 基板上に AlGaN 成長させた AlGaN/GaN 表面では、HCl 処理なしの場合にしばしば見られた点状の欠陥²⁾は見られなくなった。作製した AlGaN/GaN 構造の電気的特性にも再現性向上と高性能化がみられた。

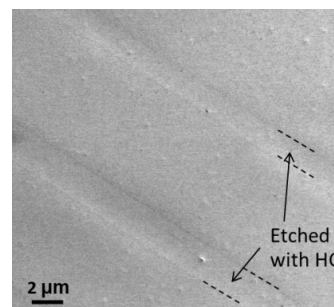


Fig.1. SEM image of RIE-GaN surface partially etched with HCl.

Table 1 に、代表的サンプルの室温 Hall 測定結果を示す。この結果から、最高移動度が従来の $1350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ から $1470 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ まで向上し、RIE 処理なしの場合と同程度になったことがわかる。

Table 1. The best Hall data for AlGaN/GaN structures prepared under different conditions.

HCl treatment	R_s ($\Omega/\square$)	n_s (cm^{-2})	μ (cm^2/Vs)
w/o	267	1.74×10^{13}	1350
w	507	8.36×10^{12}	1470
w/o (w/o RIE)	296	1.38×10^{13}	1530

Fig. 2 は HCl 処理を施した GaN 表面に形成した AlGaN/GaN HEMT 素子の DC 特性の一例であり、良好な特性が得られていることがわかる。

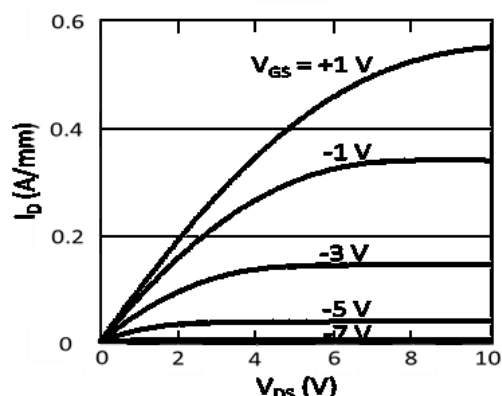


Fig.2. DC characteristics of AlGaN/GaN HEMT device formed on HCl-etched surface.

謝辞： MOCVD 成長実験に協力いただいた野村裕之氏に感謝します。本研究の一部は戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代パワーエレクトロニクス - GaN 縦型パワーデバイスの基盤技術開発」(管理法人: NEDO)の支援によって行われた。

参考文献 1) A. Yamamoto et al., ICNS-12, 2017, C/P-01.28. 2) A. Yamamoto et al., Ext. Abstr. SSDM 2017, p.659. 3) C.-Y. Lee et al., Jpn. J. Appl. Phys., 51, 076503 (2012).