GaN/$Al_xGa_{1-x}N$ におけるエッチング選択比の Al 組成(x)依存性

Dependence of etching selectivity on Al composition of GaN / AlGaN Heterostructure

名工大院　°角野 純平，池戸 雄哉，加藤 直樹，福村 和之，分島 彰男
ULVAC　長田 大和，上村 隆一郎
Nagoya Inst. of Tech., °Jumpei Sumino, Yuya Ikedo, Naoki Kato, Kazuyuki Fukumura, and Akio Wakejima
ULVAC, Yamato Osada and Ryuichiro Kamimura
E-mail: cli13115@stn.nitech.ac.jp

GaN 系 HEMT ではノーマリオフ化に向けてリセス構造が広く検討されている。一般に広く検討されている AlGaN/GaN 構造のゲート部の AlGaN リセスエッチングによるノーマリオフ化では、閾値を決定する AlGaN 層膜厚制御が困難なことは自明である。

これに対して、我々は GaN キャップ層/AlGaN/GaN の結晶構造から、ゲート部に相当する GaN キャップ層を選択的にエッチングする GaN/AlGaN 選択ドライエッチング技術を報告している。この技術では、GaN キャップ層のみが選択的にエッチングされるため、閾値を決定する AlGaN 層へのダメージは少なく、エッチング後の AlGaN 膜厚ばらつきは結晶成長時と変わりない。また、これまでは、AlGaN 層の Al 組成を 0.15 で検討していたが、最大ドレイン電流増加やソース・ゲート、ドレイン・ゲート間のチャネル層に蓄積する電子密度増大のためには、Al 組成をより大きくすることが望ましい。一方で、Al 組成を増加させるような構造では、AlGaN 膜厚をより薄くしなければノーマリオフ特性が実現できない。そのため、GaN/AlGaN の選択エッチングでは、より高い選択比が求められることになる。

そこで、今回 GaN キャップ 17 nm / Al_xGaN（x=0.1～0.25）6nm / GaN(図 1)を用いて、AlGaN 層における Al 組成が選択比に与える影響について評価した。エッチングは BCl_3 と SF_6 混合ガスにて行い、エッチングレートは光干渉計の振動変化により確認した。

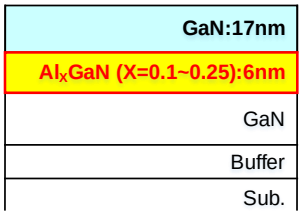

図 1　エッチング前の断面構造

図 2 にエッチング干渉計の結果を示す。エッチング初期の速い振動は GaN 層のエッチング、後半のゆっくりした振動は AlGaN のエッチングに対応している。初期の GaN キャップのエッチングは、いずれの素子においてもほぼ同じ時間で終了している。このことから、エッチング自体の再現性は十分に確保できていることが分かった。一方、後半の AlGaN のエッチングでは、Al 組成の増加に伴いエッチング時間が長く、選択比が向上していることが分かった。図 3 にエッチング選択比の Al 組成依存性を示す。今回のエッチング条件では、GaN/Al_xGaN（x=0.25）において、エッチング選択比は 76 であり、これまでの x=0.15 のエッチング選択比 40 に対して、1.9 倍増加していることを確認した。

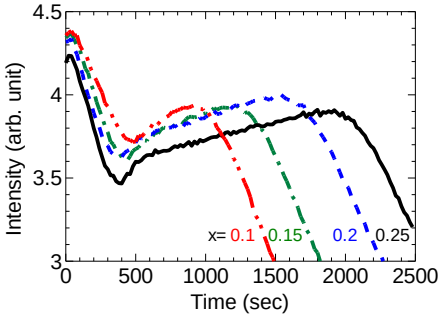

図 2　エッチング時の干渉計強度

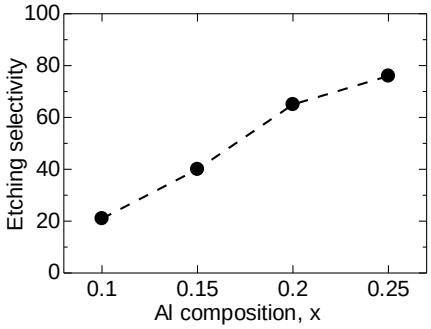

図 3　エッチング選択比の Al 組成依存性

謝辞:本研究は文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」の委託を受けたものです。

[1] “Normally off AlGaN/GaN HEMT on Si substrate with selectively dry-etched recessed gate and polarization-charge-compensation δ-doped GaN cap layer”, A. Wakejima et. al., Applied Physics Express p. 023502, Vol. 8 (2015)

[2] “An AlGaN/GaN field effect diode with a high turn-on voltage controllability”, N. Kato et. al., Physica Status Solidi (a) p. 1600830 Vol. 24 (2017)

© 2018年 応用物理学会