

## N 極性 GaN HEMT の TMAH による素子分離

### Isolation of N-polar GaN HEMT by TMAH solution

東工大<sup>1</sup>, 住友電気工業<sup>2</sup>, \*新井 貴大<sup>1</sup>, 青田 智也<sup>1</sup>,

眞壁 勇夫<sup>2</sup>, 中田 健<sup>2</sup>, 後藤 高寛<sup>1</sup>, 宮本 恭幸<sup>1</sup>

Tokyo Tech<sup>1</sup>, Sumitomo Electric Industries, Ltd.<sup>2</sup>, \*T. Arai<sup>1</sup>, T. Aota<sup>1</sup>,

I. Makabe<sup>2</sup>, K. Nakata<sup>2</sup>, T. Gotow<sup>1</sup>, Y. Miyamoto<sup>1</sup>

E-mail: arai.t.aw@m.titech.ac.jp

GaN HEMT デバイスは、高出力、高周波動作に向けて注目されている。従来の Ga 極性 GaN HEMT では、スケーリングによって高い  $f_T/f_{max}$  が報告されている[1]。一方、N 極性 GaN HEMT では、コンタクト層である GaN の障壁が低いことや、AlGaIn 層を厚くできるため電子濃度を維持できることで、より高性能のデバイスが実現できる可能性がある[2, 3]。通常、GaN HEMT デバイスの素子分離はドライエッチングまたはイオン注入で行われている。一方、TMAH を用いたウェットエッチングで素子分離を行うと、プロセスが簡略化でき、プロセスダメージの抑制も期待される。そこで本研究では、TMAH を用いたウェットエッチングの素子分離の検討、および N 極性 GaN HEMT の特性評価を行った。

Fig.1 に作製した N 極性 GaN HEMT 構造を示す。SiC 基板上に N 極性 GaN/AlGaIn(10/30 nm)層を成長した。次に、エピ表面に SiN 層を堆積した。ソース・ドレイン領域へのコンタクトは、N 極性 GaN 上への n-GaN の再成長で行った。再成長領域の窓開けは SF<sub>6</sub> を用いた ICP-RIE で行った。ソース・ドレイン電極は Ti/Au で形成した。このとき、n-GaN 層が現像液の TMAH に浸されないように ALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で保護し、電極形成箇所のみ BHF で窓開けを行った。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を全面除去したのち、SiN と併せた積層構造のゲート絶縁膜を形成するための HfO<sub>2</sub> を ALD で 10 nm 堆積させた。素子領域外の HfO<sub>2</sub> を BHF で、SiN を ICP-RIE で除去し、さらに 30℃ の TMAH で 3 分間のウェットエッチングで素子分離を行った。最後にゲート電極を Ni/Au で作製した。

素子分離箇所は段差計および光学顕微鏡ではエッチングが確認できなかった。しかし Fig.2 に示す AFM による観察では、削れた度合は均一ではなく離散的であるものの、エッチングされていることが分かった。素子分離領域の抵抗を確認するため、電極幅 120 μm、電極間隔 2, 4, 6 μm のパターンを作製した。Fig.3 に抵抗値とエッチング時間の関係を示す。エッチング前は 30~50 Ωであったが、3 分間の素子分離後はどの電極間隔でも 10<sup>11</sup> Ωを超える十分な抵抗値が得られた。N 極性 GaN のシート抵抗は素子分離前後で 327 Ω/□から 374 Ω/□と大幅に悪化しないことを TLM から確認した。Fig. 4 に作製した N 極性 GaN HEMT の  $I_D$ - $V_G$  特性を示す。ここで、ゲート長およびゲート幅は、300 nm、120 μm である。 $I_{Dmax} = 1.03$  A/mm,  $R_{on} = 3.5$  Ω mm が得られた。よって、TMAH は N 極性 GaN HEMT の素子分離技術として有用である。

【謝辞】この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (JPNP20017) の結果得られたものです。

【参考文献】

- [1] K. Shinohara et. al, IEEE Trans. Electron Devices, **60** (2013) 10.  
 [2] R. Siddharth et. al, J. Appl. Phys., **102** (2007) 044501.  
 [3] X. Zheng et. al, IEEE Electron Device Lett., **37** (2016) 1.

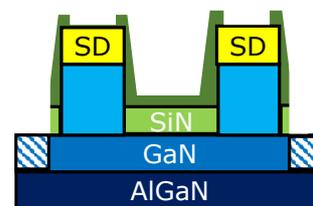


Fig.1 Schematic image of the fabricated N-polar GaN HEMT.

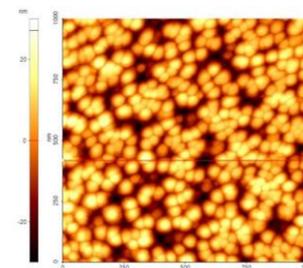


Fig.2 AFM image of the GaN surface after TMAH solution. Here, the area is 1 μm × 1 μm.

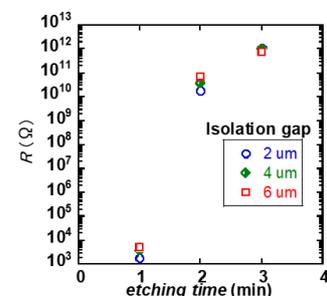


Fig. 3 Resistance between narrow width isolation gap

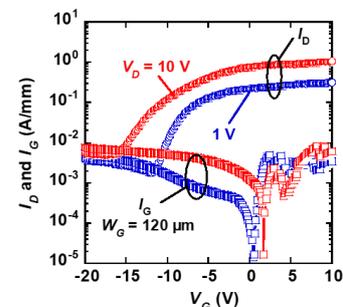


Fig.4  $I_D$ - $V_G$  characteristics of N-polar GaN HEMT.