

## トンネル接合を用いた量子殻レーザの実現に向けた n-GaN への電極形成に関する検討

### Study on electrode formation on n-GaN with TJ of MQS laser

○神野幸美<sup>1</sup>, 奥田廉士<sup>1</sup>, 水谷浩一<sup>4</sup>, 奥野浩司<sup>1,4</sup>, 飯田一喜<sup>1,4</sup>,  
宮本義也<sup>1</sup>, 山村志織<sup>1</sup>, 曾根直樹<sup>1,3</sup>, 伊藤和真<sup>1</sup>, 勝呂紗衣<sup>1</sup>, Weifang Lu<sup>1</sup>,  
中山奈々美<sup>1</sup>, 上山智<sup>1</sup>, 竹内哲也<sup>1</sup>, 岩谷素顕<sup>1</sup>, 赤崎勇<sup>1,2</sup>

(1. 名城大学, 2. 名古屋大・赤崎記念研究センター, 3. 小糸製作所, 4. 豊田合成)

○Yukimi Jinno<sup>1</sup>, Renji Okuda<sup>1</sup>, Koichi Mizutani<sup>4</sup>, Koji Okuno<sup>1,4</sup>, Kazuyoshi Iida<sup>1,4</sup>,  
Yoshiya Miyamoto<sup>1</sup>, Shiori Yamamura<sup>1</sup>, Naoki Sone<sup>1,3</sup>, Kazuma Ito<sup>1</sup>, Sae Katsuro<sup>1</sup>, Weifang Lu<sup>1</sup>,  
Nanami Nakayama<sup>1</sup>, Satoshi Kamiyama<sup>1</sup>, Tetsuya Takeuchi<sup>1</sup>, Motoaki Iwaya<sup>1</sup>  
and Isamu Akasaki<sup>1,2</sup>

(1. Meijo Univ., 2. Akasaki Research Center, Nagoya Univ.,  
3. Koito Manufacturing CO., 4. TOYODA GOSEI Co., Ltd.)

E-mail: 170443054@ccalumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】我々の研究グループでは、GaN ナノワイヤ(NW)を用いた量子殻レーザの検討を行っている。NW を用いる利点は、NW 側壁に非極性面の活性層を形成し、トンネル接合(TJ)を活用し n-GaN で埋め込むことで、低抵抗で光吸収率の低い電流拡散を目指している。Figure1 にデバイス構造を示す。本構造では、リッジ上部電極をアノード電極、下部をカソード電極としている。Figure2 に量子殻レーザ構造でプロセスを行った後のアノード間とカソード間の VI 測定結果を示す（電極間距離はアノード・カソード間共に 10 $\mu$ m）。特にカソード側で高抵抗化しており、これを解決するために、本報告ではデバイス工程の見直しを行った。

【実験方法】量子殻レーザ構造のカソード側(reference)の電極形成工程は、Cl<sub>2</sub> ドライエッチングによりリッジストライプを作製後、硫化水洗浄し、SiO<sub>2</sub> 絶縁膜をスパッタで形成する。その後電極蒸着部の SiO<sub>2</sub> を CF<sub>4</sub> ドライエッチングで除去して、硫化水洗浄とオゾンアッシングを行い、除去した部分に電極を蒸着する。以上の reference 工程の中で、どのプロセスが高抵抗化の原因となっているのか検討を行った。基板は、量子殻レーザ構造に用いている NW 成長前の GaN 基板上にプロセスを変えて電極形成を実施した。reference の量子殻レーザプロセスと同工程、reference から硫化水洗浄を除いた行程、reference からオゾンアッシングを除いた行程、reference から SiO<sub>2</sub> スパッタと電極部エッチングを除いた工程、オゾンアッシングと硫化水洗浄と電極形成のみの工程、計 5 つのプロセスフローを行った後、VI 測定を行い、reference との比較検討を行った。

【結果と考察】上記 5 つのプロセスを NW 成長前の平坦 GaN 基板上に行ったときの VI 測定結果と、reference の VI 測定結果の比較を Figure3 に示す。5 つのプロセスの全てで、reference と比較して、大幅に低抵抗化した。高抵抗化の原因の 1 つとして、電極部エッチングの際に、基板表面凹凸部に残っている Si とエッチングガス CF<sub>4</sub> が反応してポリマーを形成している可能性が挙げられるため、今後は CF<sub>4</sub> エッチングを行った後、Cl<sub>2</sub> エッチングによってクリーニングを行い、低抵抗化できるか検討していく。

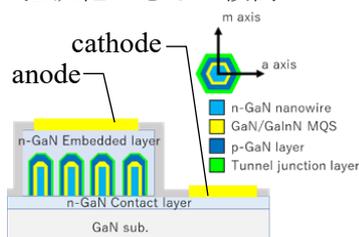


Figure1 : device structure

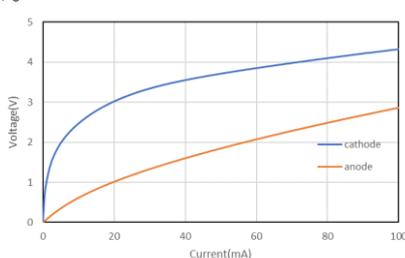


Figure2 : VI measurement results after running the process on the MQS board

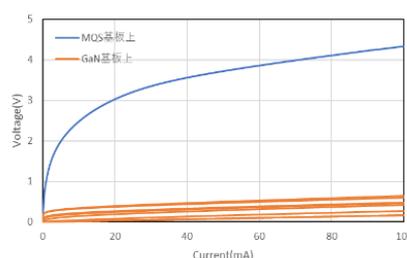


Figure3 : VI measurement results after processing on a flat n-GaN substrate and MQS board

【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、同・私立大学研究ブランディング事業、日本学術振興会・科研費基盤研究 A[15H02019]、同基盤研究 A[17H01055]、同新学術領域研究[16H06416]、JST CREST[16R15710]の援助によって実施された。