

コンタクトレス光電気化学エッチング及びウェットエッチングによる 窒化ガリウムナノワイヤの作製

Fabrication of GaN nanowires by electrodeless photo-assisted electrochemical etching and wet etching

北海道大学大学院情報科学研究院および、量子集積エレクトロニクスセンター

○(M1)島内 道人^{1,2}, 三輪 和希², 渡久地 政周², 佐藤 威友², 本久 順一^{1,2}

¹Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

²Research Center for Quantum Integrated Electronics, Hokkaido University

○(M1)Michihito Shimauchi^{1,2}, Kazuki Miwa², Masachika Toguchi², Taketomo Sato², Junichi Motohisa^{1,2},

窒化ガリウム(GaN)ナノワイヤはサラウディングゲート縦型トランジスタや、発光ダイオードへの応用が考えられており、GaN ナノワイヤの作製やデバイス応用の研究が盛んに行われている。本研究では、コンタクトレス光電気化学エッチング^[1]とアルカリ溶液によるウェットエッチングを用いたトップダウン法による GaN ナノワイヤの作製を試みたので報告する。

使用する試料として GaN 自立基板上に i-GaN を 2000 nm、n-GaN(Si ドーピング密度 $1.0 \times 10^{18}/\text{cm}^3$)100 nm を MOVPE 法によって成長したものを使用した。この試料に対して EB lithography およびマスク金属である Ti を 80nm EB 蒸着法により堆積させ、リフトオフによりマスクを形成した。この試料に対してまずコンタクトレス光電気化学エッチングを行った。図 1 はその実験系の模式図である。本実験では $W=25\text{mm}$ 、 $d=5\text{mm}$ とし、電解液は $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8:0.05\text{M}$ と $\text{KOH}:0.02\text{M}$ の 1:1 混合溶液を使用した。図 2 はコンタクトレス光電気化学エッチングを 3 時間行った GaN と Ti マスクの SEM 像である。エッチング深さは約 700nm であり、Ti マスクに覆われていない部分が選択的にエッチングされていることが分かる。図 2 の黒丸に示すようなエッチングが進行していない箇所が存在するが、これはエピタキシャル層の転位に由来するものと考えられる。次に、ナノワイヤの直径の微細化、表面状態の改善を目的とした水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH)によるウェットエッチングを行った。TMAH により先に言及した転位由来のピラーは取り除くことができ、20 分の TMAH 処理によって図 3 のようなナノワイヤを得ることが出来た。このナノワイヤの直径は約 50nm であり、ダメージレスなウェットエッチングのみを用いてナノワイヤの作製に成功したと言える。ただし TMAH 処理後も、光電気化学エッチングの際生じた、表面粗さ由来のピットが見られ、またナノワイヤの直径のばらつきが大きいなどの課題も残る。今後はこれらの課題の解決法を探索するとともに、作製したナノワイヤの特性評価に関しても報告する予定である。

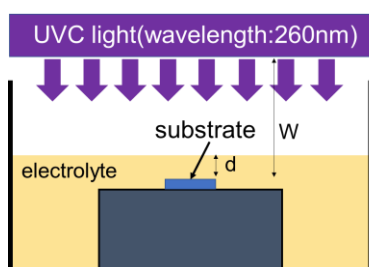


図 1 Experimental set up of electrodeless PEC etching.

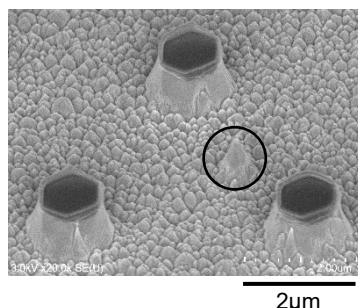


図 2 SEM image of etched surface of GaN with Ti mask. Etching time is 3hours.

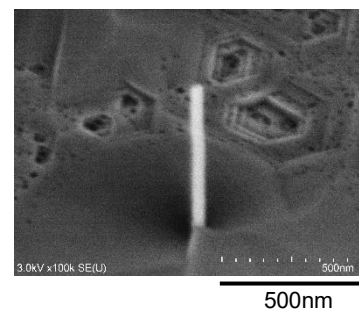


図 3 SEM image of a GaN nanowire. The diameter is about 50nm.

[参考文献]

[1] F. Horikiri *et al.*, *Applied Physics Express*. **12**, 031003 (2019)