

厚膜 InGaN 系犠牲層の光電気化学エッチングによる 中空 GaN マイクロディスク構造の作製

Fabrication of GaN microdisks by photoelectrochemical etching of a thick InGaN sacrificial layer.

電気通信大学, ○下吉 賢信, 浮田 駿, 内田 和男, 田尻武義

University of Electro-Communications, ○K.Shimoyoshi, S.Ukita, K.Uchida, T.Tajiri

E-mail: s2031082@edu.cc.uec.ac.jp

窒化ガリウム (GaN) から成る中空状スラブ構造は、空気と材料の高い屈折率差に起因した全反射によって、可視光領域の光を強く閉じ込められる構造として重要であり、これまで微小レーザなどが中空状 GaN スラブにおいて実現されている [1-2]。こうした中空状 GaN スラブを作製するために、スラブ下の犠牲層を選択的にエッチングする様々な方法が報告されている [1-3]。その中でも、光電気化学 (PEC) 反応を利用したエッチング法は、比較的良質な中空状 GaN スラブを実現が可能であることが報告されている [1-2]。しかしながら、InGaN 系犠牲層の厚みはスラブ厚と同程度の薄い場合でしか報告はなく、厚み方向の光閉じ込めがより強くなることが期待される犠牲層の厚膜化の可能性は明らかではない。本研究では、反応性イオンエッチング (RIE) の条件を検討することで、同手法では最も厚い 500nm 程度の InGaN/GaN 超格子の PEC エッチングを試み、中空状の GaN マイクロディスク構造の作製に成功したので報告する。

マイクロディスク構造の作製には、総厚 500nm の InGaN(3nm)/GaN(5nm) 超格子と、GaN スラブ層 (100nm) が MOCVD 成長された図 1(a) の基板を用いた。室温マクロ PL 測定により犠牲層は波長 430 nm 付近に発光示すことが分かった。電子線リソグラフィおよび塩素・三塩化ホウ素・アルゴンの各ガスを用いた RIE (バイアス電力 300 W, ICP 電力 125 W, 35 秒間) により、基板にマイクロディスク構造を形成した後に、犠牲層の PEC エッチングを行った。PEC エッチングでは、白金触媒を GaN 基板上に蒸着した後に、塩酸水溶液 (濃度 0.0007M) に試料を浸し、犠牲層の発光波長より短い波長 405nm のレーザ光 ($\sim 10 \text{ W/cm}^2$) を 3.5 時間照射した。PEC エッチング後の試料の SEM 像を図 1(b) に示す。図より、RIE でエッチングされた領域の大部分で犠牲層がエッチングされずに残っていることが分かる。これは、高バイアスの RIE プロセスにおける材料への損傷 [4] により、PEC エッチングが進行しなくなるためと考えられる。一方、図 1(c) は、損傷を除去するため低バイアスの RIE ステップ (バイアス電力 20 W, ICP 電力 50 W, 75 秒間) を後段に組み込んだ二段階の RIE プロセス [4] を行った試料に対し、PEC エッチングを行った結果である。図 1(b) と比較すると、深くまで犠牲層がエッチングされており、中空マイクロディスク構造が形成できていることが分かった。詳細は当日報告する。

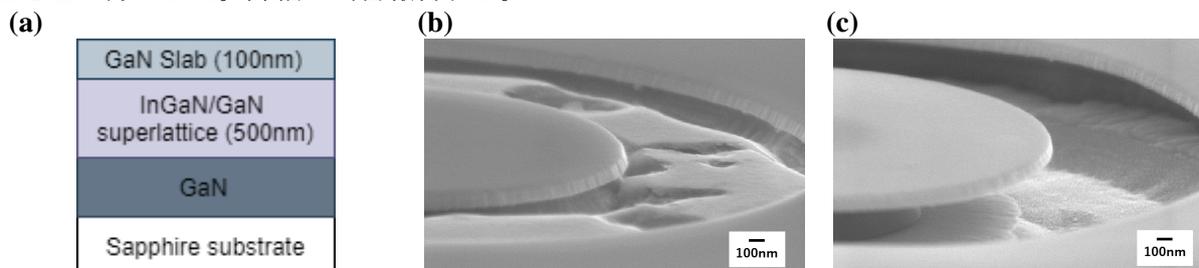


Fig.1 (a) Schematic of substrate cross-section. (b) (c) SEM images of micro-disks after PEC etching. 2-step RIE with low BIAS and ICP powers in the second step is conducted for (c).

謝辞：本研究は JSPS 科研費「20K14788」「19K23508」および稲盛財団の助成を受けたものです。

参考文献：[1]M. Arita *et al.*, Appl. Phys. Express **5**, 126502 (2012). [2]A. C. Tamboli *et al.*, Nature Photonics **1**, 61 (2007). [3]I. Rousseau *et al.*, J. Appl. Phys. **123**, 113103 (2018). [4]S. Yamada *et al.*, Appl. Phys. Express **13** 016505 (2020).