

ドライエッチングによるメサ型導波路を有する フォトニック結晶レーザ構造作製の検討

Dry etching for photonic crystal laser structure with high-mesa waveguide

青盛 翔太, 樋口 拓也, 森藤正人, 梶井博武, 近藤正彦 (阪大院工)

S. Aomori, T. Higuchi, M. Morifuji, H. Kajii, and M. Kondow

Graduate School of Engineering, Osaka Univ.

E-mail: aomori@e3.eei.eng.osaka-u.ac.jp

[序] 近年, 個人や企業で扱われる情報量が飛躍的に増加している. それに伴い情報通信における伝送容量の限界という問題が生じ, 新たな情報通信技術の確立が必要となっている. 我々はこの問題を解決するために光通信のデバイスとしてフォトニック結晶を用いた半導体レーザ作製の研究を行っている[1]. 高 Al 組成の AlGaAs/GaAs エピタキシャル多層膜に, 空孔直径 200 nm, 深さ 1.5 μm で高垂直性を持つ円筒型の空孔により成るフォトニック結晶構造と側面を空気クラッドによって区切られたメサ型導波路構造を作製することで提案したレーザが実現できる. このパターンを Fig.1 に示す. この空孔はドライエッチングによって作製するが, コア層に当たる GaAs 層は InAs 量子ドットを含むためエッチングが困難でありコア層においてパターンの収縮が起こる. そこで従来, 我々は上 2 層のエッチング, コア層のエッチング, 下 2 層のエッチングを分割しガス比を変えて 3 段階のエッチングを行ってきた. しかしこのエッチング方法ではプロセスの制御が難しく, 将来的に問題が生じる恐れがあった. そこで本研究では, 1 段階のみのドライエッチングでフォトニック結晶とメサ型導波路を同時に作製することが可能なエッチングパラメータの探索を行った.

[実験方法と結果] AlGaAs/GaAs エピタキシャル多層膜に電子線レジストを塗布し, 電子線リソグラフィによってパターンを描画した後, ドライエッチングにより空孔を作製した. ドライエッチングに使用したガスは $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{CH}_4$ である. このガス系において CH_4 はエッチング中の空孔の側壁保護効果がある. まず, CH_4 の流量を 1.0 sccm から 3.0 sccm の範囲で変化させてエッチングを行った. その結果 CH_4 流量が 2.0 sccm の場合にコア層でのパターンの収縮が最も小さくなった. しかし, エッチング側面に損傷が見られた. これはエッチング時間が適切ではないことを示している. そのためエッチング時間を 200 s から 365 s の範囲で変化させてエッチングを行った. その結果エッチング時間 350 s の場合においては側壁の損傷が見られず, かつ十分なエッチング深さでパターンを作製することに成功した (Fig.2).

[謝辞] 本研究の一部は, 科研費 JP19H02198, 大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点[F-20-OS-0006], ULVAC, 日本板硝子の支援を受けた.

[文献] [1] Y. Xiong et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron., vol. 24, no. 6, 4900207, 2018.

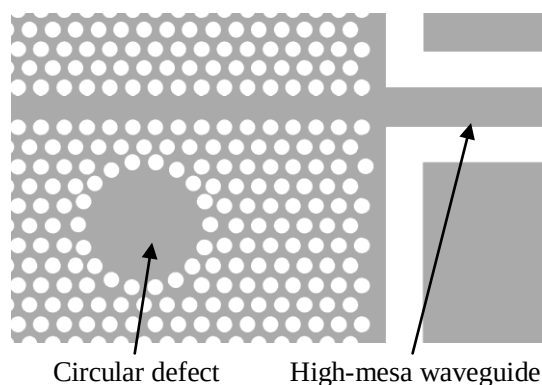


Fig.1 Schematic of photonic crystal laser structure with high-mesa waveguide

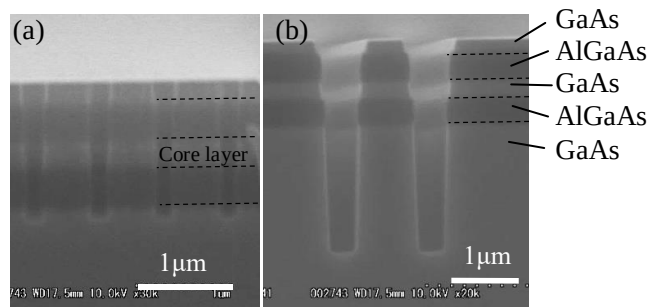


Fig.2 Cross-sectional SEM image after dry etching Photonic crystal part (a), High mesa waveguide part (b)