

フォトニック結晶作製を目的とした 高 Al 組成 AlGaAs 深掘ドライエッチング (2)

Deep Dry Etching of Al-rich AlGaAs for Photonic Crystal Fabrication (2)

阪大工 ○(B4) 橋村 健太郎, 北林 佑太, 石川 史太郎, 近藤 正彦

Osaka Univ.,

○(B4) Kentarou Hashimura, Yuta Kitabayashi, Fumitaro Ishikawa, and Masahiko Kondow

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

我々は、フォトニック結晶 (PC) を用いた、電流注入動作可能な微細レーザを提案し、その開発を行っている [1]. 同レーザ実現には、高 Al 組成 AlGaAs/GaAs 多層基板に、空孔直径 200 nm、深さ 1.5 μm 程度のフォトニック結晶構造を、ドライエッチングによって作製する必要がある。しかし、高 Al 組成 AlGaAs のドライエッチングでは、Al が容易に酸化され、生成された酸化物の堆積により、十分な空孔深さを持つ PC 構造作製が困難になる。これまで本研究では、ガス流量、プロセス圧を増加させることで、反応活性種を増加させると共に、酸化の原因となるチャンバー内の残留酸素の影響を抑え、エッチング深さを増加させることに成功した。しかし、その場合自己バイアスも上昇し、空孔形状が先鋭化する問題が発生した。[2] そこで今回は、プロセス圧、自己バイアスについてそれぞれの影響を検討し、目標 PC 構造の作製を試みた。

実験は、GaAs 基板上に成長した 3 μm 膜厚の AlGaAs (Al 組成 80%) に対して、 $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{CH}_4=12/18/3$ sccm 混合ガスを用いた誘導結合型プラズマエッチングを行った。エッチングに際してプロセス圧及び自己バイアスは相対的に変化するが、片方の値を固定した条件下でもう一方の値を変化させることで、個々の影響を調べた。

自己バイアスを 240 V に固定し、プロセス圧を 0.40 Pa から 1.0 Pa まで変化させてエッチングを行い、形状への影響を調べた。図 1 (a) - (d) に、エッチング後の断面形状を示す。プロセス圧の増加に伴い空孔底部の先鋭化は抑制されたが、大きなプロセス圧では空孔側面の垂直性が失われ、サイドエッチングが進行した。最大のプロセス圧 1.0 Pa では、フォトニック結晶がサイドエッチングにより破壊された。以上の結果から、プロセス圧の上昇は、化学的エッチングの寄与を強めることが考えられた。次に、良好な形状を保ちつつ、最も深い空孔構造を得る事の出来たプロセス圧 0.6 Pa において自己バイアスを 180 V から 280 V まで変化させて形状への影響を調べた。その結果、自己バイアスの増加は、空孔深さを増加させるとともに、側壁の垂直化をもたらした。これは、物理的エッチングの寄与を増加させたためであると考えられる。

以上の結果を踏まえ、 $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{CH}_4=12/18/3$ sccm、プロセス圧 0.60 Pa、自己バイアス 280 V でエッチングを行った結果、空孔直径 200 nm、深さ 2.1 μm 、側壁形状も垂直な、良好な PC 構造を作製することに成功した。

[1] M. Morifuji, et al., IEEE Photon. Technol. Lett. 21, 513, 2009.

[2] 北林ら, 第 74 回応用物理学会学術講演会 13p-E2-12

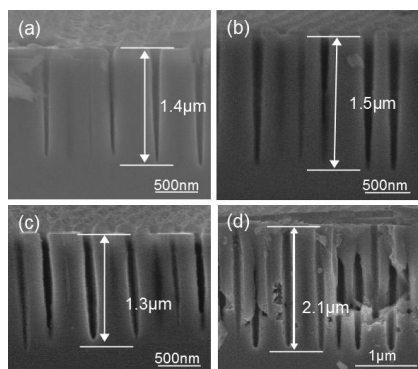


Fig. 1. Etching results of PC structure using $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{CH}_4=12/18/3$ sccm gas mixture at process pressures of (a) 0.40 Pa, (b) 0.60 Pa, (c) 0.80 Pa, and (d) 1.00 Pa.

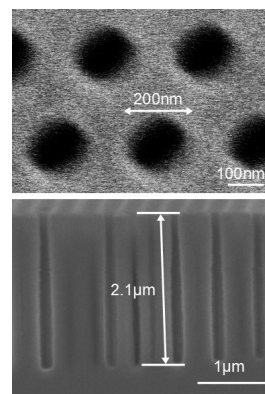


Fig. 2. Etching result of PC patterned $\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$ using $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{CH}_4=12/18/3$ sccm gas mixture at process pressure of 0.60 Pa and self-bias of 280 V.