TBA-MOVPE を用いたフォトニック結晶レーザの作製 Photonic crystal lasers fabricated by TBA-MOVPE ^oMenaka De Zoysa^{1,2,3},吉田昌宏¹,石崎賢司^{1,3},初田蘭子^{1,3},田中良典^{1,3},北川均^{1,3},野田進^{1,3} (1.京大院工,2.京大白眉,3.JSTACCEL) ^oM. De Zoysa^{1,2,3}, M. Yoshida¹, K. Ishizaki^{1,3}, R. Hatsuta^{1,3}, Y. Tanaka^{1,3}, H. Kitagawa^{1,3}, S. Noda^{1,3} (1.Kyoto Univ., 2.Kyoto Univ. Hakubi, 3.JSTACCEL) E-mail: <u>menaka@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp</u>

[序] フォトニック結晶レーザは、2次元フォトニック結晶の大面積バンド端共振効果と面垂直方 向へ回折効果を活用した面発光レーザである.本レーザは、基本的に、大面積においても単一モ ードを維持できるために、高ビーム品質・高出力動作に適している.これまで、我々は、実験的 に、単一モード・高出力動作に成功している[1].このような高出力化成功の鍵の一つは、MOVPE 等による空気孔の埋め込み再成長[2]である.我々は、最近、MOVPEの原料として、より安全な 有機ヒ素原料 Tertiary-Butyl Arsine(TBA)を用いて成長を行っている.TBA は、AsH₃に比べて熱分 解温度が低いため、より低温の成長も可能とする.前回、TBA 原料を用いて、フォトニック結晶 空孔を残した状態で、再成長が可能であることについて、初期的な検討を行った[3].今回は、TBA を用いて、活性層なども含むフォトニック結晶レーザ構造を作製し、レーザ発振に成功したので 報告する.なお、さらに成長条件を変えて、空気孔の形状変化を調べた結果は別途報告する[4].

【構造】レーザ構造の模式図を図 1a に示す.まず、基板上に、厚さ 2 µm の n-Al_{0.4}Ga_{0.6}As のクラ ッド層、GaAs(20 nm)/In_{0.2}Ga_{0.8}As(8 nm)多重量子井戸層、フォトニック結晶を形成するための厚さ 300 nm 程度の p-GaAs 層を成膜している.次に、p-GaAs 層に格子定数~290 nm の正方格子・直角 二等辺三角孔形状のフォトニック結晶を形成した.続いて、フォトニック結晶上に、厚さ 2 µm の p-Al_{0.4}Ga_{0.6}As のクラッド層の再成長を行った.再成長後の断面([110]面)の SEM 写真を図 1b に示 す.同図より、空洞が残した状態で、再成長が可能となっている.最後に、電流注入面積が 200× 200 µm²になるように電極などを作製し、デバイス化を行った.

[結果] 図2には、パルス駆動(繰り返し:1kHz、パルス幅 100 ns)時の IL 特性を示す. 同図より、 閾値電流~200 mA (~0.5 kAcm⁻²)での低閾値発振が実現できていることが分かる. なお、スロープ 効率は~0.15W/A であるが、再成長後の断面形状をもとに計算した理論結果 (~0.1 W/A 程度) と ほぼ一致している. このことは、埋め込み孔形状の制御[4]によって、特性が改善できることを意 味する. 以上、詳細は当日報告する. [謝辞]本研究は、文科省光拠点および JST ACCEL の支援を 受けた. また、有機ヒ素を用いた MOVPE 成長に関し、貴重な討論を頂いた産総研、王学論博士 および、大陽日酸の生方映徳博士、伴雄三郎博士に感謝する. [文献] [1] K. Hirose, *et al., Nature Photonics*, 8.5 (2014). [2] K. Nagase, *et al.*, 2009 年秋応物 8p-B-6. [3] M. Kawasaki, *et al.*, 2015 年春応 物 12a-A10-1. [4]吉田他、本応物予稿集.



(b) フォトニック結晶部分の断面 SEM 写真.

