楕円ダブルホールフォトニック結晶レーザの特性評価

Lasing characteristics of elliptical double-hole photonic-crystal lasers 京大工¹, 三菱電機先端総研² ^O吉田 昌宏¹, De Zoysa Menaka¹, 福原 真¹, 河崎 正人², 初田 蘭子¹, 田中 良典¹, 石崎 賢司¹, 野田 進¹ Kyoto Univ.¹, Mitsubishi Electric², ^oM. Yoshida¹, M. De Zoysa¹, S. Fukuhara¹, M. Kawasaki², R. Hatsuda¹, Y. Tanaka¹, K. Ishizaki¹, S. Noda¹ E-mail: masahiro@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp

「序」フォトニック結晶レーザ(PCSEL)は、2次元フォトニック結晶のバ ンド端共振作用を活用した大面積コヒーレント半導体レーザである.こ Top view れまでに、我々は、高ビーム品質・高出力動作の実現に向けて、MOVPE により空孔を残した状態での再成長を行い^{1,2)}、室温、連続条件において ワット級の光出力を得ることに成功している³⁾.また、本レーザの更な Cross-る大面積化・高出力化に向けて、高さに差を付けた2つの空孔を単位格 view 子点としたダブルホールフォトニック結晶構造を提案している⁴⁾.前回, 空孔形状が楕円のダブルホール構造(図 1)をもつ PCSEL の作製に成功し、 Fig. ellip

遠視野像,近視野像など,より詳細な特性評価を行った結果について報告する.

[デバイス構造] n-GaAs 基板上に, n-A, 有機ヒ素原料を用いた MOVPE により成長した. 次に, p-GaAs 上に高さの差を付けた楕 円ダブルホールパターンを形成した. 続いて, MOVPE によりフ オトニック結晶上に, p-AlGaAs クラッド層を再成長することによ り, 空孔をデバイス内部に埋め込んだ. 断面 SEM 像から推定し た再成長後空孔の立体形状を図2に示す. この立体形状を用いた 理論解析により, 300 µm 角の発振面積においても, 基本, 高次モ

ード間の閾値利得差 Δα~4.8 cm⁻¹を保ち,単一モードでの発振が見込まれることを確認した.最後に,電流注入面積が 300 μm 角となるように正方形電極を形成し,デバイス化した.

【特性評価】図 3(a)に I-L 特性(パルス駆動: 500 Hz, 25 ns)を示す. 同図より, 閾値電流~725 mA (~0.8 kA/cm²), スロープ効率~0.55 W/A であることがわかる. 駆動装置の上限の電流値 *I*=8A において, 最大で~4.5 W の ピーク出力が得られた. 図 3(b)に各電流値(*I*=2, 4, 6, 8A)における遠視野像を示す. 同図より, 極めて狭い 拡がり角を持つ単峰状のビームパターンが得られていることがわかる. 楕円ダブルホール構造の導入によ

り,300 µm 角という面積においても高次モードの発振を 極力抑制し, *I* = 2A 程度までは回折限界に近い高いビ ーム品質(M²~1.2), *I*=8A においても, M²<2のビーム 品質が維持されることが示された.発振スペクトルや理 論計算との比較など,詳細は当日報告する.また CW 動 作特性などは別途報告するの. [**謝辞**] 本研究はJSTACCELおよ び文科省光拠点の支援を受けた. [文 献] 1) 長瀬他,2009 年秋応物 8p-B-6. 2) M. Yoshida, et al., *Appl. Phys. Express* 9,062702 (2016). 3) K. Hirose, et al., *Nature Photonics* 8,406 (2014). 4) 田中他, 2016 年春応物 21a-S621-3. 5) 吉 田他,2016 年秋応物 15p-B4-16. 6) 福原他,本応物.



elliptical double-hole structure.



Fig. 2. Estimated 3D structure of double-holes after the regrowth.



