

フォトニック結晶レーザと2次元マトリックストランジスタの集積

Photonic Crystal Lasers with Two-Dimensional Matrix of Transistors

○福原 真, 小林 大河, Menaka De Zoysa, 石崎 賢司, 吉田 昌宏, 初田 蘭子, 田中 良典, 野田 進
京大院工

○S. Fukuhara, T. Kobayashi, M. De Zoysa, K. Ishizaki, M. Yoshida, R. Hatsuda, Y. Tanaka, S. Noda
Kyoto Univ.

E-mail: shin.fukuhara@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] フォトニック結晶レーザ(PCSEL)は、量子井戸近傍に設けた2次元フォトニック結晶におけるバンド端共振効果を活用した大面積・面発光半導体レーザである。本レーザは大面積コヒーレント動作に加え、ビームパターン²⁾の制御、出射方向の制御³⁾など多機能性を有する新型半導体レーザである。前回、面内相互引き込み現象⁴⁾を活用した面内発振状態のオンデマンド制御や、出射方向の制御などが可能となるように、面内の発振領域を任意に駆動可能な2次元マトリックス状のトランジスタ構造をPCSELに導入可能なことを提案した⁵⁾。今回、PCSEL上に、2次元マトリックストランジスタを作製し、かつ、所望の領域を駆動することに成功した結果を報告する。

[実験] マトリックストランジスタを導入したPCSELを模式的に図1に示す。本構造では、エミッタラインとベースラインの交点を選択的に励起出来、狙った領域に電流注入が可能である。集積デバイスは、基板上に、PCSEL構造を形成したのち、反射膜としてDBR (distributed Bragg reflector)を形成し、その上に、厚さ500nmのp-GaAsコレクタ層、厚さ450nmのn-GaAsベース層、厚さ550nmのp-Al_{0.35}Ga_{0.65}Asエミッタ層からなるヘテロ接合pnpトランジスタ構造が形成されている。その後、ベース層の露出、素子分離を行い、エミッタ電極とベース電極を形成した。エミッタのサイズは30 μ m角とし、エミッタ用とベース用のライン電極をSiO₂の絶縁膜を挟んで形成し、10 \times 10のマトリックス構造とし、最後にn型窓電極を形成した。図2の断面SEM像に示すように、PCSEL上にマトリックストランジスタが良好に集積出来ていることが分かる。異なる2つの単一領域を発振させたときの、試料の窓電極側(n側)から観測した近視野像をそれぞれ図3に示す。図4には図3(a)の領域の発振スペクトルを示す。発振波長は狙いの~940nmで、このときのコレクタ電流は35mAであった。これらの図より、狙った領域を選択的に発振させられることが分かる。複数領域を同時駆動させたときの動作など、詳細は、当日報告する。なお、本研究は、JST CRESTの支援を受けた。

[文献] [1] K. Hirose et al, *Nature Photonics*, **8**, 406 (2014). [2] E. Miyai et al, *Nature*, **441**, 946 (2006). [3] 沖野他, 2013年春応物 28p-C1-14. [4] 小林他, 2017年春応物 14p-P7-4. [5] 小林他, 2018年春応物 20a-P3-13.

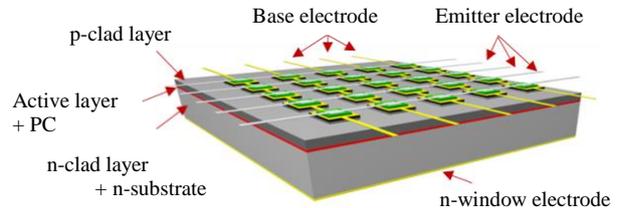


Fig. 1. Schematic diagram of the PCSEL with 2D matrix of transistor

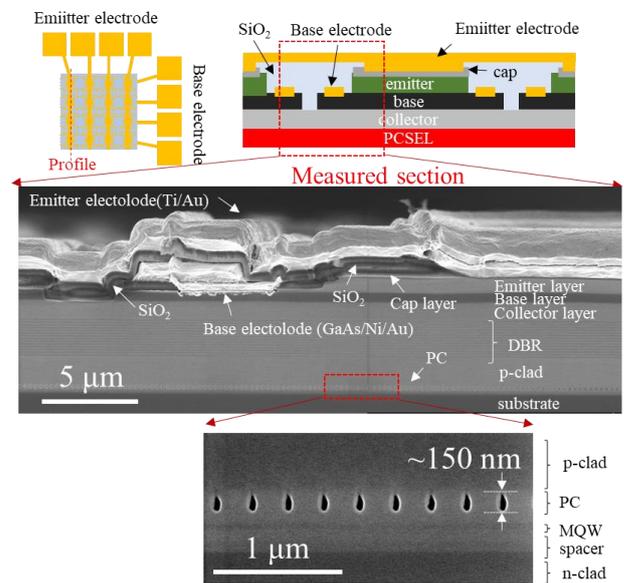


Fig. 2. Cross sectional view of the PCSEL with 2D matrix of transistor

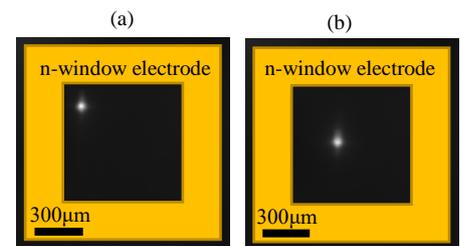


Fig. 3. Near-field pattern after lasing.

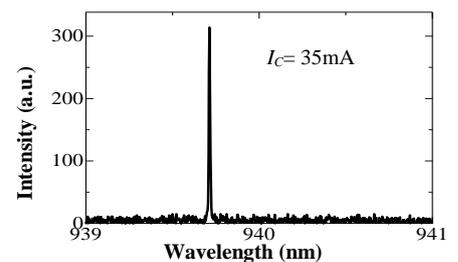


Fig. 4. Spectrum after lasing. (at Fig3(a).)