

Er,O 共添加 GaAs 2 次元フォトニック結晶ナノ共振器の作製と光学特性 Fabrication and optical properties of a two dimensional photonic crystal nanocavity with Er,O-codoped GaAs

阪大院工 ○藤岡 夏輝, 小川 雅之, 木村 大樹, 東 諒磨, 館林 潤, 藤原 康文

Osaka Univ. ○Natsuki Fujioka, Masayuki Ogawa, Taiki Kishina, Ryoma Higashi, Jun Tatebayashi, Yasufumi Fujiwara

E-mail: natsuki.fujioka@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 我々のグループでは、半導体中に添加された希土類元素による光学特性について研究を行っており、本研究では、小さなモード体積 (V) に比して高い共振器 Q 値をもつ 2 次元フォトニック結晶ナノ共振器¹と半導体中の希土類元素の原子核内遷移による発光を結合させることにより、単一原子が生み出すフォトン場の制御を目的としている。今回我々は希土類添加半導体の中でも Er-2O 発光中心に着目した。これは GaAs 薄膜中に Er および O 原子を共添加することで得られ², 石英系光ファイバの通信波長帯である波長 $1.5\mu\text{m}$ 付近に温度安定性の極めて高く (0.001 nm/K)^{3,4}, かつ鋭い輝線スペクトルを示すことから光通信への応用が期待できる。今回, Er,O 共添加 GaAs を活性層とした 2 次元フォトニック結晶ナノ共振器を作製し, その光学特性を評価したので, これを報告する。

【実験手法】 本研究では有機金属気相エピタキシャル (MOCVD) 法を用いて結晶成長を行い, GaAs 基板上 AlGaAs 犠牲層の上に, 活性層である Er,O 共添加 GaAs 層 ($\sim 250\text{ nm}$) を成長した。その後, 電子線描画, ICP ドライエッチングにより, フォトニック結晶光ナノ共振器を作製した。フォトニック結晶光ナノ共振器としては, 高い Q/V 値を示すことが報告されている H0 型共振器⁵を利用した。作製した試料に対して顕微フォトルミネッセンス (micro-photoluminescence: $\mu\text{-PL}$) 測定法を用いて, 温度制御による共振器モード波長のチューニングを行い, Er-2O 発光中心による発光と共振器モードをカップリングさせ, その発光を低温で測定した。

【実験結果と考察】 作製した H0 型共振器の上面 SEM 像を Fig. 1 (a) に, 鳥瞰 SEM 像を Fig. 1 (b) に示す。温度制御を用いたチューニングによる共振器モード波長の変化の様子と, GaAs 内 Er-2O 発光ピークとのカップリングの顕微 PL スペクトルを Fig. 2 に示す。Fig. 2 に示すスペクトルの測定に用いた H0 型共振器の円孔と円孔の間隔 (格子定数) は 402.5 nm であり, 共振器ピークと半導体中希土類の発光ピークのカップリングにより発光ピークの先鋭化と発光強度の増大が観測された。詳細な光学特性については, 当日議論を行う。

- [1] E. Yablonovitch, *Phys. Rev. Lett.* **58**, 2059-2062(1987).
- [2] A.Koizumi, Y. Fujiwara et al., *Appl. Phys. Lett.* **83**, 4521 (2003).
- [3] J. Continho et al., *Appl. Phys. Lett.* **84**, 1683(2004).
- [4] C. P. Michael et al., *Appl. Phys. Lett.* **82**, 1341-1343(2003).
- [5] U. P. Dharanipathy, *Appl. Phys. Lett.* **105**, 101101 (2014)

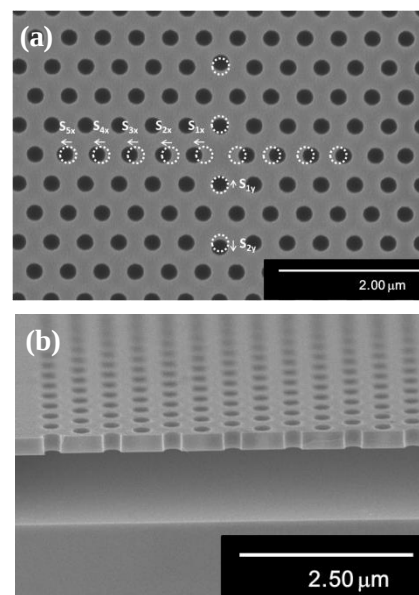


Fig. 1 SEM images of H0 photonic crystal cavity (a) top view and (b) bird's eye view.

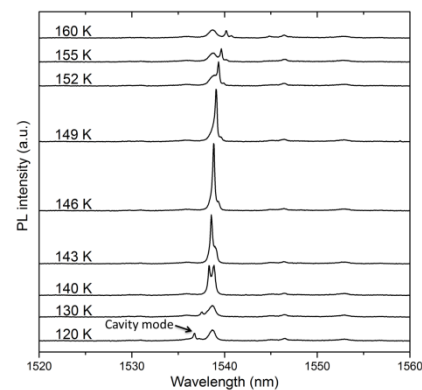


Fig. 2 $\mu\text{-PL}$ spectra of on-resonant and bulk GaAs:Er:O.