

高共振器 Q 値実現に向けた Er,O 共添加 GaAs マイクロディスクの 作製プロセスの検討

Study on the fabrication process of Er,O co-doped GaAs microdisks towards enhancement of the Q factor

阪大院工 °東 諒磨, 小川 雅之, 館林 潤, 市川 修平, 藤原 康文

Osaka Univ. °R. Higashi, M. Ogawa, J. Tatebayashi, S. Ichikawa, and Y. Fujiwara

E-mail: ryoma.higashi@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 希土類添加半導体の一種である GaAs:Er,O は GaAs 薄膜中に Er 及び O 原子を共添加することで得られ、光通信用波長帯 1.5 μm 付近に温度安定性の極めて高く、且つ鋭い輝線スペクトルを示すため、光周波数基準光源として注目を集めている。これまで我々のグループでは GaAs:Er,O を活性層に用いた発光ダイオードを実現しており[1]、現在レーザ実現に向け研究を進めている。レーザ発振に向けた光共振器の一つとしてマイクロディスクに着目する。この構造は周回モード(Whispering Gallery Mode : WGM)[2]により共振器内部に光を強く閉じ込めるため低閾値微小レーザ構造として有用である。我々は、Er,O 共添加 GaAs マイクロディスク構造を作製し、光学特性を評価した結果、Er からの発光増強 (共振器 Q 値 4200) を観測することに成功した[3]。本発表では更なる共振器 Q 値向上に向けて作製プロセスの改善を検討したのでこれを報告する。

【実験方法と結果】 本研究では OMVPE 法により GaAs 基板上 AlGaAs 犠牲層の上に活性層として Er,O 共添加 GaAs 層を 450 nm 成長した。試料成長後、電子線描画により円孔パターンを描画しその上に電子線蒸着により SiO₂ マスクを形成し、誘導結合性プラズマエッチングによってマスクで保護された部分以外の活性層のドライエッチングを行った。その後、SiO₂ マスクを除去しクエン酸を用いたウェットエッチングにより活性層を 250 nm まで薄くした。最後にフッ酸を用いたウェットエッチングにより犠牲層をアンダーカットし、マイクロディスク構造を形成した(Fig. (a))。共振器 Q 値を減少させる要因の一つに側壁の表面荒れによる散乱の影響が考えられる。そこで、誘導結合性プラズマエッチングによってディスク構造を形成した後にディスク表面をウェットエッチングすることにより、生じた側壁の表面荒れの軽減を図った(Fig. (b)及び(c))。作製した Er,O 共添加 GaAs マイクロディスク光共振器構造に対して He-Ne レーザ(633 nm)を用いて顕微 PL 測定を行った。Fig. (d)に温度 295 K、励起強度 10 μW における PL スペクトルを示す。マイクロディスク構造から WGM 由来の共振器モードと Er-2O 発光の結合に起因した発光強度の増大が観測された。1536 nm 付近の共振ピークは半値幅 0.14 nm であり、共振器 Q 値に換算して 10700 が得られた。Q 値向上の要因として、表面荒れの改善に加えディスク側壁にウェットエッチング過程で角度がついたためと推測される(Fig. (c))[4]。

【謝辞】 本研究は科研費「特別推進研究 (No.18H05212)」の支援を受けた。

【参考文献】 [1] A. Koizumi, Y. Fujiwara *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **42**, 2223 (2003). [2] T.Baba, IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics **3**(3), 808-830 (1997). [3] 東 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-235-11. [4] T. J. Kippenberg *et al.*, Phys. Rev. A **74**, 051802(R) (2006).

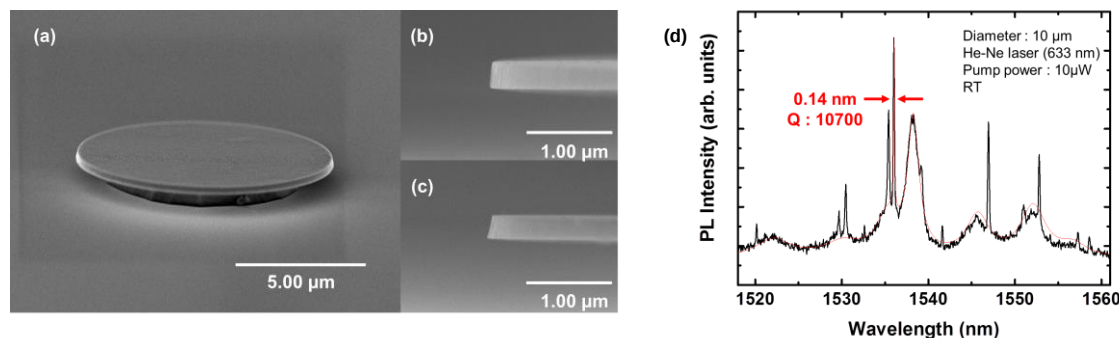


Fig. (a) SEM image of a 10- μm -diameter GaAs:Er,O microdisk resonator. (b,c) Side-view SEM images of the edge of the microdisks (b) without and (c) with wet-etching process. (d) Photoluminescence spectrum at 295 K of GaAs:Er,O microdisk with an incident pump power of 10 μW .