

InP 系リング共振器の周回損失と共振特性の評価

Characterization of Round Trip Loss and Resonance of InP semiconductor ring resonators

東京農工大工¹, GenISys² ○川原井カノン¹, 西山知志¹, 小林優香¹, 押切嶺於¹, 清水諭², 清水大雅¹

Tokyo Univ. of Agri. & Tech.¹, GenISys², ○C. Kawarai¹, S. Nishiyama¹, Y. Kobayashi¹, R. Oshikiri¹, S. Shimizu², H. Shimizu¹

E-mail: h-shmz@cc.tuat.ac.jp

【はじめに】

リング共振器は、波長分割多重通信における波長選択やへき開不要のリングレーザに応用できる重要なデバイスの一つである。半導体リングレーザの一部に光アイソレータを集積することでレーザの一方向発振が可能となり、長さ 500 μm の TM モード光アイソレータの集積による一方向発振が曲げ半径 300, 500 μm の共振器にて報告されている[1]。我々はこれまで、曲げ導波路の半径を低減できるハイメサ導波路と整合性のよい TE モード導波路光アイソレータとの集積プロセスを提案し、半径 50 μm のリング共振器において完全結合長 62 μm の共振特性を得た[2]。作製したリング共振器に電流注入構造を設け、発光特性を評価したところ、レーザ発振には至らなかった[3]。レーザ発振を実現し、しきい値電流を低減するには、周回損失を低減すること、および、共振時の周回特性を向上することが重要である。曲げ半径を小さくすると伝搬損失は低下する一方で、曲げに伴う放射損失は大きくなる。そこで本研究では曲げ半径の異なる曲げ導波路を作製し、周回損失を評価し比較した。また、周回損失が最小となるリング共振器の共振時の山谷比と方向性結合器の長さとの関連性について評価を行ったので報告する。

【素子構造と作製結果】

本研究で用いるリング共振器は、InP 基板上的 InGaAsP 量子井戸層をコア層とした光導波路からなり、方向性結合器のギャップの幅を 0.1 μm 、導波路幅を 2 μm とした。また、リング半径 R を 50, 100, 150 μm 、方向性結合器長 l を 15, 30, 45, 60, 75, 90 μm としたリング共振器と、リング共振器と同じ半径を持つ曲げ導波路を CH_4/H_2 による ICP-RIE を用いて作製した。曲げ導波路及び直線導波路の波長 1600 nm 近辺のファブリペロー共振特性を測定し、TM モードに対する測定結果を基に各曲げ半径に対する長さ $2\pi R$ の周回損失を算出した結果を図 1 に示す。 $R = 100 \mu\text{m}$ の時、伝搬損失と放射損失の組み合わせで決まる周回損失が最小となることがわかった。 $R = 100 \mu\text{m}$ の時のファブリペロー共振特性を図中に示す。図 2 に TE モードの入射光に対する $R = 100 \mu\text{m}$ のリング共振器の共振時の山谷比と方向性結合器の長さ l の関係を示す。 $l = 45 \mu\text{m}$ の時、山谷比は最大値 17 dB をとり、最も鋭い共振を示した。 $l = 45 \mu\text{m}$ の時の共振スペクトルを図中に示す。今後、作製したリング共振器に電流注入構造を設け、リングレーザの特性を評価し、本研究で得られた周回損失の大小と発振しきい値電流の間関係の評価する。

【謝辞】 本研究では 4 大学ナノ・マイクロファブリケーションコンソーシアム、東京工業大学微細加工プラットフォームを利用させていただきました。関係者の皆様に御礼申し上げます。

【参考文献】 [1] G. Takahashi et al., 22nd IPRM, 2010, FrA1-5. [2] 小林他 2020 年第 67 回応用物理学会 春季学術講演会 12a-B406-2. [3] 西山他 2020 年第 81 回応用物理学会学術講演会 8a-Z16-1.

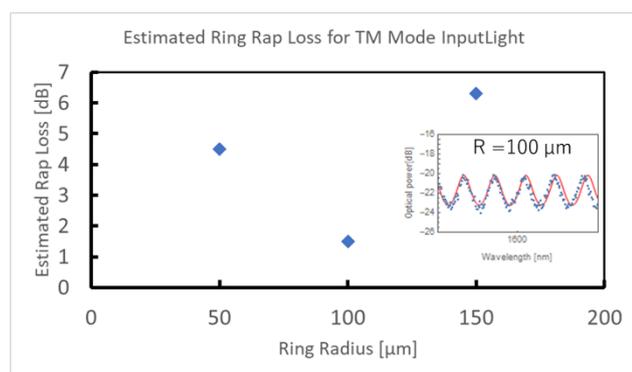


図 1.測定結果から算出したリング各半径に対する周回損失 (TM モード)

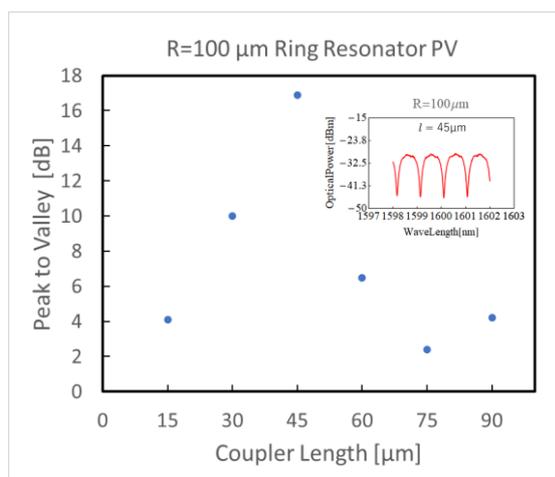


図 2.リング共振の山谷比と方向性結合器の長さ l の関係 ($R = 100 \mu\text{m}$)