

一方向発振半導体リングレーザのしきい値電流の予測

Estimation of the threshold current in the unidirectional semiconductor ring lasers

東京農工大工 ○坂東敬広 田澤耕明 薄葉哲史 阪西祥平 岡崎大輔 清水大雅

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., ○Takahiro Bando, Komei Tazawa, Satoshi Usuba, Syouhei Sakanishi,
Daisuke Okazaki and Hiromasa Shimizu

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

[はじめに]半導体リングレーザ[1]は、レーザ発振のためのへき開ミラーが不要であり、共振器損失を任意の値に設定できる点、また他の光学素子との一体集積化が可能であるという特徴がある。しかしながら、リングレーザの発振方向には時計回りと反時計回りの二方向が存在し、その制御や集積化が困難である。そこで我々は、半導体リングレーザに光アイソレータ[2]を集積した一方向発振リングレーザの開発を目指し、リングレーザの周回帰還光の注入同期による光フリップフロップメモリや光共振効果による光アイソレーションの増大を目指している。高橋らは半導体光アイソレータと半導体リングレーザを集積した一方向発振リングレーザのプロトタイプを実現した[3]。文献[3]ではリング共振器からの光出力の取出しで Y 分岐導波路が用いられている。Y 分岐導波路では合流の際に 3dB の原理損失が生じる。そこで、我々は結合長によって任意の分岐比が実現可能な方向性結合器を用いた一方向発振リングレーザの設計と制作を行っている。本発表では半導体光アイソレータの伝搬損失を考慮して、方向性結合器を用いた一方向発振リングレーザの閾値電流を予測し、閾値電流低減のための条件を考察したので発表する。

[半導体リングレーザのしきい値]図 1 に計算のために想定した一方向発振リングレーザの模式図を示す。半導体リングレーザの閾値電流密度を決める損失は 1.方向性結合器の分岐比による共振器損失、2.曲げ損失、3.半導体光アイソレータの強磁性金属による伝搬損失である。導波路幅 W は $2\mu\text{m}$ 、リング共振器の半径 R は $300\mu\text{m}$ である。半径 $300\mu\text{m}$ での曲げ損失はゼロと見なし、今回の計算では曲げ損失を考慮せずに計算した。方向性結合器と半導体光アイソレータ部の長さ、及び、方向性結合器の導波路間隔 G と共振器長を変化させたときの閾値電流を計算した。

[実験内容及び実験結果]共振器長が $500\text{--}1320\mu\text{m}$ の FeCo/InGaAlAs/InP からなる増幅性のファブリペロー型半導体光アイソレータの閾値電流を測定した。半導体光アイソレータの強磁性金属による損失は 97cm^{-1} となった。上記の損失 1-3 を基に一方向発振リングレーザの閾値電流の共振器依存性を計算した。今回の計算では、リング共振器全体に強磁性金属による伝搬損失が加わっていると仮定したため、閾値電流の最大値が算出される。方向性結合器部の間隔 G を $1.0, 1.5, 2.0\mu\text{m}$ としたときの計算結果を図 2 に示す。図 2 より、共振器長を長くするに伴って閾値電流が増大すること、及び、共振器損失が低下する共振器長で閾値電流が低下した。閾値電流を下げるには、方向性結合器の導波路間隔 G をより狭くして結合長を小さくすること、及び、一方向発振動作に必要な消光比を維持しながら半導体光アイソレータ部の長さを小さくすることが必要である。

参考文献

- [1] Dominik et al, IEEE J. Select. Topics Quantum Electron., **13**, pp. 1249-1256, (2007).
[2] H. Shimizu et al., Jpn. J. Appl. Phys., **51**, 02BG02 (2012).
[3] G. Takahashi et al., 22nd Int. Conf. Indium Phosphide and Related Materials, FrA1-5, (2010).

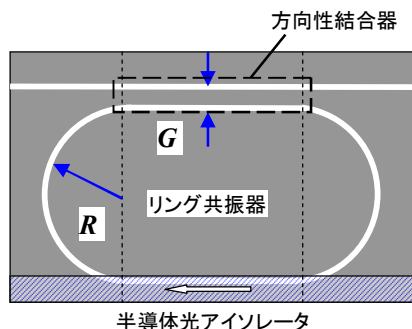


図 1 一方向発振リングレーザ構造模式図

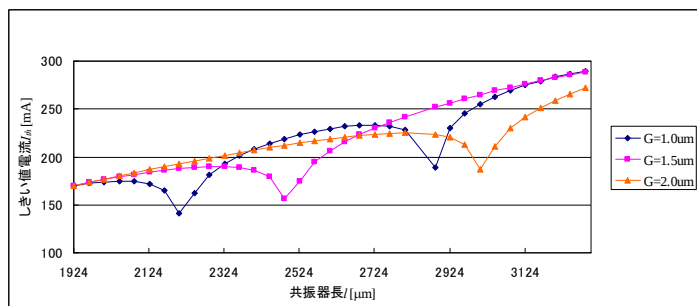


図 2 一方向発振リングレーザの共振器長と閾値電流の関係の計算結果