

課題番号 : F-19-IT-0043
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 導波路光アイソレータを集積した InP リング共振器の研究
Program Title (English) : Research on InP ring resonators integrated with a waveguide optical isolator
利用者名(日本語) : 駒込泰輝, 西山知志, 小林優香, 清水大雅
Username (English) : H. Komagome, S. Nishiyama, Y. Kobayashi, and H. Shimizu
所属名(日本語) : 東京農工大学 工学府 電気電子工学専攻
Affiliation (English) : Tokyo University of Agriculture and Technology
キーワード/Keyword : 光アイソレータ、半導体レーザ、フォトニクス、有機金属気相成長装置、成膜・膜堆積

1. 概要(Summary)

光アイソレータは光の伝搬方向を一方向に限定し、半導体レーザ(LD)への反射戻り光を遮断し安定動作させるのに必要不可欠な素子である。半導体光導波路の一部に強磁性金属を製膜し横磁気カー効果による非相反損失を利用した半導体光アイソレータ[1]はLDと一体集積可能である他、リングレーザの共振器の一部に集積し、発振方向を一方向に限定し外部信号光による注入同期と発振状態の維持を利用した光メモリ動作が期待できる等、様々な応用が期待できる。多くのLDはTEモードで発振するため、TEモードで動作する半導体光アイソレータが望まれる。今回、東京工業大学の有機金属気相成長装置を利用して製膜された半導体レーザ構造をもつInP基板上的エピウエハをリング共振器に加工し、導波路の側壁の一部に強磁性金属を製膜するデバイス作製プロセスを開発した。作製したデバイスに磁場を加えた時のリング共振特性を評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

有機金属気相成長装置, フォトルミネッセンス測定装置, 薄膜評価用試料水平型X線回折装置

【実験方法】

エピウエハに電子線描画と反応性イオンエッチングによりリング共振器構造を作製した。リング共振器の周回導波路の一部の側壁に Al_2O_3 バッファ層を介して、強磁性金属Fe層と、高導電率のAu層、 Al_2O_3 保護層を電子線描画装置により製膜した。リング共振器の半径 R は $50\ \mu\text{m}$ 、方向性結合器と光アイソレータ部の長さ l は $20, 40, 50, 60, 80, 100\ \mu\text{m}$ とした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に作製したリング共振器の光学顕微鏡写真を示

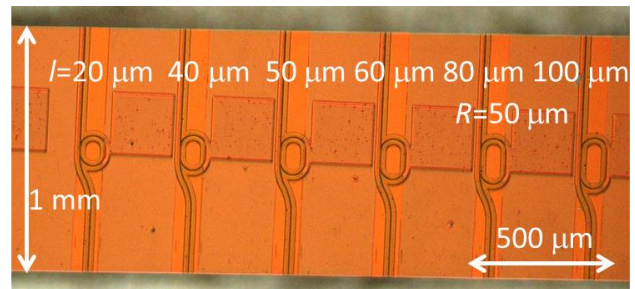


Fig. 1 An optical microscope image of InP ring resonators integrated with TE-mode semiconductor waveguide optical isolators.

す。波長可変レーザを入力光とし、リング共振器の透過光強度の波長依存性をTEモードに対して測定したところ、 $l = 20, 40, 50, 80\ \mu\text{m}$ のとき、リング共振を確認した。共振の山谷比は $l = 50\ \mu\text{m}$ のときに最大であった。基板に垂直な方向に $\pm 2\ \text{kG}$ の磁場を印加したところ、共振波長における透過光強度が変化した。今後、他の方向性結合器長をもつリング共振器の透過光強度の印加磁場による変化を評価し、系統的に考察する。また、リング共振器に電流を注入するためのデバイス作製プロセスを確立し、本研究と合わせてリングレーザの一方向発振化を目指す。

4. その他・特記事項(Others)

参考文献 [1] H. Shimizu et al., Jpn. J. Appl. Phys., 53 072701 (2014).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 西山知志, 小林優香, 駒込泰輝, 荒雄也, 清水大雅, 2020年春季第67回応用物理学関係連合講演会 12a-B406-1, 令和2年3月12日.

(2) 小林優香, 西山知志, 駒込泰輝, 清水諭, 清水大雅, 2020年春季第67回応用物理学関係連合講演会 12a-B406-2, 令和2年3月12日.

6. 関連特許(Patent)

なし