

シリコン両側マイクロリング共振器装荷型マッハ・ツェンダー光変調器 動作実証と評価

Demonstration and characterization of silicon double microring resonator-loaded Mach-Zehnder modulator

¹横浜国大院工 ²中部大 [○]立川 準¹, 大和 良隆¹, 國分泰雄², 荒川 太郎¹

¹Yokohama National Univ., ²Chubu Univ. [○]J. Tatsukawa¹, Y. Yamato¹, Y. Kokubun², and T. Arakawa¹

E-mail: tatsukawa-jun-mp@ynu.jp, arakawa-taro-vj@ynu.ac.jp

1. はじめに

マイクロリング共振器装荷型マッハ・ツェンダー光変調器 (MRR-MZM) は, MRR の位相変化増大効果と MZ の干渉効果を組み合わせることで, 低電圧動作, 素子サイズの小型化が期待できる[1-3].

今回, MRR を MZ の両アームに1つずつ装荷させたシリコン両側 MRR 装荷 MZM (D-MRR-MZM) の動作実証とパラメータフィッティングによる特性評価を行ったので報告する.

2. 素子構造

D-MRR-MZM の概略図を Fig.1 に示す. 導波路には, 幅 400 nm, 高さ 210 nm のリブ形シリコン細線を用いた. D-MRR-MZM は両アームに縦型 pn 接合を有する MRR が装荷され, キャリアプラズマ効果により位相変調器として動作する. 二つのリングには MRR の共振波長調整用の TiN ヒーターが設置されている. push-pull 駆動を行うことで 2 つの MRR をそれぞれ $\pm\pi/2$ 変調している. これにより片側 MRR 装荷 MZM (S-MRR-MZM) と比較して低電圧動作が期待できる.

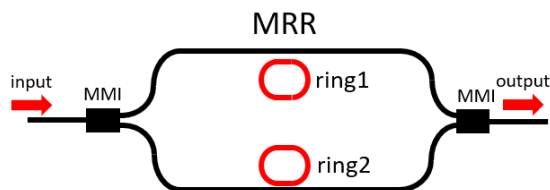


Fig.1 Schematic top view of Si D-MRR-MZM.

3. 特性評価

D-MRR-MZM は SITRI のマルチマルチプロジェクトウエハとして作製し, その特性評価を行った. MRR の設計値は, MRR-バスライン導波路間の結合率 $K=0.1$, リング周長 $L=130\ \mu\text{m}$ である. DC 変調特性の測定結果を Fig. 2 に示す. 動作波長 $\lambda=1549.79\ \text{nm}$ において, 駆動電圧 2.3 V で消光比 34 dB が得られ, Si S-MRR-MZM[3]と比較して低電圧動作かつ高消光比を確認した. 印加電圧 0 V において, 結合率 K , リング 1 周当たりの電界透過率 a , MZ 干渉計のアーム初期位相差 ϕ , リング周長差 ΔL , MZ 干渉計の入力側 MMI カプラの分岐比 X をパラメータとし, 評価関数を残差平方和と π 電圧としてフィッティングを行った. 結果を Fig. 3 に示す.

また, この時, MZ アーム初期位相差 ϕ は挿入損失と π 電圧を決定する重要なパラメータになっており (Fig. 4), ヒーター補正することで, 低い挿入損失かつ低電圧動作が期待できる.

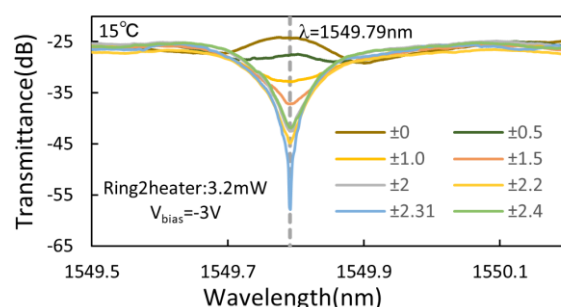


Fig. 2. DC modulation characteristics of Si D-MRR-MZM

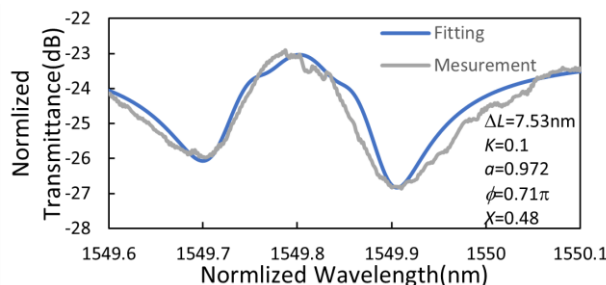


Fig. 3. Measured and fitted transmittance spectra without applied voltage.

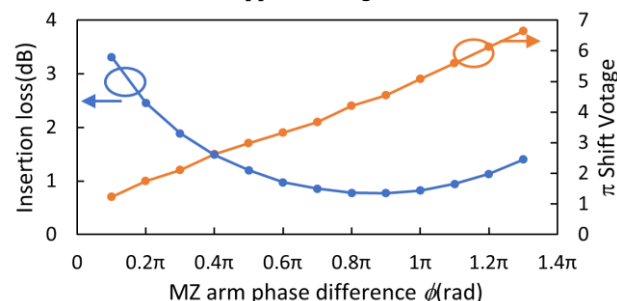


Fig. 4. Calculated insertion loss and π shift voltage as function of initial phase difference ϕ .

参考文献

- [1] H. Kaneshige *et al.*, Opt. Express, **21**, 16888 (2013).
- [2] Y. Yabushita *et al.*, MOC 2017, A-4 (2017).
- [3] Y. Yabushita *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 08PC05 (2018)