インターリーブ型 PN 接合を有する シリコンマイクロリング装荷型マッハ・ツェンダー光変調器 Silicon microring resonator-loaded Mach-Zehnder modulator with interleaved PN junctions

^O本間 洋行, Rajdeep Gautam,荒川 太郎, 國分 泰雄,(横国大院工)

^oHiroyuki Homma, Rajdeep Gautam, Taro Arakawa, and Yasuo Kokubun (Yokohama National Univ.) E-mail: {arakawa, ykokubun}@ynu.ac.jp

【はじめに】マッハ・ツェンダー干渉計のアーム部に マイクロリング共振器(MRR)を装荷した,MRR 装 荷型マッハ・ツェンダー光変調器(MRR-MZM)は, MRR での位相変化増大効果により,大幅な動作電圧 の低減,素子サイズの小型化が期待できる[1,2].これ まで,我々はコア層に InGaAs 多重量子井戸を用いた MRR-MZM の提案と動作実証を行ってきた[2].

今回,位相変調部にインターリーブ型 PN 接合を用 いたシリコン MRR-MZM を提案し,作製、変調特性 の評価を行ったので報告する.

【素子構造】 提案する MRR-MZM の概略図を Fig. 1(a) に示す. MZ 干渉計の片側アームにマイクロリン グ共振器部を有し,位相変調部となっている.位相変 調部の PN 接合は,導波路側面に対し垂直な接合面を もつ ラテラル型よりも大きな屈折率変化が得られる インターリーブ型 PN 接合[3]を採用する.インター リーブ型 PN 接合部の上面および断面模式図を Fig. 1(b)に示す.マッハ・ツェンダーに装荷されているマ イクロリング共振器の周長は 134 µm,共振波長間隔 (FSR) は 4.24 nm となっている.

【特性評価】IME の CMOS コンパチブルプロセスに よりインターリーブ型 PN 接合を有する MRR-MZM を 作製し,その特性評価を行った. MRR-MZM の上面か らの顕微鏡写真図を Fig. 2 に示す. この顕微鏡写真で は MZM に MRR が 3 つ装荷されている構造となって いるが,これは FSR の理論値が 4.2nm であることを活 かし MRR の共振波長をわずかにずらして MRR がそ れぞれ独立動作するように設計されている. また位相 変調部の P, N 領域のキャリア密度はそれぞれ $P=9.52 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $N=5.71 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ である.

動作波長 1542.84 nm の MRR-MZM の DC 変調特性 を Fig. 3 に示す. 比較のため,通常のラテラル型 PN 接合を有する同構造の MRR-MZM の特性も示した. インターリーブ型の動作電圧は 5.0V であり,ラテラ ル型 (6.1 V) に比べ約 1 V の低電圧化していることが わかる. また消光比は 11.5 dB となっている. 変調性 能は $V_{\pi}L$ =0.074 Vcm と通常の MZM と比較して大きく 低減することができた.消光比は,入力カプラの光パ ワー分岐比を調整することで,改善できる.

参考文献

- [1] J. E. Heebner *et al.*, Opt. Lett. **29**, 769 (2004).
- [2] H. Kaneshige et al., Opt. Express 21, 16888 (2013).
- [3] Z-.Y. Li et al., Opt. Express 17, 15947 (2009).

謝辞

本研究の一部は、科研費(15H03577)の助成を受けて行われた.



Fig.1. (a) Schematic top of proposed MRR-MZM. (b) Schematic top and cross-sectional views of interleaved PN junction.



Fig.2. Optical microscope image of fabricated interleaved MRR-MZM.



Fig.3. Measured static modulation characteristics of MRR-MZM with lateral and interleaved PN junctions.