

低電圧動作量子井戸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の設計と作製

Design and Fabrication of Low-Voltage Single Microring Resonator-Loaded Mach-Zehnder Optical Modulator

横浜国大院¹・中部大学² ○鶴田 靖昭¹, 大塚 哲志¹, 國分 泰雄², 荒川 太郎¹

○Yasuaki Tsuruta¹, Satoshi Ohtsuka¹, Yasuo Kokubun, Taro Arakawa²

Yokohama National Univ.¹ Chubu Univ.²

E-mail: tsuruta-yasuaki-jr@ynu.jp, arakawa-taro-vj@ynu.ac.jp

1. 研究背景・目的

光変調器は、光通信ネットワークを支えるキーデバイスの一つであり、高速化・低動作電圧化が求められている。我々はこれまで、半導体レーザとの集積化に有利な化合物半導体光変調器の低動作電圧化を目指し、InGaAs/InAlAs 五層非対称結合量子井戸 (FACQW)^[1]をコア層に採用し微小リング共振器を装荷したマッハ・ツェンダー光変調器 (MRR-MZM) を提案、開発し、低電圧動作を実証してきた^[2,3]。

今回、さらに動作電圧を低減するため、InGaAs/InAlAs FACQW コア層の構造を最適化した片側 MRR 装荷 MZM (SMRR-MZM) (Fig. 1) の設計を行い、また作製と動作実証を目指したので報告する。

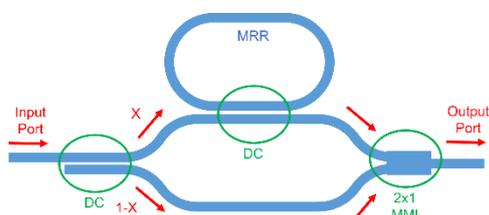


Fig. 1. Schematic top view of SMRR-MZM.

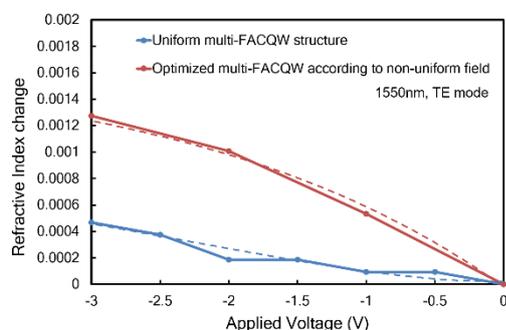


Fig. 2 Measured electric-field induced refractive index changes in uniform and optimized multi-FACQW.

2. 6 構造組み合わせ FACQW

MRR-MZM では、pin 構造の i 層 (多重 FACQW) に逆バイアス電圧を印加し、その電界誘起屈折率変化により光変調器が動作する。 i 層の残留不純物による電界不均一性が電界誘起屈折率変化の劣化を生じさせるので、電界分布を考慮して各 FACQW 構造を最適化した 6 構造組み合わせ多重 FACQW を用いる。Fig. 2 にその屈折率変化特性 (実験値) を示す。電界屈折率変化量が大きく改善される。

3. 片側 MRR 装荷マッハ・ツェンダー型光変調器 (SMRR-MZM) の設計

6 構造組み合わせ多重 FACQW をコア層に有する SMRR-MZM の設計を行った。MRR 部が位相変調器となっており、FACQW の大きな電界誘起屈折率変化と MRR における位相変化増大効果により高効率な位相変調が可能である。両アームの光強度のバランスを保つため入力側のカップラは非対称分岐の方向性結合器 (DC) を用いる。

本デバイスの設計の結果、MRR 周回長 $L = 300 \mu\text{m}$ 、MRR-バスライン導波路間の結合効率 $K = 0.20$ において、動作電圧は 0.66 V 、半波長電圧・変調部長 (L) 積 $V_{\pi}L$ は 0.022 V cm と見積もられ、従来の多重 FACQW MRR-MZM ($V_{\pi}L = 17 \text{ V cm}$) と比較して大幅に低動作電圧化できることがわかった。

SMRR-MZM の作製と特性評価については当日発表する。

参考文献

- [1] T. Arakawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50**, 032204 (2011).
- [2] H. Kaneshige *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **51**, 02BG01 (2012).
- [3] H. Kaneshige *et al.*, Opt. Express, **21**, 16888 (2013).

謝辞

本研究の一部は、科研費・基盤研究 (B) (18H01897) の補助を受けた。