

18a-C6-3

チェビシェフ条件を用いた 4 次直列結合異径リング 波長選択スイッチの損失を考慮した設計

Design of Quadruple Series-Coupled Quantum Well Microring Wavelength-Selective Switch Considering Chebyshev Condition and Losses

横国大院工 ○早坂 伸之, 池原 広樹, 荒川 太郎, 國分 泰雄,

Yokohama National Univ., ○Nobuyuki Hayasaka, Ikehara Hiroki, Taro Arakawa, and Yasuo Kokubun
E-mail: {hayasaka-nobuyuki-bs, arakawa }@ynu.ac.jp

【はじめに】波長選択スイッチ (WSS) の高速化の実現のために、これまで我々は、量子井戸の電界誘起屈折率変化を利用した量子井戸高次直列結合マイクロリング共振器を用いたヒットレス WSS の提案および動作実証を行ってきた[1,2]。さらに、Vernier 効果を用いた波長シフト量、共振波長間隔 (FSR) の拡大を検討してきた。しかし、ドロップポートにおける消光比が不十分で、設計にも導波損失、結合損失が考慮されていないという問題があった。

そこで、本研究では Vernier 効果を導入した 4 次直列結合リング共振器の消光比を増加させるために、チェビシェフ特性を持つ (等リプルのスペクトル) WSS の設計を導波損失、結合損失を考慮して行ったので報告する。

【素子設計】設計を行った 4 次直列結合異径リング共振器の模式図を Fig.1 に示す。L₁, L₂ はリング共振器の周回長、K_b, K_{r1}, K_{r2} は導波路間の結合率を表す。各導波路は、コア層が多重五層非対称結合量子井戸 (FACQW) [3]で構成されたハイメサ導波路を想定した[2]。コア層厚は約 300 nm、導波路幅は 1.45 μm とした。4 次直列結合リング共振器のため、ヒットレススイッチング動作が可能となる[2]

リング導波路における導波損失 (2.1 dB/mm)、結合損失 (0.394dB/coupler)も考慮したチェビシェフ条件を満たすフィルタ特性の結合効率 K_{r1}, K_{r2} の関係を Fig.2 に示す。またその時の結合効率と消光比の関係を Fig.3 に示す。リップル 0.7 dB を許容したチェビシェフ条件を満たす値として、K_b, K_{r1}, K_{r2} はそれぞれ 0.300, 0.0655, 0.00575 と設定した。この場合のドロップポートスペクトルを Fig. 4 に示す。比較として、先行研究[2]である平坦化条件(K_b=0.378, K_{r1}=0.0146, K_{r2}=0.00603)を満たす 4 次直列結合異径リング共振器のスペクトルも示す。

【動作特性】設計した WSS の動作特性 (計算値) を Fig. 4 に示す。電圧を印加した際の屈折率変化量および導波損失は、五層非対称結合量子井戸コア層の実測値[2]を用いた。Vernier 効果により、波長シフト量が 2.23 nm, FSR が 4.15 nm となった。また、消光比も先行研究[2]では 27.4dB であったが、本研究ではリプルを 0.7dB 許容する代わりに 35.7dB に改善できる。

参考文献

- [1] H. Kamiya *et al.*, OFC/NFOEC 2013, OW1C.5 (2013).
- [2] H. Ikehara *et al.*, Opt. Express, **21**, 6377 (2013).
- [3] T. Arakawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **50**, 032204 (2011).

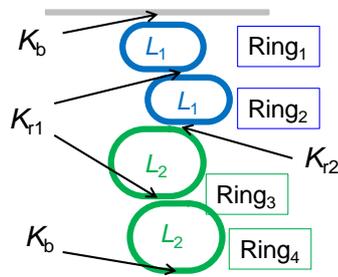


Fig.1. Schematic top view of designed quadruple series-coupled microring WSS. L₁ (=273μm) and L₂ (=408μm) are round-trip lengths of Rings 1 and 2, and Rings 3 and 4, respectively.

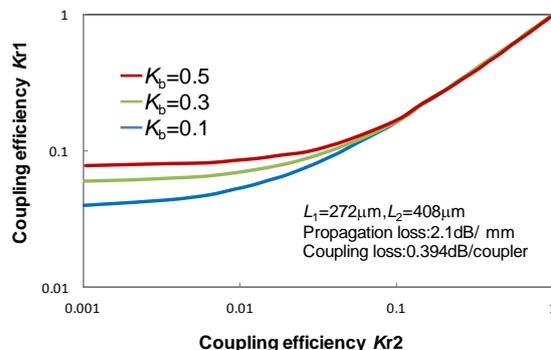


Fig.2. Calculated relation between coupling efficiencies K_{r1} and K_{r2} for Chebyshev response.

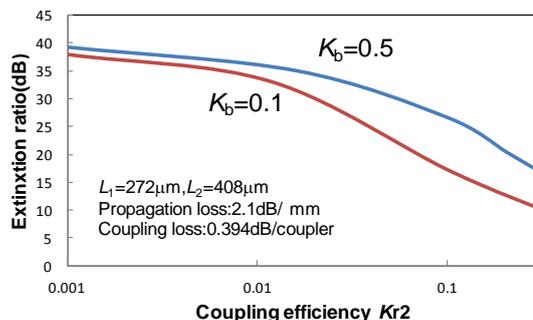


Fig.3. Extinction ratios as functions of coupling efficiency K_{r2} under Chebyshev condition.

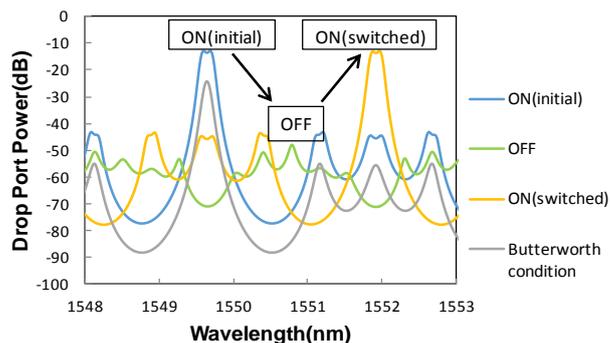


Fig.4. Theoretical spectral responses at drop port of designed WSS. For comparison, spectral response calculated using Butterworth condition is also shown.