

可変波長フィルタのための Nb_2O_5 を用いたリング導波路の検討

A study of ring waveguides using Nb_2O_5 for tunable wavelength filters

神奈川工科大学¹ ○(M2) 中田 竜輔¹, 端山 喜紀¹, 中津原 克己¹, 武田 正行¹

Dept. Electrical and Electric of Engineering, Kanagawa Institute of Technology¹,

○Ryusuke Nakada¹, Yoshiki Hayama¹, Katsumi Nakatsuhara¹, Masayuki Takeda¹

E-mail: rnakada20@ele.kanagawa-it.ac.jp, knakatsu@ele.kanagawa-it.ac.jp

1. はじめに

光通信ネットワークの高速・大容量化のため、柔軟な WDM ネットワークが求められ、可変波長フィルタはキーデバイスとして重要である。マイクロリング共振器(MRR: Micro Ring Resonator)を用いた可変波長フィルタは共振周波数間隔(FSR: Free Spectral Range)を広く取ることができ、高密度集積化にも適している[1]。

本研究室では、大きな屈折率変化、比較的高速な応答速度、自己保持特性を持つ強誘電性液晶 (FLC:ferroelectric liquid crystal)[2]と光導波路を組み合わせた研究を行ってきた[3]。近年、導波路のコア材料として 2.235 の屈折率を有する五酸化ニオブ (Nb_2O_5) を用いた光デバイスの開発を進めており、Si をコア材料としたデバイスよりも、FLC による屈折率変化の効果の増大が期待できる。

今回、FLC を用いた導波路形 MRR を実現するために Nb_2O_5 を用いた曲線導波路とリング導波路の製作・評価を行ったので報告する。

2. 素子構造

検討している可変波長フィルタは、リング導波路に可変位相シフタを持たせた構造である。検討している可変波長フィルタを実現するために、上部クラッドを Air としたリング共振器を製作した。素子全体図を Fig.1 に示す。今回、製作を行った素子構造として、下部クラッド層の SiO_2 を 2 [μm]、コア層には Nb_2O_5 を 400 [nm]、リブ高さを 150 [nm]、導波路幅を 1 [μm] とした。導波路断面図を Fig.2 に示す。

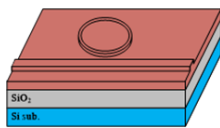


Fig.1 Nb_2O_5 ring waveguide

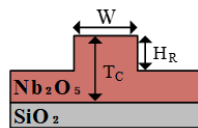


Fig.2 Cross section of waveguide

3. リング共振器の製作

MRR の製作プロセスを Fig.3 に示す。製作プロセスとしては、熱酸化 Si 基板に反応性 DC スパッタ装置 (昭和真空製 SPS-208CW) を用いてコア材料の Nb_2O_5 を 400 [nm] 成膜し、電子線描画装置 (クレステック製 CABL-9200TFTN) を用いてパターンニングを行った。その後 Cr 蒸着を行い、RIE (Reactive Ion Etching) 装置を用いてドライエッチングを行うことで導波路を形成した。

今回、リング共振器の半径を 30 [μm] とし、リング導波路と直線導波路との間隔を 150 [nm]~950 [nm] とした。製作した MRR の SEM 画像を Fig.4 に示す。

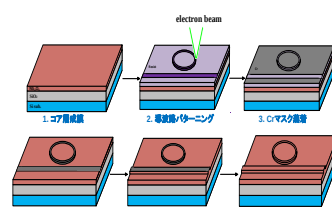


Fig.3 Production process

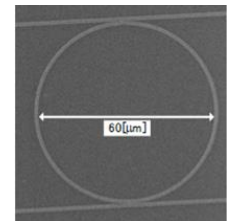


Fig.4 SEM image of MRR

4. 試作リング導波路の波長特性

製作した素子を端面結合法を用いて波長透過率測定を行った。測定は、上部クラッドが Air の状態で行い、リング導波路と直線導波路との間隔が 300 [nm] の時にリング共振器の特徴的な周期的な共振特性を確認することができた。リング導波路と直線導波路との間隔が 300 [nm] の時の波長透過率特性を Fig.5 に示す。波長特性内に得られた FSR は Through ポートと Drop ポート共に平均で 5.39 [nm] であった。

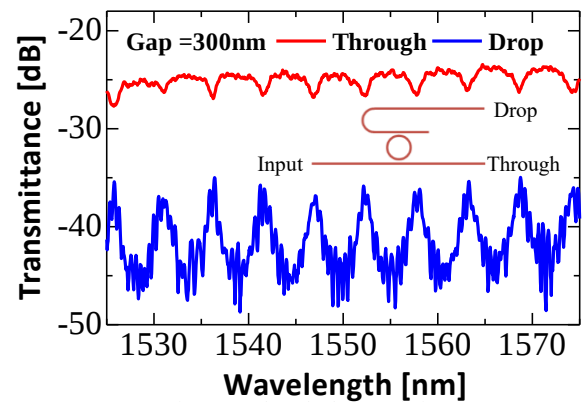


Fig.5 Wavelength characteristics

5. まとめ

Nb_2O_5 を用いて半径 30 [μm] のリング共振器の製作を行った。そして、リング導波路と直線導波路との間隔が 300 [nm] の時にリング共振器の特徴的な周期的な共振特性を得ることができた。今後は波長透過率特性における消光比の改善、可変波長フィルタ実現のための FLC を装荷したリング共振器の製作と動作実証を行う。

謝辞

反応性 DC スパッタリング装置を用いた成膜技術に関する助言を頂いた株式会社昭和真空に謝意を示す。

参考文献

- [1] 國分 泰雄, 応用物理, 第 72 巻, 第 11 号, pp.1364-1373(2003)
- [2] N. A. Clark et al., Appl. Phys. Lett, vol.36, pp.899-901, 1980.
- [3] 稲森 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-M116-4, 2019