Nb_2O_5を用いたFLC装荷導波路形DBR共振器のスイッチング動作

Switching operation of an Nb_2O_5 waveguide resonator with distributed Bragg reflectors having ferro-electric liquid crystal

神奈川工科大学　稲森 翔，　端山 喜紀，　伊藤 綾馬，　武田 正行，　西澤 武志，　中津原 克己
Dept. Electrical and Electric of Engineering, Kanagawa Institute of Technology
Sho Inamori, Yoshiki Hayama, Ryoma Ito, Masayuki Takeda, Takeshi Nishizawa, Katsumi Nakatsuhara
E-mail: inamori2017@ele.kanagawa-it.ac.jp, knakatsu@ele.kanagawa-it.ac.jp

1. はじめに

本研究では光導波路と強誘電性液晶(FLC:ferro-electric liquid crystal) を組み合わせた研究を行ってきた[1]。FLC材料は高屈折率変化、比較的高速な応答速度、自己保持特性を持ち[2]、可変波長選択フィルタの小型化、低消費電力化が実現できる。我々はこれまでにSi-Grating導波路にFLCを装荷した可変波長選択フィルタの動作実証に成功している[1]。導波路のコア材料に従来用いていた屈折率の高いSiからFLCとの屈折率差が小さいNb_2O_5を用いることで、FLCによる屈折率変化の効果増大が期待できる。

初期検討としてFLC装荷Nb_2O_5導波路とGratingによる分布ブラッグ反射器 (DBR:distributed bragg reflector) を用いた導波路形可変波長選択フィルタの提案を行い[3]、製作した素子において0.3nmの波長シフトが得られた[4]。今回、可変波長選択フィルタの波長シフト増大に向けた、Nb_2O_5を用いた導波路形DBR共振器の設計、製作及び評価を行ったので報告する。

2. 可変波長選択フィルタ

特性改善を目指す可変波長選択フィルタは、直線導波路をDBRで挟み込んだ導波路形共振器である。素子構造を図1に示す。従来の素子構造からの変更点として、FLCを共振器領域とDBR領域の全領域に装荷し、波長シフト量の増大を図った。DBR共振器の波長特性は、阻止帯域内に周期的な透過帯域を有する特徴を持つ。コア材料にNb_2O_5を用いることでSi導波路より短い領域長で位相変化が得られるため小型化が実現できる。FLC装荷領域での位相変化は、上部クラッドとして装荷されたFLC分子が印加電界により配向方向を中心に水平面内を$\pm\theta_{tilt}$傾くことで等価屈折率が変化して生じる。

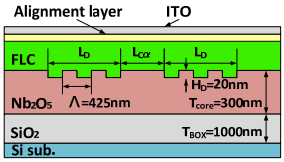

図1　Nb_2O_5を用いたFLC装荷導波路形DBR共振器

3. FLC装荷Nb_2O_5導波路形DBR共振器

図1の素子構造を用いたFLC装荷DBR共振器を製作した。DBR領域はEB描画装置(CRESTEC製CABL9200)によって描画し、領域長80μm、周期425nmとし、共振器長は100μmとした。DBR素子のコア層厚であるNb_2O_5は反応性DCスパッタリング装置 (昭和真空SPS-208CW)を使用して289nm成膜した。RIEによって加工したリブ高は103nmであった。

製作した素子の光軸方位を図2、実測波長特性を図3に示す。光軸方位の平均は-30V印加時に34.9°、+30V印加時に56.9°、2θ_{tilt}は22.0°であった。使用したFLCであるFELIX-016/100のθ_{tilt}は26.7°であるため、40%程度の動作であった。実測波長特性より、FSRが3.7nm、消光比が15.0dB、阻止帯域幅が13.1nm、波長シフト量が1.2nmであった。この結果より、従来の波長シフト量[4]と比較して4倍程度の波長シフト量が得られた。

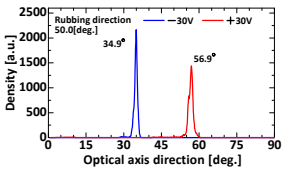

図2　光軸方位のヒストグラム

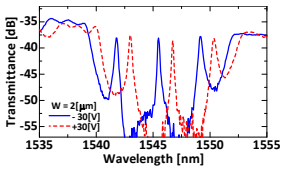

図3 実測波長特性

4. まとめ

波長シフト増大に向けたFLC装荷Nb_2O_5導波路形DBR共振器を設計、製作し、阻止帯域内に周期的な透過帯域を有するDBR共振器の特徴的な波長選択特性が得られた。動特性において1.2nmの波長シフト量が得られた。今後はFLCの動作改善を行い、更なる波長シフト量の増大を図る。また、透過帯域のフラットトップ化をはじめとした特性改善の実現を目指す。

謝辞

Nb_2O_5の屈折率評価をしていただいた株式会社昭和真空に謝意を示す。

参考文献

[1] A. Kato, et al., IEEE Photon. Technol. Lett., vol.24, pp.282-284, 2012.
[2] N. A. Clark et al., Appl. Phys. Lett, vol.36, pp.899-901, 1980.
[3] 稲森 他, 光エレクトロニクス研究会, P2-6, Apr., 2017.
[4] 稲森 他, 信学技報, vol.118, no.348, pp.155-160, Dec., 2018.

© 2019年 応用物理学会