

FLC 装荷 Nb₂O₅-フェーズドアレイ型導波路の製作

A fabrication of Nb₂O₅-phased array type waveguide with FLC loading

神奈川県立大学 (M2)内堀 慎太, (M1)渋谷 隆延, 武田 正行, 西澤 武志, 中津原 克己

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

Shinta Uchibori, Takanobu Shibuya, Masayuki Takeda, Takeshi Nishizawa, Katsumi Nakatsuhara

E-mail: uchibori2017@ele.kanagawa-it.ac.jp, knakatsu@ele.kanagawa-it.ac.jp

1. はじめに

近年の WDM(Wavelength Division Multiplexing)技術の普及に伴い、光通信ネットワークにおける高速通信・大容量化が進んでおり、急増する通信トラフィックに対応するため、ネットワークノードやデータセンタなどには OXC(Optical cross connect)動作が可能な大規模光スイッチなどの構成要素が必要不可欠である。

これまで我々は高密度集積が可能な Si フォトニクス技術と電界駆動による低消費電力動作が可能な強誘電性液晶 (FLC:Ferro-electric Liquid Crystal) を組み合わせた光スイッチを提案してきた[1-3]。従来の研究では Si 導波路を用いたデバイスの動作実証を行ってきた[3]。FLC による位相シフト量増大を図るため、Si(屈折率:n=3.48)よりも FLC との屈折率差が小さい材料を導波路コア部分に用いることで、等価屈折率変化量の増大に伴い、位相シフト領域の縮小化が期待される。その材料の一例として、高屈折率誘電体材料である Nb₂O₅(n=2.23)を用いて、比較的損失な導波路形成に成功している[4]。

今回、提案する Nb₂O₅-フェーズドアレイの設計、製作、評価を行い、FLC と組み合わせた導波路素子の製作を行ったので報告する。

2. 素子の構造と動作原理

提案素子の概略図を図1に示す。ベースとなる Nb₂O₅ コア層リブ型導波路はフェーズドアレイ構造としており、フェーズドアレイの中央部に直線導波路を加え、FLCを上部クラッド層とした位相可変領域を組み込んだ構造をしている。

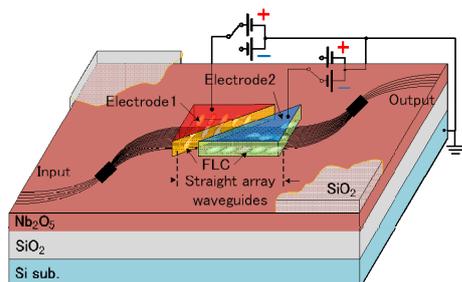


図1 FLC装荷フェーズドアレイ型光スイッチ

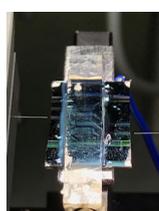
フェーズドアレイ型光スイッチはAWG(Arrayed Wavelength Grating)型光スイッチ[1-2]と同じ構成要素を持つが、波長多重された信号を一括して切り替えるため、光路長を全アレイ導波路で等しくなるよう反転対称構造[5]としている。

フェーズドアレイ型光スイッチでのスイッチング動作は、入力側スターカプラで分岐された光がアレイ導

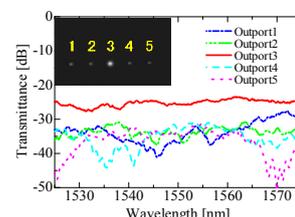
波路で位相変化を受けることにより、出力側での集光位置が変化することで実現される。アレイ導波路での位相変化は上部クラッドとして装荷されたFLC分子が印加電界により、配向方向を中心に水平面内を±θ_{tilt}傾くことで生じる。FLCが装荷される位相可変部は隣接導波路ごとに位相差が付加されるように三角形の領域としている。

3. Nb₂O₅-フェーズドアレイ素子の設計および製作

素子設計では、Nb₂O₅ コア層を 400[nm]、上部および下部クラッドを SiO₂(n=1.444)とした。動作波長は 1.55[μm]として、本素子のフェーズドアレイに使用する Nb₂O₅ リブ導波路の導波路幅 2[μm]、リブ高さを 150[nm]、入出力導波路本数を各 5 本、アレイ導波路本数を 20 本、アレイ導波路間隔を 30[μm]、回折次数を 25、最少曲率半径を 500[μm]とした。素子の製作では、反応性DCスパッタリング装置(昭和真空 SPS-208CW)を使用して成膜した Nb₂O₅ をリブ型導波路素子に加工した。製作素子の写真を図 2(a)に、フェーズドアレイの実測波長特性を図 2(b)にそれぞれ示す。



(a) 製作素子



(b) 実測波長特性

図2 製作したフェーズドアレイの測定結果

4. まとめ

製作したフェーズドアレイ型導波路素子の特性評価より、測定波長帯域 1525~1575[nm]において最小消光比 3.4[dB]が得られた。今後はより消光比が改善する素子パラメータ検討やスイッチング動作実証を行っていく予定である。

謝辞

分光光度計による Nb₂O₅ 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] 藤井他, 信学会総合大会, C-3-56, 2013.
- [2] 金久保他, 信学会総合大会, C-3-19, 2015
- [3] 金久保他, 信学会総合大会, C-3-53, 2016.
- [4] 内堀他, 信学技報, vol.117, no.339, pp.63-68, 2017.
- [5] 種村, 武田, 中野, 信学技報, vol. 107, no. 464, PN2007-65, pp. 157-162, 2008-1.