

エアブリッジ形導波路形成のためのエッチングプロセスの検討

A study of etching process for formation of air bridge waveguides

神奈川工科大¹, [○](M2) 山中 直貴¹, (D) 端山 喜紀¹, 中津原 克己¹

Kanagawa Institute of Technology, [○]Naoki Yamanaka¹, Yoshiki Hayama¹, Katsumi Nakatsuhara¹

E-mail: yamanaka2019@ele.kanagawa-it.ac.jp, knakatsu@ele.kanagawa-it.ac.jp

1. はじめに

これまで我々は、強誘電性液晶 (FLC:Ferro-electric Liquid Crystal)を用いた導波路形光スイッチの研究を行ってきた[1]。FLCの屈折率変化は0.1程度と大きな変化量が見込め、比較的高速な応答速度が得られる[2]。また、双安定性により印加電圧を切っても分子の傾きが維持される自己保持特性を有するため、低消費電力が期待できる。光スイッチの動作原理にはFLCの屈折率変化による位相シフトを利用する。今回、FLCを用いた可変位相シフタの性能向上を目指して、新たなプロセスを用いて製作するために、エアブリッジ構造形成のためのNb₂O₅エアブリッジ形導波路を用いた光スイッチエッチングプロセス検討を行ったので報告する。

2. デバイス構造

これまでにFLCを用いた可変位相シフタの性能を向上させる構造としてエアブリッジ形Nb₂O₅導波路を提案した[3]。エアブリッジ形導波路を用いた光スイッチの構造を図1に示す。ベースとなる構造はNb₂O₅コア層リブ型導波路で形成される2×2ch対称マッハ・ツェンダー干渉計 (MZI) 構造である。導波路のコア層には反応性DCスパッタリング装置 (昭和真空製SPS-208CW) によって成膜するNb₂O₅を想定し、屈折率2.235としている。可変位相シフタの上部クラッドはFLCであり、印可電圧の極性によって屈折率が1.527と1.653に変化する。従来構造では屈折率1.444のSiO₂としていた下部クラッドを提案構造では屈折率1.0のエアとすることで電界分布が全体的に上へシフトし、位相変化量の増大が期待できる。

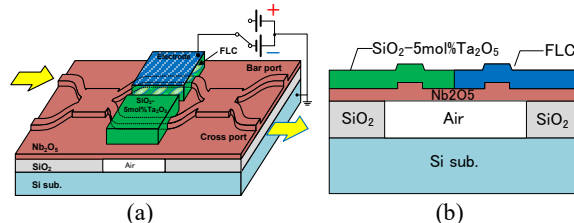


Fig.1 (a) Schematic of an optical switch, (b) Cross section of air-bridge waveguides

3. 製作プロセス

デバイス構造を製作するにあたり、図 2 の製作プロセスを検討した。このプロセスは、一度、ドライエッチングで表面が晒された部分の SiO₂ はウェットエッチングが速く進むことを利用している。第一段階として2μm 厚の SiO₂ を有する熱酸化 Si 基板上に Nb₂O₅ 材料成膜後チャネル導波路を形成する。第二段階で Nb₂O₅ 薄膜を成膜し、基板全体を覆う。第三段階で導波路横にフォトリソグラフィで溝パターンを形成後、ドライエ

ッチングを行いアンダークラッドの SiO₂ 層まで到達するエッチングを行う。第四段階で HF によるウェットプロセスで導波路下部の SiO₂ を選択的にエッチングする。この製作プロセスの提案により、従来の製作プロセスよりも選択的エッチング時の速度向上 (図 3) を見込める結果となった。

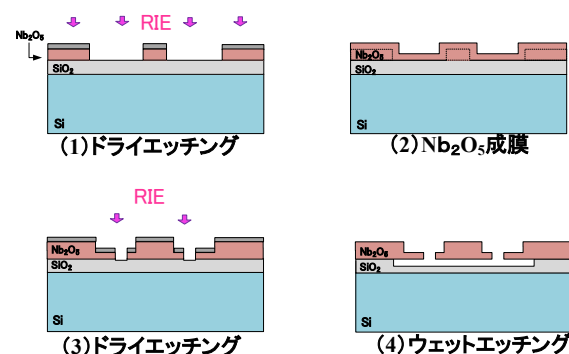


Fig. 2 Fabrication process

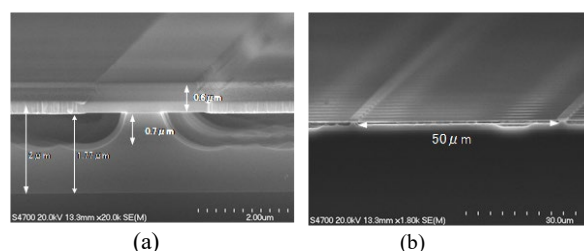


Fig.3 Cross-sectional view of prototype element
(a) Waveguide part (b) Between the waveguides

4. まとめ

表面にエッチングを施したSiO₂部分の上にNb₂O₅膜を形成するプロセスにより、短いエッチング時間でエアブリッジ構造が得られる見通しを得た。今後、考案した新たなプロセスを用い、デバイスの動作実証を目指す。

謝辞

分光光度計によるNb₂O₅、SiO₂-5mol%Ta₂O₅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]内堀 慎太, 渋谷 隆延, 武田 正行, 西澤 武志, 中津原 克己 “FLC 装荷Nb₂O₅-フェーズドアレイ型導波路の製作”, 第66回春季応用物理学会, 12p-M116-5, 2019
- [2] N.A.Clark, et al. Appl. Phys. Lett., vol.36, pp.899-901, 1980.
- [3]山中直貴, 端山喜紀, 中津原克己 “液晶装荷導波路を用いた可変位相シフタの性能向上に関する検討” 電子情報通信学会, 光エレクトロニクス研究会,P1-3,2019年4月