

220nm 厚 Si コア層を用いた液晶装荷導波路形光スイッチの製作 Fabrication of a switch using a 220nm core layer loaded with Liquid Crystal cladding

野中 友貴 端山 喜紀 加藤 亜紀文 中津原 克己 中神 隆清

神奈川工科大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻

〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

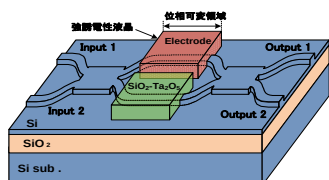
Email: {nonaka00, s0912070, kato, knakatsu, t-nkgm}@ele.kanagawa-it.ac.jp

1. はじめに

将来の通信需要に対応した Wavelength Division Multiplexing (WDM) ネットワーク実現のため、ノードにおいて Optical Cross Connect (OXC) の機能を担う光スイッチが高密度に集積化される必要がある[1]。本研究では強誘電性液晶 (FLC: Ferroelectric Liquid Crystal) と Si 導波路を用いた導波路形光スイッチの実現を目指している。これまでに FLC 装荷 Si 導波路を用いて、 2×2 ch 対称マッハ・ツェンダー干渉計 (MZI: Mach-Zehnder Interferometer) 型光スイッチの原理実証に成功している[2]。今回、導波路の Si コア層厚を従来[2-4]より薄くすることで、FLC の屈折率変化の効果を増大させて光スイッチに用いる位相可変領域の短縮を行ったので報告する。

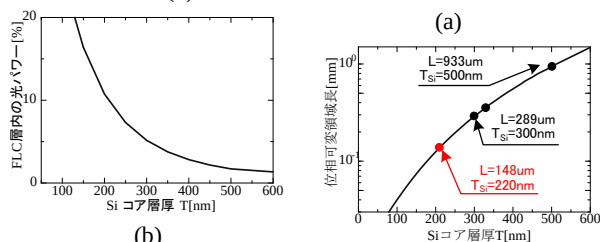
2. 動作原理

液晶装荷 2×2 ch 対称 MZI 型光スイッチの概観を図 1 に示す。片側のアーム導波路には位相可変領域の上部クラッドとして FLC を装荷し、もう片方のアーム導波路の上部クラッドには、 $8\text{mol}\% \text{Ta}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$ を用いた。FLC へ電圧を印加するために、ITO 膜付きガラス基板と SOI 基板を貼り合わせている。Si 導波層と ITO 膜付きガラス基板間の電圧極性を切り替えることでスイッチ動作を行う。

図1 2×2 ch 対称 MZI 型光スイッチ

3. Si コア層の薄膜化による素子の小型化

光スイッチの Si コア層を薄くすることで FLC 層内への光パワーの染み出しが増加し、FLC クラッドによる高い屈折率変化の効果が得られる。FLC/Si/SiO₂ のスラブ構造と仮定し、Si 層の厚さに対する FLC 層内の光パワーの割合の計算結果を図 2(a) に示す。同様に、MZI 型光スイッチの動作に必要な π [rad] の位相変化を得るための位相可変領域長の計算結果を図 2(b) に示す。



(b)
図2 (a) Si コア層厚-FLC 層内の光パワー
(b) Si コア層厚-位相可変領域

図 2(b) における各プロットはこれまでに試作した光スイッチの Si コア層厚と位相可変領域の長さを示している。Si コア層を 220nm とした場合、必要な位相可変領域の長さは $148 \mu\text{m}$ となり、Si コア層厚 300nm の場合の長さ $289 \mu\text{m}$ [4] と比較すると、約 1/2 程度となる。

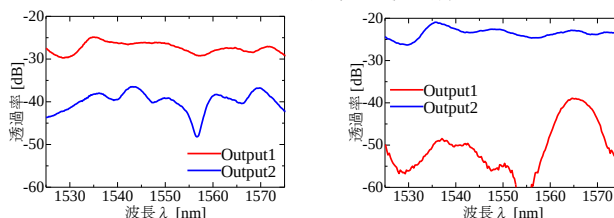
4. 光スイッチ動作結果

300nm 厚の Si 層を熱酸化により 220nm に薄膜化し、光スイッチを試作した。Si コア層の薄膜化の効果を確認するため、試作した光スイッチは位相可変領域の長さを $148 \mu\text{m}$ とし、ASE 光源を入射した際の出射光を観測した。印加電圧は $\pm 10\text{V}$ とし、Input1 から入射した時の Bar、Cross 状態の出射光近視野像を図 3 に、波長特性を図 4 に示す。出射光近視野像の結果から、印加電圧の極性変化によりスイッチング動作が確認できる。また、波長特性より、測定範囲において各状態で 10dB 以上の消光比が得られた。



(a) Bar 状態 (+10V) (b) Cross 状態 (-10V)

図3 出射光近視野像



(a) Bar 状態 (+10V) (b) Cross 状態 (-10V)

図4 波長特性

5. まとめ

220nm 厚の Si コア層を用いた FLC 装荷 2×2 ch 対称 MZI 型光スイッチにおいて、Si コア層の薄膜化による位相可変領域短縮化の効果を理論的および実験的に示した。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費基盤(C)22560351 の助成を受けていることを記して謝意を示す。

文献

- [1] R. Kasahara, et al., ECOC 2008, Belgium, September 2008.
- [2] 佐々木他, 信学会ソ大会, CS11-2, (2006).
- [3] T. Sawa, et al., OECC2010, 8D1-5, Sapporo, (2010).
- [4] T. Nonaka, et al., MOC'11, H-10, Sendai, Nov 2011