

Si 導波路型光アイソレータの広帯域かつ温度無依存設計

Wideband and temperature-insensitive design of Si waveguide optical isolator

東京工業大学, °服部 ゆい, 庄司 雄哉, 水本 哲弥

Tokyo Tech, °Yui Hattori, Yuya Shoji, Tetsuya Mizumoto

E-mail: hattori.y.ah@m.titech.ac.jp

1. はじめに

光アイソレータは、レーザなどの光能動素子の動作を阻害する反射光の影響をなくし、回路全体の安定化を役割とするデバイスである。通信トラフィックが増加しより高度で大規模な光通信ネットワークが求められるようになった今、光アイソレータの重要性は高まっている。その中でもSi導波路型光アイソレータは、一体集積や小型化の面で優れており、課題の一つであった温度依存性に関しても従来研究において解決方法が提案されている[1]。しかし 20dB 以上のアイソレーション動作可能な波長範囲が 1.4nm 程度と狭いという問題点があった。

本研究では、Si 導波路型光アイソレータの温度無依存化と広帯域化の両立を目指し検討を行い、1550 nm 近傍で 20 dB 以上のアイソレーションを示す波長範囲が 11.0 nm の設計を得たので報告する。

2. 動作原理

Fig. 1 に導波路型光アイソレータの構造を示す。干渉導波路型光アイソレータは 3dB 方向性結合器を用いたマツハツエンダ干渉 (MZI) 導波路で構成される。磁気光学材料 Ce:YIG を上部クラッド層に持つ非相反移相器と、上部と下部のアームで光路長差をつけた相反移相器を組み合わせることで、光波に順方向伝搬で同相干渉、逆方向伝搬で逆相干渉を与え、光アイソレータとして動作する。

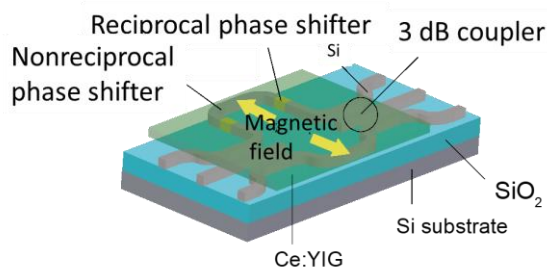


Fig. 1. Structure of MZI-based optical isolator

本研究では、相反移相量と非相反移相量の温度依存性を制御することで温度無依存化を達成し、さらに二本の干渉導波路の幅に差を与えることで更なる広帯域化を目指す。相反移相器と非相反移相器は温度によって特性が変化するが、その変化の傾きは逆符号であることから逆方向伝搬において互いの変化を打ち消すように作用する。各移相器長を適切に設定することで、温度変化に対し無依存な逆方向特性を持つ光アイソレータが実現できる。

Fig. 2 に示すように、上部の導波路幅を 900 nm、導波路長を L_1 、下部の導波路幅を 450 nm、導波路長を L_2 とする。導波路長 L_1 を変えたとき、温度無依存となる L_2 の値を求め、帯域幅を調べた。

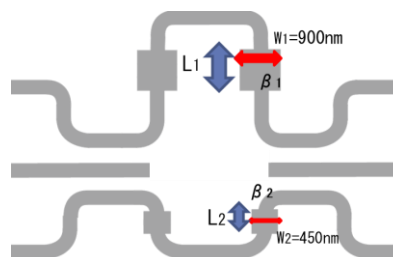


Fig. 2. Structure of designed MZI waveguides.

3. シミュレーション結果

有限要素法を用いたシミュレーションより、幅を変えた導波路の伝搬定数を計算し、それを元に各移相量を算出した。移相量の温度変化が少なく、かつ 20 dB 以上のアイソレーションを示す波長範囲が広い設計値を探索した。その結果 $L_1=450$ nm, $L_2=549$ nm という設計値において Fig. 3 に示す波長特性となり、波長範囲 11.0 nm でアイソレーション 20dB という結果を得た。従来設計の 1.4 nm と比較すると大幅な広帯域化に成功したと言える。

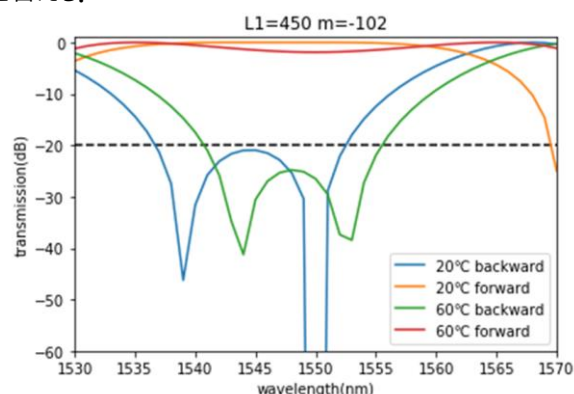


Fig. 3. Simulated transmission spectra of the designed isolator for different temperatures

謝辞 本研究は、総務省 SCOPE #162103103 の委託、JST CREST #JPMJCR15N6 および #JPMJCR18T4、科研費 #19H02190 の支援により行われた。

参考文献

[1] K. Furuya, et al., J. Lightw. Technol., **34**, 1699 (2016).