

方向性結合型 Si 偏波分離素子の設計

Design of directional coupling type Si polarization splitter

慶応大 酒井 滋彬, 岩本 直隆, 津田 裕之

Keio Univ., Shigeaki Sakai, Naotaka Iwamoto, Hiroyuki Tsuda

E-mail: shigeaki@tsud.elec.keio.ac.jp

1. 研究背景

Si 光機能回路は偏波依存性を解消するための偏波ダイバーシティ光回路が必要である。本研究では、偏波ダイバーシティに不可欠な Si 偏波分離素子の設計を行った。異なる 2 つの高さのコアを使用して、性能を向上させるように最適化を行った。

2. 偏波分離素子の構造

2 本方結型と 3 本方結型偏波分離素子[1,2]の平面図と断面図を、それぞれ図 1 に示す。Si コアは SiO_2 クラッドに囲まれている。2 段階のエッチングは、コア高さ $0.18\ \mu\text{m}$ と $0.22\ \mu\text{m}$ の 2 種類の導波路を利用する。

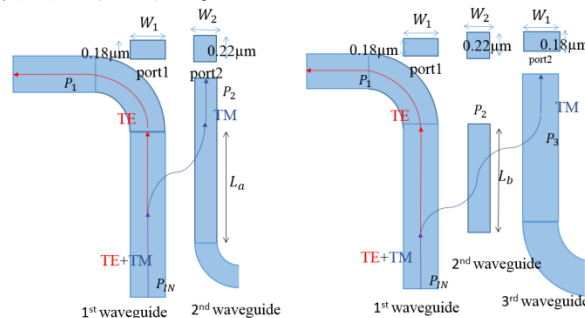


図 1 2 本方結型と 3 本方結型の平面図と断面図

3. 構造の最適化

2 本方結型のコア幅 W_1 、 W_2 は、第 1、第 2 導波路の伝播定数が TM 偏波で同じになるように最適化して、 $0.62\ \mu\text{m}$ と $0.30\ \mu\text{m}$ とした。導波路間隔は、 $0.30\ \mu\text{m}$ 、設計波長は $1.55\ \mu\text{m}$ とした。直線部の長さ L_c は、第 1 導波路から第 2 導波路への TM モードの透過率を高めるために 3D-FDTD を用いて最適化して $5.4\ \mu\text{m}$ とした。3 本方結型では、第 1 と第 2 導波路は 2 本方結型と同じコア幅とし、第 3 導波路は、第 1 導波路と同じコア幅とした。直線部の長さ L_b は $11.4\ \mu\text{m}$ に最適化した。

図 2.1 に、2 本方結型の入力光の挿入損失(IL)と偏光消光比(ER)の波長依存性を示す。 $1.55\ \mu\text{m}$ の波長付近で $50\ \text{dB}$ 以上の高い TE 偏光消光比と $0.1\ \text{dB}$ 未満の低損失を示した。図 2.2 に、3 本方結型の入力光の挿入損失と偏光消光比を示す。広帯域で良好な特性を示した。

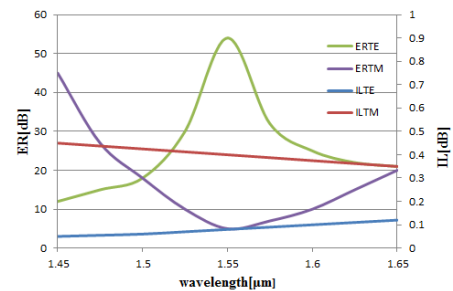


図 2.1 挿入損失、消光比波長依存性 (2 本方結型)

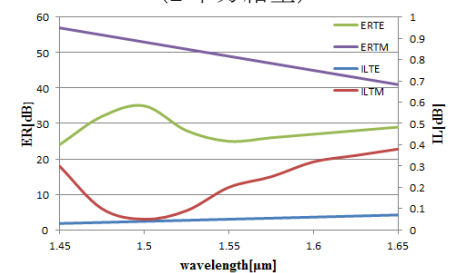


図 2.2 挿入損失、消光比波長依存性 (3 本方結型)

4. 結論

2 本方結型は、波長 $1.55\ \mu\text{m}$ 付近で $0.1\ \text{dB}$ 未満の過剰損失と $50\ \text{dB}$ 以上の偏光消光比を示した。3 本方結型は、 $1.45\ \mu\text{m}$ から $1.65\ \mu\text{m}$ の波長の範囲で $0.4\ \text{dB}$ 未満の過剰損失と $40\ \text{dB}$ 以上の偏光消光比を示した。偏光消光比を、高さの異なる 2 種類の導波路を使用することによって改善することができた。

参考文献

- [1] Hiroshi Fukuda and Koji Yamada, et al. "Ultrasmall polarization splitter based on silicon wire waveguides", Opt. Express, Vol. 14, No. 25, pp. 12401-12408 (2006).
- [2] 小松 正明, 柿原 邦昭, 土田 幸寛, 齋藤 晋聖, 小柴 正則, 「シリコン細線導波路を用いた極小偏波スプリッタの設計」 電子情報通信学会, Vol. J92-C, No. 9, pp. 509-515 (2009).
- [3] Shigeaki Sakai, Naotaka Iwamoto, Hiroyuki Tsuda, "Low-loss and low-crosstalk Si polarization splitters with two-step etching," submitted to Frontiers in Optics.