

通信波長帯用 Ti 拡散 MgO:LiNbO₃ 導波路型偏波選択方向性結合器

Polarization-Selective Directional Coupler

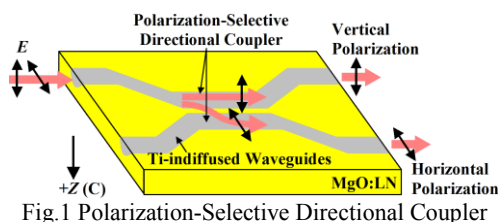
Using Ti-indiffused MgO:LiNbO₃ Waveguide for Telecommunication Wavelength Band

阪大院工 ○瀬尾 広嗣, 大森 豊, 栖原 敏明

Grad. School of Engineering, Osaka Univ. ○Hiroshi Seo, Yutaka Ohmori and Toshiaki Suhara

E-mail: hseo@ioe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

将来の量子情報通信の為のキーデバイスとして各種の光子対発生デバイスが研究されている[1]. MgO:LiNbO₃(MgO:LN)は優れた非線形光学(NLO)特性と光損傷耐性を示し、この分野への応用に適しているが、MgO:LN への垂直・水平両偏波導波可能な Ti 拡散導波路の作製は c-LN に比べて Ti の拡散係数が小さい[2]ため困難である。拡散温度、拡散時間、昇温時雰囲気、昇温率を適切に制御することにより通信波長帯用 Ti:MgO:LN 導波路が作製でき、また両偏波間で導波路への閉じ込めに顕著な差があることがわかった[3][4]。この性質を利用し Fig.1 に示す偏波選択性のある方向性結合器を実現できると考えた。本研究では通信波長帯において光子対の偏波分離素子として利用するための Ti:MgO:LN 導波路型偏波選択方向性結合器の設計・作製および評価を行ったので報告する。



提案した偏波選択方向性結合器の設計のため、ステップ型屈折率分布(波長 1550nm における MgO:LN の屈折率を $n_e = 2.13$, $n_o = 2.21$ [5], Ti 拡散導波路の屈折率変化を $\Delta n_e = 0.020$, $\Delta n_o = 0.005$ と仮定した)を持つ 2 次元プレーナ導波路モデルを用いてモード結合理論により特性予測を行った。 $\Delta n_e > \Delta n_o$ であるので[2], 閉じ込めの弱い水平偏波(常光)の結合係数 κ_o は垂直偏波(異常光)の結合係数 κ_e に比べてかなり大きく、常光完全結合長 $L_{co} (= \pi/2\kappa_o) \ll$ 異常光完全結合長 $L_{ce} (= \pi/2\kappa_e)$ となる。曲げ部分での結合を無視すると、導波路幅 9 μm , 中心間隔 12 μm のとき $L_{co} = 4.8\text{mm}$, $L_{ce} = 33\text{mm}$ となり、結合器長 L を L_{co} とすると常光は完全結合するが異常光結合率は 5%以下となり、偏波選択方向性結合器が実現可能であると予測された。

1mm² Z-cut MgO(5mol%):LN の-Z 面上のフォトリソをパターン化し、Ti を電子ビーム蒸着により堆積し(270nm²), リフトオフして Ti ストライプを形成した。横方向拡散を考慮しストライプ幅を 5 μm , 中心間隔を 13 μm とした。拡散温度 1135 $^{\circ}\text{C}$, 乾燥 Ar 雰囲気(最後 1h は乾燥 O₂ 雰囲気)で 12h の熱拡散を行った。作製した結合器(Fig.2)に波長 1550nm のレーザ光を入力し出力光近視野像を観察した所、結合器長 $L = 1.0\text{mm}$ の結合器で水平偏波がほぼ完全結合、垂直偏波がほぼ非結合となった(Fig.3)。作製した結合器により偏波選択結合機能を確認できた。実験結果が定量的には上記モデルによる予測と異なるのは、導波路の屈折率分布が異なることと、曲げ部分での結合が生じているためである。今後、結合係数の導波路幅、中心間隔依存性および消光比、挿入損失を測定して性能改善し、集積偏波エンタングル光子対発生デバイスへの応用を目指す。

[1] T. Suhara, Laser & Photon. Rev.3, No. 4, pp.370-393(2009). [2] C. H. Bulmer, Electron. Lett., vol. 20, No. 22(1984).

[3] 大森 他, レーザー学会学術講演会第 33 回年次大会, F330pV03, 兵庫, 2013.

[4] Y. L. Lee et al., Electron. Lett., vol. 38, No. 15(2002). [5] D. E. Zelmon et al., J. Opt. Soc. Am., vol.14, No. 12(1997).

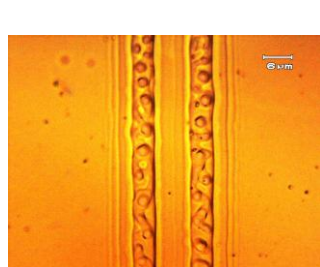
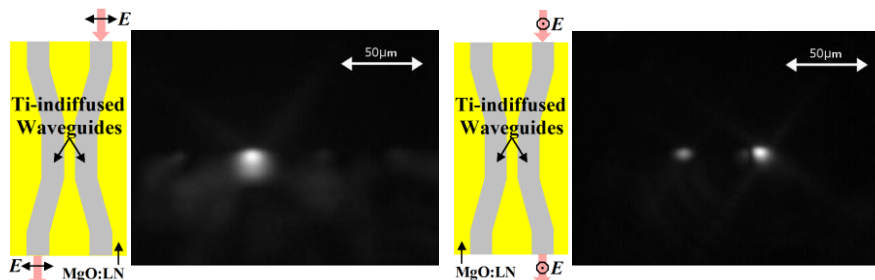


Fig.2 Microphotograph of Polarization-Selective Directional Coupler



(a) Horizontal Polarization (b) Vertical Polarization

Fig.3 Near-field Patterns of Output Guided Modes