

LiTaO₃埋め込みチャンネル型光導波路の作製と電気光学偏光変調器への応用

Fabrication of LiTaO₃-Buried Channel Optical Waveguides and their Application to Electro-Optic Polarization Modulators

大阪大学 大学院基礎工学研究科 姚 欣遠 村田 博司 岡村 康行

Graduate School of Engineering Science, Osaka University X. Yao, H. Murata, Y. Okamura

E-mail: murata@ee.es.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

偏光状態の制御は、光ファイバー通信をはじめ、量子情報処理、光計測、光記録、分光やレーザーディスプレイ等のさまざまな分野で重要な技術である。電子分極の非線形性に起因するポッケルス効果を用いると、DC~100GHz の高速・広帯域な偏光制御が可能である。このとき、広波長域にわたって効率の良い動作を得るためには、両偏光の位相整合および光波群と変調波の速度整合／走行時間効果補償が重要である[1]。

我々は、光学結晶の精密加工技術を用いることにより、導波路のコアサイズを精密に制御して、偏光間の完全位相整合を取るデバイスの試作を進めている[2]。このとき、適切なアスペクト比のコアを用いると、材料複屈折を構造複屈折で補償することでかなりの広波長域動作が可能となる。また、進行波型や共振型電極の適用も容易であり、位相変調・強度変調デバイスとの集積化やマルチコア化も期待できる。本稿では、LiTaO₃を用いた偏光変調器の試作・動作実験について報告する。

2. デバイスの構造

図 1 に提案している偏光変調デバイスの基本構成を示す。ドライエッチング・CMP 等による精密加工により、一边数 μm の z-cut LiTaO₃ コアを形成する。その周囲を SiO₂ あるいは光学樹脂等で覆い屈折率差 $\Delta n \sim 0.7$ の光導波路を構成する。このとき、コアの幅と高さを精密に調節すると、光波長帯域 $\Delta\lambda \sim 50\text{nm}$ にわたって TE/TM モード間の位相整合を取ることができる。この光導波路に図中の y 方向に変調電界を印加すると、ポッケルス係数 r_{42} により TE/TM モード間に結合が生じて偏光変調が得られる。進行波型電極あるいは定在波共振型電極を用いれば 10GHz 以上の高速動作も期待できる。進行波型動作の速度整合には、低誘電率材料を用いてマイクロ波位相速度を調整すれば良い。分極反転構造を用いることも可能である。

3. チャンネル光導波路の作製

z-cut LiTaO₃ をベース基板に貼り合わせて、光学研磨・ダイシング・ドライエッチングを行うことにより図 2 に示す埋め込みチャンネル型光導波路を

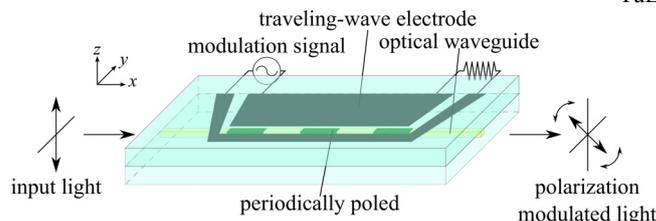


図 1 高速偏光変調デバイスの構成例 (左：全体図、右：断面図)

作製した。試作導波路の伝搬損失をファブリー・ペロー法により測定したところ、TE モードでは約 0.67dB/cm、TM モードは約 0.75dB/cm であった。

さらに、図 2 に示すように y 方向への電界印加のための変調電極を両側面に形成した。

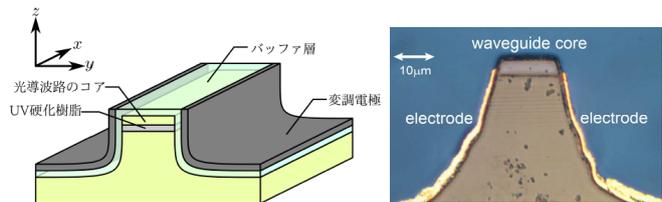


図 2 偏光変調用電極を作製した LiTaO₃ 導波路

4. 偏光変調実験

試作デバイス (電極長 10mm) の偏光変調実験を行った。光導波路の前後にクロスニコル配置で偏光板を置き、電界印加時の出力光の波長依存性を測定した (図 3)。理論値よりもやや狭いが、設計通り 1550nm 帯での偏光変調動作を確認した。

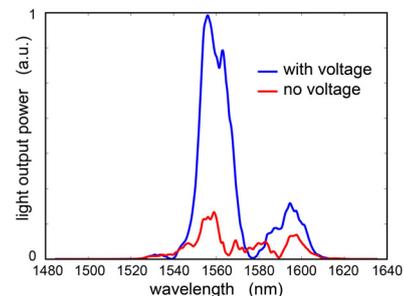


図 3 試作偏光変調デバイスの波長依存性

謝辞

貴重な議論を頂いた本学 塩見英久助教に感謝する。本研究の一部は、NICT 委託研究「新世代ネットワークの実現に向けた欧州との連携による共同研究開発および実証」の補助を受けた。

参考文献

- [1] H. Murata, A. Takahashi, & Y. Okamura, IEICE Trans. Electron., **E92-C**, pp.212-216, 2009.
- [2] X. Yao, H. Murata, & Y. Okamura, MWP/APMP 2014, TuEB-1, October, 2014