

構造的複屈折を考慮した量子井戸光偏波スイッチの設計

Design of Optical Polarization Switch Based on Quantum Well Considering Birefringence

○鈴木 啓大、平山 智輝、荒川 太郎、國分 泰雄 (横国大院工)

○Keita Suzuki, Tomoki Hirayama, Taro Arakawa, and Yasuo Kokubun (Yokohama National Univ.)

E-mail: suzuki-keita-cx@ynu.jp

【はじめに】

近年、光偏波を制御する様々な光素子が提案・開発されているが、最近では、パッシブな偏波変換器[1,2]のほか、偏波をアクティブに制御する偏波変調器も提案されている[3]。偏波をアクティブに制御するには、量子井戸構造における電気光学効果が有用であるが、量子井戸の特性上、その構造的複屈折が問題となる。

そこで、本研究では、量子井戸をコア層に有する偏波スイッチの提案し、量子井戸の構造的複屈折を考慮したスイッチング特性のシミュレーションを行ったので報告する。

【素子設計】

Fig. 1 に解析を行った偏波スイッチの導波路断面図を示す。コア層には InGaAs/InAlAs 五層非対称結合量子井戸 (FACQW) の多重量子井戸構造[4]を想定した。構造的複屈折を持ち、電界の振動方向により屈折率が異なる。TE モードに対する屈折率の方が TM モードに対する屈折率より大きくなるので、通常の構造において光軸の傾きを求めた時と比べて、実際の光軸の傾きは x 軸 (基板に平行方向) 寄りになってしまう。FACQW コア層では、 $n_{TE}=3.3964$, $n_{TM}=3.3737$ となる。そこで、本提案では Fig. 1 のように L 字型の構造を採用する事で、光軸 (主軸) の傾きを 45° 回転させている。ビーム伝搬法 (BPM) より TE/TM 変換長は $100\ \mu\text{m}$ と計算された。なお、光軸の傾きの角度の計算には R パラメータ[3]を用いた。

Fig.2 に多重 InGaAs/InAlAs FACQW コア層の屈折率変化 (理論値) を示す。波長 $1.55\ \mu\text{m}$ 付近で大きな偏光依存性があり、TE モードのみの屈折率が大きく変化する。この領域の屈折率変化を用いて、2 つのモード間の屈折率変化を大きくする。つまりは伝搬に伴う位相差を増大させる。TE モードの最大屈折率変化は $\Delta n_{\text{max}} = 2.8 \times 10^{-3}$ である。

【動作特性】

Fig. 1 の導波路構造を有する導波路長 $400\ \mu\text{m}$ (TE/TM 変換長の 4 倍) の偏波スイッチについて、偏光スイッチング動作の波長依存性をシミュレートした。ただし、導波損失は 0, R パラメータの波長依存性はないものと仮定した。Fig. 3(a)にスイッチング前 (電圧印前) の波長特性、Fig. 3(b)はスイッチング後 (電圧印加により TE モードの屈折率が 2.8×10^{-3} 変化) の特性を示す。広い波長域で TE/TM スwitching が行われていることがわかる。Fig.4 に、本スイッチのコア層の屈折率変化に対する光透過特性を示す。

以上より、L 字型導波路と FACQW コアの組み合わせで TE/TM 偏波スイッチが可能であることを示した。

参考文献

- [1] S. H. Kim *et al.*, Opt. Express, **17**, 11267 (2009).
- [2] M. Zaitzu *et al.*, Opt. Express, **21**, 6910 (2013).
- [3] Y. Kawabata *et al.*, ECOC 2014, Tu.4.4.4, (2014).
- [4] T. Arakawa *et al.*, JJAP, **51**, 042203, (2012).

謝辞

本研究の一部は、科研費 (15H03577) の助成を受けて行われた。

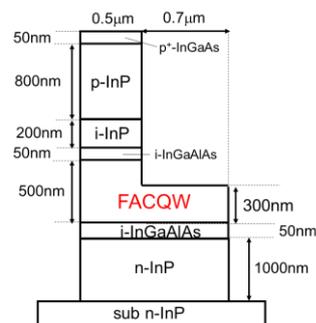


Fig.1. Schematic cross section of proposed polarization switch with L-shaped waveguide.

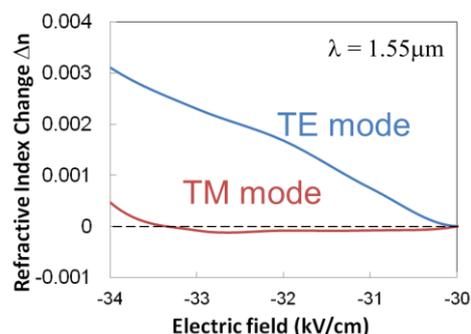


Fig.2. Calculated change in refractive index in five-layer asymmetric coupled quantum well (FACQW) for TE and TM modes.

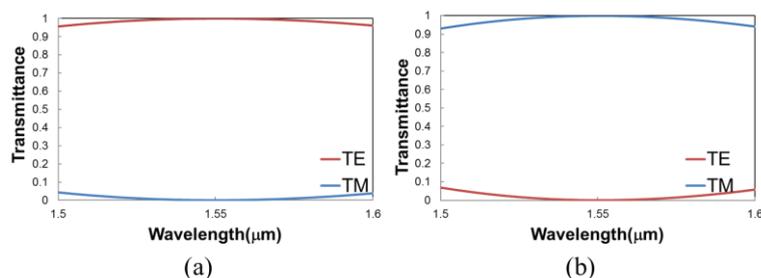


Fig.3. Calculated spectra of transmitted light at Drop Port when TE mode light is incident on Input Port. (a) Before switching and (b) after switching (refractive index of core layer is changed by 2.8×10^{-3}).

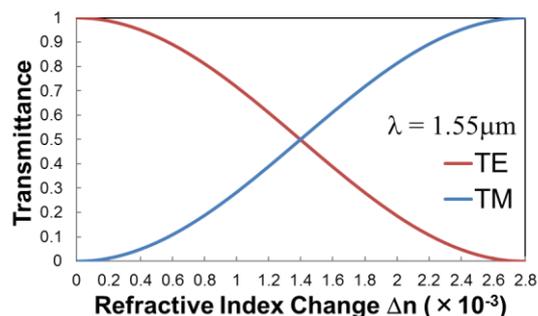


Fig.4. Polarization switching characteristics in $400\text{-}\mu\text{m}$ long device at wavelength of $1.55\ \mu\text{m}$.