

# InP/InGaAsP モノリシック偏波変調器の提案と実証

## Proposal and Experimental Demonstration of Monolithic InP/InGaAsP Polarization Modulator

東大院工, ○川端 祐斗, 財津 優, 種村 拓夫, 中野 義昭

Univ. of Tokyo, ○Yuto Kawabata, Masaru Zaitzu, Takuo Tanemura, Yoshiaki Nakano

E-mail: kawabata@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】次世代光通信の変調方式として、光の偏波状態を高速に変調する 4 次元信号変調方式 [1,2] や 3 次元ストークスベクトル変調方式 [3] が注目されている。これまで、LiNbO<sub>3</sub> 変調器と波長板をハイブリッドに実装した偏波変調器が実証されているが [2]、素子の小型化と省電力化の観点から、レーザと一体に集積した InP 偏波変調器の実現が求められる。著者らは今回、InP/InGaAsP リッジ光導波路とモノリシックに集積した偏波変調器を新たに提案し、素子の試作と原理検証実験に成功したので報告する。

【素子の構造と原理】提案する InP/InGaAsP 偏波変調器を図 1 に示す [4]。非対称な断面構造を持つハーフリッジ型偏波変換器 (PC) と偏波依存位相変調器 (PM) を直列に 2 段接続した構成を持つ。ハーフリッジ型 PC は、InP/InGaAsP リッジ導波路と容易かつ低損失に集積できる特徴があり [5]、長さを調整することで、入力 TE 光 (もしくは TM 光) を円偏波光に変換する 1/4 波長板として働く。一方、PM 部では、対称な構造に電界をかけることで、電気光学効果を介して TE/TM 成分間に位相差を与えることができる。この組み合わせを 2 段接続することで、入力 TE 光 (もしくは TM 光) を、ポアンカレ球上の任意の偏波状態に変換することができる [4]。

【素子作製と測定結果】InP/InGaAsP ダブルヘテロ pin 構造基板を用いて原理検証用素子を作製した。コア層には Q1.3 バルク InGaAsP を用い、逆バイアス電圧を印加することで、ポッケルス効果とフランツケルディッシュ(FK) 効果を介して変調を行った。作製した素子の断面 SEM 像を図 2 に示す。PC 部の長さ  $L_{PC}$  が  $170\mu\text{m}$ 、PM 部の長さ  $L_{PM}$  が  $2\text{mm}$  の素子に、波長  $1.55\mu\text{m}$  の TE モード光を入射し、PM1 に 0 V、1 V、2 V、3 V、PM2 に 0~5 V の逆バイアス電圧をそれぞれ印加したときの出力偏波状態を図 3 に示す。理論通り、PM1 と PM2 による変調の方向がポアンカレ球上でほぼ直交しており、任意の偏波状態に高速に変調できる可能性が示された。

今回の素子は駆動電圧が大きく、また FK 効果による出射光強度の減衰が見られたが、量子井戸構造を導入することで、低電圧化と低損失化が達成できると期待される。

【謝辞】本研究は、文部科学省科学研究費補助金特別推進研究および総務省戦略的情報通信研究開発推進事業の支援を受けて実施された。

【参考文献】 [1] E. Agrell and M. Karlsson, J. Lightwave Technol., vol. 27, no. 22, p. 5115 (2009).

[2] H. Yamazaki, et al., Proc. OFC, M11.3 (2014).

[3] K. Kikuchi and S. Kawakami, Opt. Express, vol. 22, no. 7, p. 7374 (2014).

[4] 種村拓夫, 財津優, 中野義昭, "光偏波制御器," 特願 2014-026532 (2014).

[5] M. Zaitzu, et al., Optics Express, vol. 21, no. 6, p. 6910 (2013).

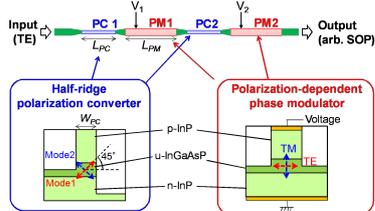


図 1: 偏波変調器の機構の概略図.

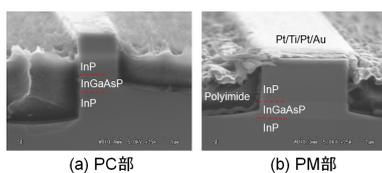


図 2: 素子の断面 SEM 像.

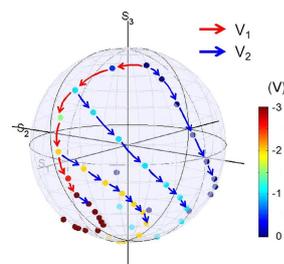


図 3: 電圧印加時の偏波状態の測定結果.