

InP フェーズドアレイ 8×8 高速光スイッチマトリクスの実証

東京大学 工学系研究科先端学際工学専攻 郭命俊

【論文概要】

近年、莫大なデータの高速度処理が要求されるデータセンターや HPC (high performance computer) の内部ネットワークに光インターコネクション技術を導入し始めており、大規模な高速光マトリクススイッチの実現が要求されている。今回、高速かつ省電力な光スイッチ実現のための、フェーズドアレイ技術を用いた InP フェーズドアレイ 8×8 マトリクス光スイッチを設計し、作製および評価を行った。

作製したフェーズドアレイ 8×8 マトリクス光スイッチを図 1 に示す。それぞれ 8 個の 1×12 と 12×1 のスターカップラが中央スラブの両側に位相シフトアレイにより繋がった対称構造を採択した。今回の素子では、十分な消光特性と光損失特性を実現するために、位相シフト数を一つのポート当たり 12 個とし、全電極数は 192 個となった。各アレイにおいて電気光学効果を用いて個別に位相シフトを与えることで、所望の入出力ポートを中央スラブにて結合させることができる。各ポート間は完全に独立した動作が可能な構造であるため、完全ノンブロッキング 8×8 スイッチング動作が可能になる。また、アレイ形状を反転対称にして全アレイの光路長を等しくすることにより、通信波長帯全域 (1530~1560nm) にわたって波長に依存しないスイッチング動作が得られる。導波路にはディブリッジ構造を用いて曲げ損失を極力減らし、有機金属気相エピタキシャル (MOVPE: metal-oxide vapor phase epitaxy) 結晶成長を用いて成膜を行い、反応性イオンエッチング (RIE: reactive ion etching) プロセスによってデバイス構造を作製した。素子サイズは 14.3mm×7.2mm となった。

本素子の所定の入出力ポート (Input 1, 5 と Output 4, 8) により、波長依存性を検証した結果を図 2 (a) に示す。測定された全てのスイッチング状態について C-band 全域における波長依存損失は ±1.5 dB 以内に収まった。波長 1550 nm での消光比は 25 dB 以上となり、ファイバー・トゥ・ファイバーの光損失は、光ファイバー結合損失の 10 dB と伝搬損失 16 dB を含んで約 38 dB となった。図 2(b) に動的スイッチング結果を示す。スイッチの立ち上がり・下がり時間 (10%-90%) は、それぞれ 4.2ns と 3.8ns であり、高速スイッチング動作が確認できた。また、図 3 に示す通り、低波長依存性を利用することで、40Gb/s (4×10Gb/s) 波長分割多重 (WDM: wavelength division multiplexing) 信号を用いて低ペナルティでスイッチングできることを実証した。

【コメント】

この度は大変名誉ある賞をいただき、誠に光栄に存じます。博士課程の最後に素晴らしい受賞の場を与えて頂いたことを励みとし、今後一層研究活動に取り組んで参ります。まず、講演の機会および賞をありがとうございました光エレクトロニクス研究会の皆様にご心から感謝いたします。また、日頃から多くのご指導を下さった指導教員の中野義昭教授、研究全般のメンタリングをして下さった種村拓夫准教授、および同研究室の皆様にご改めて御礼申し上げます。最後に、ここまで私をお導き下さった創造主の神様と救い主のイエスキリストに全ての栄光を捧げます。

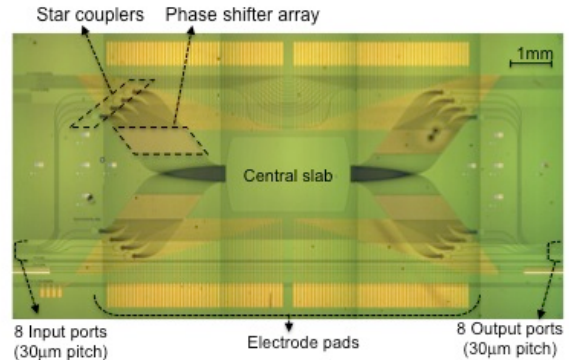


図 1. InP フェーズドアレイ 8×8 光スイッチ。

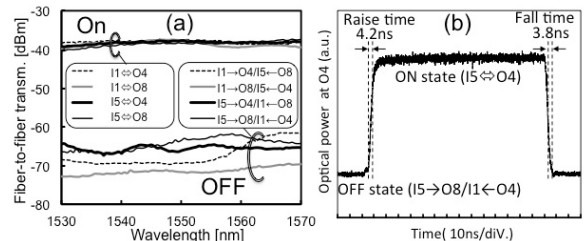


図 2. InP 8×8 スイッチの波長依存特性(a)と動的スイッチング特性(b)の測定結果。

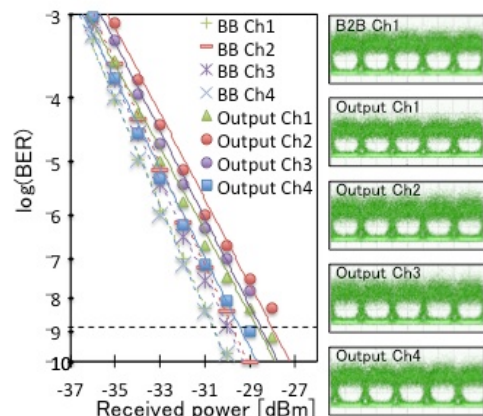


図 3. 40Gb/s (4×10-Gb/s) WDM 信号の BER 測定結果とアイパターン。