

InAlGaAs/InAlAs マッハツェンダー干渉計型光スイッチのハイブリッド導波路構造による偏光無依存・低クロストーク動作の実現

早稲田大学大学院 先進理工学研究科 上田悠太様

【論文概要】

現状の光通信において、その処理速度の限界を打破し、同時に増加し続ける消費電力を抑制できる高速な光スイッチが求められている。高速な光スイッチングには導波路型光スイッチが適していると考えられるが、一般に導波路型の素子特性は偏光依存性を有する。中継器に属する光スイッチにとってこれは実用化の為の大きな弊害である。

本発表では一般に導波路型の光スイッチでは困難とされてきた偏光無依存化への素子設計指針を示し、それに基づいて試作された素子についての実験的な評価結果を報告した。

図1に示す様に、研究素子は 2x2 ポートのマッハツェンダー干渉計 (MZI) 型の光スイッチである。また高速かつ低消費電力動作を意図して InP 系の化合物半導体を材料として採用している。偏光無依存な光スイッチング特性を達成する為に、MZI 構成を成す為の 2 つの 3dB カプラには基板まで到達する深いエッチング構造を、一方で電流注入により屈折率を変調する位相シフタ導波路には浅いエッチング構造をそれぞれ採用したハイブリッド型の MZI 型光スイッチとなっている。

深いエッチングにより形成された 3dB カプラは、強い光閉じ込めにより、入力光をその偏光に関わらず 2 分岐・合波する事が可能である。浅いエッチングの位相シフタでは光閉じ込め係数の偏光無依存化が可能であり、結果として偏光に関わらず同じキャリア密度で同じ位相変化量が得られる。これは、スイッチング電流が偏光無依存化される事を意味する。

上記の指針に基づいて、従来のフォトリソグラフィとドライエッチングのみのシンプルな素子作製プロセスにより素子を試作した。そのスイッチング静特性の評価結果が図2である。入力光の偏光に関わらず、-20dB 以下の低クロストーク動作が確認された。またスイッチング電流も約 5mA (6mW) と従来の報告例と比較しても十分に小さい。更に図3に示す様に、約 3 ナノ秒の高速な動スイッチング動作についても確認された。

以上に述べた通り、提案した設計指針に基づいて試作された素子は低消費電力・高速・偏光無依存と低クロストーク動作を同時に実現し、将来の超高速・低消費電力な光ネットワークを構築するにあたって適用性の高い素子であると言える。

【感想】

この度は名誉ある賞を頂き大変光栄に思っております。指導教員の宇高勝之教授、共に実験を進めた藤本信二君、山田拓人君、共同研究者として成長基板を提供して頂いた(株)日立製作所・中央研究所の塩田貴支様、北谷健様、その他研究に協力して下さった方々に深くお礼申し上げます。これを励みとして、更なる研究結果を目指して今後も精進して参ります。

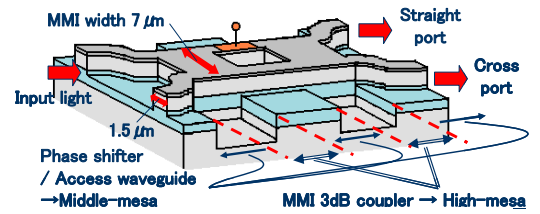


図1 ハイブリッド構造の MZI 型光スイッチ

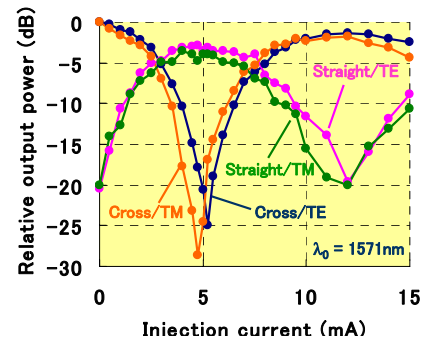


図2 作製素子のスイッチング静特性

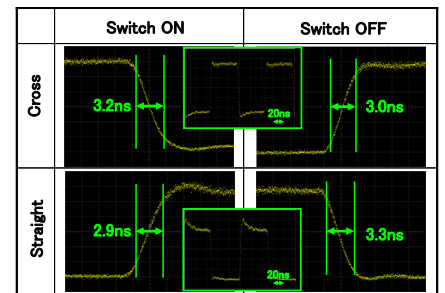


図3 作製素子のスイッチング動特性 (内挿は全体波形)