第68回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 (2021 オンライン開催)

電気を一切使わない Si フォトニクス光-光制御デバイス

Si photonics all optical-optical control device without electronics

横国大院工，李 鎏村，馬場 俊彦

Yokohama Nat'l Univ., Liucun Li, Toshihiko Baba

E-mail: li-liucun-rc@ynu.jp

Siフォトニクスでは，光制御のために熱光学効果やキャリアプラズマ効果が多用される[1]．しかし，電気配線が導入しづらい状況や爆発物がある環境においては，電気を一切使わず，全て光での制御が求められることもあると考えられる．全光制御デバイスとしては，超短パルスによる非線形スイッチ[2]などがあるが，それは特殊用途に限られる．ここでは，汎用な素子をシンプルな方法で全光化することを議論する．

図1に今回検討したマッハツェンダー型光スイッチ（MZI）とマイクロリング共振器（MRR）を示す．これらの素子は，基本的に厚さ220 nm，幅450 nmのSi細線で構成される．異なる波長の信号光（本研究では一例として波長1.6 μm）と制御光（約1.5 μm）をあらかじめ合波して，素子に入力すると，最初に設置した方向性結合器により信号光はスルー，制御光はドロップされる．ドロップ導波路の先には高濃度にn型ドーピングを施したリブ導波路があり，ここで制御光を吸収，加熱させる．この箇所を，リブを介して素子の制御部に近接配置することで熱伝達を促し，熱光学効果により光の位相を変え，光制御を実現する．

図2は製作した素子のMZIの透過光制御の実験結果である．制御光のパワーを60 mWまで上げると，出力の増加が確認された．図3はMRRの動作であり，加熱による波長シフト，ならびに共振波長での出力光の強度変化を表している．同様の制御光に対して1 nmの波長シフトと，それに応じた出力の変化が見られた．

いずれの場合も，電気駆動されるヒータを制御部の近くに置いて直接加熱する場合に比べると効率は1桁程度低い．高濃度ドープされた導波路を制御部にいかに近づけられるかが効率向上のポイントになる．現状は1.5 μmの距離を取っているが，これを1 μm以下にすると，ドーパント拡散により制御部の導波路の吸収増加が示唆された．ドーパントの拡散を抑制しつつ，距離を小さくする最適化が必要と思われる．

参考文献

1) R. L. Espinola, et al., IEEE Photon. Technol. Lett. 15, 1366 (2003).

2) V. R. Almeida, et al., Opt. Lett. 29, 2867 (2004).

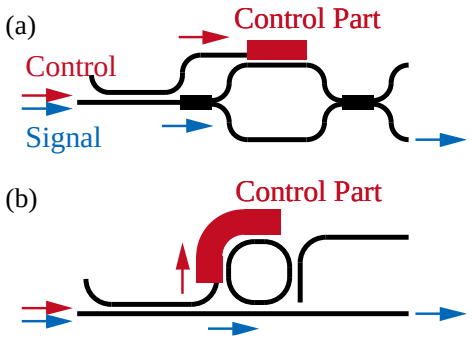

図 1 提案・実証した素子．(a) MZI タイプ．(b) MRR タイプ．

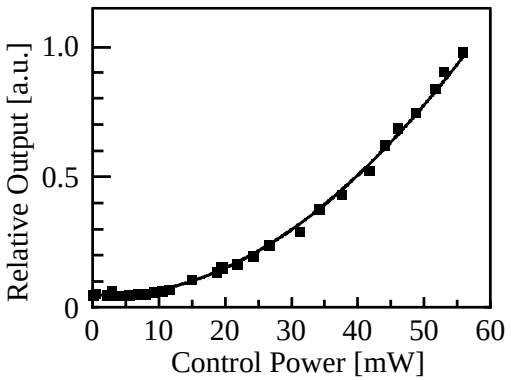

図 2 MZI タイプの素子の動作特性．

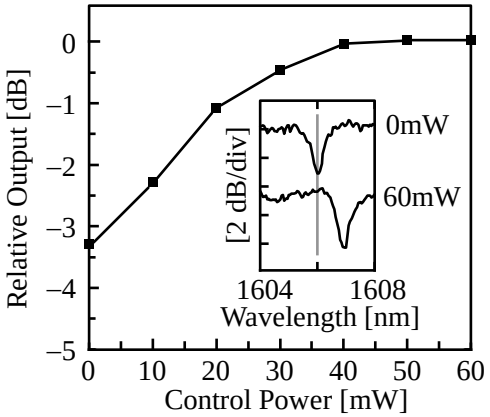

図 3 MRR タイプ素子の動作特性．挿入図はスペクトルシフトの様子．

© 2021年 応用物理学会