

InGaAsP 細線導波路光スイッチにおける低クロストーク動作

Low-crosstalk operation in InGaAsP photonic-wire optical switches

東大院工¹, JST-CREST², 住友化学³○一宮佑希^{1,2}, 横山正史¹, 野口宗隆¹, 市川磨³, 長田剛規³, 秦雅彦³,
竹中充^{1,2}, 高木信一^{1,2}Univ. Tokyo¹, JST-CREST², Sumitomo Chemical Co. Ltd.³○Yuki Ikku^{1,2}, Masafumi Yokoyama¹, Munetaka Noguchi¹, Osamu Ichikawa³, Takenori Osada³,
Masahiko Hata³, Mitsuru Takenaka^{1,2} and Shinichi Takagi^{1,2}

E-mail: ikku@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】シリコンフォトニクスを用いたキャリア注入光スイッチが次世代の超小型光スイッチとして注目されている[1,2]。これらのスイッチは低消費電力である一方、注入したキャリアによる光損失が原因で、クロストークは約-20 dBに制限される[2]。直接遷移型半導体であるInGaAsPはシリコンと比べキャリア注入時の屈折率変化が大きく[3]、注入キャリアによる損失やクロストークを小さくすることができる。しかし既存のInP系リッジ導波路やハイメサ導波路はCMOSプロセスと整合せず、また垂直方向の光閉じ込めが弱いため大規模集積には適さない。我々は高性能III-V CMOSトランジスタ[4]と超小型III-V光デバイス[5]をモノリシック集積可能な化合物半導体版シリコンフォトニクスと呼べるIII-V CMOSフォトニクスプラットフォーム[6]の提案を行ってきた。基板貼り合わせにより作製されたIII-V-on-Insulator (III-V-OI) 基板を用いることでシリコンフォトニクスと同等な強い光閉じ込めが可能となる。これまでにIII-V-OI基板上に作製したInGaAsP細線導波路を用いて、急峻ベンド導波路や超小型アレイ導波路回折格子(AWG)[7]、低電流駆動光スイッチ[8]を実証している。今回このプラットフォームを用いてマッハ・ツェンダー干渉計光スイッチを作製し、低クロストーク動作を実証したので報告する。

【作製】2インチInGaAsP($\lambda_g = 1.25 \mu\text{m}$)/InP基板と熱酸化Si基板上にALDで Al_2O_3 を堆積後、二つの基板を洗浄して貼り合わせた。その後、350℃で1時間の熱処理を施し、HClでInP基板を選択エッチングすることでIII-V-OI基板を作製した。その後のプロセスをFig. 1に示す。まずIII-V-OI基板上にプラズマCVDで SiO_2 マスクを堆積後、フォトリソグラフィによりパターンニングを行い、 SiO_2 マスクおよびInGaAsPを反応性イオンエッチング(RIE)でドライエッチングすることで導波路を作製した。次に導波路の片側にSiをイオン注入し600℃で10秒間の熱処理を施すことでn⁺領域を形成した。導波路の反対側には550℃でZn添加SOGからZnを拡散することでp⁺領域を形成した。そしてプラズマCVDで SiO_2 をパッシベーションした後BHFでコンタクトホールを開け、最後にスパッタ蒸着とリフトオフプロセスによりPt電極を形成した。

【結果】作製した光スイッチにレンズ付きファイバで波長1.61 μm のCW光を入射し、出力光パワーの入力電流依存性を測定した。結果をFig. 2に示す。約2Vの駆動電圧で2×2のスイッチング動作が得られた。スイッチング時の光パワーのクロストークは約-30 dBであり、同じ構造のシリコン光スイッチの限界である-22 dBと比べ8 dB小さい値が得られた。

【謝辞】本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金若手研究Aの助成により実施した。

[1] W. M. J. Green et al., Opt. Express **15**, 17106-17113 (2007).[2] J. V. Campenhout et al., Opt. Express **17**, 24020-24029 (2007).[3] B. R. Bennett et al., IEEE J. Quantum Electron **26**, 113-122 (1990).[4] M. Yokoyama et al., IEEE Elect. Dev. Lett. **32**, 1218 (2011).[5] M. Takenaka et al., Opt. Express **15**, no. 13, 8422 (2007).

[6] M. Takenaka et al., OFC'10, OThS5 (2010).

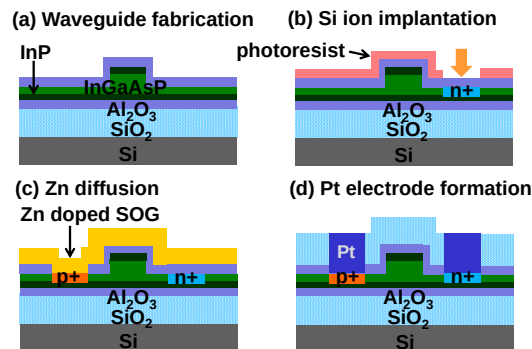
[7] M. Takenaka et al., Appl. Phys. Express **2**, 122201 (2009).[8] Y. Ikku et al., Opt. Express **20**, B357-B364 (2012).

Fig. 1 Fabrication process of an InGaAsP photonic-wire optical switch.

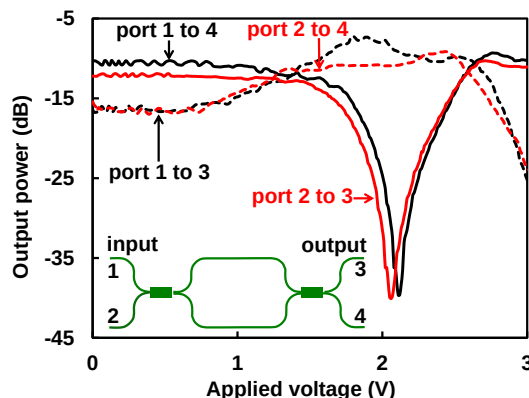


Fig. 2 Switching characteristics.