30a-B3-6

III-V CMOS フォトニクスを用いた低電流駆動光スイッチ

Low-driving-current optical switches using III-V CMOS photonics platform

東大院工 [1], 住友化学 [2]　○一宮佑希 [1], 横山正史 [1], 市川磨 [2], 秦雅彦 [2], 竹中充 [1], 高木信一 [1]
Univ. Tokyo[1], Sumitomo Chemical Co. Ltd.[2] ○Yuki Ikku[1], Masafumi Yokoyama[1], Osamu Ichikawa[2], Masahiko Hata[2], Mitsuru Takenaka[1] and Shinichi Takagi[1].
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型光スイッチが次世代の低消費電力光スイッチとして注目されている[1-3]。これらのスイッチは数 mA の電流で動作するが、将来のさらなる大規模集積化を考えるとより小さい電流で動く光スイッチが求められる。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いことが知られており[4]、より低い電流でのスイッチが可能となる。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という問題があった。この問題を解決するために、 我々は高性能 III-V CMOS トランジスタ[5]と超小型 III-V 光デバイス[6]をモノリシック集積可能な III-V CMOS フォトニクスプラットフォーム[7] 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。このプラットフォームを用いて、これまでに急峻な曲げ導波路や超小型アレイ導波路回折格子(AWG)を実証している[8]。今回このプラットフォームを用いて低電流駆動マッハ・ツェンダー干渉計光スイッチを作製したので報告する。

【作製】まず 2 インチの InGaAsP(λ_g = 1.25 μm)/InP 基板と熱酸化 Si 基板に、ALD によって Al_2O_3 を堆積した。この二つの基板を洗浄後貼り合わせて、350 °C で 1 時間の熱処理を施した。そして、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ニングをおこない 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。次に導波路の両側に Be と Si をイオン注入し 600 °C で 10 秒間の熱処理を施すことで p^+領域と n^+領域をそれぞれ形成した。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】Fig. 2 に作製した光スイッチの顕微鏡写真を示す。この光スイッチにレンズ付き光ファイバで波長 1.55 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. 3 に示す。200 μA の駆動電流で 10 dB の消光比を得た。この駆動電流の値は同様の構造のキャリア注入型シリコン光スイッチと比べると約 10 分の 1 である。これは InGaAsP 中でのキャリア注入時の大きな屈折率変化が理由であると考えられる。

【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] G. R. Zhou et al., Opt. Express **17**, 5291-5226 (2008).
[4] B. R. Bennett et al., IEEE J. Quantum Electron **26**, 113-122 (1990).
[5] M. Yokoyama et al., IEEE Elect. Dev. Lett. **32**, 1218 (2011).
[6] M. Takenaka et al., Opt. Express **15**, no. 13, 8422 (2007).
[7] M. Takenaka et al., OFC'10, OThS5 (2010).
[8] M. Takenaka et al., Appl. Phys. Express **2**, 122201 (2009).

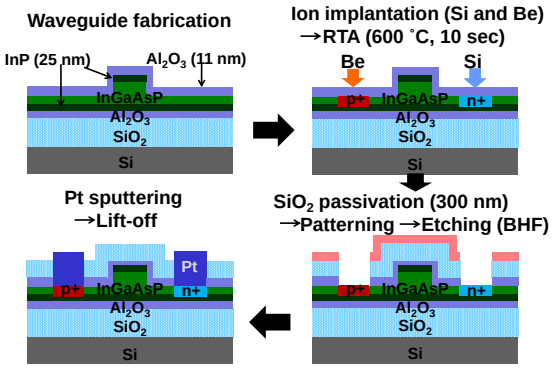

Fig. 1 Fabrication process of an InGaAsP photonic-wire optical switch.

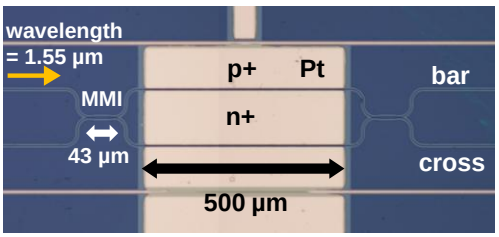

Fig. 2 Plan-view photograph of the optical switch.

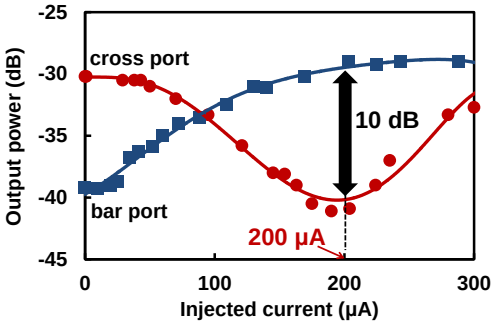

Fig. 3 Injected current dependence of output power of the switch.

© 2013 年　応用物理学会