

III-V-OI 基板上における量子井戸インターミキシングを用いた導波路型受光器の実証

Demonstration of waveguide coupled photodetector on III-V-OI wafer using quantum well intermixing

○関根 尚希¹, トープラサートポン カシディット¹, 高木 信一¹, 竹中 充¹ (1. 東大工)

○Naoki Sekine¹, Kashidit Toprasertpong¹, Shinichi Takagi¹, Mitsuru Takenaka¹ (1. U. Tokyo)

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

【はじめに】光集積回路は低消費電力かつ低コストに光インターコネクションを実現するうえで重要である。我々は間接遷移半導体である Si ではなく直接遷移半導体である III-V 族半導体を用いた III-V-OI 構造を用いることで、受発光素子・受動素子のモノリシック集積と SOI 基板と同様の強い光閉じ込めを両立可能な III-V CMOS フォトニクス・プラットフォームを提唱し研究を進めてきた [1]。III-V-OI 基板上の能動・受動集積はエッチング・再成長を用いた手法 [2] が報告されているが、プロセスコストを考慮すると再成長不要でモノリシック集積を実現することがより望ましい。そこで我々は、III-V-OI 基板上で量子井戸ミキシングを実現する研究を進めてきた [3]。本研究では量子井戸インターミキシングを用いることで再成長プロセスを経ずに量子井戸層のバンドギャップを変調し、III-V-OI 基板上において導波路型受光器とパッシブ導波路、グレーティングカプラのモノリシック集積に初めて成功したので報告する。

【素子作製】今回作製した導波路型受光器の構造を Fig. 1(a) に示す。多重量子井戸 (MQW) を含む III-V エピ基板と SiO₂ 付き Si 基板を O₂ プラズマによる表面活性化により貼り合わせた後、犠牲層の選択エッチングにより膜厚 360 nm の薄膜 III-V-OI 基板を作製した。その後受光器領域外に P₂⁺ イオンを注入、熱処理を行うことで量子井戸インターミキシングを行った。Fig. 1(b) 上図のフォトルミネッセンス強度から受光領域部外のバンドギャップ波長は量子井戸インターミキシングにより約 80 nm 短波長側にシフトしたことが分かる。また熱処理前後でインターミキシングを行わなかった領域のバンドギャップ波長はほとんど変化がなかった。その後、導波路を RIE プロセスにより形成し、Si イオンの注入により n 領域を、Zn 拡散により p 領域を形成し、受光器を作製した。最後に全体を SiO₂ で保護した後に Ti/Au 電極をリフトオフ法にて形成した。

【結果】光照射前後の I-V 特性を Fig. 2 に示す。入力光としては 1550 nm の CW 光を用いた。まず光照射を行わない場合、電圧の増加に伴い暗電流も増加していることが分かる。これはプロセスの改善により低減することが可能であると考えられる。また光を照射した際に明瞭な光電流が観測され、量子井戸インターミキシングにより受光器とパッシブ導波路の集積に成功した。光ファイバから導波路への結合損や導波路の損失を考慮すると受光器へ入力された光強度は -10 dBm となり、-1 V における感度は約 0.4 A/W と推定された。

【謝辞】本研究の一部は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの委託により実施した。

【参考文献】

[1] M. Takenaka and Y. Nakano, Opt. Express **15**, 8422 (2007).

[2] S. Matsuo et al., Optics Express, **22**, 12139-12147 (2014).

[3] S. Takashima, Y. Ikku, M. Takenaka, and S. Takagi, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 04EH13 (2016).

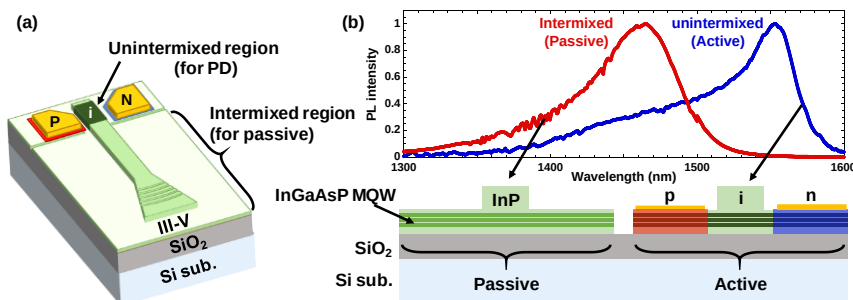


Fig. 1(a) Schematic of waveguide PD integrated with passive waveguide and grating coupler on III-V-OI platform. (b) PL spectra of intermixed MQW and unintermixed MQW regions.

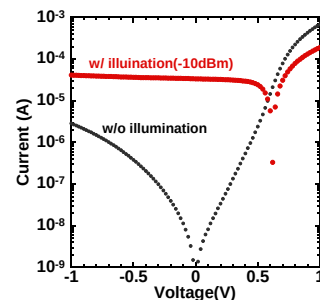


Fig. 2 IV characteristics with and without illumination of light