

III-V-OI 基板上における量子井戸インターミキシング量 拡大による導波損失の低減

Reduction of band edge absorption through the increase of bandgap energy shift by
quantum well intermixing on III-V-OI wafer

○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 [3,4]。これまでに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を実現した [4]。一方でバンドギャップ波長のシフト量は十分でなく、シフト前のバンドギャップ波長である 1550 nm 帯ではバンド端吸収が存在している。本研究では化合物半導体層の層構造を変化させることで 140 nm のバンドギャップ波長のシフトを実現しバンドエッジ吸収の低減に成功したので報告する。

【素子作製】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 250 nm の薄膜 III-V-OI 基板を作製した。その後受動導波路領域に P₂⁺ 分子イオンを注入、650 °C で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(a) に 18 min 熱処理を行ったときのフォトルミネッセンススペクトルを示す。フォトルミネッセンスのピークが量子井戸インターミキシングにより約 140 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た。

【結果】長さの異なる直線導波路の透過スペクトルを測定し、カットバック法により導波損失を求めたもの Fig.2 に示す。これまでのデバイスでは 1550 nm 付近でバンド端吸収がみられるがバンド端を大きく変調することでバンド端吸収の低減に成功した。

【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) の委託業務 (JPNP13004) および JST、未来社会創造事業、JPMJMI20A1 の支援により実施した。また文部科学省「ナノテクノロジープラットフォーム」事業 (課題番号: JPMXP09F20UT0021) の支援を受けて、東京大学武田先端知スーパークリーンルーム微細加工拠点において実施された。

【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). [3] S. Takashima, Y. Ikku, M. Takenaka, and S. Takagi, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 04EH13 (2016). [4] N. Sekine, K. Toprasertpong, S. Takagi, and M. Takenaka, CLEO2020, Stu3O.5(2020)

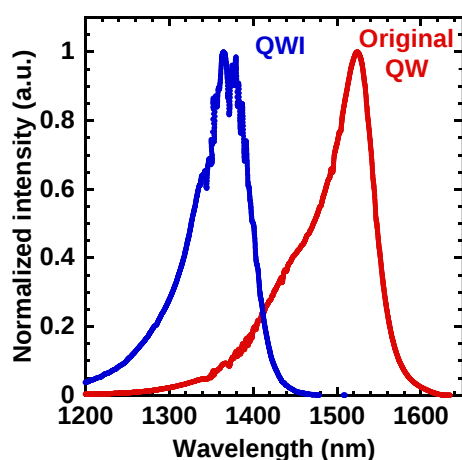


Figure 1 PL spectra of intermixed MQW and unintermixed MQW regions.

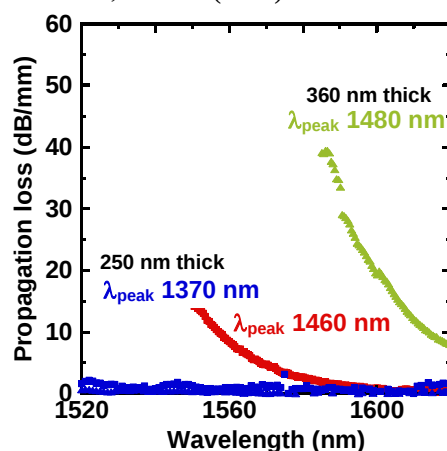


Figure 2 Propagation loss of intermixed MQW waveguide with different bandgap energy.