

InP-Si MOS 構造光変調器の作製と評価

Fabrication and evaluation of InP-Si MOS optical modulator

NTT 先端集積デバイス研¹, ナノフォトンクスセンタ² ○開 達郎^{1, 2}, 相原 卓磨¹, 長谷部 浩一

^{1, 2}, 武田 浩司^{1, 2}, 藤井 拓郎^{1, 2}, 土澤 泰^{1, 2}, 碓塚 孝明^{1, 2}, 山本 剛¹, 松尾 慎治^{1, 2}

NTT Device Technology Labs.¹, Nanophotonics Center², NTT Corporation, °Tatsurou Hiraki^{1, 2},

Takuma Aihara¹, Koichi Hasebe^{1, 2}, Koji Takeda^{1, 2}, Takuro Fujii^{1, 2}, Tai Tsuchizawa^{1, 2}, Takaaki

Kakitsuka^{1, 2}, Tsuyoshi Yamamoto¹, and Shinji Matsuo^{1, 2}

E-mail: hiraki.tatsurou@lab.ntt.co.jp

1. 背景

通信トラフィックの増大に伴い、光デバイスの飛躍的な高集積化、低コスト化が可能となるシリコン(Si)フォトニクス素子が期待されている。特に、光変調器は、小型、低消費電力化が求められる重要な素子であり、先行研究では、metal-oxide-semiconductor (MOS) 構造を用いた高効率 Si 光変調器が報告されている [1]。しかし、従来の MOS 構造光変調器に用いられる n 型 poly-Si は吸収損失が大きく、また、キャリアプラズマ効果の増大が難しいことから、更なる性能向上が困難である。本研究では、Si 上化合物半導体集積技術を適用することで吸収損失低減、変調効率増大が可能となる Si 上 MOS 構造光変調器を報告する。

2. 設計

図 1 に本研究の素子構造の概略図を示す。n 型半導体は化合物半導体である InP、p 型半導体は Si を用いる。InP は 1.55- μm 帯における吸収が poly-Si と比べて小さく、また、電子による屈折率変化は Si と比べて 5 倍程度大きい [2]。InP 層と Si 層の厚さは電荷蓄積領域と伝搬光のオーバーラップが最大になる膜厚としており、それぞれ 140 nm、110 nm である。図 1 中に Si 細線導波路、MOS 構造光変調器のモードプロファイル計算結果を示す。InP と Si のオーバーラップ領域は 600 nm 幅である。今回は、InP と Si 層間の絶縁膜として熱酸化膜を用いた。また、Si 細線導波路と MOS 構造光変調器間の伝搬光は InP テーパーにより接続される。

3. 評価

本研究では、チップ端面反射によるファブリペロ共振のピークシフト量から MOS 構造光変調器の屈折率変調量を算出した。MOS 構造光変調器に電圧を印加した際の透過スペクトル測定結果を図 2 に示す。入射光は tunable laser diode を波長掃引して入射し、偏波は transverse-electric (TE) モード、入射光強度は -3 dBm、出力光は 3 dB カプラで分波された後受光器に接続される。n 型 InP への負電圧印加により共振ピーク波長が短波側にシフトしていることから、

MOS の蓄積電荷による屈折率変化が確認できた。-3~-7 V において見積られる変調器の性能指標($V_{\pi} \cdot L$)は約 1.1 V $\cdot\text{cm}$ であった。本素子では、InP-SiO₂ 界面トラップ準位が変調効率を制限していると考えられ、界面準位密度が比較的小さな Al₂O₃ 膜などを用いることで性能向上が期待できる。

4. まとめ

n 型 InP と p 型 Si を用いた MOS 構造光変調器を作製、評価し、光変調動作を確認した。本研究により、化合物半導体-Si 融合集積技術による高性能光デバイス集積の可能性を示した。

参考文献

- [1] A. Liu, et al., Nature, **427**, pp. 615-618, 2004
- [2] L. Chusseau, et al., App. Phys. Lett., **69**, 3054, 1996

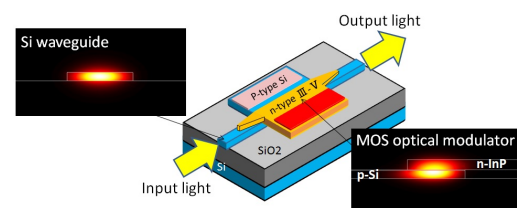


Fig. 1 Schematic of InP-Si MOS optical modulator

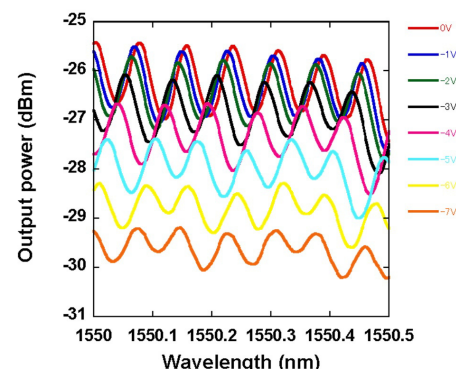


Fig. 2 Measured results of transmission spectrum