

III-V/Si MOS キャパシタマッハツェンダ変調器による 10 Gb/s 強度変調

10-Gb/s intensity modulation with III-V/Si MOS capacitor Mach-Zehnder modulator

NTT 先端集積デバイス研¹, NTT ナノフォトニクスセンタ², 〇開 達郎^{1,2}, 相原 卓磨¹, 長谷部 浩

一¹, 藤井 拓郎^{1,2}, 武田 浩司^{1,2}, 碓塚 孝明^{1,2}, 土澤 泰^{1,2}, 福田 浩^{1,2}, 松尾 慎治^{1,2}

NTT Device Technology Labs.¹, NTT Nanophotonics Center², 〇Tatsurou Hiraki^{1,2}, Takuma Aihara¹,

Koichi Hasebe¹, Takuro Fujii^{1,2}, Koji Takeda^{1,2}, Takaaki Kakitsuka^{1,2}, Tai Tsuchizawa^{1,2}, Hiroshi

Fukuda^{1,2}, and Shinji Matsuo^{1,2}

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

1. 背景

光変調器の小型化、低コスト化に向けて、シリコン(Si)フォトニクス素子が注目されている。特に、Si metal-oxide-semiconductor (MOS) 光変調器は $V_{\pi}L$ 低減が容易であり、小型変調器として有望である。しかしその反面、大きな酸化膜容量により 3-dB 帯域が小さい点が課題となる。これに対し、電子による屈折率変化が Si より大きく、電子移動度が Si より高い InP 系材料を n 型半導体として用いる III-V/Si MOS 光変調器は、小型でも容量と抵抗の低減が可能であり、小型化と高速化の両立が可能となる [1, 2]。先行研究では、上記素子の静特性のみ示されたが、本研究では動特性に関して報告する。

2. 設計

n 型 III-V 族半導体として、InGaAsP($\lambda_g = 1.3 \mu\text{m}$) と InP に注目する (図 1)。 $V_{\pi}L$ が等しく (0.15 Vcm) なるように酸化膜容量を設計した場合、MOS 光変調器の 3-dB 帯域は直列抵抗、即ち、MOS 光変調器と電極コンタクト間の長さに依存する。3-dB 帯域と変調器-電極間長さの関係の計算結果を図 2 (a)に示す。n 型, p 型半導体は共に変調器-電極間長さが同じとした。III-V/Si MOS 変調器の 3-dB 帯域は従来の Si 変調器より大きいことが分かる。この計算結果を元に、本研究では、InP/Si マッハツェンダ変調器を作製し、位相シフタ長は $700 \mu\text{m}$ 、変調器-電極間長さは $2.5 \mu\text{m}$ とした。 V_{π} 、3-dB 帯域の計算値はそれぞれ約 2 V、約 3 GHz であり、プリエンファシス信号回路による 10 Gb/s 変調動作が可能となる。

3. 測定結果

測定では、ビットレート 10 Gb/s、non-return-to-zero、pseudo-random binary sequence $2^{31}-1$ の強度変調信号を pulse pattern generator (PPG) から出力し、19 dB のゲインを与えてマッハツェンダ変調器に入力した。入力信号のプリエンファシスにはポストカーサ(1 段)を

用いた。入力光は transverse electric モードとし、DC バイアスは 4 V とした。図 2 (b)にアイパターンの測定結果を示す。10 Gb/s におけるアイ開口が確認できた。なお、変調器-電極間長さを短くすることで、3-dB 帯域は 20 GHz 以上まで向上し、ビットレートの更なる向上が可能となる。

4. まとめ

小型化と高速化が可能な III-V/Si MOS 光変調器を作製し、10 Gb/s 動作を確認した。これにより、Si フォトニクス素子の更なる高性能化の可能性を示した。

参考文献

[1] 開 他, 第 77 回応物秋季, 14p-B4-1, 2016

[2] 韓 他, 第 77 回応物秋季, 14p-B4-2, 2016

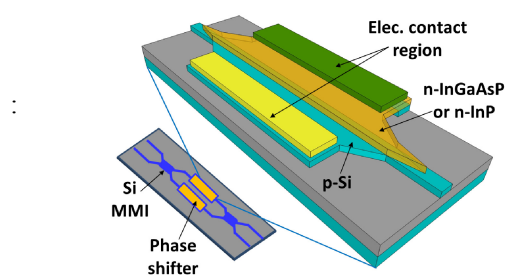


Figure 1 Schematic of III-V/Si MOS capacitor modulator

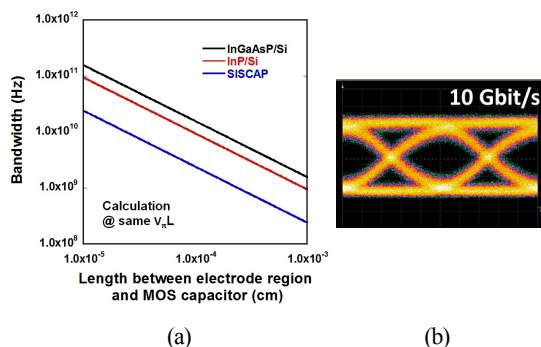


Figure 2 (a) Calculated bandwidth, (b) measured eye diagram