

回路トポロジーに基づく電気光学デジタル／アナログ変換器の高速動作

High-speed operation of electro-photonic digital-to-analog converters based on circuit topology

NTT ナノフォトニクスセンタ¹, NTT 物性研² 産総研³, 北 翔太^{1,2}, コン グアンウェイ³, 池田 幸平^{1,2}, 野崎 謙悟^{1,2}, 前神 有里子³, 大野 守文³, 山本 宗継³, 山田 浩治³, 新家 昭彦^{1,2}, 納富 雅也^{1,2}, NTT Nanophotonics Center¹, NTT BRL², AIST³, S. Kita^{1,2}, G. Cong³, K. Ikeda^{1,2}, K. Nozaki^{1,2}, Y. Maegami³, O. Morihumi³, N. Yamamoto³, K. Yamada³, A. Shinya^{1,2}, and M. Notomi^{1,2}

E-mail: syouta.kita.ue@hco.ntt.co.jp

現状で光通信応用において電気デジタル信号を光アナログ信号に変換するために、その中間に電気デジタル・アナログ変換器 (DAC) を用いて電気光学変調器の入力とすることが一般的だが、変換による遅延および消費電力の増大がデメリットである。これを解決するために電気デジタル信号を光アナログ信号に直接変換する、つまり電気 DAC を省略できる電気光学 DAC (EO DAC) が今後応用範囲の拡大において重要になる。これに向け、現状で最も高い信号対雑音比 (SNR) が実現できる構成として回路トポロジーEO DAC (CT EO DAC) を考案し、これの基本的な動作を実証してきた¹⁾。今回は 300MS/s の 8 ビット動作・波長低依存化・小型化に関して報告した²⁾。今回は CT EO DAC の 10GS/s 級動作の観測について報告する。

Si CMOS パイロットラインの 300 mm プロセスにより作製した 16 ビット CT EO DAC 回路を Fig. 1(a) に示す。縦続接続した 1:1 の Y 分岐に連続光を入力し、各分岐先で 3 dB ずつ強度差をつける。1 番目の分岐光はホモダイン検波のための参照光とし、それ以降は強度順に最上位ビット (MSB), 第 2 上位ビット (2nd), ..., 最下位ビット (LSB) を入力する折り畳み位相変調器 (PM)³⁾ が接続されている。各 PM に対応する電気デジタル信号を入力し、ビットが 1 の場合は位相変調する。これらの光変調信号を入力側と同一な 1:1 の Y 合流を縦続接続したもので順次合流することで、ビットごとに計 6 dB の強度差、つまり適切なビット重み付けが完了するので EO DAC として機能する。実験では“MSB”から“6th”の PM に対して周波数が 2 倍ずつ異なる同一な V_{pp} のビット列を入力しつつ、各アームの合流位相をヒータで調整したところ、直接検波によって Fig. 1(b) のような鋸歯状波が得られた。少なくとも 4 ビット以上のアナログ階調を確認できるため、現状で 10GS/s 級の動作を観測できているといえる。今後、広帯域なバランス検出器によりホモダイン検波を実施し、SNR を最大化した状態で波形を再度評価する。本成果は主に光電融合演算器の低遅延データ入力および近距離向け高シンボルレート通信応用を想定している。参考文献 1) S. Kita et al., *CLEO SW3A.3* (2021). 2) 北ら, 春季応物 **17a-Z10-6** (2021). 3) G. Cong et al., *JSTQE* **27**, 8200311 (2020).

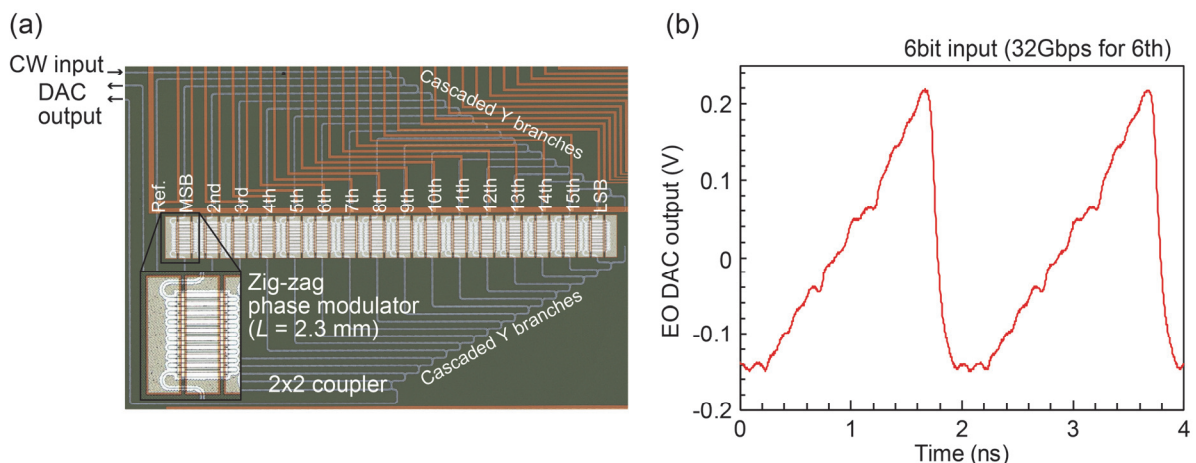


Fig. 1 High speed operation of a circuit topology electro-photonic digital-to-analog converter (CT EO DAC). (a) Microscope picture of 16-bit CT EO DAC with non-traveling-wave (zig-zag) phase modulators. (b) An observed saw tooth waveform from (a) with 6 channel bit pattern input (1550 nm input, direct detection, AC coupling, 40 GHz photoreceiver).