

EO ポリマー/Si 融合型フォトニック結晶スローライト 光変調器の動作実証

Demonstration of an Electro-Optic Polymer/ Silicon Hybrid Photonic Crystal Slow-Light Optical Modulator

情報通信研究機構 ○井上 振一郎, 大友 明

NICT ○Shin-ichiro Inoue, Akira Otomo

E-mail: s_inoue@nict.go.jp

次世代の大容量オンチップ光通信技術を実現するためには、超高速・電気光学 (EO) 変調デバイスの高集積化・低消費電力化が必要不可欠である。シリコン光変調器は低コスト化、集積化に優れるものの、動作原理としてキャリアプラズマ効果を用いるため、消費電力が高く、変調帯域も数十 GHz 以下に制限される問題があった¹⁾。一方、電気光学 (EO) ポリマーは近年、材料性能である EO 係数が飛躍的に向上しており、さらに屈折率分散 (光-高周波間) が非常に小さいため、低消費電力化と 100GHz 以上の超高速動作が見込めるが、屈折率が小さくデバイスサイズは cm オーダーとなり集積化が困難である。ここで本研究では、独自に開発した高い電気光学係数と超高速応答性を併せ持つ有機 EO ポリマーと、スローライト効果により非線形相互作用の増強が可能なシリコン 1 次元フォトニック結晶導波路とをハイブリッドしたマッハツェンダ (MZ) 型 EO 光変調器を作製し、その動作実証に初めて成功したので報告する。有機 EO ポリマーとシリコンフォトニクスを融合するプロセス技術を開発し、ナノオーダーの高い加工精度と有機材料へのダメージ抑制を両立する要素技術を確認した (図 1 参照)。また提案する EO ポリマー/Si 融合型 1 次元フォトニック結晶は、EO ポリマーの配向制御に適した構造であることが特徴であり、Si プラットフォームにおいて、バルク状態と遜色ない優れたポーリング特性を示した。図 2 に非対称 MZI 素子 (L=100 μ m) において得られた EO 変調特性を示すが、スローライト効果による変調効率の向上、及び実デバイス内における極めて大きな電気光学係数 (r_{33} =343 pm/V) を達成した。これは現在実用化されているニオブ酸リチウム (LN) 光変調器の 10 倍以上の性能であり、本デバイスの高い優位性を示す結果であると言える。

[1] G.T. Reed, G. Mashanovich, F.Y. Gardes and D.J. Thomson, Nature Photon. 4, 518 (2010).

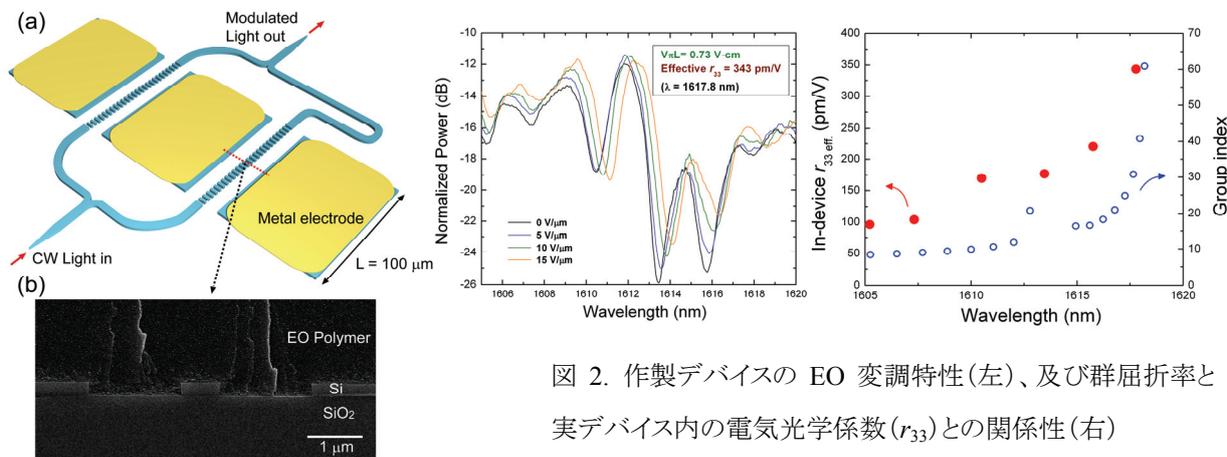


図 2. 作製デバイスの EO 変調特性 (左)、及び群屈折率と実デバイス内の電気光学係数 (r_{33}) との関係性 (右)

図 1. (a) デバイス概要図と (b) 断面 SEM 像