有機薄膜光集積回路:各素子の特性解析

Organic Membrane Photonic Integrated Circuit (OMPIC): Analysis of Each Device

雨宮 智宏1*、金澤 徹2、平谷 拓生2、井上 大輔2、顧 之琛2、浦上 達宣3、荒井 滋久1 °T. Amemiya^{1*}, T. Kanazawa², T. Hiratani², D. Inoue², Z. Gu³, T. Urakami³, and S. Arai¹ 東京工業大学 科学技術創成研究院1 工学院電気電子系2 三井化学(株) 機能材料研究所3

¹Institute of Innovation Research (IIR), ²Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology ³Functional Materials Laboratory, Mitsui Chemicals, Inc. *E-mail: <u>amemiya.t.ab@m.titech.ac.jp</u>

1. はじめに

当グループでは、InP、 Si に次ぐ、光集積回路の新 しいプラットフォームとして、'有機薄膜光集積回路' の提案を行っている[1,2]。チップ形状であった従来の 光集積回路をフレキシブル化することで、センシング や医療応用などを目的としたウェアラブルで高速な 光信号処理が可能となる(Fig. 1a)。

本研究では、回路内の基本的な構成要素として、伝 送路・入出力カプラ・受光器・変調器・スイッチにつ いて、各々の特性解析を行ったので、ご報告する。

2. 各素子の解析結果

有機薄膜光集積回路においては、膜厚 10 μm 程度の 有機薄膜内に各種光機能がモノリシック集積されて いる (Fig. 1b)。回路内の各素子の解析結果は Fig. 2の とおりであり、以下に各々の詳細を示す。

【光伝送路】PMMA をコア、Cytop をクラッドとする 導波路を採用する。単一モード伝搬可能な幅2μm、高 さ1µmの導波路において、曲率半径100µmで曲げ損 失は 0.2dB/bend 以下となった。

【入出力カプラ】金属グレーティングを有するテーパ を導入する。FDTD法による解析結果から、Λ=1140nm、 duty 比 50%の金属グレーティング (Ti 10 nm/Au 30 nm) において、結合効率 7.5dB となった(Fig. 3)。

【受光器】導波路直下にグラフェンを配置した構造を 用いる。グラフェンの光学特性を計算した後、FDM に よるモード解析を行った結果を Fig. 4 に示す。波長 1550 nm において、約 100/cm の吸収特性となった。

【変調器】導波路直下にグラフェンを配置し、下部電 極から Cytop (500 nm)を介して電圧印加を行うことで グラフェンの化学ポテンシャルを制御する。Fig. 5a に 変調器の等価屈折率および吸収係数の化学ポテンシ ャル依存性を示す。これにより、0.4 eV 前後で光吸収 による変調を行うと仮定すると、波長1550nmにおい て、25⇔100/cmの変調特性となった(Fig. 5b)。

【光スイッチ】スイッチは熱光学効果による屈折率変 化を用いる。電極からの温度分布を Comsol により計 算した後、デバイスの等価屈折率変化 Δn を計算した。 結果、数 μW の電力消費で Δn~0.005 となった。

謝辞:本研究は、JST CREST、JSPS 科研費(#15H05763、 #16H06082)、総務省 SCOPE 若手 ICT の援助で行われた。

参考文献

[1] T. Amemiya et al., Japanese patent No. 2016-012136.

[2] T. Amemiya et al., US patent pending.







Fig. 5. (a) Refractive index and absorption of modulator as a function of chemical potential for grapheme. (b) Calculated modulator performance.

