

フォトクロミック材料をコアに含む光メモリ導波路の損失低減

Loss Reduction of Optical Memory Waveguide Using

Photochromic Materials in Core Layer.

広島大ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 [○]谷本 桂理, 河村 智、雨宮 嘉照,
横山 新

Res. Inst. for Nanodevice and Bio Syst. Hiroshima Univ., [○]K. Tanimoto, S. Kawamura, Y. Amemiya,
and S. Yokoyama

E-mail: tanimoto-k@hiroshima-u.ac.jp

[はじめに]

本研究では、「通過した光の量を記憶し、それに伴って光透過率が変化するフォトクロミック材料」を用いて、光ニューラルネットワークを形成する基礎研究を行う[1]。図 1 の神経回路網のシナプスに当たる素子にはフォトクロミック材料であるジアリールエテン[2]を用い、その部分の光透過量に応じて結合重みを変化させる。今回使用したジアリールエテンは紫外線照射で無色から赤色に変化し、可視光照射により赤色から無色に戻る[3]。

これまでにコアにフォトクロミック材料を用いたサンプルを作製した[4]。今回は、フォトクロミック材料を含む光導波路の物理モデルを構築し、実験値と比較した。

[実験・結果]

測定した UV 光照射効果を図 3 に示す。この測定は導波路に緑色光を通し続けている状態で UV を照射した。UV を照射することで透過率が減衰し、UV 強度を増加させると、減衰時間が短縮され、透過率が小さくなる。図4はフォトクロミック材料のジアリールエテンの遷移図である。ジアリールエテン分子は(A) 緑色光吸収状態、および(B) 透明状態の 2 つの状態を有する。これらの状態における時間変化は次式で表せる。

$$\frac{dn_1}{dt} = k_2 I_G n_2(t) - k_1 I_{UV} n_1(t) \tag{1}$$

$$\frac{dn_2}{dt} = k_1 I_{UV} n_1(t) - k_2 I_G n_2(t) \tag{2}$$

k_1, k_2 は比例定数である。他の記号は図4に記載している。UV光による着色状態について初期条件は、 $t = 0, n_1 = n, n_2(t = 0) = 0$ である。ここで n は分子の総数で $n = n_1 + n_2$ である。この条件で実験値にフィットするように k_1, k_2 を決め、方程式を解きプロットしたものが図3の点線である。理論値は実験値とほぼ一致していることがわかる。しかし、問題点として応答時間が遅い、また導波路が薄く損失が大きいことが挙げられる。

[まとめ]

光導波路の物理モデルを構築し、理論式を立てて解いた。当日はこのモデルから得られた応答時間の短縮方法と、導波路を厚くし、損失を低減した導波路の詳細な特性を報告する。

[謝辞]

本研究は、文部科学省科研費、挑戦的萌芽研究 (No. 15K13339) の補助を受けて行われた。

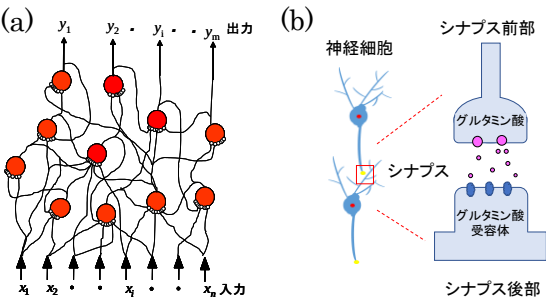


図 1. (a)神経回路網 (b)神経細胞

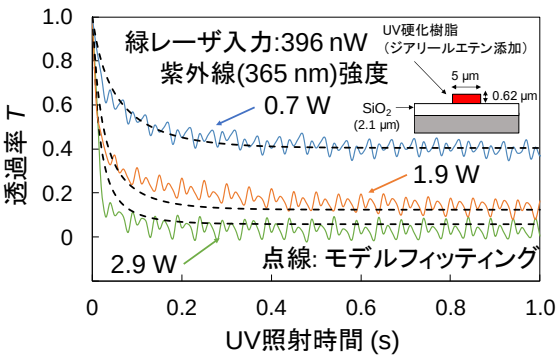


図 3. ジアリールエテンをコアに含む導波路の透過率の UV 光照射特性

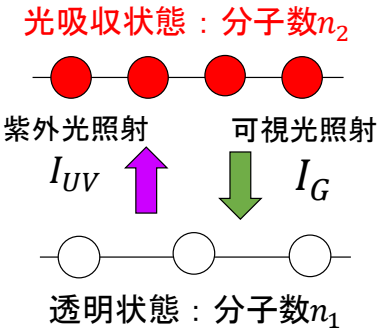


図 4. ジアリールエテン分子の光遷移モデル

[参考文献]

[1] 横山新, 光集積回路装置, 特許第 42125812 号.
[2] I. Masahiro *et al.* J. Org. Chem **53**, 803 (1998).
[3] M. Hamano *et al.* Jpn. J. Appl. Phys. **35**, 1764 (1996).
[4] 谷本他, 第 65 回 2018 年応用物理学会春季学術講演会, 17p-P3-12.