

膨潤したシリコンゴム中での色素分子の拡散係数

Diffusion Coefficient of Dye Molecules in Swollen Silicone Rubber

龍谷大理工 濱崎 孝政, 齊藤 光徳

Ryukoku Univ. Takamasa Hamazaki, Mitsunori Saito

E-mail: msaito@rins.ryukoku.ac.jp

シリコン (PDMS) ゴム中では分子が大きな拡散係数で流動するため、Fig.1(a)に示すように、劣化した有機色素を新鮮な色素に置き換える新陳代謝機能が生じる。レーザ発振や変色などの機能を示す光路上 (Operation region) の色素分子が2次元拡散する速さを調べるため、Fig.1(b)に示す PDMS のサンプル (直径 44mm、厚さ 3mm) を作製した。拡散を促進するため、PDMS オイルを硬化させる前に 60vol% のトルエンを加えてゴムを膨潤状態にした。分子移動を追跡するトレーサとして、安定した変色状態 (構造異性体) をもつジアリルエテンを PDMS 中に分散させ (濃度 10^{-4} mol/l)、中心部にビーム径 1.5mm の紫レーザ (波長 405nm) を照射して赤色に変色させた。レーザ照射部にビーム径 1.0mm の白色光を通して透過スペクトルを測定すると、Fig.2に示すように、もともと透明なサンプルが可視域に吸収帯を持つようになっていた (フォトクロミック反応)。着色した分子が拡散するため、着色領域はしだいに広がり、中心から $x=2$ mm の位置では、Fig.3 のように時間経過とともに吸収帯の増大が観測された。Fig.4は、測定位置 x を変えて光学濃度の分布 (着色色素の濃度分布) を評価した結果である。トルエンを (a) 1vol% だけ混合したサンプルに比べ、(b) 60vol% のサンプルでは色素が速く拡散し、15 時間で半径 10mm 以上に広がっている。Fick の法則 $\partial c / \partial t = -D \nabla^2 c$ (c は色素濃度) にもとづいて、2次元拡散を有限要素法でシミュレーションした結果、拡散係数 D を (a) 0.1×10^{-3} 、(b) 1.5×10^{-3} mm^2/s としたとき、測定値と一致する分布が得られた。

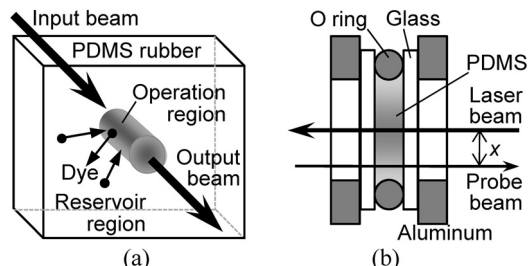


Fig. 1 (a) Schematic illustration of the metabolic optical material. (b) Sample structure of the dye-doped PDMS rubber and the optical beam positions.

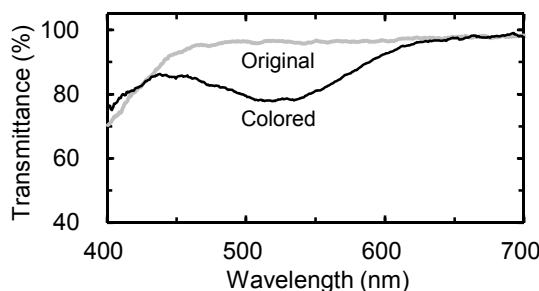


Fig. 2 Transmission spectra at the center ($x=0$) that were measured before and after violet laser irradiation.

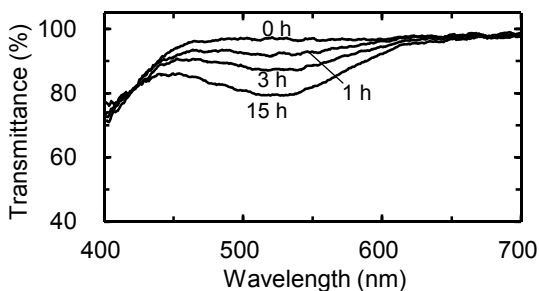


Fig. 3 Transmission spectra that were measured at $x=2$ mm at 0, 1, 3, or 15 h after start of irradiation.

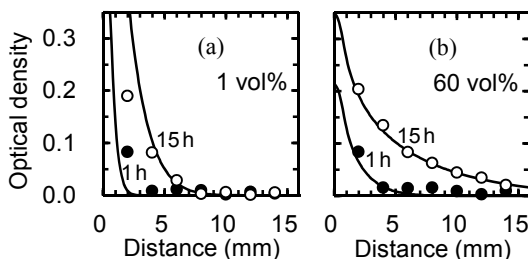


Fig. 4 Optical density distribution in the samples with (a) 1- or (b) 60-vol% toluene. The numerals denote times after start of irradiation. The lines show the simulated distributions.