

無機ナノシート/色素分子複合薄膜を含有するマイクロキャビティの作製とその光学特性

Fabrication and Optical Properties of Microcavities

Containing Composite Thin Films of Inorganic Nanosheets and Dye Molecules

○水野 斎, 藤村 卓也, 笹井 亮, 廣光 一郎 (島根大総合理工)

○H. Mizuno, T. Fujimura, R. Sasai, I. Hiromitsu (Dept. of Material Science, Shimane Univ.)

E-mail: mi-hitoshi@riko.shimane-u.ac.jp

シアニン色素を活性層に用いたマイクロキャビティは、大きなラビ分裂エネルギーが得られることやキャビティポラリトンを利用したメゾスコピックな距離でのドナー・アクセプター間のエネルギー移動など [1, 2], 興味深い光物性を示すため、これまで活発に研究が行われてきた。有機マイクロキャビティポラリトンの生成・観測に関する研究では、ラビ分裂エネルギーが大きな系を創ることやその大きさを制御することに注力されており、膜厚、分子配向及び会合構造を同時に制御した系でのキャビティポラリトン形成に関する報告は少ない。低閾値でのポラリトンレージングやフォトンレージングを実現するためには、分子集合構造・高次構造 (配向および三次元積層構造) 形成における支配因子を解明し、その制御技術を確認することが重要である。そこで本研究では、分子集合構造や高次構造が光学特性に与える影響を調べるため、スピコート法により作製した配向制御を行っていない薄膜と、無機層状化合物 (サポナイトなど) の層間にシアニン色素を挿入することにより [3, 4], 分子配列方向及び膜厚を制御した薄膜を活性層とするマイクロキャビティを作製し、それらの光学特性を調べることを目的とした。

本研究で用いたシアニン色素は、5,5,6,6-Tetrachloro-1,1,3,3-tetraethylbenzimidazolylcarbocyanine iodide (JC-1) である。JC-1 の光学特性に対するマイクロキャビティの影響を調べるため、石英基板上にスピコートした JC-1 薄膜と JC-1 薄膜を活性層とする分布ブラッグ反射鏡 (DBR)-銀 (Ag) マイクロキャビティの発光スペクトルを測定した。なお、スピコートによる薄膜作製においては、JC-1 をクロロホルムに溶解した溶液 (5.673×10^{-4} M) を用いた。分子配向を制御した薄膜を活性層とするマイクロキャビティは、無機ナノシートの層間に JC-1 分子をインターカレートした薄膜を DBR 基板と Ag 薄膜 (30 nm) でサンドイッチすることにより作製した。

図 1(a) は、JC-1 の分子構造とスピコート薄膜の発光・吸収スペクトルを示している。図 1(b) は、石英基板上にスピコートした JC-1 薄膜と JC-1 薄膜を含有するマイクロキャビティの発光スペクトルを示している。石英基板上にスピコートした薄膜では、1.872 eV と 1.971 eV 付近に発光ピークが現れている。マイクロキャビティ構造を持つ場合において 1.985 eV の発光ピークは、キャビティ構造を持たない場合と比べて約 28 倍発光強度が増大した。これは、JC-1 の発光波長が、2.102 eV を中心とする DBR の選択反射バンド内に位置しているため、DBR-Ag マイクロキャビティの光閉じ込め効果によって発光の増強が起こったと考えられる。当日は、分子配向を制御した薄膜を含有するマイクロキャビティの光学特性についても紹介する。

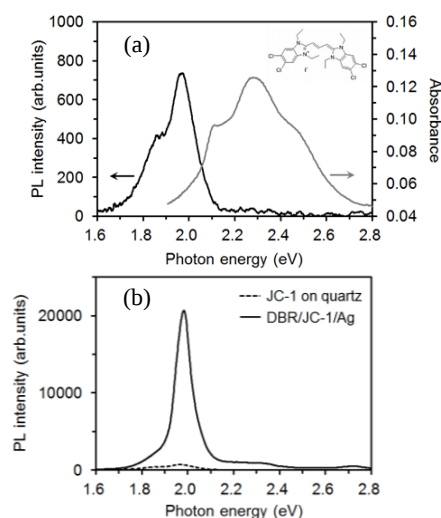


Fig. 1. (a) Optical absorption and photoluminescence (PL) spectra of JC-1 thin films spin-coated on a quartz substrate. The inset shows the molecular structure of JC-1. (b) PL spectra of JC-1 thin films with (solid line) and without (dashed line) microcavities.

- [1] H-S. Wei, C-C. Jaing, Y-T. Chen, C-C. Lin, C-W. Cheng, C-H. Chan, C-C. Lee and J-F. Chang, *Opt. Express* **21**, 21365 (2013).
- [2] D. M. Coles, N. Somaschi, P. Michetti, C. Clark, P. G. Lagoudakis, P. G. Savvidis and D. G. Lidzey, *Nat. Mater.* **13**, 712 (2014).
- [3] R. Sasai, N. Iyi, T. Fujita, F. L. Arbeloa, V. M. Martí'nez, K. Takagi, and H. Itoh, *Langmuir* **20**, 4715 (2004).
- [4] V. M. Martí'nez, F. L. Arbeloa, J. B. Prieto, T. A. López and I. L. Arbeloa, *J. Phys. Chem. B* **108**, 20030 (2004).