

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	色素含有光共振用微小球の光安定性
Title(English)	
著者(和文)	柴田修一, 矢野哲司, 顕谷 昭典
Authors(English)	SHUICHI SHIBATA, Tetsuji Yano, Akinori Araya
出典(和文)	The 13th Meeting on Glass for Photonics, Vol. , No. , pp. 9-10
Citation(English)	, Vol. , No. , pp. 9-10
発行日 / Pub. date	2003,

# 色素含有光共振用微小球の光安定性

柴田修一、矢野哲司、顕谷昭典  
東京工業大学 大学院理工学研究科

## 1. はじめに

Q値（閉じ込め効率）の高い球状光共振器への3次元光閉じ込めにより、添加された活性分子と光の相互作用を極限まで高めることができる[1]。著者らは、マイクロメータサイズのハイブリッド微小球に色素を添加し、微小球からのレーザー発振を実現してきた[2]。強い光閉じ込めの条件下では、発振閾値の低下や効率の増大など通常的环境下では実現できない効果が期待できる。本報告では、振動オリフィス法で作製した粒径約  $6\mu\text{m}$  の微小球を対象にして、どこまでレーザー発振の寿命を延ばすことができるか、またその際、色素の安定性を決める要因（最適条件）は何かを明らかにするための検討を行った。

## 2. 実験

フェニルトリエトキシシラン(PTES:  $\text{Ph-Si}(\text{OEt})_3$ )を用い、塩酸触媒により加水分解縮重合させて、微小球合成用原料のオリゴマーを得た。これをアルコールで希釈し、色素を添加した後、超音波振動させた孔径  $20\mu\text{m}$  のオリフィスから噴出させ微小な液滴を形成、これをガス輸送することにより乾燥させ、最後にアンモニア水溶液に捕集して固化させた。粒径は約  $6\mu\text{m}$  に制御した。

励起光源としては、パルス Q スイッチ Nd:YAG レーザーの第2高調波(波長  $532\text{nm}$ ,  $10\text{Hz}$ ,  $5\text{ nsec}$ )を用いて、微小球を照射し、発光を ICCD アレイにより検出した。詳しい測定用光学系は文献を参照されたい[3]。1-10 万パルスの照射を各種条件下（色素濃度、励起パワー等をパラメータとした）で行い、そのときの発光強度の変化を測定した。

## 3. 結果

図1にローダミン6G色素含有微小球の顕微鏡写真を示す。粒径はよく制御されており、色素は、 $10^{-7} \sim 10^{-4} \text{ mol/g}$  の濃度範囲で、ほぼ100%の効率で添加可能であった。

色素濃度  $10^{-6} \text{ mol/g}$  の微小球の発振スペクトラムを、図2に示す。約  $0.1\text{-}0.2 \text{ nJ pulse}^{-1} \text{ particle}^{-1}$  で発振が起きていることがわかる。発振閾値は添加した色素濃度に依存しており、濃度が増えるにしたがい低下した。

図3に色素濃度の異なる微小球( $5 \times 10^{-5} \text{ mol/g}$ ,  $5 \times 10^{-6} \text{ mol/g}$ )に対して1万発パルスを照射したときの発振強度の変化を示す。添加濃度が低いほど発振強度の減少は小さく、色素の寿命が延びていることがわかる。

図4には、励起光強度を変化させたときのパルス数（10万パルス）に対する発振強度の変化を示した。励起光強度が低いほど発振強度の減少は少ないことがわかる。これらのことから、①低い色素濃度、②低い励起強度が寿命を延ばすための主要因である。

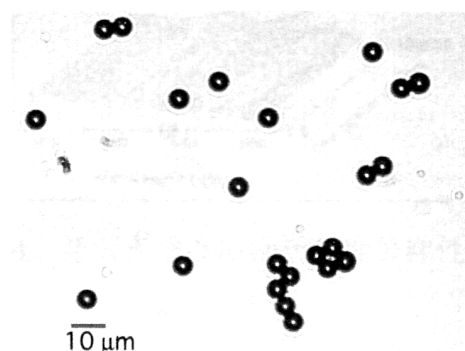


図1 色素含有微小球の顕微鏡写真

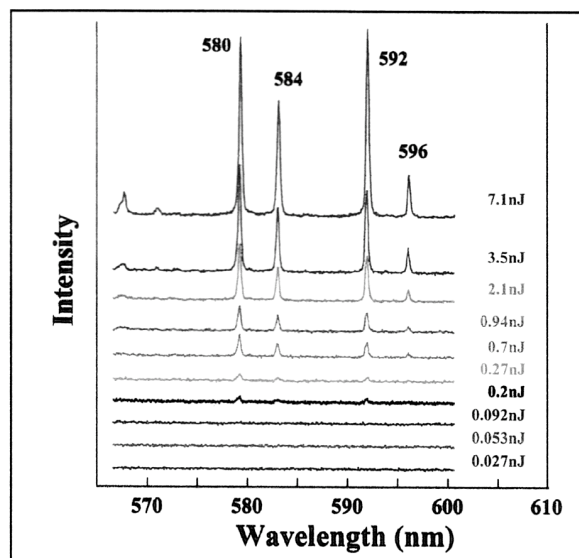


図2 励起強度と発振スペクトル

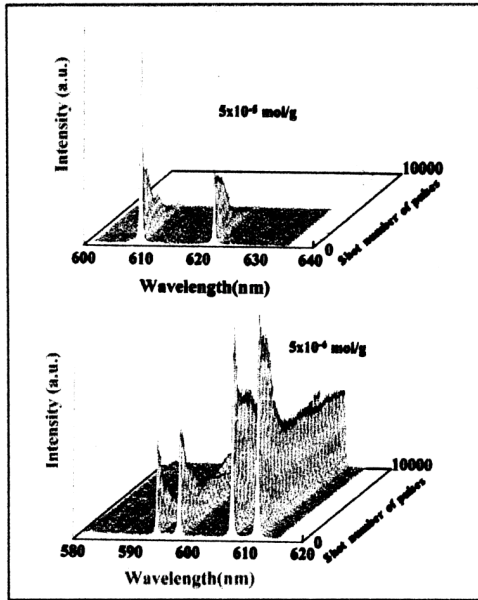


図3 発振強度変化の色素濃度依存性

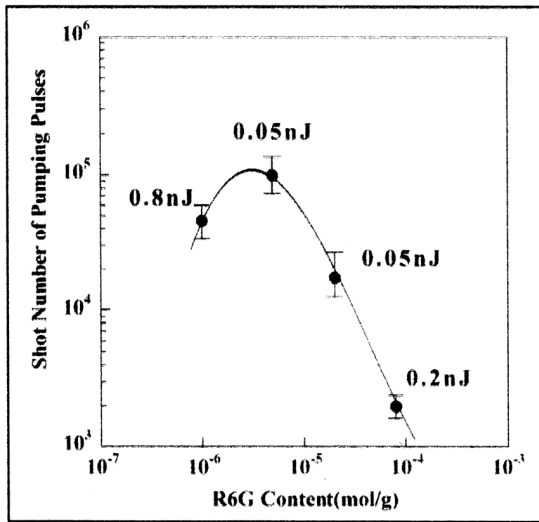


図5 発光強度が初期強度の50%となるときのパルス数

#### 4. 考察

図5にはローダミン6G添加色素濃度に対して、初期発振強度の50%に減少するときのパルス数をプロットした。図中の数字は励起が可能であった最も低い励起強度を示している。図3、4から色素濃度と励起光強度は低いほど安定性の観点から望ましいことがわかるが、一方、発振閾値は濃度が高いほど低くなることになり、逆の傾向に従うことになる。これら3つの要因から決まる最適値が図5の結果になる。色素含有微小球では、ローダミン6Gで50%減少のパルス数が10万発を越えており、これは通常ファブリペロー形の10倍以上の寿命であることに注目したい。光閉じ込め効率の高さが、閾値の低下をもたらす寿命の増大に寄与しているものと考えている。

#### 引用文献

- [1] R. K. Chang, A. J. Campillo, "Optical Processes in Microcavities", World Scientific, 1996.
- [2] S. Shibata, M. Yamane, J. Sol-Gel Sci. Tech., 8, 959 (1997).
- [3] S. Shibata, T. Yano, M. Yamane, SPIE, Sol-Gel Optics V vol. 3943, 112(2000).

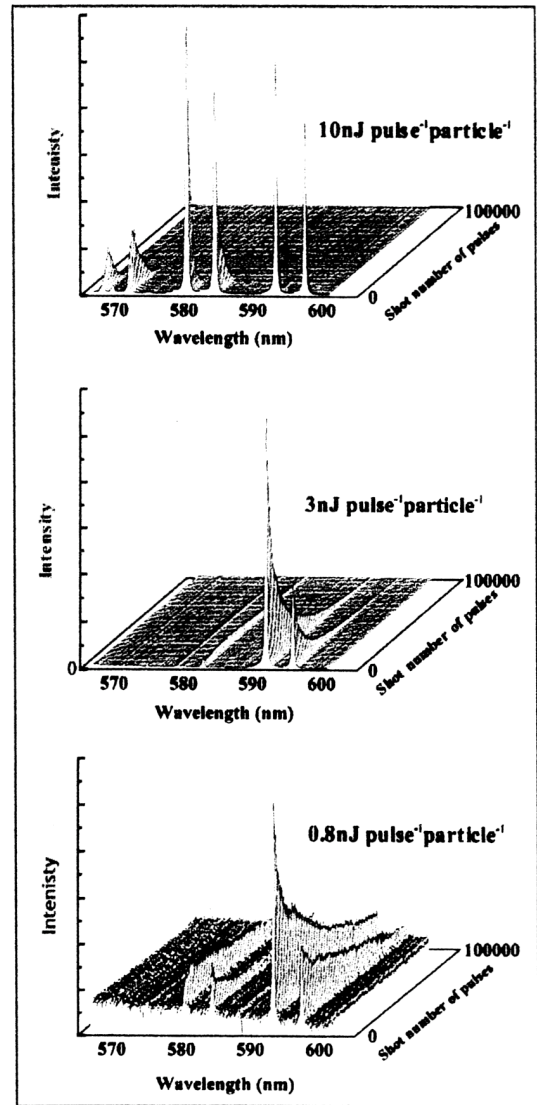


図4 発振光強度の励起強度依存性