

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	振動オリフィス法による光共振器用微小球の作製とその評価
Title(English)	
著者(和文)	柴田修一, 顕谷昭典, 多田帥, 吉川英見, 矢野哲司, 山根正之
Authors(English)	SHUICHI SHIBATA, Akinori Araya, Suguru Tada, Hidemi Yoshikawa, Tetsuji Yano, masayuki yamane
出典(和文)	第41回ガラスおよびフォトンクス材料討論会講演予稿集, Vol. , A-13, pp. 23-24
Citation(English)	, Vol. , A-13, pp. 23-24
発行日 / Pub. date	2000,

1. はじめに 微小な光デバイスの性能を極限まで高めるためには「微小空間に光を効率よく閉じこめる」ことが重要であることが認識され始めている。このためマイクロメータサイズの微小球にレーザ活性な原子や分子を添加し「球状光共振器」として応用しようとする試みが行われている。著者らも、有機無機ハイブリッド材料からなるレーザ色素添加微小球を振動オリフィス法により作製し、優れた作製方法であることを明らかにしてきた⁽¹⁾。本報告では、振動オリフィス法における粒径や色素濃度の制御性について明らかにした。さらに光共振効果を測定する光学系を組み上げ、レーザ色素添加微小球の発振特性について検討した。

2. 実験 出発原料としてフェニルトリエトキシシラン (PTES) を用い、これに色素 (ローダミン 6G) を添加、30℃恒温槽中で加水分解・縮重合させることにより適当な分子量のオリゴマーを形成した。このオリゴマーをアルコールで希釈して液滴用の原料液とした。図 1 に振動オリフィス法による液滴発生を模式的に示す。本方法により作製される微小球の粒径 d は次の式で表される⁽²⁾

$$d = \left(\frac{6QC}{\pi\nu} \right)^{\frac{1}{3}} \dots (1)$$

ここで ν はオリフィスに与える振動数、 Q は噴出させる液体の流速、 C は溶質濃度 (vol %) を表す。 ν と Q を一定に保ち、 C のみを変化させることによって粒径の制御を行った。50 kHz~200 kHz で振動させ約 20 μm の孔径のオリフィスから微小液滴として射出させ、その後、ガスで輸送中に溶媒のみを揮発させ、アンモニア水溶液中に導いて補足・固化させた。図 2 に光共振効果測定用の光学系を示した。励起光には、パルス Nd:YAG レーザーの第 2 高調波 (波長 532 nm, 10Hz) を用いた。顕微鏡への励起光の導入と微小球からの発振光取り出しにはシリカガラス光ファイバを用いた。ノッチフィルターで励起光を除いた後、モノクロメータを通し、ICCD アレイによって発振光を検出した。

3. 結果と考察 図 3 に $(C)^{1/3}$ 対して粒径をプロットした。(1) 式から予想されるようによい直線性が得られており、溶質濃度 C の変化により粒径が制御されていることがわかる。図 4 には原料液への添加色素 (ローダミン 6G) 濃度と吸光度の測定から見積もった微小球中の色素濃度を示した。添加した色素がほぼ 100% 微小球に取り込まれている。また SEM 観察による粒径の評価から、粒径は設定値 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ の範囲にあることがわかった。図 5, 6 には、単独の微小球 (粒径 5.8 μm と 9.4 μm) からの発振光のスペクトラムを示す。粒径の増大とともにピーク数の増加が観測され、さらに同一モードのピーク波長の間隔 (Mode Spacing) と粒径の間に一定の関係が見られること等から、これらの発振は光共振効果に由来することが確認された。

参考文献 (1) S. Shibata, A. Tomizawa, H. Yoshikawa, T. Yano and M. Yamane, SPIE vol. 3943, Sol-Gel Optics V, 112(2000). (2) B.Y. H. Liu, R. N. Berglund and J. K. Agawal, Atmospheric Environ., 8, 717(1974).

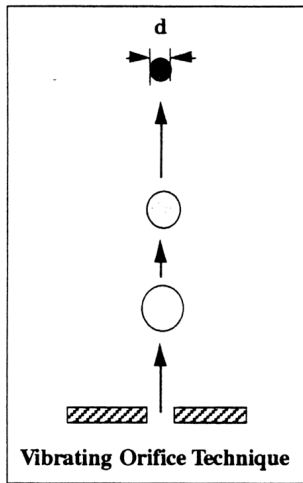


図1 振動オリフィス法

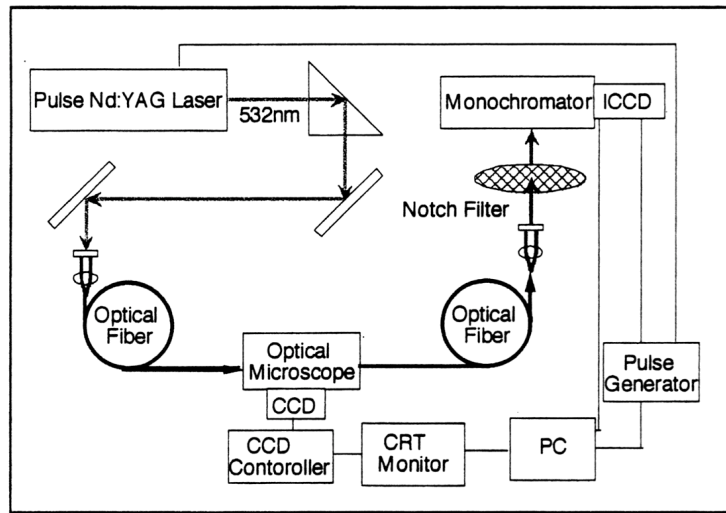


図2 光共振効果測定用光学系

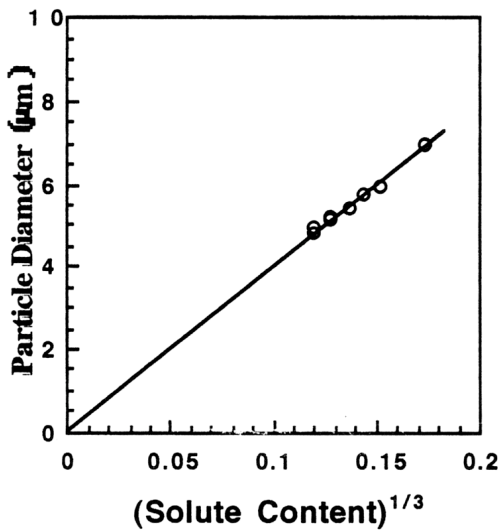


図3 溶質濃度変化による粒径制御

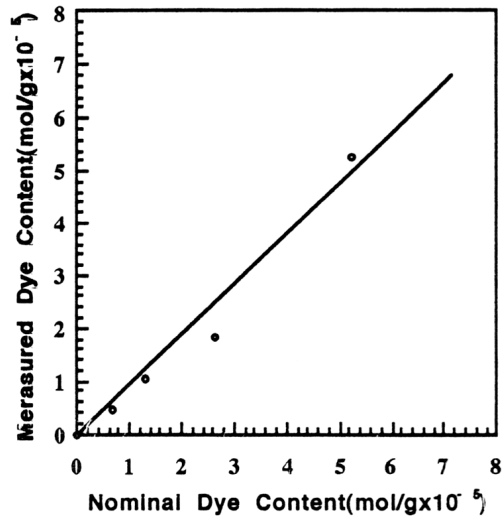


図4 添加色素濃度

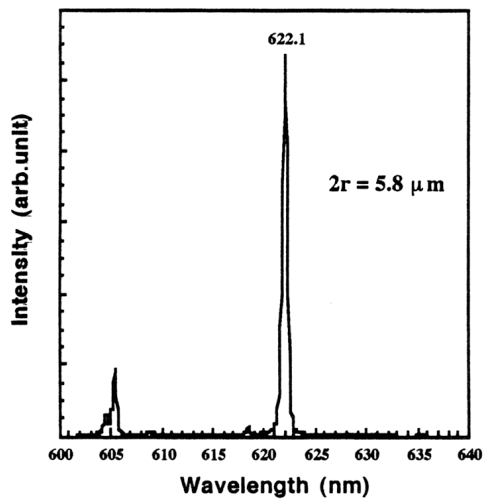


図5 微小球 (5.8 μm) からの発振光

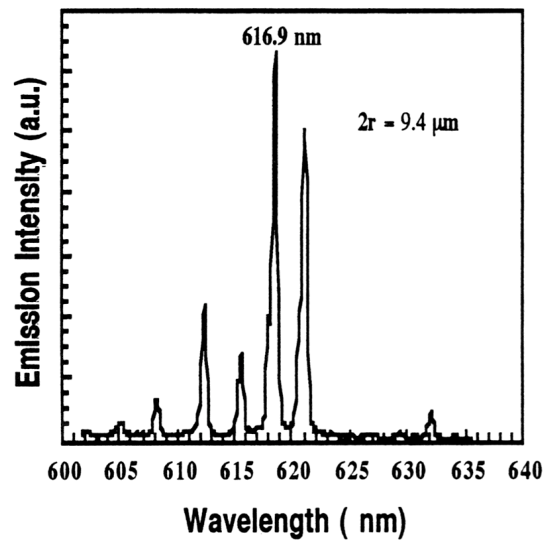


図6 微小球 (9.4 μm) からの発振光