

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	光ファイバカップラによる光共振用微小球の励起
Title(English)	
著者(和文)	大川智, 瀬川浩代, 矢野哲司, 柴田修一
Authors(English)	Satoru OHKAWA, Hiroyo Segawa, Tetsuji Yano, SHUICHI SHIBATA
出典(和文)	第47回ガラスおよびフォトニクス材料討論会講演予稿集, Vol. , 1A04, pp. 8-9
Citation(English)	, Vol. , 1A04, pp. 8-9
発行日 / Pub. date	2006,

# 光ファイバカップラによる光共振用微小球の励起

(東工大院・理工) ○大川智、瀬川浩代、矢野哲司、柴田修一

**Excitation of Optical Glass Microspheres by Optical Fiber Coupler** / ○ Ohkawa, S., Segawa, H., Yano, T., Shibata, S. (Tokyo Institute of Technology) / Using polished half-sided fiber couplers, optical coupling into glass spheres has been investigated. The coupling efficiency depended on the polished surface state of the couplers: smooth surface polished with ceria slurry ( $1\ \mu\text{m}$ ) was most suitable to accomplish high efficiency. Coating effect on the polished surface was also studied.  
問合せ : e-mail s.ohkawa@glass.ceram.titech.ac.jp

【はじめに】 光共振用微小球は、全反射を利用して光を微小球内に高い閉じ込め効率 (Q 値) で閉じ込めることができる。高い Q 値の微小球を共振器とすることにより、低閾値発振、高速応答が実現できることから、多波長光源、波長変換素子、光スイッチ等への応用が期待されている[1]。

光共振用微小球を実用的な光学素子とするためには、どのようにして光の入出力 (カップリング) を実現するかが重要な課題となっている。光ファイバを曲げた状態で固定し、側面研磨によりコア部を露出させガラス微小球の励起用カップラとすることが報告されているが、十分な結合効率を実現するには至っていない[2]。本報告では、共振状態にあるラマン散乱スペクトルを指標として、微小球と光ファイバカップラの結合効率を向上させることを目指した。そこで、(1) コア部の表面状態を研磨により変化させること、(2) 研磨面に薄膜を形成することにより光結合状態を評価、改善することを試みた。

【実験】 市販のシリカガラス光ファイバ (コア径  $9.2\ \mu\text{m}$ 、クラッド径  $125\ \mu\text{m}$  : 住友電工) を曲率半径  $8\text{cm}$  で保持したままアクリル系樹脂 (Technovit 4004 : Kulzer) で固定した後、コア部が露出するまで研磨し、カップラを作製した。表面状態の異なるカップラを得るため、最終研磨工程で粒度 (a)  $9\ \mu\text{m}$ 、

(b)  $3\ \mu\text{m}$  のダイヤモンドサスペンション、(c)  $1\ \mu\text{m}$  のセリアスラリーで研磨した。Fig. 1 に 3 種類の研磨面の顕微鏡写真を示す。さらに、(d) セリアスラリーで研磨したカップラには、ティップコーティングにより約  $0.6\ \mu\text{m}$  厚さのハイブリッド薄膜 (GR100、 $n_D=1.49$  : 昭和電工) を被覆した。このカップラによる微小球励起の模式図を Fig. 2 に示す。図中の値は各材料の屈折率 ( $n_D$ ) である。微小球の励起

実験では、火焰噴霧法によって作製された BaO-SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> 系のガラス微小球 (UB-02, 24M、 $n_D=1.93$  : ユニオン) を用いた。Fig. 3 には測定に用いた光学系を示す。励起光には CW Ar<sup>+</sup> レーザー (波長  $514.5\text{nm}$ ) を使い、光ファイバカップラに導入した光強度は約  $60\text{mW}$  であった。微小球からの発光はレンズで集光し、エッジフィルターで励起光をカットした後、分光器、ICCD に導き、スペクトル測定を行った。

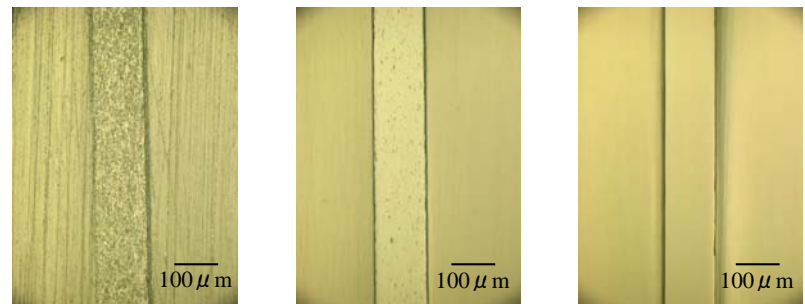


Fig. 1 Photographs of polished surface of optical fiber coupler.

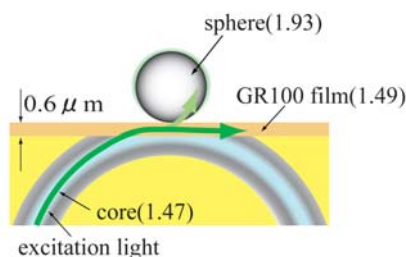


Fig. 2 Schematic of thin film coated coupler.

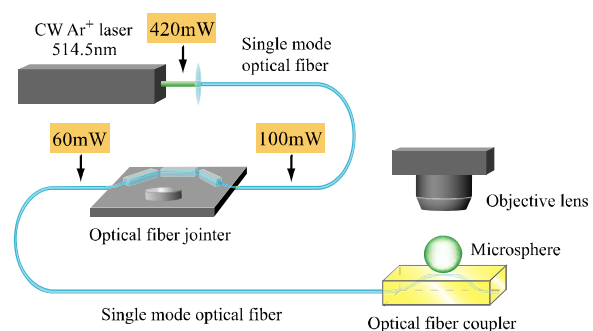


Fig. 3 Experimental set up for optical measurements.

【結果】 研磨により表面粗さを変化させたカップラ (a)、(b)、(c) と、薄膜を被覆したカップラ (d) により微小球を励起し、ラマンスペクトルを測定した (Fig. 4)。図には、励起状態にある微小球の顕微鏡写真と粒径が併せて示してある。

- (a) 強い光共振は観測されず、光ファイバ (シリカガラス) に起因する 1 種類の散乱スペクトルが測定された。
- (b) 光ファイバ (下のスペクトル) と、ガラス微小球 ( $\text{BaO-SiO}_2\text{-TiO}_2$ ) (上のスペクトル) に由来する 2 種類のラマン共振が測定された。
- (c) (b) と同様に 2 種類のラマン共振光が測定された。(b)、(c) では、粒径や励起条件の相違により 2 種類の共振スペクトルが得られたが、単純に粒径のみに依存してスペクトル形状が決まるわけではないことが判明している。
- (d) ガラス微小球由来の 1 種類のラマン共振スペクトルが測定された。挿入写真からわかるように、微小球からの発光強度は (a) ~ (c) と比較して増加している。

【考察】 微小球からの発光に含まれるラマン散乱には、励起に用いた光ファイバ (シリカガラス) から生じた散乱光と、励起光 (波長 514.5nm) が微小球に結合することにより生じたガラス球由来の散乱光が重なって出現するものと考えている。(a) では、表面が粗く励起光の結合が十分でないため、シリカガラスのラマン光が強く観測されている。(b)、(c) では比較的表面が平滑であるため、励起条件の微妙な違いによって 2 種類の結果となり、励起光とガラス球の光結合が十分な場合には、ガラス微小球由来のスペクトルが観測されたものと考えられる。(c) では、薄膜により平滑性が十分であるため、光結合の強いガラス球由来のスペクトルのみが測定された。

このような結果を総合すると、光ファイバカップラとガラス球の光結合は界面が平滑であるほど、両者の光カップリングが増大することが明らかになる。今後は、最適な薄膜状態 (厚さ、屈折率、平滑さ) を検討することにより、実用に供することのできる光結合素子を検討していく。

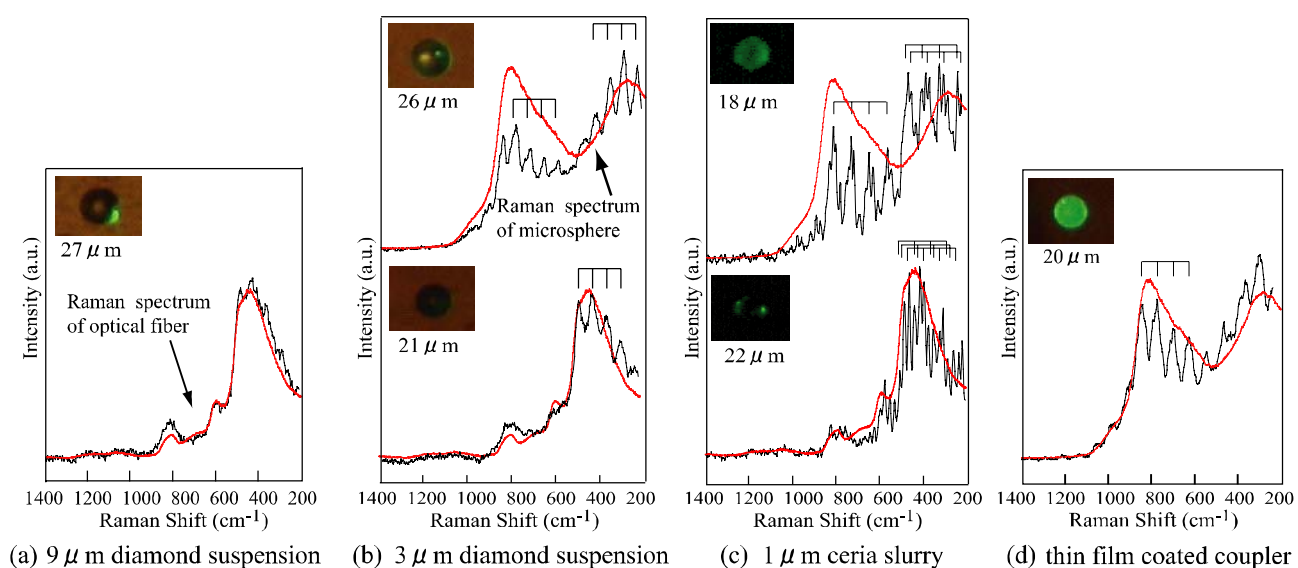


Fig. 4 Resonant Raman scattering from glass microspheres.

【引用文献】

[1] R. K. Chang, A. J. Campillo : OPTICAL PROCESSES IN MICROCAVITIES, World Scientific(1996)  
 [2] 大楠哲平、瀬川浩代、矢野哲司、柴田修一、第 46 回ガラス及びフォトニクス材料討論会要旨集(2005)