

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	ガラス微小球からのラマン共振光
Title(English)	
著者(和文)	柴田修一, 安田 大悟, 矢野哲司
Authors(English)	SHUICHI SHIBATA, Daigo Yasuda, Tetsuji Yano
出典(和文)	第45回ガラスおよびフォトンクス材料討論会講演予稿集, Vol. , E-3, pp. 30-31
Citation(English)	, Vol. , E-3, pp. 30-31
発行日 / Pub. date	2004,

E-3

ガラス微小球からのラマン共振光

(東工大) ○柴田修一・安田大悟・矢野哲司

Resonant Raman Scattering from Glass Microspheres / ○S. Shibata, D. Yasuda, T. Yano (Tokyo Institute of technology) / Glass microspheres of 10-60 μm in diameter were pumped by CW Ar⁺ laser and Resonant Raman scattering was measured. Suitable techniques and conditions for pumping glass microspheres have been investigated.

E-mail: sshibata@ceram.titech.ac.jp

1. はじめに マイクロメータサイズの微小球は、全反射を原理として3次元的に高い効率(Q値)で光を閉じ込めることができる。このため光と材料が強い相互作用を示す「場」を提供することになり、レーザー発振のような誘導放出や非線形光学効果の低閾値を実現するものとして期待されている[1]。著者らは、ハイブリッド材料を用いて、色素含有微小球からの発振と長寿命化、希土類金属イオン添加高屈折率微小球の作製、光導波路による励起等[2]の研究を実施してきた。一方、ガラス微小球はその熱的、化学的、光安定性の観点から最も期待される対象であり、すでに、「Surface-Tension Mold 法」により光共振を示す超半球ガラス球作製の検討も進めている[3]。ここでは、種々の励起方法により市販のガラス球を用いて、ラマン共振光を発生させ測定することにより、その可能性の一端を明らかにしていく。

2. 実験 火焰噴霧法により作製された市販のガラス微小球(UB-06MFとUB-24M:ユニオン社製)を用いた。表1に特性値を示す[4]。走査電子顕微鏡(SEM)により、微小球の真球度や表面の平滑さをチェックした。レーザーラマン分光光度計(NRS-2100、日本分光)を用い、微小球を直接照射してラマンおよび共振光の測定を行った。励起は、CW Ar⁺レーザー(波長514.5nm)により行い、レーザースポットサイズ1 μm 、励起光強度1mW-45mWである。Fig. 1に示すように、シリカガラスファイバの端面に微小球を付着させ、励起光をガラス球に照射した。光学顕微鏡によってその場で試料を観察し粒径を測定した。

表1 ガラス微小球の物性値

	UB-06MF	UB-24M
組成	Al ₂ O ₃ -B ₂ O ₃ -SiO ₂ 系	BaO-SiO ₂ -TiO ₂ 系
屈折率	1.47	1.93
比重	2.4	4.2

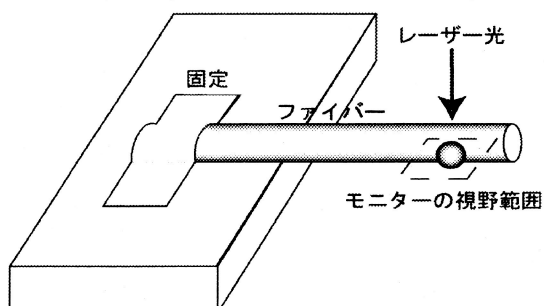


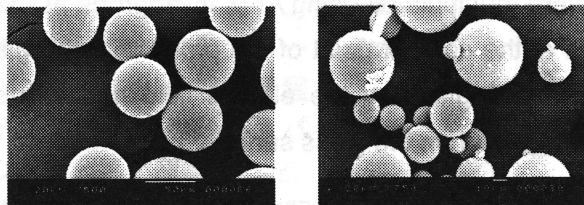
Fig 1 Set-up of glass microsphere.

2種類の屈折率の異なる微小球を対象として、ラマン共振光から粒径とモードスペーシングの関係を求め、理論曲線(近似式)との対応を検討した。照射位置を変化させながら共振スペクトルと励起光強度や粒径、屈折率との関係を求め、最適条件を探索した。

3. 結果と考察

Fig. 2にガラス微小球のSEM写真を示す。特に球状光共振器として作製されたものではないが、真球度も表面平滑さも優れていることが見て取れる。Fig. 3には、照射条件を適切に選択した場合のUB-06MFガラス球($n_p=1.47$, 粒径20 μm)のラマン共振スペクトルを

示す。励起用レーザーの強度(図の右側に記入)が増すにつれて共振光も増大していることがわかる。図の上部には、共振光であることを示すための楕形印(同じモードのピークに対して表示)を入れた。また共振状態にあるガラス球の写真も挿入図として示してある。レーザーのスポットサイズに比較して粒径の大きなガラス球では、球表面での光反射が少ない角度での照射(ブリュースター角)で強い共振光が得られる傾向がある。



(a)UB-24M ($n_D=1.93$) (b) UB-06MF ($n_D=1.47$)

Fig. 2 SEM photographs of glass microspheres.

比較のため、Fig. 4には、UB-06MF試料の自発ラマン散乱のスペクトルを示した。Fig. 3との対応により、ラマン散乱が大きい 400cm^{-1} 近傍で、共振ラマンも強いピークがみられ、さらに微弱な強度の波数域 $600\text{--}1600\text{cm}^{-1}$ でも明確な共振光が観測された。

粒径を変えながら、同様の励起実験を行い、粒径の逆数($1/d$)に対してモードスペーシングをプロットし、UB-06MF, 24M どちらのガラス球でも直線関係の得られることを確認した。理論式との対応から、ラマン共振光であることが明らかになった。

本実験では、直接レーザー光を照射する励起方法を実施しているため、まだ十分な励起効率(照射エネルギーが有効に使用されている割合)が得られていないものと推測している。テーパ光ファイバーや、光導波路[2]を用いて励起効率の向上を図り、励起条件の最適化を実現することによって、ガラス微小球は、多波長光源(ラマンレーザー)としての発展が期待できる。

引用文献

- [1] "Optical Processes in Microcavities", World Scientific Publishing, 1996.
- [2] S. Shibata, XX ICG I-11-020 (2004).
- [3] T. Kishi, S. Shibata, T. Yano, XX ICG O-14-022 (2004).
- [4] Catalog, ユニオン社.

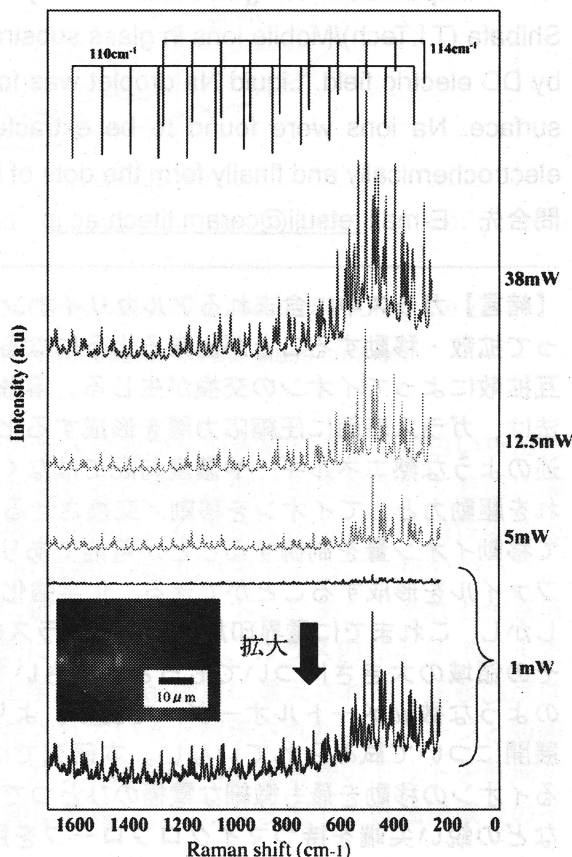


Fig. 3 Resonant Raman scattering from UB-06MF ($d=20\mu\text{m}$) microsphere.

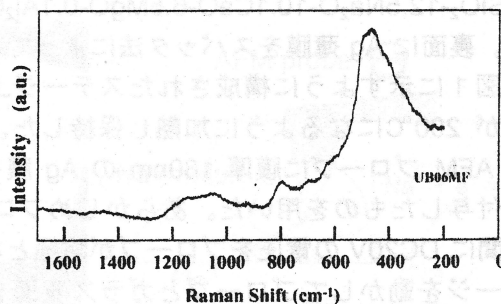


Fig. 4 Spontaneous Raman scattering from UB-06MF sample.