

気泡含有ガラス微小球のレーザー発振特性

Laser Oscillation of Air-Bubble-Containing Glass Microsphere

東工大 ○熊谷 傳, 岸 哲生, 矢野 哲司, 柴田 修一

Tokyo Institute of Technology, ○Tsutaru Kumagai, Tetsuo Kishi, Tetsuji Yano, Shuichi Shibata

E-mail: kumagai.t.af@m.titech.ac.jp

極めて平滑な表面からなるマイクロメートルサイズのガラス球は、高い効率で光を閉じ込める光共振器として機能し、低い閾値で動作する微小レーザーとして利用できる。ガラス微小球が実際に低閾値でレーザー動作するためには、微小球内部に励起光を高い効率で導入しなければならない。本研究では、直接照射法による励起に適した微小レーザー用光共振器構造を目指して、レーザー局所加熱法[1, 2]により気泡含有ガラス微小球を作製し、そのレーザー発振特性を評価した。

通常の熔融急冷法により $80\text{TeO}_2\text{-}10\text{WO}_3\text{-}10\text{Na}_2\text{O-}1\text{Nd}_2\text{O}_3$ (mol%) ガラスを作製し、粉碎・篩い分けにより $25\sim 53\mu\text{m}$ のガラス微粉を得た。これをスライドガラス基板の上に載せ、波長 810nm 、強度 $150\sim 300\text{mW}$ の CW-Ti:Sapphire レーザーを集光照射し、テルライトガラス微小球を作製した。また、レーザー照射条件（照射位置、パワーおよび時間）を調整することで、ガラス微小球内部の任意の位置に直径数 μm の気泡を形成することが可能であった。励起用 CW レーザー（波長 $802\sim 815\text{nm}$ 、強度 $0.01\sim 16\text{mW}$ ）を作製した試料に直接照射して、発光スペクトルを測定した。

Fig.1は、直径 $26.5\mu\text{m}$ 、気泡径 $3.3\mu\text{m}$ の気泡含有微小球のレーザー発振スペクトルであり、挿入図は試料の光学顕微鏡写真である。どちらのスペクトルにも複数の鋭いレーザー発振ピークが確認された。気泡を励起位置とした場合、最も多くのピークが現れ、ピーク強度も最大となった。また、レーザー発振閾値は励起位置(a)で 0.068mW 、(b)で 0.12mW であった。Fig.2は波長 1067nm の発振ピーク強度の励起波長依存性を測定した励起スペクトルである。球の端を励起位置とした場合には励起に適した波長が周期的に存在しているのに対して、気泡を励起位置とした場合にはいずれの波長で励起しても強い発振強度が得られた。これは、気泡により励起光が通常の球状光共振器とは異なる軌道で共振器内部に導入されているためであると考えられる。これらの結果は、気泡含有微小球が、広い波長域で効率的な励起を実現する新規光共振器構造であることを示している。

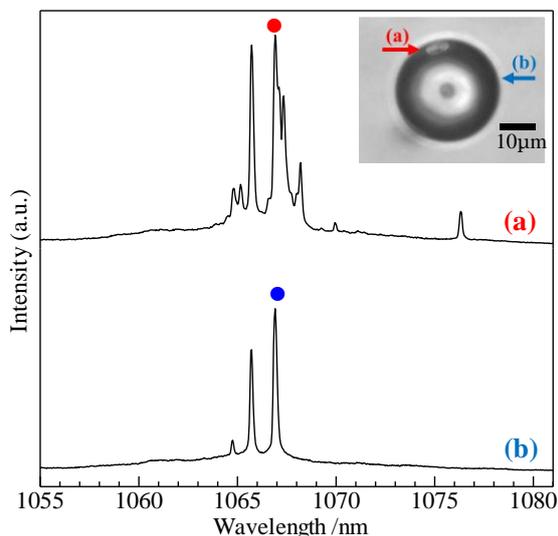


Fig.1 Emission spectra of the microsphere.
(a): air bubble, (b): edge of sphere. Pumping wavelength: 808nm , Pumping power: 2.4mW .

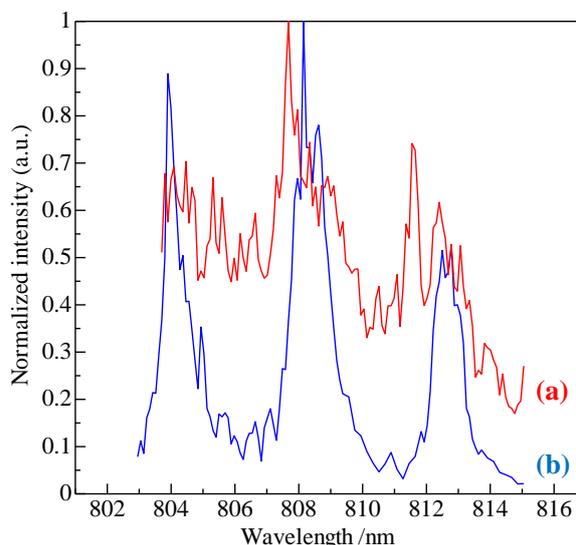


Fig.2 Excitation spectra at (a) and (b).
Emission wavelength: 1067nm , Pumping power: 2.4mW .

[1] T. Kumagai, T. Kishi, T. Yano, S. Shibata, Proc. STAC-6, 2PG-02 (2012).

[2] T. Kishi, T. Kumagai, T. Yano, S. Shibata, AIP adv. **2**, 042169 (2012).