

音響放射力浮揚を利用した光硬化による微小球共振器の作製

Production of photocurable microspherical resonators by using acoustic levitation system

橋本龍太郎¹, 胡桃聡², 松田健一², 鈴木薫²Ryuutaro Hashimoto¹, Satoshi Kurumi^{2, 3}, Ken-ichi Matsuda² and Kaoru Suzuki²

Abstract In this study, we developed a distinctive production system for microspherical resonators utilizing acoustic levitation apparatus. Under atmospheric pressure, the microspheres (diameter: approx.300 μm) were produced by ultraviolet-beam irradiation to a few drops of floating liquid consisted of a photocurable resin and a laser dye.

1. はじめに

近年、情報社会の進展において、光素子の開発は光集積回路や光情報通信技術の発展に必要不可欠となってきた。微小球共振器^[1]は、屈折率が共振器外部より高い場合、共振器内に入射した光が球内面で全反射を繰り返し周り続け、球の円周の長さに対応する波長の光が共振する素子である。フォトニックルータなどへの応用やレーザー色素が添加された微小球によってレーザー発振させることが可能である。本研究では、微小球共振器の新しい作製法として音響放射力浮揚現象^[2]によって液滴を浮揚させ、これを光硬化させるプロセス技術を使用し微小球を作製した。また、レーザー色素を光安定性が高い有機・無機ハイブリット材料と混合させた色素入り微小球を作製した。

2. 実験方法

Figure 1 に実験装置の概略図を示す。微小球の前駆体として、UV 光硬化性のシルセスキオキサン AC-SQTX-100 (東亜合成株式会社製) をプロパノールで希釈した希釈液を作製した。音響放射力浮揚の音源として、ファンクションジェネレータ (エヌエフ社製, 1944) とアンプ (エヌエフ社製, HSA4101, 増幅度 40 dB) によって増幅させた正弦波をランジュバン振動子 (共振周波数 38 kHz) へ印加させた。その際に、振動子と反射板との間に定在波が発生し、マイクロピペットを用いて希釈液を定在波中に滴下させた。滴下した希釈液は音響放射力によって液滴状に浮揚した。浮揚した微小液滴に YAG レーザ (波長 355 nm, 光強度 82 mW, パルス幅 20 nm) を 300 s 照射することによって硬化させ、微小球を作製した。同じ手順にて希釈液にレーザー色素ローダミン B (東京化成株式会社製) を混ぜ浮揚させた液滴を硬化させ、色素入り微小球の作製を行った。

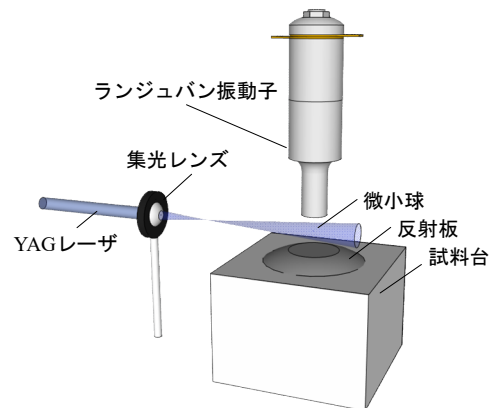


Figure 1. Schematic diagram of experimental apparatus



(a) Dye-free resonator (b) Resonator containing dye

Figure 2 Optical images of microspherical resonators

3. 実験結果

Figure 2 に微小球の光学写真を示す。微小球裏面の縞模様は幅 25 μm のマイクロスケールである。レーザー色素を含まない希釈液において直径約 300 μm 程度の透明な微小球の作製に成功した。(b)からレーザー色素を含む希釈液においても(a)と同様な大きさの微小球を作製できることを確認した。

4. まとめ

本研究では、音響放射力浮揚による2種類の微小球の作製およびその観察を行った。ランジュバン振動子 (40 kHz) の音響放射力浮揚によって 300 μm 程度の微小球の作製に成功した。

参考文献

- [1] 三澤弘明:「微粒子の光補足・操作とレーザー発振」, 応用物理, Vol.63, No.9, pp.898-905, 1994
 [2] A. L. YARIN et al.: “On the acoustic levitation of droplets”, J. Fluid Mech, Vol.356, pp65-91, 1998.