

# 光励起 ZnO マイクロ球の紫外レーザー発振における周囲媒質の影響

## Influence of surrounding mediums in near UV laser oscillation of photoexcited ZnO microsphere

○植山 健史, 佐藤 雄太, 東島 三洋, 中村 大輔, 池上 浩, 岡田 龍雄

九州大学システム情報科学府

○Takeshi Ueyama, Yuta Sato, Mitsuhiro Higashihata, Daisuke Nakamura, Hiroshi Ikenoue,

Tatsuo Okada (Graduate school of information science and electrical engineering, Kyushu Univ.)

E-mail: ueyama@laserlab.ees.kyushu-u.ac.jp

### 1. はじめに

近年, マイクロサイズの微小球を用いた屈折率センサ<sup>[1,2]</sup>, バイオセンサ<sup>[3,4]</sup>の研究が注目されている. 微小共振器を用いたセンサは, 共振器周囲の屈折率や共振器の実質的な経路が変化することで共鳴波長がシフトすることを利用する. 微小球共振器では内部を全反射しながら伝搬する WGM (Whispering-Gallery-Mode) 共振スペクトルが得られるが, そのためには微小球内部へ光を導く必要がある. よく利用される手法は光ファイバによるカップリング<sup>[1]</sup>であるが, 微小球内部に量子ドットを組み込む方法<sup>[2]</sup>などの手法も提案されている. 一方, 我々は光励起することで WGM レーザー発振する ZnO 微小球の作製に成功している<sup>[5]</sup>. この ZnO 微小球は光励起によって微小球自体が発光するため外部からの光導入を省略できる利点がある. 更に従来の研究では共振器に使用する材料 (シリカ, ポリスチレン等) は励起光を吸収するため WGM 共振が困難な近紫外域 ( $\lambda = 400$  nm) の屈折率変化が測定可能である. 本研究では ZnO マイクロ球を用いた屈折率センサの開発を目指しており, WGM ピークシフトの屈折率変化に対する依存性を調査した.

### 2. ZnO 微小球の作製方法

本研究で用いる ZnO マイクロ球は大気中で Nd:YAG レーザーの基本波 (1064 nm) を ZnO 焼結体に照射するアブレーション法によって容易に作製できる. しかし ZnO マイクロ球は水へ溶解するため SOG 膜 (SiO<sub>2</sub>) で保護膜を取り付けた (図 1-a). この ZnO マイクロ球を Nd:YAG レーザーの第三高調波 (355 nm) で励起することで WGM 発振スペクトルが得られる (図 1-b).

### 3. 実験結果

SOG 保護膜を取り付けた ZnO マイクロ球周囲の屈折率を水とエタノールの混合液を用いて変化させた結果, ピークシフトが生じた. 定性的には理論と一致するシフトを確認できた

が, 図 2 に示すように単位屈折率当たりのピークシフト量は理論値<sup>[6]</sup>が 4.07 nm であるのに対し, 実験値は 3.09 nm であり, 理論値より低い値であった. この理由としては保護膜として用いた SOG 膜の影響が考えられる.

### 参考文献

- [1] N. M. Hanumegowda, C. J. Stica, B. C. Patel, I. White and X. Fan, Appl. Phys. Lett. **87**, 201107 (2005).
- [2] S. Pang, R.E. Beckham and K.E. Meissner, Appl. Phys. Lett. **92**, 221108 (2008).
- [3] F. Vollmer and S. Arnold, Nat. Methods **5**, 591 (2008).
- [4] S. Arnold, M. Khoshshima, I. Teraoka, S. Holler and F. Vollmer, Opt. Lett. **28**, 272 (2003).
- [5] K. Okazaki, T. Shimogaki, K. Fusazaki, M. Higashihata, D. Nakamura, N. Koshizaki and T. Okada, Appl. Phys. Lett. **101**, 211105 (2012).
- [6] S. Schiller, Applied Optics, Vol.32, No.12, (1993).

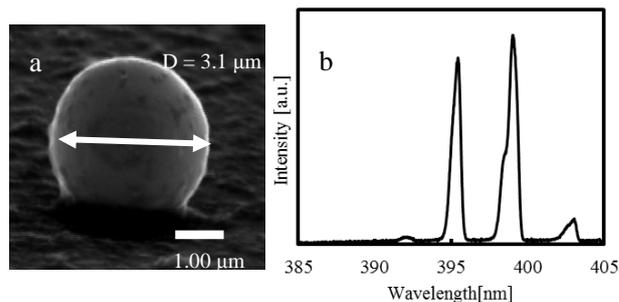


図 1. (a) SOG 保護膜を取り付けた ZnO 微小球の SEM 画像, (b) 光励起 ( $\lambda = 355$  nm) による ZnO 微小球の発振スペクトル

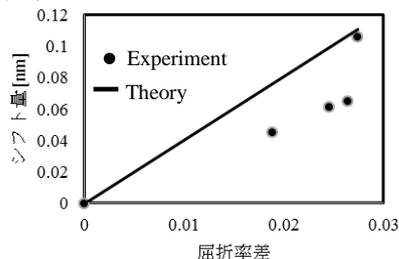


図 2. 屈折率 1.345 を中心とした屈折率変化量に対する WGM 発振スペクトルのピークシフト量