

真空環境下におけるボトル型微小光共振器の機械振動子モードの評価

Mechanical Oscillation of a Bottle Microresonator in Vacuum Environment

阪大基礎工¹, ワシントン大² ○(M2) 山田 雅貴¹, 浅野 元紀¹, 生田 力三¹, Ş. K. Özdemir²,
井元 信之¹, 山本 俊¹

Osaka Univ.¹, Washington Univ.², °Masataka Yamada¹, Motoki Asano¹, Rikizo Ikuta¹,

Şahin Kaya Özdemir², Nobuyuki Imoto¹, Takashi Yamamoto¹,

E-mail: yamada@qi.mp.es.osaka-u.ac.jp

ボトル型微小光共振器は、比較的新しいウィスパーリングギャラリーモード (WGM) 型微小光共振器であり、2004 年に Sumetsky によって提案され[1]、実験的にも実証された[2]。典型的には光ファイバーを加工して作成され、光共振器としての Q 値は 10^8 を超え、非常に高い性能を示す。その強い光閉じ込め効果により、様々な非線形光学効果を観測することができ、我々のグループにおいても、3 次高調波に加えて 2 次高調波の観測[3]、ブリルアン散乱と結合した 4 光波混合の観測[4]などを報告した。また、共振器内部の強い光電場による輻射圧によって、光共振器の機械振動モードを励起することも可能であり、共振器オプトメカニクス[5]にも利用することができる。

最近、我々はボトル型微小光共振器を用いた共振器オプトメカニクスの実験に成功し、光による機械振動の励起により機械振動周波数 58 MHz および機械振動 Q 値 1.4×10^4 を有する Radial breathing mode (RBM) を観測した[6]。COMSOL Multiphysics によって計算した RBM の変位分布を図に示す。共振器オプトメカニクスは様々な利用が考えられているが、その一つである機械振動モードの量子性を利用する量子オプトメカニクスにおいては熱雑音抑制のための高い機械振動周波数および機械振動モードの長寿命化のための高い Q 値が重要となる。特に、室温での量子オプトメカニクス実現のためのベンチマークとして機械振動周波数と機械振動 Q 値の積(fQ 積)が 6×10^{12} を超えることが求められている。現在、我々のボトル型微小光共振器ではこの fQ 積が 0.8×10^{12} であり、あと 1 桁のところにきている。ただし、この実験値は大気雰囲気中での実験結果であり、真空環境下に置くことで、大気によるダンピングの効果を低減し機械振動 Q 値の向上が見込める。本研究では我々のボトル型微小光共振器の真空環境下での機械振動 Q 値の改善結果について報告する。また、微小化による高い機械振動周波数の実現についても報告する予定である。

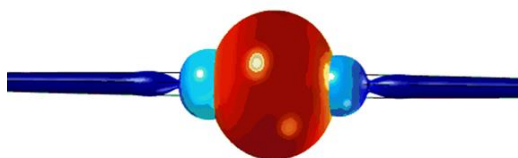


図 ボトル型微小光共振器の RBM

[1] M. Sumetsky, Opt. Lett. 29, 8 (2004).

[2] M. Pollinger *et al.*, Phys. Rev. Lett. 103, 053901 (2009).

[3] M. Asano *et al.*, Opt. Lett. 41, 5793 (2016).

[4] M. Asano *et al.*, Opt. Express 24, 12082 (2016).

[5] M. Aspelmeyer *et al.*, Rev. Mod. Phys. 86, 1391 (2014).

[6] M. Asano *et al.*, Laser & Photon. Rev. 10, 603 (2016).