

ボトル型微小光共振器における機械振動子モードの高 fQ 積の実現

Realization of high frequency-Q product of mechanical mode in a bottle microresonator

阪大基礎工¹, ワシントン大²

○浅野 元紀¹, Weijian Chen², Sahin Kaya Ozdemir², 生田 力三¹, Lan Yang²,

井元 信之¹, 山本 俊¹

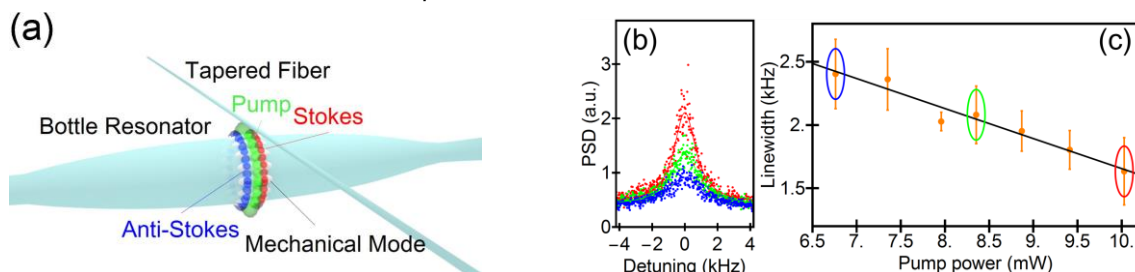
Osaka Univ.¹, Washington Univ.²

M. Asanao¹, W. Chen², S. K. Ozdemir², R. Ikuta¹, L. Yang², N. Imoto¹, and T. Yamamoto¹,

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

共振器中の光モードと機械振動子モードとの相互作用を取り扱う共振器オプトメカニクスは、薄膜振動子系や、フォトニック結晶導波路系、ウィスパーリングギャラリモード (WGM) 共振器系など様々な物理系で研究が行われている[1]。特に WGM 共振器は 10^8 を超える光学モードの Q 値を有する上、機械振動子モードについても $10^3 \sim 10^4$ の高い Q 値を有することから、機械振動子のレーザー冷却[2]や光-機械振動子のコヒーレントな結合の観測[3]などが行われてきた。我々は、WGM 共振器の一種であるボトル型微小光共振器において光-機械振動子結合を観測し、その共振器オプトメカニクスに対する特性評価を行った[4]。

ボトル型微小光共振器系における共振器オプトメカニクスの概念図を図(a)に示す。機械振動子の単一フォノン励起を取り扱う量子オプトメカニクスを常温下にて実現するためには、機械振動子の中心周波数 f と Q 値の積(fQ 積)が 6.0×10^{12} Hz を超えることが要求される[1]。光-機械振動子の相互作用によって得られる機械振動子の Q 値は、ポンプ光と散乱光とのビート信号のスペクトル線幅から見積もられる。特に機械振動子の内部 Q 値は、スペクトル線幅のポンプ光パワー依存性からポンプ光パワーがゼロとなる点でのスペクトル線幅を用いて見積もることができる[1]。実験で得られたビート信号のパワースペクトル密度とポンプ光強度に対するスペクトル線幅の依存性を図(b), (c)にそれぞれ示す。58 MHz の中心周波数を有する機械振動子に対して 1.4×10^4 の Q 値を観測し、 fQ 積は 0.8×10^{12} Hz であることがわかった[4]。本講演では、ボトル型微小光共振器における機械振動子の特性を述べ、 fQ 積を向上するための取り組みについて報告する。



Figs. (a) An illustration of a solid-core microbottle resonator for optomechanics, (b) power spectral densities and (c) pump power v.s. linewidth of the power spectral density. The circled data points in (c) correspond to the linewidths of the spectra shown in (b) with the colors.

[1] M. Aspelmeyer, T. J. Kippenberg, and F. Marquardt, *Rev. Mod. Phys.* **86**, 1391 (2014).

[2] A. Schliesser, R. Rivière, G. Anetsberger, O. Arcizet and T. J. Kippenberg, *Nat. Phys.* **4**, 415 (2008).

[3] E. Verhagen, S. Deléglise, S. Weis, A. Schliesser, and T. J. Kippenberg, *Nature* **482**, 63 (2012).

[4] M. Asano *et al.* to appear in *Laser & Photonics Review*.