

## ボトル光共振器と電気機械共振器とのエバネッセント結合

### Evanescent coupling between an optical microbottle and an electromechanical resonator

NTT 物性研<sup>1</sup>、阪大基礎工<sup>2</sup> ○浅野 元紀<sup>1</sup>、太田 竜一<sup>1</sup>、山本 俊<sup>2</sup>、岡本 創<sup>1</sup>、山口 浩司<sup>1</sup>

NTT BRL<sup>1</sup>、Osaka Univ.<sup>2</sup> ○Motoki Asano<sup>1</sup>、Ryuichi Ohta<sup>1</sup>、Takashi Yamamoto<sup>2</sup>、Hajime Okamoto<sup>1</sup>,  
and Hiroshi Yamaguchi<sup>1</sup>

E-mail: asano.motoki@lab.ntt.co.jp

光電気機械結合系は、光による変位検出と電気による振動制御を複合することで機械振動の自在制御を実現する。これらは、MHz~PHz と固有周波数が大きく異なる物理系を繋ぐハイブリッド素子として量子情報処理などへの応用が期待されている。従来の光機械結合系であるフォトニック結晶[1]やトロイド型光共振器[2]に電極構造を組み込むことで、光機械結合の性能に特化したハイブリッド素子が作製されてきた。しかし、これらの素子では光学特性と機械特性を独立に設計することが困難である上、素子の材料・構造の観点から電気機械変換の性能が制限されてきた。一方、光学特性に優れるシリカ光共振器と多様な構造・材料から成る電気機械共振器とのエバネッセント結合を用いれば、光・機械共振器をそれぞれ独立な素子として設計できる上、圧電効果による高い電気機械変換を光電気機械結合系に組み込むことが期待できる。

本研究では、シリカファイバ上に作成したボトル光共振器（最大径 80  $\mu\text{m}$ 、最小径 40  $\mu\text{m}$ ）と 600 nm の GaAs 多層膜から成る電気機械共振器（長さ 150  $\mu\text{m}$ 、幅 20  $\mu\text{m}$ ）をそれぞれ作製した。細線加工したテーパファイバとボトル光共振器とを一体化させ、電気機械共振器との間隔を光の波長程度まで近づけることでエバネッセント結合を実現した。 $1.1 \times 10^6$ の光学 Q 値もつ光共鳴を利用することで、変位検出感度は $3.1 \times 10^2 \text{ fm}/\sqrt{\text{Hz}}$ に達し、周波数 280 kHz、機械 Q 値 $1.5 \times 10^3$ の基本振動モードの熱振動を室温下で検出するに至った。更に、優れた光変位検出と電気振動制御を複合した光電気機械フィードバック制御を実装し、機械振動モードの加熱・冷却に成功した（図 2）。今後、低温下で同様のフィードバック制御を行うことで機械振動の量子系の実装を目指すとともに、半導体量子構造を含む機械振動子[3]を含む光電気機械結合系の構築を目指す。

謝辞：本研究は日本学術振興会科学研究費補助金(JP15H05869, JP16H01057)の助成を受けた。

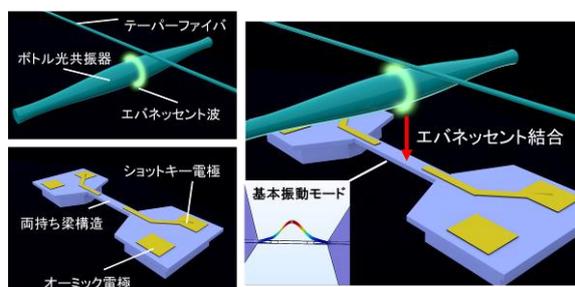


図 1 システムの概略図

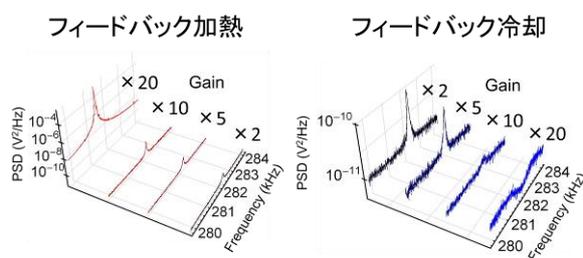


図 2 光電気機械フィードバック制御

[1] K. C. Balram *et al.*, *Phys. Rev. Applied* **7**, 024008 (2017).

[2] C. G. Baker *et al.*, *Opt. Express* **24**, 18 (2016).

[3] Y. Okazaki *et al.*, *Nat. Commun.* **7**, 11132 (2016).