

メンブレン型マイクロ機械振動子の発光誘起オプトメカニカル振動

Luminescence-induced optomechanical vibration of micromechanical membranes

阪大院基礎工¹, 阪公大院工², [○]荒張秀樹¹, 小西創太², 秋田成司², 石原一¹

Osaka Univ.¹, Osaka Met. Univ.², [○]Hideki Arahari¹, Konishi Sota², Seiji Akita², Hajime Ishihara¹

E-mail: arahari.h@opt.mp.es.osaka-u.ac.jp

光と物質の間の運動量の交換により生じる「光圧」は、原子から μm サイズの微小物質の運動を制御する技術として分子生物学[1]やオプトメカニクス[2]など幅広い分野で応用されている。中でも我々は、物質の「発光」を利用した光圧操作に着目している。発光が等方的に生じる場合には発光は物質の運動にほとんど寄与しないが、我々は発光体周囲の系の構造を工夫することによって発光により光圧（以降、発光圧）が生じ、物質に運動を誘起可能であることを注目した。

本研究では、層状ペロブスカイト膜を発光体とした正方形マイクロ光機械共振器 (Fig.1) をモデルとした。この場合、膜とミラーの間での光閉じ込め効果により、膜に生じる発光圧は特定のキャビティ長 L で増幅する。Fig.2 では、増幅した発光圧を利用することによって膜に自発的な振動運動を誘起可能であることを数値的に示した。これは、発光に関わる分極モードを機械的な振動モードに変換する新たなオプトメカニクスとしての応用が期待される結果であり、現在、実験実証が開始されている。さらに、光圧によって振動子の固有振動数がシフトする効果（光ばね効果[3]）が現れることを考察し、この効果を実験的に観測することで光圧によって振動運動を誘起されていることが確認できると考えた。

本機構は誘起される振動モードに共鳴周波数が桁違いに異なる他の量子系を結合させることで、発光体固有の量子力学的情報を伝送、及び制御可能とする機構として光圧技術の新たな応用につながると期待される。

[1] S. Corsetti and K. Dholakia, J. Biomed. Opt. **26**, 7 (2021).

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

[3] B. S. Sheard, et al., Phys. Rev. A **69**, 051801 (2004).

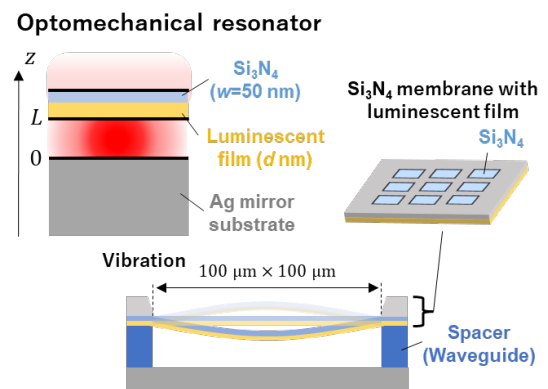


Fig.1 Model diagram of the optomechanical resonator. The size of the membrane window is $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$. As the luminescent film, we assumed organic-inorganic layered perovskites $(\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{NH}_3)_2\text{PbI}_4$.

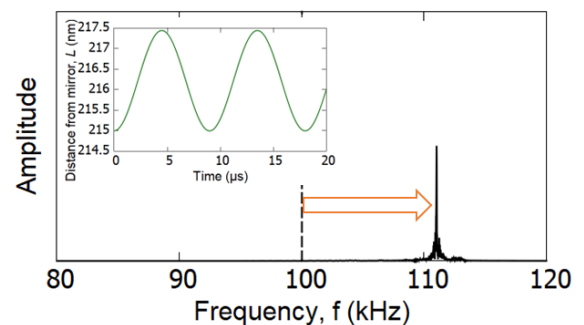


Fig 2. Film's vibration and its frequency by the luminescence-induced optical force at excitation light intensity $I = 100\ \text{W}/\text{cm}^2$. The system is assumed to have a mechanical frequency $\omega_m/2\pi = 100\ \text{kHz}$.