

発光誘起オプトメカニカルシステム

Luminescence-induced Optomechanical System

阪大院基礎工¹, 阪府大院工², [○]荒張秀樹¹, 石原一^{1,2}

Osaka Univ.¹, Osaka Pref. Univ.², [○]Hideki Arahari¹, Hajime Ishihara^{1,2}

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、微小物質の運動を制御する技術として分子生物学やオプトメカニクスなど幅広い分野で応用が見られている。これまで、効率的かつ多様な光操作の実現には、光渦などのように照射する光の場を幾何学的に工夫する手法[1]や、特にナノサイズの物質を対象とした場合には物質の電子遷移に共鳴する光を利用するなどの手法[2]が用いられてきた。

物質に光を照射すると、物質内の電子が励起されて散乱以外に発光も生じる。発光が等方的に生じた場合には、発光は物質の運動にはほとんど寄与しないが、発光が異方的に生じるように発光体周囲の誘電環境を工夫した場合には、発光により生じる光圧(発光圧)が物質の運動に寄与すると期待される。

本研究では、ドラム型マイクロ機械共振器[3]を実験モデルとして想定し、発光体薄膜($C_{10}H_{12}NH_3$)₂PbI₄の一方に金属ミラーAgを平行に配置した系を想定する。この場合、膜とミラーの間で共振器構造を形成するため、膜に生じる発光圧はミラーからの距離 L に応じて周期的に増幅する(Fig.1)。ここで、 $L = 275$ nmは光圧ポテンシャルの最低点となり、この位置を起点に発光圧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理論解析により定量的に示した(Fig.2)。

本機構は、発光と力学的な運動を結合させる新奇なオプトメカニカルシステムへの応用が期待される。本機構を用いることにより発光体の量子力学的特性を、受光を介在せず共鳴周波数の大きく異なる量子系へ伝えるなど、様々な新奇技術の応用につながると期待される。

[1] M. Tamura, T. Omatsu, S. Tokonami, and T. Iida, *Nano Lett.* **19**, 4873 (2019).

[2] T. Horai, H. Eguchi, T. Iida, and H. Ishihara, *Opt. Express*, **29**, 38824 (2021).

[3] T. Inoue, Y. Anno, Y. Imakita, K. Takei, T. Arie, and S. Akita, *ACS Omega* **2**, 5792 (2017).

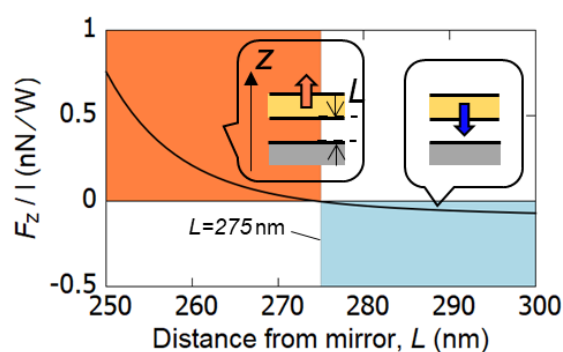


Fig.1 L -dependence of the luminescence-induced optical force F_z (normalized by the excitation light intensity I).

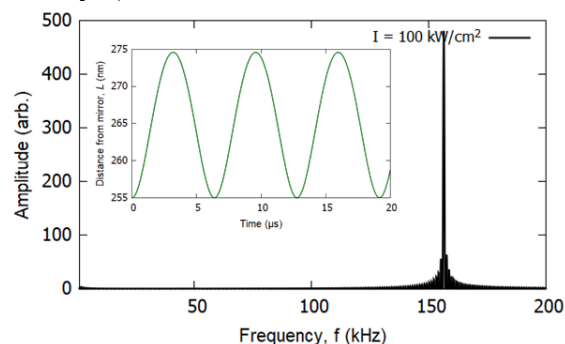


Fig 2. Film's vibration and its frequency by the luminescence-induced optical force at $I = 100$ kW/cm². The system is assumed to have a mechanical frequency $\omega_m = 2\pi \times 100$ kHz, Quality factor $Q_m = 10^4$, and film's initial position $L_{ini} = 255$ nm.