

電氣的にスイッチングが可能な有機液滴レーザーの開発

Electrically Switchable Organic Droplet Lasers

筑波大理工¹ ○(B)加藤 雅都¹, 山岸 洋¹, 山本 洋平¹

Univ. Tsukuba¹ ○Masato Kato¹, Hiroshi Yamagishi¹, Yohei Yamamoto¹

E-mail: yamamoto@ims.tsukuba.ac.jp

研究背景

有機 EL を超える次世代の発光素子として、レーザー光源の小型化・集積化技術の開発が進められている。しかし、多色化や大型化に大きなハードルが存在するため、レーザーディスプレイなどのデバイス実現が困難であった。一方で、有機材料からなるレーザー光源は低コストで簡易なプロセス、優れた波長制御性などの利点があり、無機材料が抱える困難を克服しうる。ただし、有機レーザーは電流励起発振や電場制御が難しく、デバイス展開が困難であった。液滴を利用したレーザーは、上述の無機および有機固体素子とは全く異なる特性を示す素材として興味をもたれる。液滴レーザーは液体で構成される流動的な素子であり、固体よりも遥かに大きな外場応答性を示す。例えば液体マトリックス中に分散した光励起型の有機液晶液滴レーザーにおいて、静電場を印加することでレーザーの波長変調ができることが報告されている^[1, 2]。ただし、それらの素子は、マトリックス中で浮遊していたり、光ピンセットで保持する必要があったり、大気中では機能を維持できないなど、集積化を行う上で大きな障害がある。

我々のグループでは近年、大気中で安定なうえにインクジェットで集積化可能な液滴レーザーの開発に成功している。もしこの液滴レーザーの発振を電氣的にスイッチングできれば、これまでにないタイプのレーザーディスプレイを実現できる可能性がある。そこで本研究では、液滴を支持する基板と電極を改良し、液滴レーザーの電氣的なスイッチングを目指した。

実験方法・実験結果・考察

室温イオン液体である EMIMBF₄ に有機レーザー色素 Acid Red 52 を溶解させ、インクジェットによりシリコン製の超撥水基板上に 1 滴ずつ滴下した。液滴に接触しないように、幅 100 μm ほどの隙間を開けて上部から透明電極を設置した。上下の電極間に印加する電圧を変化させながら、波長 355 nm の ns レーザーにより液滴を励起し、対物レンズを通して発光特性の変化を検出した。その結果、電圧を印加しないとき、液滴は光励起型のレーザーとして機能し、印加電圧を高くしていくと、レーザーの発光強度が徐々に弱くなった。この変化は発光画像からも確認でき、10 回以上繰り返すことが可能であった。電場により液滴が変形し、モード分裂が起こった結果、発振に寄与できる経路が少なくなったために、レーザー発振閾値が増大したためであると考えられる。

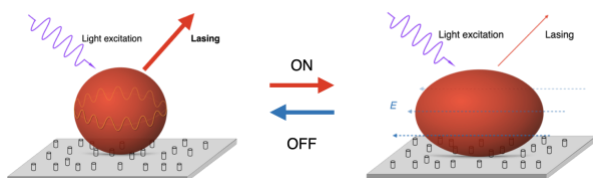


図 1 電場による液滴の変形と、レーザー発振スイッチングの模式図。

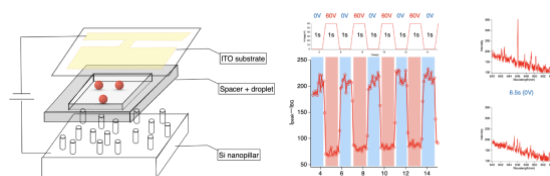


図 2 垂直電場系の構造とスイッチング特性

[1] Humar, M. et al. Electrically tunable liquid crystal optical microresonators. *Nature Photon* 3, 595–600 (2009).

[2] Alexandr, J. et al. Optically Transportable Optofluidic Microlasers with Liquid Crystal Cavities Tuned by the Electric Field *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2021, 13, 43, 50657–50667