「有機ソフトマテリアルレーザーの最新動向」特集号によせて

興 雄 司

九州大学大学院 システム情報科学研究院I&Eビジョナリー特別部門 (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

Preface to Special Issue on Recent Trend of Organic Soft Material for Lasers and Optoelectronics

Yuji OKI

Dept. of I&E Visionaries, Grad. Sch. of I.S.E.E., Kyushu University, 744 Motoooka, Nishiku, Fukuoka 819-0395

(Received October 30, 2017)

Research on lasers using organic materials and soft materials has a very long history, and the contributing to 'immediate realization of ideas for lasers' have been often provided by the organic material process. This "Special Issue" will introduce innovative researches about organic soft-materials about laser and optoelectronics.

Key Words: Laser, Organic electronic, Opto-electronics, Printable fabrication, Self-organized crystal

有機材料・ソフトマテリアルを利用したレーザーの研究は非常に歴史が古く、1966年に液体色素レーザーの発振が確認されて五年後、ポリウレタンに色素を浸潤し、分布帰還構造を転写導波型レーザーが報告されている¹⁾。こうした、プロセスにおける「アイディアの即実現化」に寄与する先進性は、有機・ソフトマテリアルの特徴でもあり、同材料の持つ「塑性」によるものが大きい。有機・ソフトマテリアルの塑性の利用は、特に溶解や溶解という液相・固相遷移により物体(分子)の配置を制御することで、様々な有用なプロセスを生み出してきている。例えば、インクジェットプロセスやナノインプリント、光重合などは、近年注目されるアディティブマニュファクチャリングという造形・製造手法に利用されているスキームで有り、少量多品種、ハイブリッド、オンデマンドな製造を可能にする。

こうした液相・固相間転移を利用した製造手法が有効であるのは、

- 転移に必要なプロセス負荷が、我々の生活条件に(温度や気圧、マトリクス)に近い
- 有機に比べ環境耐性が強い無機材料を用いる事でプロセスツールを確保できる

と言うことが大きい。例えば、Nd:YAG 酸化物セラミックであれば、プロセス温度が高いため、熔融した材料を吹き付けるには相当高温に耐えるノズルを用意しなければならないし、シリカ結晶を液相に分散溶解する条件についても、常温で分散できる状態を作るためにはナノ結晶化と有機修飾や分散剤添加が必要となる上、焼結プロセスも要求される。対して、ソフトマテリアルであれば、

現在のインクジェットプリンターをモデルとすれば分かるように、デスクトップやサーバームトップで省電力プロセスを行うことが将来的に容易にできるであろうことが期待できる。

有機・ソフトマテリアルのもう一つの特徴は、現在に至るまでも新しい機能性を持つ材料が次々と設計される奥の深さにある。現在も自己組織型フォトリソ結晶等の新規有機結晶²⁾のみならず、有機無機ペロブスカイト(Perovskite)³⁾やMetal Organic Frameworks(MOF)⁵⁾等の有機・無機ハイブリッドや、イオン性液体性発光⁵⁾、熱活性遅延蛍光分子⁶⁾など、様々な材料が光・化学の融合領域で研究されている。

こうした有機・ソフトマテリアルの世界で従来よりずっと探求されてきた達成困難とされるテーマの一つが電流励起レーザーである。有機・ソフトマテリアルが常温・大気圧に近い状態でプロセスできると言うことは、逆に、使用環境に於いて安定性や高エネルギー状態で機能する点に困難さが生じる。しかし、こうしたジレンマをどの様に解決・回避していくかが研究者の手腕の見せ所といっても良い。

折しも、情報化社会はIndustry4.0, Internet of Things (IoT)が着目されてきている。光を利用したセンシングにおいて高付加価値光源であるレーザーが、無限にその数を拡大するIoT末端デバイスにどの様に対応するかを考えたとき、安価で薄く、軽く、プリンタブルであったり自己形成型であったりするレーザーは、今後ますます盛んに研究されるテーマではないかと考える。

本特集号では、上記のような新しい有機発光材料に関

する研究者の皆様へ、レーザーへの試みを初めとした最新の有機発光材料の研究、低しきい値化に向けた自己形成型レーザーキャビティーに関する研究をご執筆頂いた。読者の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) H. Kogelnik and C. V. Shank: Appl. Phys. Lett. **18** (1971) 152.
- 2) D. J. Norris, E. G. Arlinghaus, L. Meng, R. Heiny, and L. E. Scriven: Adv. Mat. **16** (2004) 1393.
- 3) M. M. Lee, J. Teuscher, T. Miyasaka, T. N. Murakami, and H. J. Snaith: Science **338** (2012) 623.
- 4) M. D. Allendorf, C. A. Bauer, R. K. Bhakta, and R. J. T. Houk: Chem. Soc. Rev. **38** (2009) 1330
- 5) T. Sekitani, H. Nakajima, H. Maeda, T. Fukushima, T. Aida, K. Hata, and T. Someya: Nature Mat. **8** (2009) 494.
- 6) H. Uoyama, K. Goushi, K. Shizu, H. Nomura, and C. Adachi: Nature **492** (2012) 234.