

課題番号 : F-20-NU-0030  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 光共振器導入による高分子及び原子層レーザー素子の作製  
 Program Title (English) : Fabrications of polymer and atomically-thin laser devices with a microcavity  
 利用者名(日本語) : 新井晶博、鈴木壮磨、蒲江、竹延大志  
 Username (English) : A. Arai, S. Suzuki, J. Pu, T. Takenobu  
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科  
 Affiliation (English) : Graduate school of Engineering, Nagoya University  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、有機高分子、原子層材料、光共振器、レーザー

### 1. 概要(Summary)

有機材料は多彩な発光色と優れた発光特性を有しており、近年有機 EL ディスプレイ等に代表されるように、発光素子材料として注目を集めている。特に、有機高分子は液相法により素子作製が可能であり、今後は柔軟な基板上に安価かつ簡便な液相法により作製された発光素子の重要性が高まると考えられる。最近、我々のグループでは液相法を用いて容易に発光素子作製が可能な電気化学発光セル(LEC)に着目し、本素子を用いて電流励起レーザー素子の実現を目指している。[1] 特に、レーザー素子の実現には光共振器の導入が不可欠であるため、名古屋大学微細加工プラットフォームの設備を利用して、分布帰還(DFB)型共振器を組み込んだ発光素子の作製を行った。また、共振器作製技術は高分子のみならず、柔軟な発光材料として期待されている原子層材料等、新たな発光材料・素子への適用も試みた。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

電子線露光装置、両面露光用マスクアライナ、ICP エッチング装置一式

#### 【実験方法】

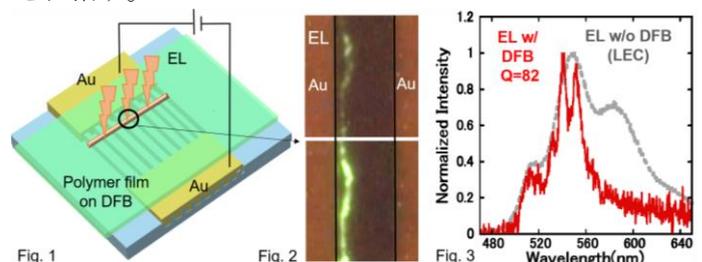
予め電極が蒸着された SiO<sub>2</sub> 基板上に、電子線露光装置と ICP エッチング装置を用いて、以下のグレーティングパターンを電極間に作製した。作製したパターンは顕微観察(SEMとAFM)により直接確認・評価した。

- (I) ピリオド 340 nm、凹凸部の長さ比率が 1:1  
(凹部 170 nm、凸部 170 nm)
- (II) ピリオド 340 nm、凹凸部の長さ比率が 1:3  
(凹部 85 nm、凸部 255 nm)

上記のグレーティング上に高分子または原子層膜を成膜すれば発光素子への DFB 構造が導入できる。素子は、光励起(PL)と電流励起発光(EL)ともに評価を行った。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に電極間にグレーティング構造(凹凸比率 1:1)を作製した高分子 LEC の模式図を示す。この素子に数 V 電圧を印可すると、イオンの再配列により高分子膜内に pn 接合が形成され EL が生じる。その時の EL を直接観測した写真を Fig. 2 に示しており、DFB 型共振器が導入されたチャンネル内からの発光が得られている。Fig. 3 は DFB 構造がある時とない時で、素子から得られた EL スペクトルを比較した結果である。DFB の導入により EL の明瞭な先鋭化が確認できた。この素子にパルス測定を用いて大電流密度を注入すると、共振器発光の強度増大も観測された。今後は素子性能や測定手法の最適化を行うことで、液相法による電流駆動高分子レーザー素子の実現を目指す。



Figs. 1-3 Device schematic (Fig. 1), EL image (Fig. 2), and EL spectra (Fig. 3) of a cavity-integrated polymer LEC.

### 4. その他・特記事項(Others)

- ・参考文献:[1] T. Sakanoue *et al.*, *Adv. Mater.* **29**, 1606392 (2017)
- ・大島大輝様(名古屋大学)に感謝します。

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) K. Matsuki, J. Pu, and T. Takenobu, *Adv. Funct. Mater.* **30** (2020) 1908641.
- (2) Y. Tanaka, J. Pu, and T. Takenobu, *Appl. Phys. Express* **13** (2020) 084002.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。