

DFB 共振器を有する高分子 LEC

Introduction of DFB resonator into light-emitting electrochemical cell

名古屋大工

○張亭午, 坂上知, 竹延大志

Department of Applied Physics, Nagoya University

○Tingwu Zhang, Tomo Sakanoue, Taishi Takenobu

e-mail: Tingwu.Zhang@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

〔緒言〕有機半導体レーザーの実現に向けて共振器構造を発光素子へ導入することが検討されている。特に Distributed feedback (DFB) 型共振器を導入した高分子薄膜では、 $0.3 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ の低閾値で光励起レーザーが報告されている。この値は電流密度に換算するとおよそ $20 \text{ A}/\text{cm}^2$ 程度と極めて低く見積もられており、DFB 構造の導入は高分子レーザー素子の実現に重要である[1]。一方で DFB 型共振器は数十～百ナノメートル程度の凹凸構造を有しており、発光素子への導入が容易ではない。そこで本研究ではフレキシブルな素子設計が可能な発光素子 Light-emitting electrochemical cell (LEC) への DFB 構造導入を検討した。LEC は電気化学ドーブにより高キャリア密度の p-n 接合を自発的に形成するため、特性が電極間距離や電極仕事関数などに左右されにくく素子設計に高い自由度を有する。そこで、発光性高分子 poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-bithiophene] (F8T2) の光励起 DFB レーザーの作製と最適化、および DFB を導入した LEC の作製を検討したので報告する。

〔結果と考察〕石英製の回折格子（周期 340 nm、深さ 100 nm）上に F8T2 を製膜し、DFB レーザーの作製を試みた。DFB を導入した膜は PL スペクトルに Bragg Dip と呼ばれる周期構造に由来する谷を示した。また、励起強度の増大により、Bragg Dip の一端から半値幅 2 nm 以下の狭線化したスペクトルが観測され、DFB レーザーが実現できた (Fig.1)。レーザー発振閾値の低減を目指し F8T2 の膜厚最適化を試みた結果、膜厚に依存するレーザー発振波長とレーザー発振閾値には明確な相関が見られた。膜厚 60 nm～75 nm の試料は、PL スペクトルのピーク波長 (550 nm : Fig. 1 青) 付近にレーザー発振波長を持ち、最も低いレーザー発振閾値を示した (Fig. 1 inset)。よって、DFB レーザーの最適化には膜厚の精密制御によるレーザー発振波長の制御が極めて重要である。

DFB 構造を有した LEC は F8T2 とイオン液体 (IL) tetradecyltriethylphosphonium(trifluoromethylsulfonyle) imide (P₆₆₆₁₄-TFSI) の混合膜を回折格子の上に製膜し (重量比 F8T2:P₆₆₆₁₄-TFSI = 15:1)、上部に Au 電極を蒸着した (Fig. 2a)。電流励起発光においてもスペクトルの先鋭化が観察され、DFB 構造由来の発光を実現できた (Fig. 2b)。しかしながら本構造では、電極端からの発光や高い駆動電圧など、既報の F8T2 を用いた LEC [2] に比べ多くの問題を有しており、より電流励起に適した構造の検討が強く求められる。一方で、回折格子の上に単層の発光層を形成したシンプルな構造において電流励起発光を実現できる LEC は、電流励起 DFB レーザーの検討に適した素子であると考えられる。

[1] B.K. Yap et. al, Nat. Mater. **7**, 376, (2008).

[2] T. Sakanoue et al., Appl. Phys. Lett. **100**, 263301 (2012).

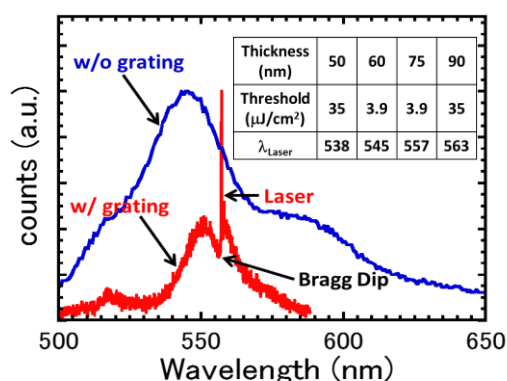


Fig 1. Laser spectrum and lasing threshold.

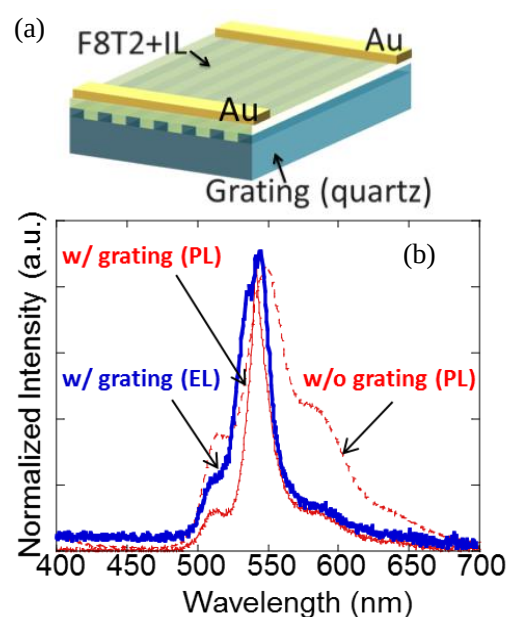


Fig.2 (a) Device structure (b) PL and EL spectra w/ and w/o grating.