

目的別テーマ：フォトリック有機結晶デバイスの開発

17 年度研究テーマ

15-4-4 : 有機光通信デバイスに関する研究 ～フォトリック結晶有機レーザの作製と評価～

ABSTRACT

The ultraviolet organic LED that showed super-high luminance was realized. And a laser dye having a super-low threshold for rasing was found. So, the high efficiency optical resonator that aimed at the improvement in optical confinement efficiency was designed. The thin layer of a laser dye having a super-low threshold fitted on the ultraviolet organic LED. It confirmed that light could pump a laser dye by the strong electro-luminescence of that UV-OLED. It didn't reach laser emission.

研究目的

有機 LED の高輝度・高強度化が進み、電流励起による有機半導体レーザ実現に向けての可能性が高まってきている。そこで本研究では、有機半導体レーザの実現を目標とし、実現へのアプローチとして、極めて低い励起しきい値の材料探索と光閉じ込め効率の向上を目指した高効率光共振器の設計、構造および紫外有機 LED の発光を利用したデバイスの光励起を目的とした。

一年間の研究内容と成果

1) 高効率光共振器の作製

高効率光共振器として、二次元フォトリック結晶共振器を用いることにより、これまでの一次元方向への光閉じ込めから二次元方向への閉じ込めが可能となり、しきい値の低減が見込まれる。しかし、光閉じ込めを考慮した素子構造を検討した結果、屈折率差が重要なパラメータとなる。そのため、有機物では屈折率差が小さく、作製する共振器の回折周期が短くなり、共振器作製が技術的に困難

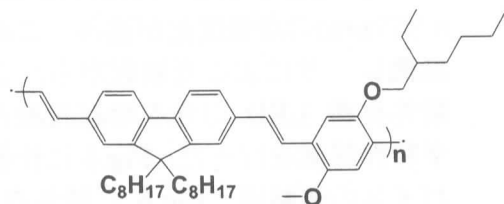


Fig.1. 超低しきい値レーザ色素 POFP

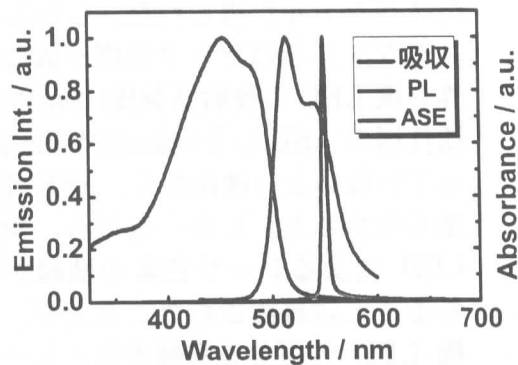


Fig. 2. POFP 薄膜の吸収、PL、ASE スペクトル

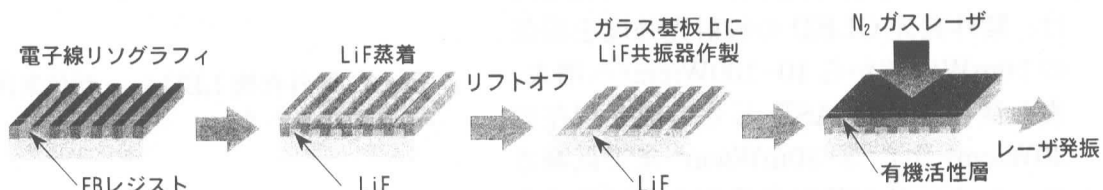


Fig. 3. 高精度 1次元フォトリック結晶共振器の作製

となる。そこで、利得(活性層体積)の増大からしきい値の低減を目指し、一次元のDFB共振器を設計、作製した。低しきい値のPOFP薄膜(Fig. 1, 2)へ共振器を導入し、N₂ガスレーザにて光励起を行い、光学特性評価を行った。デバイス作製方法をFig. 3に示す。Fig. 4に、発光スペクトルを示す。スペクトルより、ASEとは明らかに異なる更に狭線化したスペクトルが得られた。励起パワーに対するピーク強度と半値幅(ピーク強度の半分の位置のスペクトル線幅)の変化を測定した。その結果、しきい値 260 kW/cm²、半値幅 0.22 nm、発振波長 548 nm のレーザ発振を確認することが出来た。

2) 紫外有機 LED 励起型有機固体レーザ

本研究室にて紫外発光有機 LED($\lambda_{EL} = 377\text{nm}$)の高強度化が進み、これまでの無機レーザによる光励起から、これらの紫外有機 LED の光を励起光源として光学特性評価を行った。Fig.5 に作製したデバイスの概略図、Fig.6 に紫外有機 LED をパルス駆動させ、活性層の端面方向からの発光スペクトルを示す。スペクトルより、PL スペクトルとは異なる狭線化したスペクトルが得られた。しかし、ASE スペクトルとはピーク位置が異なる、紫外有機 LED の放射高強度(10mW/cm²)が活性層の ASE しきい値(30W/cm²)を上回っていないとの理由から、ASE 発振には至らなかった。しかしながら、紫外有機 LED によるレーザ色素の励起が可能であることは確認されたことより、紫外有機 LED の更なる高輝度化とレーザ色素の更なる低しきい値化により ASE 発振の可能性が示唆された。

展望

OLED 励起型有機固体レーザ実現に向け、紫外発光 OLED の放射光強度を現在の 10mW/cm² から 10~100W/cm² へ増大、また活性層側の ASE しきい値を現在の 30W/cm² から 3~30mW/cm² まで低減させ、しきい値が放射光強度を上回ることにより ASE 発振の可能性が期待できる。

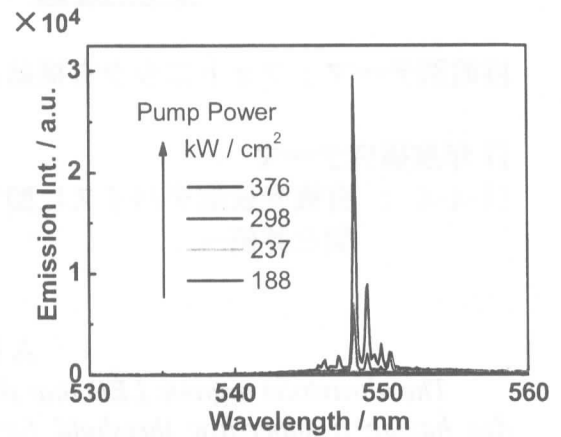


Fig. 4. 高精度1次元フォトニック結晶共振器によるレーザ発振

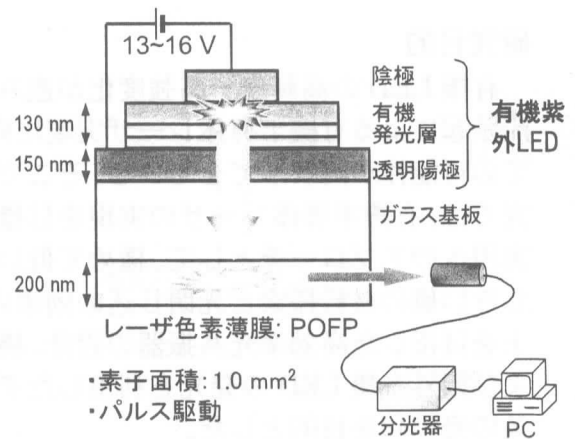


Fig. 5. 紫外有機 LED によるレーザ色素薄膜の励起実験素子

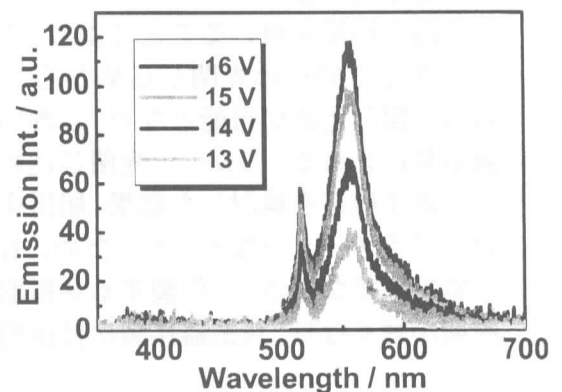


Fig. 6. 紫外有機 LED レーザ色素薄膜の発光スペクトル