

目的別テーマ：フォトニック有機結晶デバイスの開発

16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

～フォトニック結晶有機レーザの作製と評価～

ABSTRACT

A goal for this research is the realization of the organic semiconductor laser. In this year, A low threshold polymer semiconductor was searched. Active layers with thickness from 90 to 190 nm were formed by the spin coating from the polymer semiconductor POPF. As a tuning of pump wavelength, the pump wavelength dependence of the fluorescent spectrum monitored by wavelength of 550nm that was the peak wavelength of ASE was investigated. It was proved that pump wavelength that emission intensity at 550 nm became the strongest was 400 nm. So, a titanium sapphire laser with the pulse width of 12.5ns was used for pumping at 400 nm. The ASE spectrum pumped at 400 nm and the pump power density dependence of the emission peak intensity were measured. It got the remarkably low threshold of 30 Wcm^{-2} remarkably when an ASE threshold was found from raising point of the emission peak intensity when the pump power was increased. This value is the lowest value with a un-dope film. When a film thickness dependence of the threshold was checked, it was proved that a film thickness of the lowest threshold was 165 nm. The possibility of electric current pumping approached by this result's getting it. From now on, lasing of the lowest threshold will be made a next goal.

研究目的

本研究は、有機半導体レーザの実現を目標としており、本年度は高効率共振器の形成を踏まえつつ、低しきい値材料の探索を行った。有機薄膜レーザの低しきい値化としてこれまでに、低分子レーザ色素において、増幅自然放出(ASE)しきい値 6 kWcm^{-2} 、また、エネルギー移動を使用した蛍光性ポリマーへのドーピングにより 2 kWcm^{-2} を達成している。しかし、目標とする励起しきい値 10 Wcm^{-2} 以下には到達していない。さらに、ナノインプリント法を用いて活性層へ共振器構造を組み込む際に、加熱の影響による活性層の劣化でレーザしきい値の増大が起きてしまう。これを解決するため、高耐熱性低しきい値活性層の構築、つまり、低しきい値で、高耐熱性があり、レーザ色素の熱拡散を抑えるために、高分子レーザ色素に着目し、そのASEの低しきい値化を目指した。

一年間の研究内容と成果

Fig. 1に示す高分子レーザ色素POPFを用いて、膜厚 90 から 190 nm までの活性層をスピコートにより作製した。励起波長のチューニングとして、ASEのピーク波長である 550 nm にてモニターして励起波長による蛍光スペクトルの強度変化を調べたところ、550 nm の PL が最も強くなる励起波長が 400 nm であることが判明した。そこで、チタンサファイアレーザにより 400 nm での励起

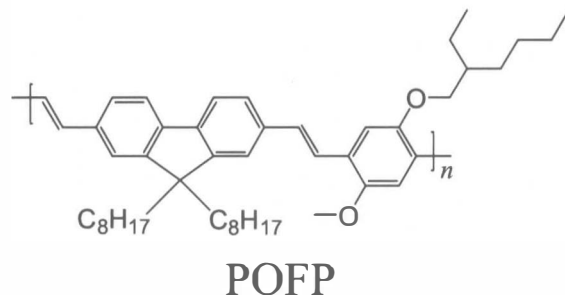


Fig. 1. Structure of the polymer semiconductor.

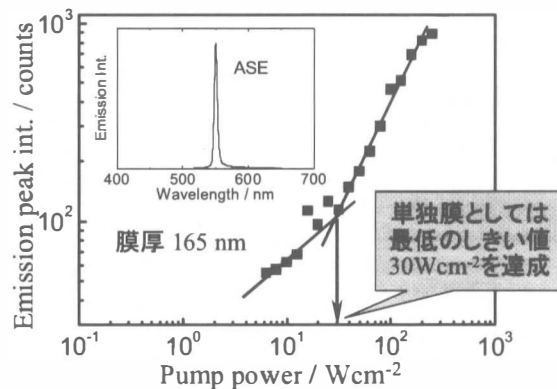


Fig. 2. Pump power dependence of emission peak intensity of the polymer semiconductor (POPF) thin film.

を行った。この時のパルス幅は 12.5 ns, 励起エリアは $1 \times 3 \text{ mm}^2$ とした。400 nm で励起したときの ASE スペクトルと発光ピーク強度の励起パワー密度依存性を Fig. 2 に示した。励起パワーを増大させていったときの発光ピーク強度の立ち上がり点より, ASE しきい値を求めたところ, 30 W cm^{-2} の著しく低いしきい値を得た。この値は未ドープ膜では最も低い値である。しきい値の膜厚依存性を調べたところ最低しきい値の膜厚は 165 nm であると判明した。

以上より, 光励起において, 高分子レーザー色素薄膜における ASE の低しきい値化を目的とし実験を行った結果, 励起波長のチューニングにより励起波長を 400 nm としたところ, 単独膜としては最低のしきい値 30 W cm^{-2} を達成した。これにより電流励起の可能性がさらに近づいた。

展望

今後は, 光共振器を導入し, 最低しきい値のレーザー発振を目指す。