

ファイバー状光導波路によるレーザー発振

名川倫郁, 津崎 修, 奥村泰章, 安達千波矢, 小山俊樹, 谷口彬雄

信州大学 繊維学部 機能高分子学科

1. 緒言

現在, 有機半導体を用いた発光ダイオードの応用研究として有機レーザーダイオード(OLD)の研究が活発に行われている. しかし, 有機半導体は無機半導体と比較して, 大きな電流を流すことができないなどの理由で, 現段階では直ちに電流励起によるレーザーダイオードの実現は困難である. OLD 実現のポイントは, 低い励起エネルギーでレーザー発振する有機半導体材料と素子の共振器構造である. リング状の共振器構造においては, Wave-guided Mode(WM)と Whispering Gallery Mode(WGM)により, 極めて低い閾値が期待できる. 本研究では, 光ファイバーを用いたリング状共振器を試作し, 光励起レーザー発振特性より共振器性能を検討した.

2. 実験方法

本研究に用いた共振器の形状を Fig.1 に示す. 太さ $100\mu\text{m}$ のガラスファイバーをコアに用いた. Active-layer は, Fig.2 に示す蛍光性のポリマー 20mg を MDC 1ml に溶解した溶液にコアファイバーを浸漬後, 引き上げる Dipping 法で製膜した. 得られたシリンダー状共振器の Active-layer を N_2 ガスレーザー(波長 337nm)によって光励起させて放出した蛍光のスペクトルを測定した.

3. 結果と考察

Fig.3 に Pumping Energy $340\mu\text{Jcm}^{-2}$ のレーザーを照射したときの Active-layer からの放出光のスペクトルを示した. 499nm に半値幅 9nm の鋭い蛍光ピークが現われた. これは, 用いたポリマーフィルム of 蛍光スペクトルの発光波長域内に現われていることから, リング状に励起された Active-layer の空気層との界面が共振器として作用した WGM による Lasing であると考えられる. しかし, Fig.3 の放出光スペクトルから求めた Q 値はかなり低く, 閾値も $40\mu\text{Jcm}^{-2}$ と高かった. これは, 現われた放出ピークの波長近傍に複数の放出ピークが混在することにより, ここで求めた半値幅が見かけの値になったと推測される. 直径 $100\mu\text{m}$ のリング状共振器では, 第 n 次の WGM 共振波長 ($\lambda = \phi\pi/n$)とその前後の共振波長が非常に近接する. コアファイバーの直径と Active-layer の厚さの最適化により, Q 値の大幅な改善が可能である.

4. 結論

今回の実験ではガラスファイバーに形成したリング状共振器を用いることによって, Active-layer の膜厚やコアのファイバーの太さ等の最適化は行わなかったにもかかわらず低閾値でレーザー発振を得ることができた. これはリング状共振器が効率よく光を閉じ込める構造であることの証拠であり, OLD 実現のための重要な共振器形態であることが示唆された.

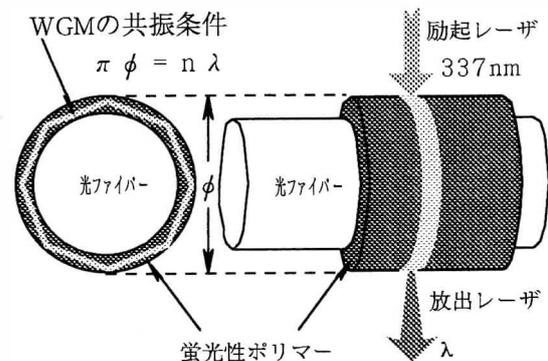


Fig.1. Structure of a ring resonator.

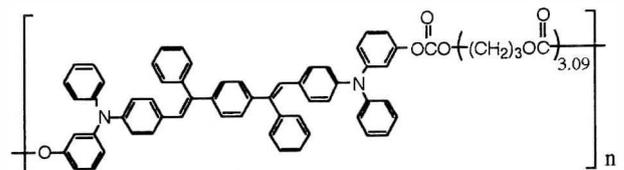


Fig. 2. The chemical structure used in this study.

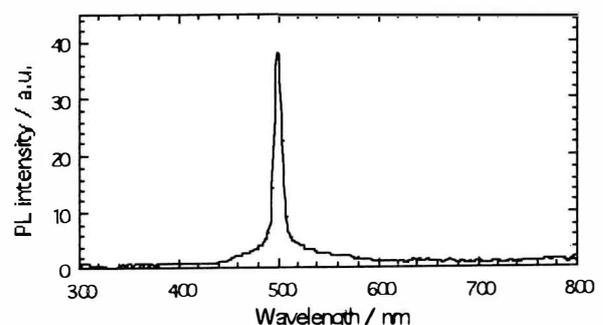


Fig. 3. The PL spectrum from a ring resonator.