

The 28th International Conference on Plastic Optical Fibers に参加して

久保田 淳 史

Atsushi KUBOTA

電子情報学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2019年11月20日から22日に横浜で開催された「The 28th International Conference on Plastic Optical Fibers」に参加し、21日に「Flexible Ring Laser for Creating Fiber-Coupled Resonator」というテーマで発表をポスター形式で行った。

2. 研究背景

シリコーンゴムは、柔軟な光学デバイスに広く使用されている。我々のグループでは最近、シリコーンゴムに有機色素を分散させることにより、柔軟なリングレーザーを開発した。図1(a)は、シリコーンリングの顕微鏡写真を示している。このシリコーンリングはOリングと呼ばれるもので、その外径と内径はそれぞれ750と250 μm である。図1(b)が示すように、Oリングの直径はリングを針の深くまで差し込むことにより調節できる。図1(c)に示すように、60 $^{\circ}\text{C}$ の恒温槽中で色素溶液に30分間浸漬すると、蛍光色素分子がリング内で均一に拡散する。

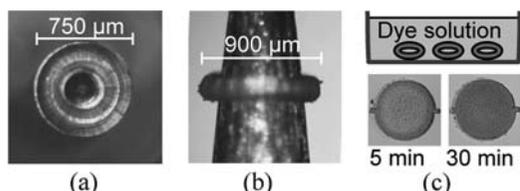


図1 Oリングの顕微鏡写真。(a)リングの上
面、(b)側面。(c)溶液への浸漬プロセス中の
色素分布(リング断面)。

3. 実験結果

針の先端に固定したリングの上部から、図2のように励起光を照射すると、周回する蛍光が誘導放出を起こしてリングの側面から放出される。励起には、波長532nm、パルス幅5nsのNd:YAGレーザーの第2高調波を用いた。リング側面から出た光はレンズで集光し、5倍の倍率で結像させた。すなわち、外径750 μm のリングの側面が幅3750 μm の像を形成するような共焦点系を構成した。そして、この像をコア径400 μm の光ファイバーで走査し、発光スペクトルの分布をマルチチャンネル分光器で測定した。光ファイバーを200 μm 間隔で移動させると、リング上の発光を40 μm ごとに測定することになる。

また、図3(a)の写真が示すように、強い蛍光がリングの端で見え、誘導放出がウィスパリングギャラリー(WG)モードによって誘導されたことを示している。図3(a)は、外径が750または1000 μm のリングについて測定された発光強度の分布を示している。両方のリングは、リング外周部付近で最も強い発光強度を示している。図3(b)は、リングの直径を変化させて測定した発光スペクトルを示している。リングが拡大するにつれて、発光ピーク波長はより短波長にシフトした。有機色素レーザーは通常、色素濃度が増加すると反対のピークシフト(レッドシフト)を示すため、このピークのブルーシフトはリング内の色素濃度に関係していると考えられる。リングの体積が膨張に伴って増加するにつれて、リングの色素濃度が減少すると想定される。

Oリングレーザーは、「トーラスモード」と呼ぶ特異な発光を示す。図4の挿入図に示すように、トーラスモードの発光は、リングの内面と外面の両方を周回する。その結果、リングが光ファイバーで串刺しにされている場合、トーラスモードは導波モードと容易に結合される。本実験では、元の内径が700 μm のリングを使用した。クラッドの直径が

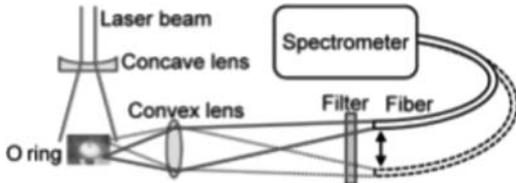


図2 スペクトル測定に用いた光学系. 励起光は凹レンズで広げ、上方から照射している. リングから出た蛍光をレンズで集光し、直径 $400\ \mu\text{m}$ の光ファイバーに入射させ、分光器で測定している.

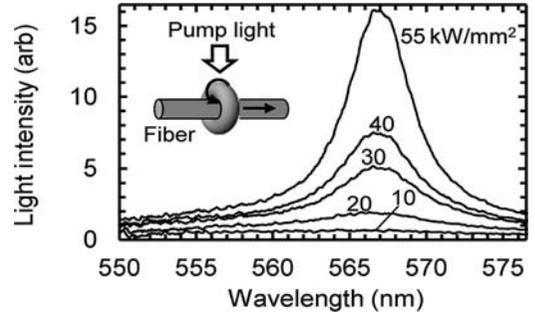


図4 ファイバー端で測定された発光スペクトル (励起光強度: $10\sim 55\ \text{kW/mm}^2$).

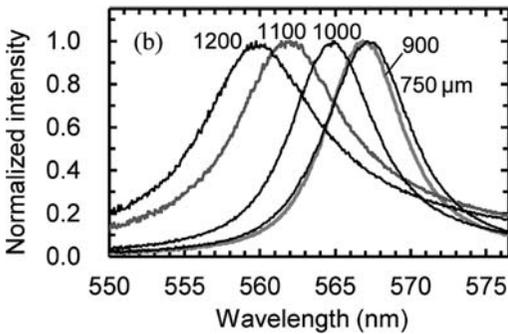
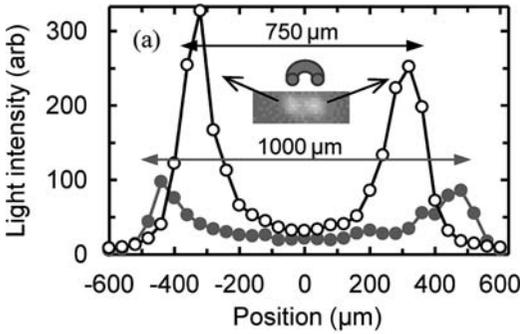


図3 (a) 発光ピーク強度の位置依存性 (リングの直径は 750 または $1000\ \mu\text{m}$). (b) リング拡張時の発光スペクトル (元の外径は $750\ \mu\text{m}$).

$1000\ \mu\text{m}$ のガラスファイバーをこのリングに挿入し、ファイバーの端でトラスモードの蛍光を測定した. 図3が示すように、発光ピークは励起パワー密度の増加とともに非線形に増加し、誘導放出の発生を示している.

4. おわりに

研究成果を発表し、それに対する貴重な意見を頂いたことで、本研究の改善点などを知ることができ、大きな収穫であった. また、他の参加者の発表は、とても参考になり、私の今後の研究活動にとっても良い刺激となった.

今回の発表を行うにあたって、懇切なご指導をいただいた斉藤光徳教授をはじめ、斉藤研究室の皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます.