

Optics & Photonics Japan 2017に参加して

橋本 拓也

Takuya HASHIMOTO

電子情報学専攻修士課程 2017年度修了

1. はじめに

私は、2017年10月30日～11月2日に筑波大学東京キャンパス文京校舎で開催された「Optics & Photonics Japan 2017」に参加し、「固体中でディスク形状を保持する色素液滴のレーザ発光」というテーマで発表を行った。

2. 研究背景

有機蛍光色素は大きな吸収・発光断面積を持ち、微小球や液滴で容易に誘導放出が見られるため、マイクロレーザとして注目されている。しかし、微小な発光体の内部では様々なモードが競合するので、発光の方向や波長が条件によって大きく変化する。そこで本研究では、それらの競合を制御し、特定の方向でレーザ発振を起こすことができなかと考え、円柱状の液滴を作製した。また、従来の液滴は液体であるが故に扱いにくいという問題があった。そこで、図1(a)に示すように、固体であるシリコンゴム中に液滴を封入することで簡単に扱えるようなサンプルを作製した。シリコンゴムは、可視光域で高い透過率を持ち、化学的に安定であるため色素溶液を封入するのに最適であった。色素溶液にはロダミン6Gのポリエチレングリコール(分

子量 300) 溶液(色素濃度 10^{-3} mol/l) を用いた。この液滴に、Nd:YLF/SHG レーザ(波長 527 nm) をパルスで照射し、軸方向、径方向、および Whispering Gallery (WG) モードの発光を観測して比較した。

3. サンプル作製

サンプルの作製手順を図2に示す。ナノブロックをモールドとして使い、容器の中に入れ、上からシリコンオイルと硬化剤を混ぜた液体を流し込む。室温で8時間放置するとシリコンオイルは硬化しゴムとなるため、容器から取り出すことができる。シリコンゴムにできたナノブロックによる窪み(直径 2 mm, 深さ 1.4 mm)に、ポリエチレングリコールとロダミン6Gの溶液を注ぎ、上からオイルを流し込むことで、シリコンゴム中に円柱状の色素溶液を封入した。

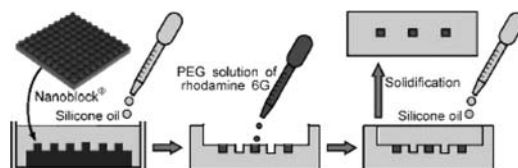


図2 サンプル作製過程。

4. 実験結果

励起光源には Nd:YLF レーザの第2高調波発生器(波長 527 nm, パルス幅 50 ns, ビーム径 2 mm) を用い、各モードの発光方向にマルチチャンネル分光器の受光ファイバを置いてスペクトルを観測した。図3は、円柱を平面から励起した際の、各モードの発光スペクトルである。結果から、WGモードでの発光が最も強い。このことから、励起光を平面側から照射することはWGモードにとって有利であることがわかる。しかし、従来の誘導放出と比べると、発光波長域が広く、誘導放出が起り始めた段階であることが考えられる。次に、励起光の照射面を平面から曲面に変更し、励起光軸側で測定した。図4に、測定した発光スペクトルを示す。発光測定

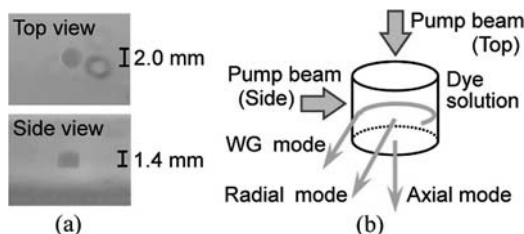


図1 (a) 円柱状の色素溶液の写真。(b) 励起光照射方向と各発光モード。

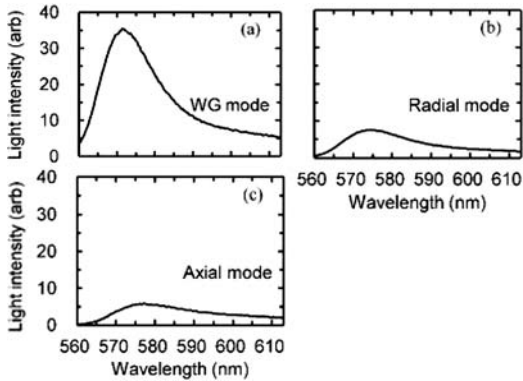


図3 サンプル平面から励起したときの発光スペクトル. (a) WGモードでのスペクトル. (b) 径方向でのスペクトル. (c) 軸方向でのスペクトル.

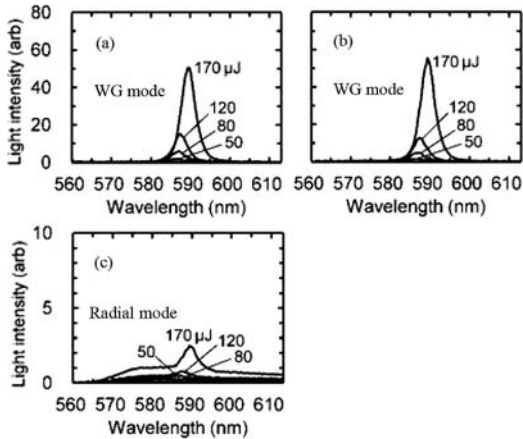


図4 サンプル曲面から励起したときの発光スペクトル. (a, b) WGモードでのスペクトル. (c) 径方向でのスペクトル.

用のファイバの位置を、サンプル側面中心を0 mmとし、て左右に1 mm ずらしながら測定することでWGモードと径方向の発光を区別した. 図4から、この励起光照射方法ではWGモードの誘導放出がより強く出ているのがわかる. 一方、径方向の発光は弱く、発光強度はWGモードに比べると20分の1程度であるが、590 nm 付近に少しだけ鋭いピークが見られる. しかしこれは径方向で起こった誘導放出ではなく、WGモードの散乱光がファイバに入ってしまったためであると考えられる.

5. まとめ

今回の実験では、サンプルへの励起光照射方向を変更することにより、各モード間で異なる発光を観測することができた. これらの観測を進めていくことでは、液滴の発光モードや方向の制御を可能にできるのではないかと考えられる. また、今回はサンプルの大きさがミリメートルのオーダーだったが、今後マイクロメートルサイズまで小さくすることで、干渉によるレーザ発振の観測を行う.

6. おわりに

自分の発表に対して様々な質問や意見を頂けたので今後の研究への励みになった. また、他の方の発表を聞くことで今後の研究の展望について色々考えることが出来た.

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齊藤光徳教授をはじめ、齊藤研究室の皆様、この場を借りて厚く御礼申し上げます.