

## 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会に参加して

野上 淳平

Jumpei NOGAMI

電子情報学専攻修士課程 2年

### 1. はじめに

私は、2015年9月13～16日に、名古屋国際会議場で開催された「第76回応用物理学会秋季学術講演会」に参加し、14日に「蛍光色素の後拡散によるOリングレーザの作製」というテーマでポスター発表を行った。

### 2. 研究背景

有機色素は、発光、フォトクロミズム、非線形光学効果、ホールバーニングなどの光学特性において、無機色素よりも格段に優れた特性を示すものが多く、様々な光デバイスに利用されている。しかし有機色素は高温や薬品にさらされると劣化し、光学機能が低下するため、デバイス作製のプロセスが制限される問題がある。

有機色素を分散させる固体としてシリコンゴム（ポリジメチルシロキサン、PDMS）が注目されている。シリコンゴムは、分子間の隙間が大きい柔軟なネットワーク構造を持つため、他のポリマーと比較しても極めて高い拡散係数を示し、様々な分子や溶液を浸透・拡散できることが知られている。また他の物質を腐食しない安全な物質であるため、他の物質に影響を及ぼさない。これらの性質は人体へのドラッグデリバリーに応用されている。

以上のことから、シリコンゴムを母材として用いると成型後の色素拡散が可能であり、薬品にさらされない低温でのデバイス作製が可能である。そのため本研究では、低温作製プロセスによる、フレキシブルなリングレーザの作製を目的とし、市販のシリコンOリングに蛍光色素を拡散させて発光特性の測定を行った。

### 3. 作製方法

浸透させる色素として有機色素のロダミン6Gを使用した。従来研究ではシリコンゴムに浸透しやすいトルエンが溶媒として用いられていたが、この色素は極性色素であるため、非極性であるトルエンには溶解しない。そのため溶媒としてロダミンが溶解し、かつシリコンゴムへと浸透する2-プロパノール（イソプロピルアルコール、IPA）を溶媒として選択した。ガラス瓶中に注いだロダミンの2-プロパノール溶液（色素濃度0.1～5 mM）に外径9 mmと2 mmのOリングを浸漬させて、図1(a)のように着色させた。一般的に温度を上昇させると浸透速度が向上することが知られているため、ガラス瓶を温度60℃の恒温槽で保管することで、浸透の促進を試みた。このOリングに上方から励起光（波長532 nm、パルス幅5 ns）を照射すると、図1(b)のような蛍光が見られ、リングの外周部が特に明るくなっていた。この外周部からレーザが発振していると考え、分光器による測定を行った。

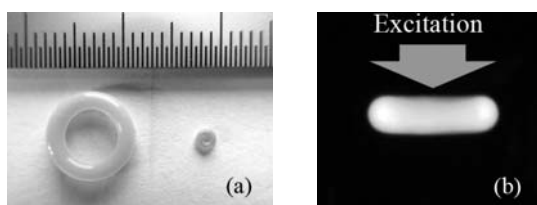


図1 (a) 着色したシリコンOリング。(9 mm, 2 mm) (b) Oリングの発する蛍光(9 mm)。

### 4. 発光測定

外周部からの発光を分光器で測定すると、9 mmのOリングでは、図2(a)に示すような582 nmを中心とする発光ピークが見られた。励起光強度（パワー密度）を上げていくと、図2(b)のように、ピークの高さ（●）は8 kW/mm<sup>2</sup>付近を閾値とする非線形な増大を示し、半値幅（FWHM, ○）も減少した。これはリング中で発光した蛍光が空気とシリコンゴムの境界面で全反射を起こし、ウイ

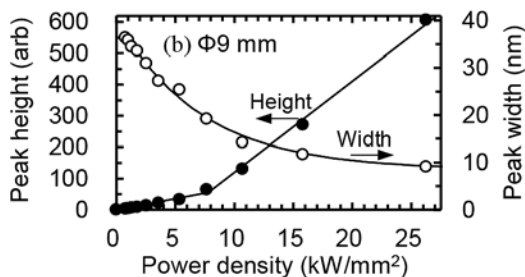
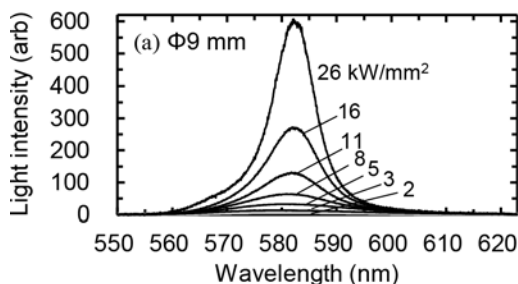


図2 (a) 発光スペクトル ( $\Phi 9$  mm). (b) 発光スペクトルのピーク値 (左軸) と半値幅 (右軸).

スパリングギャラリーモードの発生による誘導放出が起こったためであると推定される。

図3は、2 mm の O リングで測定した結果である。9 mm の場合と同様の誘導放出現象が見られたが、発光ピークは 585 nm に移動して半値幅が 8 nm まで狭まり、閾値も  $2 \text{ kW/mm}^2$  付近まで下がった。これらのパラメータは、リングの直径や色素濃度に依存する。閾値の低下と半値幅の低下から、2 mm の O リングは 9 mm の O リングよりも WG モードの閉じ込めが強くなり誘導放出が促進されたと考えられる。

## 5. まとめ

有機色素は高温や薬品にさらされると褪色するため低温での作製プロセスが必要となる。シリコーンゴムを色素分散の母材に選択することで、色素を劣

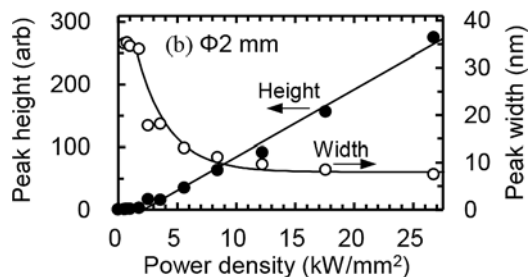
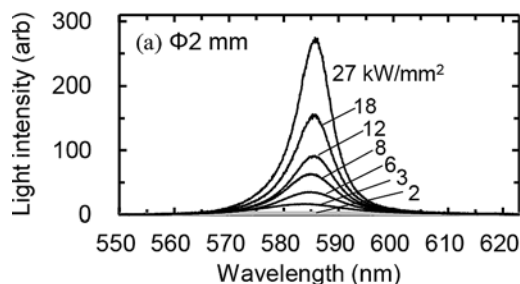


図3 (a) 発光スペクトル ( $\Phi 2$  mm). (b) 発光スペクトルのピーク値 (左軸) と半値幅 (右軸).

化させない低温作製プロセスが可能となる。色素溶液にシリコーン O リングを浸漬することで色素を拡散させ発光特性を調べた。作製された O リングは端の部分が強く発光し、それを分光器で測定すると WG モードによる誘導放出が観測された。この O リングの柔軟性を利用すると、発光制御や導波路との結合も容易にできると期待される。

## 6. おわりに

学会で聴講した発表は、理解が及ばずその場での理解は難しかったが、その後の勉学により、自身の知識を深める良い機会となった。

また今回発表するにあたって、懇切な御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お礼申し上げます。