

第 64 回応用物理学会
春季学術講演会に参加して

小漆間 拓 人

Takuto OURUMA

電子情報学専攻修士課程 1 年

1. はじめに

私は 2017 年 3 月 14 日から 17 日に行われた第 64 回応用物理学会春季学術講演会に参加し、「酸化イットリウム (Y_2O_3) を用いたアップコンバージョン蛍光体の発光特性」という題目でポスター講演を行った。

2. 背景

発光現象は一般にルミネッセンス (Luminescence) と呼ばれ、様々な種類があり、発光に寄与するエネルギーによって分類される。中でも、蛍光灯など日常の至る所で用いられている蛍光体は、光エネルギーを吸収し発光するフォトルミネッセンス (以下 PL: Photoluminescence) に分類される。PL として現在使用されているのは、ダウンコンバージョン (DC: Down-Conversion) 現象という短波長を長波長に変換する技術が利用されているが近年、入射光よりも短波長の光を発するアップコンバージョン (以下 UC: Up-Conversion) 現象が現在注目されている。その現象を利用したアップコンバージョン蛍光体は、紫外光よりも安全性が高いことや身体に透過し易い点で、生体用バイオマーカーや、ディスプレイパネル、赤外線を感知して光る赤外線センサなどの応用に向けて研究が進められている。本研究では、これらのような応用に向けた基礎発光特性として研究を進めることとした。また、入射光よりも短波長の光を発する UC の特徴に着目し、波長 980 nm の近赤外線を可視光線に変換させる UC 蛍光体を作製することを目的とした。さらに、ウェットプロセスの一つである有機金属塗布熱分解 (MOD: Metal Organic Decomposition) 法を用

いて、低コストかつ簡易的な UC 蛍光体を作製することも目的とした。

3. 実験方法

まず、Yb/Er (赤色・緑色)、の共ドープによる発光原理を以下の Fig. 1 に示す。それぞれ、赤色発光が $Er^{3+}: ^4F_{9/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ 、緑色発光が $Er^{3+}: ^4S_{3/2}, ^2H_{11/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ 、のエネルギー遷移を経て、発光する原理である。ともに Yb の励起準位が $^2F_{7/2} \rightarrow ^2F_{5/2}$ の 1 種類のみという特徴を用いてエネルギーの転移を行う点では同一であるが、受け取った Er、が複数回の励起をすることで異なる発光波長を得る。

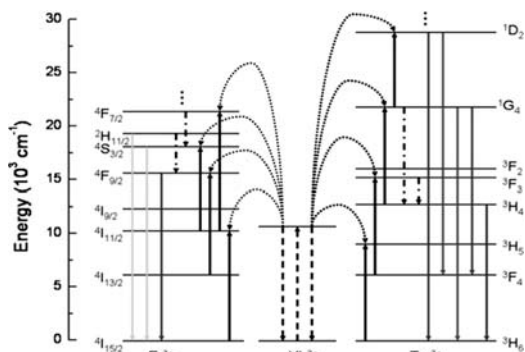


Fig. 1 共ドープによる発光原理

3.1 Y, Er, Yb, を用いた赤・緑色発光

作成工程と作製条件を Fig. 2, Tab. 1 に示す。Y: Er: Yb = 0.8, 0.9, 1.0 : 0.01 : 0.03 の mol 比で混合させた UC 溶液を UV 照射により表面洗浄を行った Si 基板上に塗布し、有機物除去のための仮焼成 300 °C_10 min, 800, 900, 1000 °C_3 h で結晶化を行った。これらの条件で作製した 9 種類の UC 蛍光体に近赤外線を当て、発光色を確認した。また、Y の mol 比 1.0 での焼成温度を変化した場合の発光色の変化と、焼成温度を 1000 °C での mol 比の変化による発光色の変化を PL (Photoluminescence) 測定により、波長のスペクトルを観測し、比較を行う。

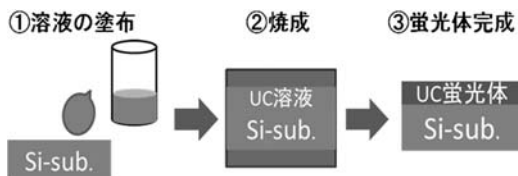


Fig. 2 蛍光体作製手順

Tab. 1 UC 蛍光体作製条件

℃	800	900	1000	
Mol(Y)				
0.8				Y:Er:Yb=0.8:0.01:0.03
0.9				Y:Er:Yb=0.9:0.01:0.03
1.0				Y:Er:Yb=1:0.01:0.03

4. 実験結果

4.1 Y の mol 濃度を変更させた PL 測定結果と発光様子

Y の mol 濃度を変更させた PL 測定結果と発光様子を Fig. 3 に示す. mol 濃度が低い場合は, ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ の遷移により発光波長 650 nm (赤) 付近のピークを確認できる. また, mol 濃度を高くしていくと ${}^4S_{3/2}, {}^2H_{11/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ の遷移により発光波長 520,550 nm (緑) 付近にピークが確認できる. この, 650 nm (赤) 520,550 nm (緑) のピークが合わさることで目には黄色に視える.

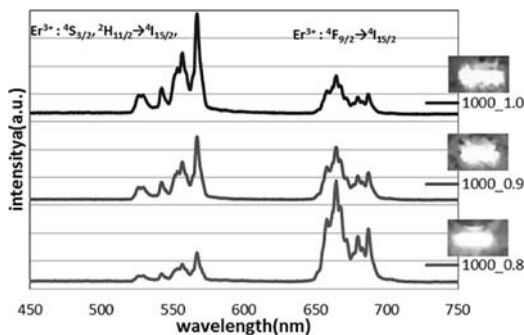


Fig. 3 Y の mol 濃度を変更した発光様子

4.2 焼成温度を変化した PL 測定結果と発光様子

Y の mol 比 1.0 で固定し, UC 蛍光体の焼成温度を変化した場合の発光様子を Fig. 4 に示す. 焼成温度が低い場合は, $Er^{3+} : {}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ の遷移により発光波長 650 nm (赤) 付近のピークを確認できる. また, 焼成温度を高くしていくと $Er^{3+} : {}^4S_{3/2}, {}^2H_{11/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ の遷移により発光波長 520,550 nm (緑) 付近にピークが確認できる.

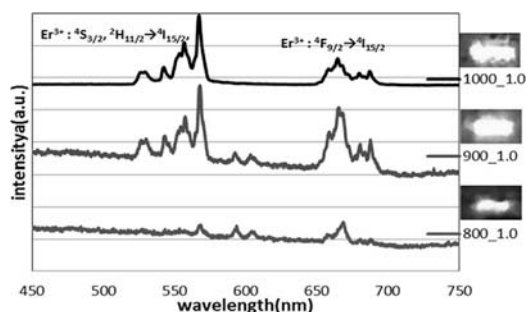


Fig. 4 UC 蛍光体の焼成温度を変更した発光様子

5. まとめ

Y の mol 濃度と焼成温度の双方の値が低い場合は, ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ の遷移により発光波長 650 nm (赤) を意図的に出せた. また Y の mol 濃度と焼成温度の双方の値が高い場合は, ${}^4S_{3/2}, {}^2H_{11/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ の遷移により発光波長 520, 550 nm (緑) を意図的にだせた. すなわち, この実験方法により赤, 緑, さらに赤色と緑色を混ぜる事で黄色の計三色の発光させることに成功した.

6. 謝辞

本研究を進めていくに対し, ご指導, ご鞭撻を賜った事, 番 貴彦助教, 山本伸一教授に心より深く感謝いたします. また, 日頃よりお世話になっている山本研究室の同級生や先輩方にも御礼を申し上げます.