

## 第 63 回応用物理学会春季学術講演会に参加して

木村 大海  
Hiromi KIMURA  
電子情報学科 4年

### 1. はじめに

私は 2016 年 3 月 19 日から 22 日に行われた第 63 回応用物理学会春季学術講演会に参加し、「粉末希土類を添加したアップコンバージョン蛍光体の発光特性評価」という題目でポスター講演を行った。

### 2. 研究背景

アップコンバージョン (UC: Up-Conversion) 蛍光体とは長波長光を短波長に変換する技術である。現在、がん細胞を光らせるバイオイメージングや太陽光発電の効率向上、赤外センサなどアップコンバージョンを用いた様々な研究がなされている。本研究では、近赤外線 (波長: 980 nm) を可視光線 (波長: 350~750 nm) に変換することを目的とする。その発光メカニズムを Fig. 1 に示す。UC 蛍光体には母体結晶成分、感光成分、活性化成分があり、比率や作製条件変更することで発光効率や発光色が変化する。本研究では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) 法を用いて簡易的 UC 蛍光体の作製を目指した。

### 3. 研究方法

MOD 溶液を用いて UC 蛍光体を作製した。まず、TiO<sub>2</sub>, ZnO, Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の各 MOD 溶液を TiO<sub>2</sub>: ZnO: Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1.0: 1.0: 0.02: 0.06 (mol 比) で混合し UC 溶液を作製した。次に Si 基板面方位 100 に UV 照射を 10 分間行うことにより表面処理をした後、作製した UC 溶液を 4 滴滴下した。その後、乾燥炉で 100°C\_10 min. で乾燥する。その工程を 2 度繰り返し、本焼成を行うことで UC 蛍光体を作製した。また、本焼成の温度を 300°C~1000°C まで 100°C ごとに変更し時間を 3 h に固定した。

次に、粉末を用いた UC 溶液作製のため TiO<sub>2</sub>, ZnO, Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の各 MOD 溶液と Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の粉末を TiO<sub>2</sub>: ZnO: Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = X: 1.0: 0.02: 0.06 (mol 比) で混合し、X の条件として、X=0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2 とした計 5 種類の溶液を作製し、上記と同様に本焼成の条件は 800°C\_3 h と固定し、UC 蛍光体を作製した。この UC 蛍光体に波長 980 nm の近赤外線を照射し、PL (Photoluminescence) 測定をした。

### 4. 研究結果

まず、本焼成の条件を変更した UC 蛍光体の PL 測定結果を Fig. 2 に示す。800°C\_3 h のとき最も強い発光を示し<sup>2</sup>H<sub>11/2</sub>, <sup>4</sup>S<sub>3/2</sub>→<sup>4</sup>I<sub>15/2</sub> 遷移 (緑色) が確認できる。また、焼成温度が低いときに発光を示さない。次に XRD 測定結果を Fig. 3 に示す。これは母体材料である Zn<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub> が結晶化されていないことがわかる。また、焼成時間 900°C 以上で発光効率が低下する。これは、32° 付近に確認される RE<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub> により発光が妨げられたと考えられる。

次に、粉末を用いて TiO<sub>2</sub> のモル比を変更した UC 蛍光体の PL 測定結果を Fig. 4 に示す。TiO<sub>2</sub> の比率を増加するたびに確認できる波形のピークが増えていることがわかる。このことから、TiO<sub>2</sub> によ

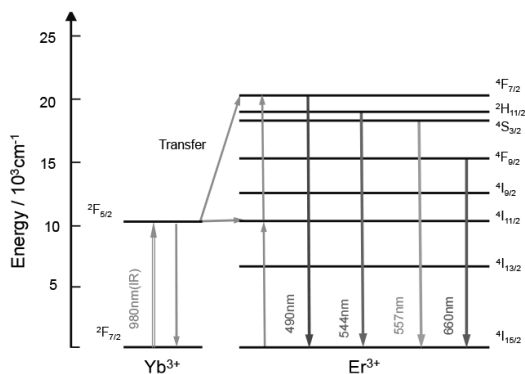


Fig. 1 Up-Conversion pumping mechanism of Er<sup>3+</sup> and Yb<sup>3+</sup>

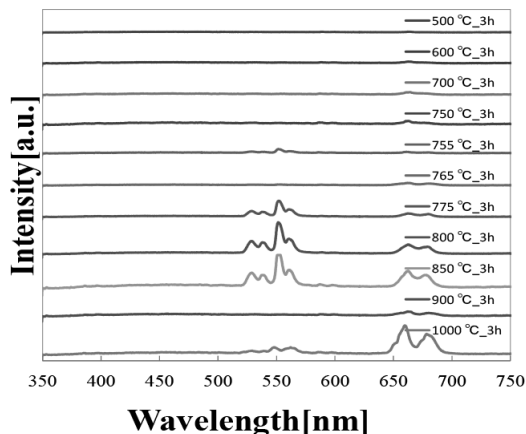


Fig. 2 PL spectra of Up-Conversion phosphors irradiated by near infrared laser

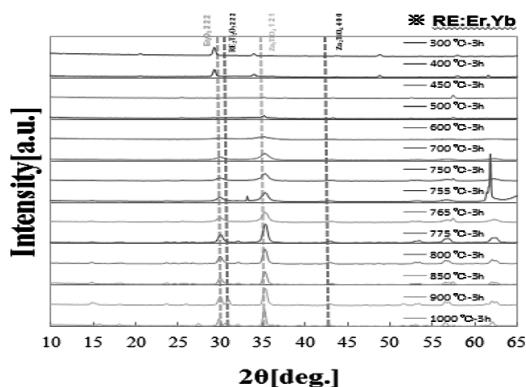


Fig. 3 XRD results of Up-Conversion phosphors

り発光色が大きく依存することが分かった。

## 5. まとめ

本研究において  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Er}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  を用いた UC 蛍光体において  $\text{Er}_2\text{O}_3$  を粉末にして添加することにより、青色発光を示すことが分かった。その条件は本焼成  $800^\circ\text{C} - 3 \text{ h}$  で UC 溶液は  $\text{TiO}_2 : \text{ZnO} : \text{Er}_2\text{O}_3$  (粉末) :  $\text{Yb}_2\text{O}_3 = 0.9 \sim 1.1 : 1.0 : 0.02 : 0.06$  であ

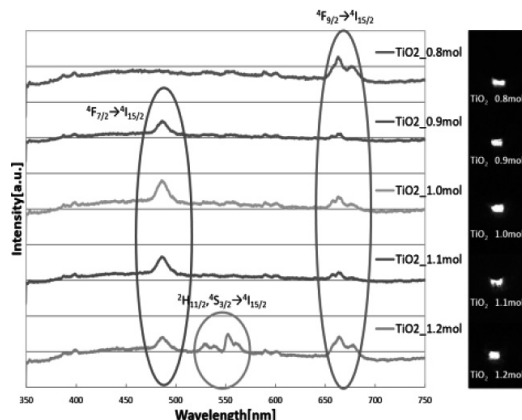


Fig. 4 PL spectra of Up-Conversion phosphors irradiated by near infrared laser

る。UC 蛍光体の作製手順の本焼成において、焼成温度・時間により発光色、発光強度が大きく依存することが分かった。また、焼成温度が  $900^\circ\text{C}$  以上になると  $4F_{9/2} \rightarrow 4I_{15/2}$  遷移 (赤色) 以外のピークが見られなくなったことから、焼成温度を高くするとエネルギー遷移時の損失が大きくなることが考えられる。これは、 $\text{RE}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$  が生成されるからである。

## 6. 謝辞

今回の学会では多くの方々から貴重なご意見をいただきました。また、多数の興味深い発表を聞くことが出来ました。これらの経験を今後の研究活動に役立てていきたいと思います。

最後になりましたが、本研究を行うにあたり、研究に取り組む姿勢から研究に関するご指導まで、幅広くご指導して頂きました龍谷大学理工学部電子情報学科 山本伸一教授に心より深く感謝致します。また、日頃お世話になっている山本研究室の先輩方や同輩にも御礼を申し上げます。