

## 第 63 回応用物理学会春季学術講演会に参加して

大山 溪人  
Keito OHYAMA

電子情報学専攻修士課程 2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、「光・フォトンクス」のセッションで『CaMoO<sub>4</sub>:Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup> アップコンバージョン蛍光体の特性評価』という題目でポスター講演を行いました。

### 2. 研究内容

#### 2.1 研究背景

アップコンバージョン (UC: Upconversion) とは、長波長の電磁波を短波長の電磁波に変換する技術のことである。現在、この技術により太陽電池の効率向上、ディスプレイ、バイオイメージングへの応用が期待されている。本研究では赤外線 (波長: 980 nm) で光る粒子を作製した。

UC 蛍光体の構成する成分として母体結晶成分、近赤外線のエネルギーを吸収し活性化成分に転移させる感光成分 (Yb), 電子を多段階励起させる活性化成分 (Er) がある。UC のメカニズムは Er<sup>3+</sup> の 4f 電子の 2 段階励起による発光である。その概念図を図 1 に示す。まず、赤外線が Yb<sup>3+</sup> に吸収され、基底状態である電子を励起状態にする。そして、基底状態に戻る際、その励起エネルギーを Er<sup>3+</sup> の電子に転移する。Er<sup>3+</sup> の電子は基底状態から励起状態になる。この過程を 2 回繰り返すことにより Er<sup>3+</sup> の電子は 2 段階励起し、基底状態に戻る際に可視光を放出する。

これまで、UC の母体結晶としてフッ化物である NaYF<sub>4</sub>, BaYF<sub>5</sub> が使用されていた。しかし、それらは力学的、化学的、熱的に安定しないといった欠点がある。そこで、その欠点を補う CaMoO<sub>4</sub> に注目

した。

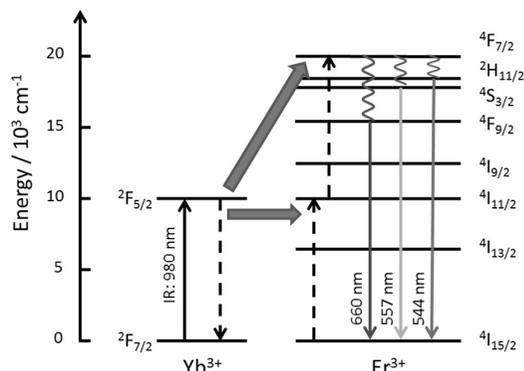


図 1 Yb<sup>3+</sup>-Er<sup>3+</sup>系希土類材料の UC 発光メカニズム

#### 2.2 実験方法

CaMoO<sub>4</sub>:Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup> を均一沈殿法により作製した。材料は Ca, Yb, Er の硝酸化合物とモリブデン酸アンモニウム、尿素、超純水である。これらを混合、加熱 (90℃\_3 h) することにより沈殿物を得た。その沈殿物を乾燥 (100℃\_2 h), 焼成 (600~1100℃\_3 h) し CaMoO<sub>4</sub>:Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup> 粒子を作製した。評価方法として PL (Photoluminescence) 測定と XRD (X-ray diffraction) 測定を行った。PL 測定は励起光を 980 nm とし発光スペクトルを評価した。XRD 測定により結晶性を評価した。

#### 2.3 実験結果

図 2 に CaMoO<sub>4</sub>:Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup> の UC スペクトルを示す。これより発光色が緑色 (波長: 550 nm) であり、Er の <sup>2</sup>H<sub>11/2</sub>, <sup>4</sup>S<sub>3/2</sub>→<sup>4</sup>I<sub>15/2</sub> 遷移であることがわかる。わずかだが Er の <sup>4</sup>F<sub>9/2</sub>→<sup>4</sup>I<sub>15/2</sub> の遷移も確認できた。結果、焼成温度が 800℃ 以上で発光強度が最大となった。

図 3 に CaMoO<sub>4</sub>:Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup> の XRD 測定結果を示す。この結果より、■CaYb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, ●CaMoO<sub>4</sub>, ▲Yb<sub>2</sub>Mo<sub>4</sub>O<sub>15</sub> を確認できる。また、焼成温度が 800℃ 以上で●CaMoO<sub>4</sub> のピーク強度が最大となった。

図 4 に CaMoO<sub>4</sub>:Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup> の XRD ピークの半幅幅を示す。これより焼成温度が 800℃ 以上のとき●

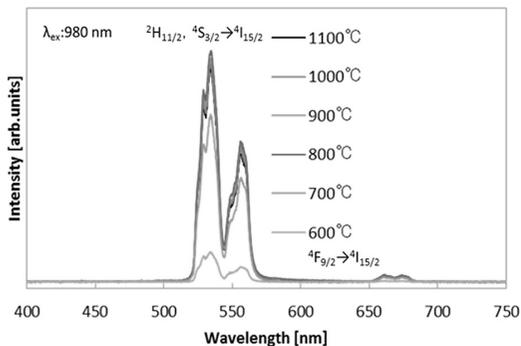


図2 CaMoO<sub>4</sub>: Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup>の PL 結果

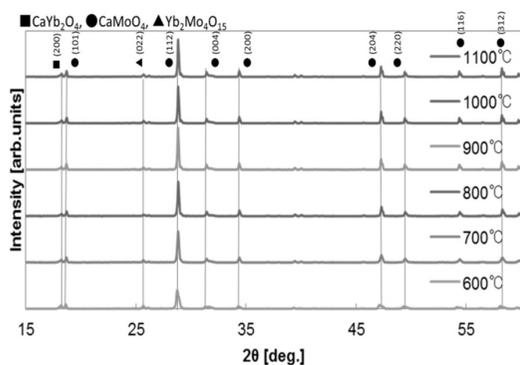


図3 CaMoO<sub>4</sub>: Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup>の XRD 結果

CaMoO<sub>4</sub> の XRD ピークの半値幅が小さいことがわかった。よって焼成温度が 800°C 以上のとき● CaMoO<sub>4</sub> の結晶性が高いことがわかった。■CaYb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, ▲Yb<sub>2</sub>Mo<sub>4</sub>O<sub>15</sub> の XRD ピークの半値幅は焼成温度によってあまり変化がなかった。

PL スペクトルと XRD 測定結果より発光強度とピーク強度は焼成温度 800°C 以上で最大となること

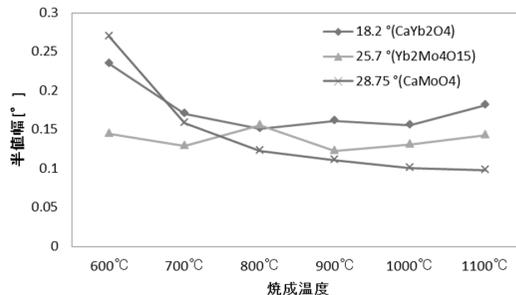


図4 CaMoO<sub>4</sub>: Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup>の XRD ピークの半値幅

がわかった。以上の結果より、結晶性が良いと発光強度が大きくなると考える。

### 3. まとめ

本研究では、均一沈殿法を導入した UC 蛍光体を作製し、高輝度で発光する焼成温度を検討した。焼成温度を 600~1100°C とした結果、800°C 以上で最大の UC 発光を示すことがわかった。また、XRD 結果、XRD の半値幅より 800°C 以上で CaMoO<sub>4</sub> の結晶性が最大であることがわかった。

### 4. おわりに

今回の学会では広い研究分野での討論を数多くさせて頂きました。この経験を今後の人生に役立てていきたいと思えます。最後に、学会に参加するにあたり、研究のご指導して頂いた山本伸一教授、ならびに研究室の皆様にご心よりお礼申し上げます。