

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『CaMoO₄:Yb³⁺/Er³⁺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 Er³⁺ 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 Yb³⁺ 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 Er³⁺ の電子に転移する。Er³⁺ 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 Er³⁺ 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 NaYF₄, BaYF₅ 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 CaMoO₄ に注目

した。

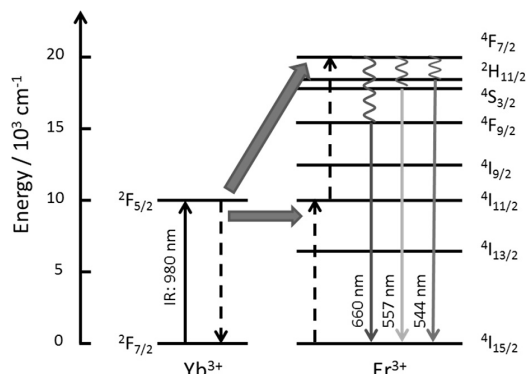


図 1 Yb³⁺-Er³⁺系希土類材料の UC 発光メカニズム

2.2 実験方法

CaMoO₄:Yb³⁺/Er³⁺ 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 CaMoO₄:Yb³⁺/Er³⁺ 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 CaMoO₄:Yb³⁺/Er³⁺ 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 ²H_{11/2}, ⁴S_{3/2}→⁴I_{15/2} 遷移であることがわかる。わずかだが Er の ⁴F_{9/2}→⁴I_{15/2} 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 CaMoO₄:Yb³⁺/Er³⁺ の XRD 測定結果を示す。この結果より、■CaYb₂O₄, ●CaMoO₄, ▲Yb₂Mo₄O₁₅ を確認できる。また、焼成温度が 800℃ 以上で●CaMoO₄ のピーク強度が最大となった。

図 4 に CaMoO₄:Yb³⁺/Er³⁺ 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●

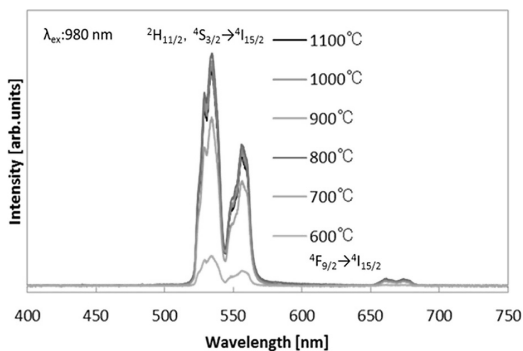


図2 CaMoO₄: Yb³⁺/Er³⁺の PL 結果

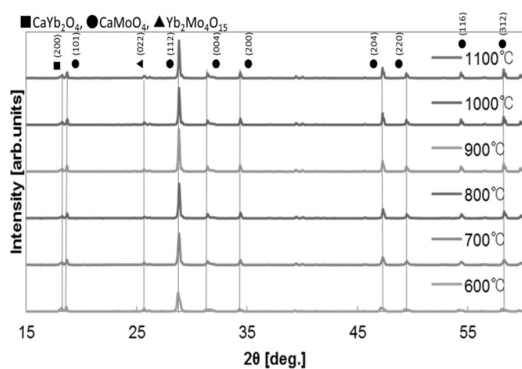


図3 CaMoO₄: Yb³⁺/Er³⁺の XRD 結果

CaMoO₄ 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● CaMoO₄ の結晶性が高いことがわかった。■CaYb₂O₄, ▲Yb₂Mo₄O₁₅ 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

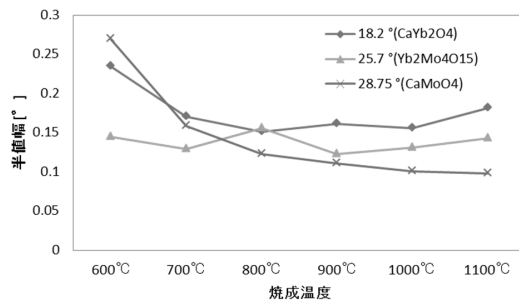


図4 CaMoO₄: Yb³⁺/Er³⁺の XRD ピークの半値幅

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 CaMoO₄ 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います。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。