

応用物理学会を終えて

小漆間 拓人  
Takuto OURUMA  
電子情報学科 4年

1. はじめに

3月19日から22日に開催された「第63回応用物理学会春季学術後援会」に参加した。「酸化ツリウムをバッファ層に用いたアップコンバージョン蛍光体の青色発光特性評価」と「MOD法を用いたTiO<sub>2</sub>薄膜による光触媒活性の評価」という2つの題目でポスター発表を行った。

2. 背景

近赤外線（波長：800-2500 nm）を可視光線（波長：350-750 nm）に変換するアップコンバージョン（以下 UC：Up-Conversion）という方法がある。近年、太陽光発電の効率向上、バイオ分野のイメージング、赤外センサなどの応用が研究されている。本研究では、近赤外線レーザー（980 nm）を用いて、赤外線を可視光へ変換することを目的とした。

UC 蛍光体のメカニズムを図1に示す。UC 蛍光体は母体結晶成分（TiO<sub>2</sub>, ZnO）、長波長のエネルギーを吸収し別の成分に転移させる感光成分（Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）、感光成分によって転移したエネルギーにより発光する活性化成分（Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）によって構成される。本研究では、熱処理により簡易的に成膜できる有機金属塗布熱分解（以下 MOD：Metal Organic Decomposition）法を用いて成膜を行う。さらに、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 用いた新たな手法での青色発光をさせることも目的とした。また、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をバッファ層に用いて、比率が Ti : Zn : Yb = 1 : 1 : 0.03 である試料、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のみが粉末で比率が Ti : Zn : Yb : Tm（粉末）= 1 : 1 : 0.03 : 0.02 である試料では青色発光を示すが、全てが溶液中で比率が Ti : Zn : Yb : Tm = 1 : 1 : 0.03 : 0.02 である試料は発光を示さない。この理由を XRD（X線回析装置）を用いて結晶構造を比較

する事により追究した。

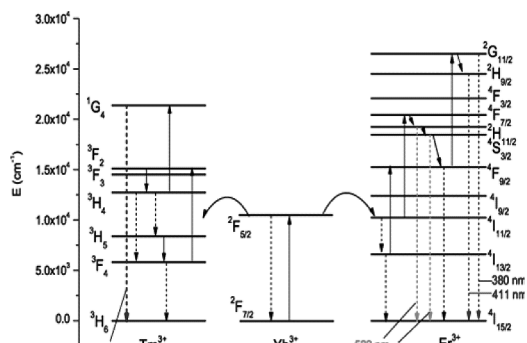


図1 アップコンバージョン原理

3. 研究方法

図2に試料の作製方法を示す。UC 蛍光体の作製方法として、はじめに、UV 照射により表面洗浄を行った Si 基板の上に Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を塗布し、3000 rpm\_20 s でスピコートを行い、有機物の除去のための仮焼成 300℃\_10 min, 800℃\_3 h で薄膜の結晶化を行い、バッファ層を形成する。次に、Ti : Zn : Yb = 1 : 1 : 0.03 の比率で各 MOD 溶液を混合させ、UC 溶液を作製する。そして、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の上に滴下する。次に、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のみが粉末で比率が Ti : Zn : Yb : Tm（粉末）= 1 : 1 : 0.03 : 0.02 である UC 溶液、全てが溶液中で比率が Ti : Zn : Yb : Tm = 1 : 1 : 0.03 : 0.02 である UC 溶液を別々の Si 基板上に滴下する。3つの試料に有機物の除去のための仮焼成 300℃\_10 min を行い、結晶化のための本焼成を 800℃\_3 h で行った。そして、作製した UC 溶液を PL（Photoluminescence）測定し発光状態を確認した。

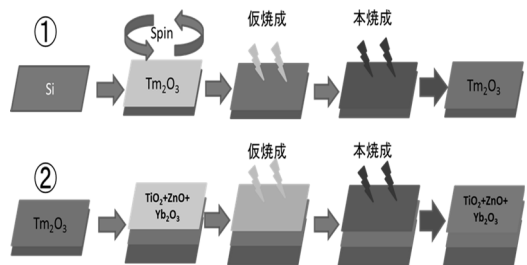


図2 実験方法

## 4. 研究結果

PL 測定の結果を図3に示す。Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜を Si 基板上に成膜し、バッファ層として用いる。そして作製した試料に赤外線を照射すると Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が活性化成分として作用し、480 nm 辺に大きなスペクトルが見られ、青色発光を示したことがわかる。また、焼成温度、焼成時間の双方を上昇させることで発光強度が強くなった。しかし、900℃ 以上の焼成では発光を示さなかった。

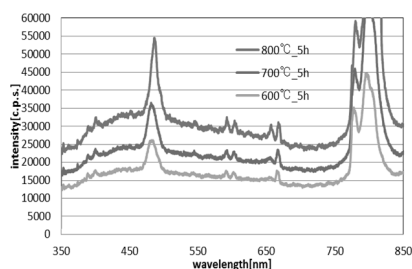


図3 発光時の PL 測定結果

XRD 測定結果を図4に示す。これより、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用いて発光を示さない試料には Tm<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(222) の結晶性が現れるが、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用いて発光する試料には Tm<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(222) の結晶性が現れずに Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の結晶性が現れることから、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の結晶が Tm<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(222) に変化してしまい、活性化成分としての能力を失っていると考えられる。現段階の結論として、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をバッファ層に用いた試料では、焼成温度を 900℃ 以上で焼成を行うと Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の結晶成分が Tm<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(222) の結晶成分に変化してしまい、Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が活性化成分としての仕事をしなくなったと考えられ

る。よって Tm<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(222) のピークは発光に関与していると考えられる。

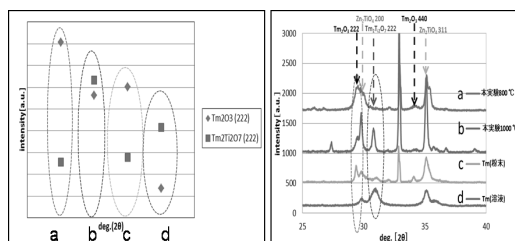


図4 XRD 測定結果

## 5. まとめ

Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をバッファ層として用いた際に上層の焼成温度を 800℃ に固定し、焼成時間を延ばしていくことにより、強度の高い発光を示すと考えられる。

酸化ツリウムのバッファ層上に、UC 溶液 (Ti : Zn : Yb = 1 : 1 : 0.03) をスピンコートで敷き、試料に有機物の除去のための仮焼成 300℃\_10 min を行い、結晶化のための本焼成を 800℃\_3 h を行う。これを交互に積み重ねていくことで、薄膜での青色発光が実現できると考える。

## 6. 謝辞

初めての学会という事で緊張感はかなり有ったが、発表の際は今までやってきたことに自身を持ち、発表することが出来た。質疑応答に関しても、貴重な意見を頂き、今後の研究に活かしていきたいと考えています。

最後に、今回の発表にあたりご指導いただいた、山本伸一先生に深く感謝致します。