

希土類賦活銅酸化物蛍光体の作製と発光特性

Fabrication and photoluminescence characteristics of rare-earth-activated copper oxide phosphors

金沢工業大学 光電相互変換デバイスシステム研究開発センター

○山本 篤, 有江 奈緒子, 遠藤 奈津実, 般若 大地, 深田 晴己, 山口 敦史

O. E. D. S. R&D Center, Kanazawa Institute of Technology.,

○A. Yamamoto*, N. Arie, N. Endo, D. Hannya, H. Fukada, and A. A. Yamaguchi

E-mail: h-fukada@neptune.kanazawa-it.ac.jp

【はじめに】蛍光生体イメージングは、目的分子を有機蛍光分子により発光させて観察する方法として知られており、生体細胞内において目的分子の局在・動態の空間的な情報が得られることを特徴とする。しかし、現在の有機蛍光分子を用いたイメージング法では紫外から可視領域の光を利用しているため、光照射による生体細胞へのダメージ、自家蛍光によるノイズ、浅い観察深度、光退色などが懸念されている。近年では、これらの問題を解決するために、生体による散乱が少なく、かつ光毒性が少ない「生体の窓」と呼ばれる近赤外波長領域(650~1700nm)で光吸収および発光し、かつ耐退色性を有する無機蛍光体が着目されている。そこで本研究では、無機物の中でも化学的に安定な酸化物材料に注目し、近赤外波長領域において光吸収および発光する希土類賦活銅酸化物蛍光体の開発を目指した。具体的には、安価かつ無毒な Cu を主要な構成元素とした各種銅酸化物(LaCuO_2 , YCuO_2 , CuGa_2O_4 など)を母体とした、希土類元素(Yb, Nd, Pr or Er)賦活蛍光体を固相法により作製し、その発光特性について評価した。

【実験方法】ここでは一例として Nd を LaCuO_2 母体に添加した $\text{LaCuO}_2\text{:Nd}$ 蛍光体の作製方法について述べる。原料である La_2O_3 、 Cu_2O および Nd_2O_3 を所定量秤量し、これらを乳鉢と乳棒を用いて約 30 分間混合した後、Ar 雰囲気中において約 1070°C で約 1 時間の焼成を施すことにより $\text{LaCuO}_2\text{:Nd}$ 蛍光体を作製した。なお、Nd 濃度は 0.1~10at% で変化させた。作製した蛍光体の評価は、PL 分光法による発光特性と X 線回折法(XRD)による結晶学的特性について実施された。

【結果と考察】 LaCuO_2 母体に発光中心として Yb、Nd、Pr または Er を添加することで、各元素固有の 4f エネルギー準位内で起こる電子遷移由来の発光がそれぞれ確認された。一例として、Fig. 1 に $\text{LaCuO}_2\text{:Yb}$ および $\text{LaCuO}_2\text{:Nd}$ の典型的な PL スペクトルを示す。なお、図中のスペクトルは最大 PL を呈する強度において規格化している。Fig. 1 より Yb^{3+} からの波長約 990nm、 Nd^{3+} からの波長約 910 と 1000nm にそれぞれピークを持つ PL スペクトルがそれぞれ得られた。また、Fig. 2 に同試料の PL 励起スペクトルを示す。同図より明らかなように、Nd 添加の試料では約 660nm と約 740nm、Yb 添加の試料では約 710nm に励起帯がそれぞれ確認された。すなわち、 $\text{LaCuO}_2\text{:Yb}$ および $\text{LaCuO}_2\text{:Nd}$ 蛍光体では、近赤外領域において光吸収・発光が可能であることがわかった。一方、母体を LaCuO_2 から YCuO_2 もしくは CuGa_2O_4 に変更した場合においても近赤外領域での光吸収・発光が確認された。しかしながら、得られた PL 強度は母体に依存した。Fig. 3 に、Nd または Yb を賦活した各種銅酸化物蛍光体における PL ピーク強度を示す。なお、同図では Nd 添加の場合には約 910nm、Yb 添加の場合には約 990nm における発光強度を示している。同図より明らかなように、いずれの発光中心を使用した場合においても母体として LaCuO_2 を用いた場合に最も強い発光が得られた。

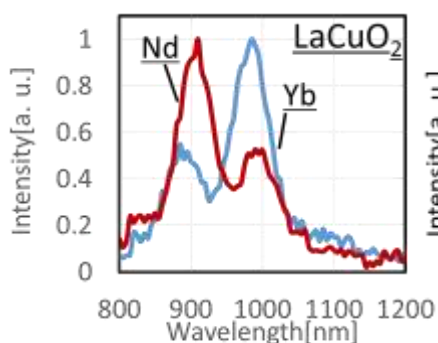


Fig. 1 Typical PL spectra of Nd or Yb activated LaCuO_2 phosphors

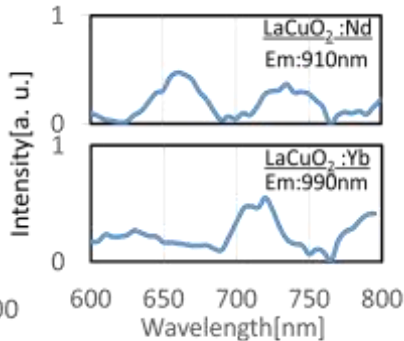


Fig. 2 PLE spectrum of Nd or Yb activated LaCuO_2 phosphors

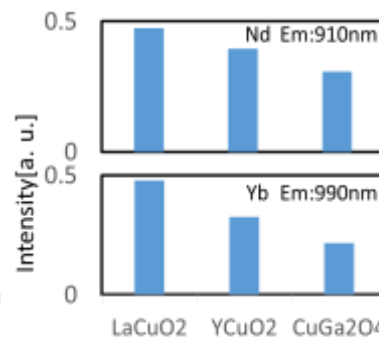


Fig. 3 PL intensity of Nd or Yb activated various copper oxide phosphors