2008 年度　修士論文要旨

Gd_2O_3:Eu^{3+}蛍光体に対する不純物付加の効果

関西学院大学大学院理工学研究科

物理学専攻　栗田研究室　坂本　篤哉

希土類イオンや遷移金属イオンを発光中心とする蛍光体は、作製する際に不純物を添加すると発光強度が顕著に増加する場合があることが知られている。例えば、過去の研究でY_2O_3:Eu^{3+}蛍光体を焼成により作製する際にZnOを付加すると、発光強度は増加した。この場合、ZnO添加によりY_2O_3へ取り込まれるEu^{3+}の量が増加していることが分かった。母体となるY_2O_3の結晶構造は立方晶、Eu_2O_3の結晶構造は立方晶と単斜晶をとる。そして、Eu^{3+}が取り込まれる量はEu_2O_3の結晶構造にも依存することが分かった。本研究では、立方晶または単斜晶の結晶構造をとるGd_2O_3を母体としたGd_2O_3:Eu^{3+}蛍光体にZnOを付加し、その母体結晶の構造による不純物付加の効果の違いについて調べた。試料は、母体結晶にGd_2O_3、希土類添加物にEu_2O_3を用いた。Eu_2O_3、Gd_2O_3の結晶構造は、それぞれ 1200℃、1500℃で立方晶から単斜晶へ変化する。出発原料として 2 種類の結晶構造を持つGd_2O_3、Eu_2O_3をそれぞれ混合し、異なる量のZnOを加え、空気中で 1200℃、5 時間焼成した。出発原料の結晶構造の違いによるZnO付加の効果を明らかにするため、異なる量のZnOを加えた試料に対し、発光スペクトル測定、X線回折測定を行った。

図1に示すように、単斜晶のGd_2O_3と単斜晶の Eu_2O_3を用いて作製したGd_2O_3:Eu^{3+}蛍光体にZnOを加えると発光強度が増加し、Gd_2O_3に対し5mol%のZnOを加えるだけで、623 nmにおける発光強度はZnOを加えない場合と比べ約3 倍になった。また、図1に示すように、ZnOの添加により、Gd_2O_3:Eu^{3+}蛍光体の(112)ピークはわずかに低角側にシフトし、単斜晶のEu_2O_3のXRD ピーク(32.21°)に近づいた。(112)ピークシフトと発光スペクトル強度の変化はよく対応している。このことから、ZnO添加によりGd_2O_3へ取り込まれるEu^{3+}の量が増加するといえる。一方、立方晶のGd_2O_3に単斜晶のEu_2O_3を用いて作製したGd_2O_3:Eu^{3+}蛍光体にZnOを添加すると、図 2 に示すようにGd_2O_3の結晶構造が立方晶から単斜晶へ変化した。ZnOのみを30mol%まで立方晶のGd_2O_3に添加しても、結晶構造は立方晶を保ったままであった。以上の結果から、Gd_2O_3の結晶構造は 1200℃では単斜晶をとらないが、Eu_2O_3とZnOの両方を添加することで焼成温度 1200℃でもGd_2O_3の結晶構造を立方晶から単斜晶に変化させられることが分かった。このように、Gd_2O_3の結晶構造が単斜晶に変化することで、主な発光波長が611 nmから623 nmになり、より多くの色を表現できる蛍光体となる。それに対し、1100℃、1000℃で焼成してもGd_2O_3の結晶構造は立方晶を保ったままであった。また、1100℃、1000℃で焼成した場合も、ZnO添加によりEu^{3+}のGd_2O_3への添加が促進されていることが分かった。

ZnO以外にもMgO、CaO、BaO、In_2O_3を不純物として用い、それらをGd_2O_3:Eu^{3+}蛍光体に付加し、同様の測定を行い、出発原料の結晶構造の違いによる不純物付加の効果についても調べた。

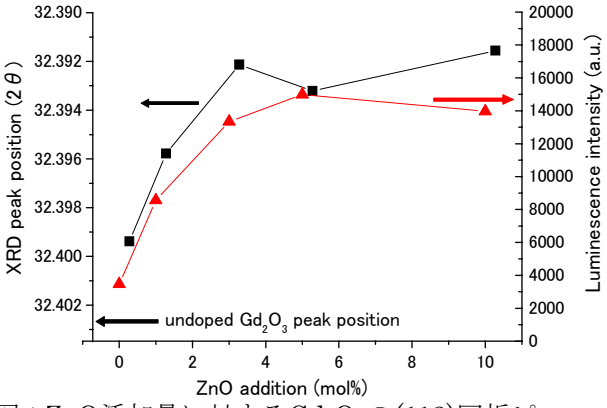


図 1 ZnO添加量に対するGd_2O_3の(112)回折ピークシフトと 623 nmにおける発光強度変化。

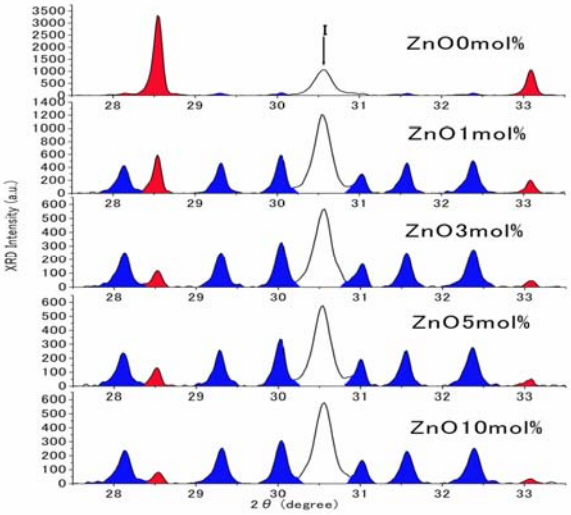


図 2 ZnO添加量に対するGd_2O_3:Eu^{3+}のX線回折パターン。赤色ピークはGd_2O_3(立方晶)のXRDピーク、青色ピークはGd_2O_3(単斜晶)のXRDピークを示す。I はIn_2O_3を示す。