

(Eu,Y)₃(Ga,Fe)₅O₁₂ ガーネット微粒子の蛍光と磁性
Magnetic and Fluorescence Properties of Europium Yttrium Gallium
Iron Garnet Nanocrystals

岐阜大院工 ○岡 翔平, 嶋 睦宏

Gifu Univ. ○Shohei Oka, Mutsuhiro Shima

E-mail: shimam@gifu-u.ac.jp

【緒言】ガーネット酸化物は構成元素の組み合わせにより多様な物性を示すことが知られており、Eu³⁺ 添加イットリウム・ガリウム・ガーネット(Eu-YGG)は優れた蛍光特性、Eu³⁺ 添加イットリウム・鉄・ガーネット(Eu-YIG)はフェリ磁性をそれぞれ示す。Eu-YGG 結晶中の Ga³⁺の一部を Fe³⁺で置換することにより蛍光と磁性を併せ持つ(Eu,Y)₃(Ga,Fe)₅O₁₂ ガーネット酸化物が実現すれば、新規な磁気光学分野への応用も可能となる。そこで本研究では(Eu,Y)₃(Ga,Fe)₅O₁₂ ガーネット微粒子について、熱処理による構造制御が蛍光および磁性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【実験方法】試料作製には Eu-YGG 微粒子と Eu-YIG 微粒子を各々合成した後に混合し熱処理を行う方法を用いた。はじめに Eu, Y, Ga, Fe の各硝酸塩水溶液を作製し、(1) Eu_{0.4}Y_{2.6}Ga₅O₁₂ 及び(2) Eu_{0.4}Y_{2.6}Fe₅O₁₂ 試料を各々目的組成となるよう定量、混合しアンモニア水で pH 8.0~9.0 に調整し沈殿させた。つぎに試料(1)及び(2)を各々 1473 K で 6 hrs 熱処理(1st anneal)し結晶化させた後、(1)及び(2)を重量比 1:1 で均一に混合し、1173~1473 K で 6 hrs 熱処理(2nd anneal)し(Eu,Y)₃(Ga,Fe)₅O₁₂ ガーネット試料を作製した。試料の構造、蛍光特性及び磁性を各々 XRD 法、蛍光分光法および SQUID 法により測定した。

【結果と考察】XRD 測定による構造評価の結果、2nd anneal 後に Eu-YGG および Eu-YIG に由来する回折ピークのほかに、これらとは異なるガーネット相の回折ピークが観測された。この新たなピークの強度は 2nd anneal 温度の上昇とともに増加する傾向がみられ、微粒子間の焼結と原子拡散による組成変化を反映したものと推測される。1173~1473 K で 2nd anneal した試料の蛍光分光測定結果を Fig. 1 に示す。蛍光波長 590 nm で観測される最大蛍光強度は、2nd anneal 温度の上昇とともに減少し、1473 K で蛍光ピークが消失した。これは蛍光を示す Eu-YGG 微粒子中への Fe³⁺の拡散が熱処理により進行し、Ga³⁺の一部を Fe³⁺に置換したためと考えられる。SQUID 磁化測定結果より、いずれの試料においても 5 K および 300 K において軟磁性的なヒステリシスループが得られた。5 K における飽和磁化 M_s の 2nd anneal 温度依存性を Fig. 2 に示す。1173-1273 K の範囲では M_s = 17 emu/g でほぼ一定であるのに対し、1273 K 以上では M_s = 11 emu/g まで減少することがわかった。この傾向についても 2nd anneal による微粒子間焼結と原子拡散による組成変化が原因と考えられる。本報告では Fe³⁺および Ga³⁺の拡散が蛍光と磁性に及ぼす影響について議論する。

【謝辞】本研究の一部は科学研究費助成事業 (26420679) 助成により行われた。

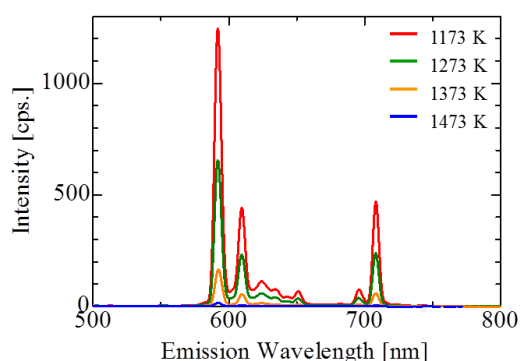


Fig. 1 (Eu,Y)₃(Ga,Fe)₅O₁₂ 試料の 2nd anneal 後における蛍光スペクトル

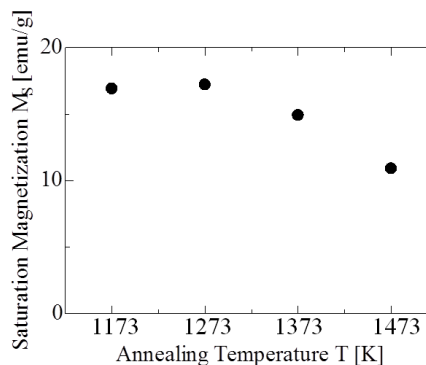


Fig. 2 (Eu,Y)₃(Ga,Fe)₅O₁₂ 試料の 2nd anneal 後における 5 K での飽和磁化