Tm_2O_3 又は TmF_3 添加 GeO_2 系ガラス蛍光体の発光特性

Luminescence properties of Tm_2O_3-doped and TmF_3-doped germanate glasses

青学大 °(M2)西村政哉，七井靖，渕真悟
Aoyama Gakuin Univ. °Seiya Nishimura, Yasushi Nanai, Shingo Fuchi
E-mail: c5616092@aoyama.jp

【はじめに】近赤外広帯域光源は分光分析装置などの光源として用いられている[1]。我々は、近赤外広帯域蛍光体と LED とを組み合わせた新しい小型近赤外広帯域光源を提案しており、青色 LED と Sm^{3+}, Pr^{3+}共添加 Sb_2O_3-ZnO-GeO_2 ガラスを一体化した光源によって、760~1100 nm の広帯域発光を実現した[2]。現在、発光波長帯を長波長側へ伸ばすため、Tm^{3+}添加酸化物ガラスを開発している。前回、Tm_2O_3 添加 Sb_2O_3-ZnO-GeO_2 ガラスにおいて、自己吸収の影響を踏まえ、Tm_2O_3 濃度と試料厚さを最適化することで、1200 nm 帯の変換効率が向上することを報告した[3]。また、Pr^{3+}添加 GeO_2 系ガラス蛍光体において、Pr_6O_{11} の代わりに PrF_3 を用いることで、発光特性が変化した[4]。そのため、Tm^{3+}添加 GeO_2 系ガラス蛍光体においても同様の傾向を示す可能性がある。

【実験】$0.25Tm_2O_3$-$45Sb_2O_3$-10ZnO-$45GeO_2$ と $0.5TmF_3$-$45Sb_2O_3$-10ZnO-$45GeO_2$ (設計値, mol%) の組成となるように秤量した原料を、1250℃の電気炉を用いて大気雰囲気下で溶融し、溶融液をステンレスの型に流し込み、ステンレス板でプレス、急冷してガラスを作製した。作製した試料に対して、励起光源に中心発光波長 470 nm の青色 LED を用いて発光スペクトルを測定した。変換効率はガラス蛍光体の光出力から青色 LED の光出力を除算して算出した。

【結果】作製した試料の発光スペクトルを図 1 に示す。また、Tm^{3+}のエネルギー準位図を図 2 に示す。1200 nm 帯に対する 800 nm 帯の発光強度は、TmF_3 添加 Sb_2O_3-ZnO-GeO_2 ガラスの方が高い。また、1200 nm 帯の変換効率を算出した結果、TmF_3 添加ガラス蛍光体の 0.057 %に対し、Tm_2O_3 添加ガラス蛍光体は 0.070 %であった。これは、TmF_3 を用いることで、$^3H_4$ から $^3H_5$ へのマルチフォノン緩和 (MPR) に基因した非輻射遷移が抑制されためであると考えられる。このことから、Tm^{3+}原料によって、Tm^{3+}周辺の局所的なフォノンエネルギー状態や Tm^{3+}添加酸化物ガラス蛍光体の発光特性を制御できると考えられる。

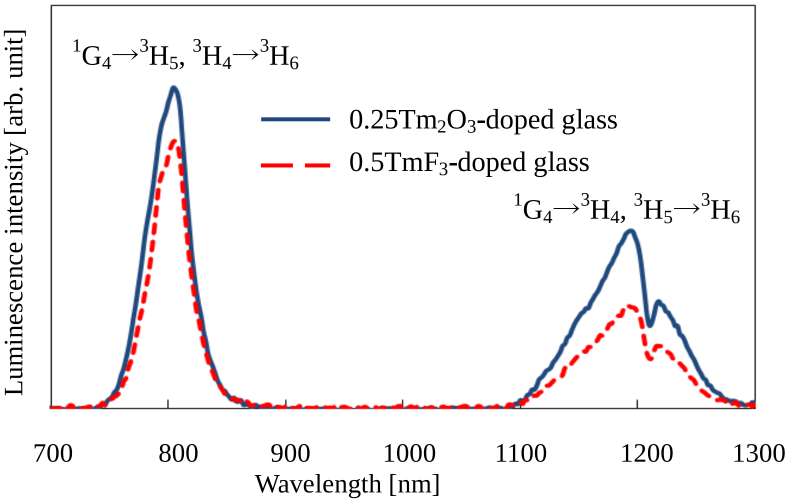

Fig. 1: Luminescence spectra of samples (as measured).

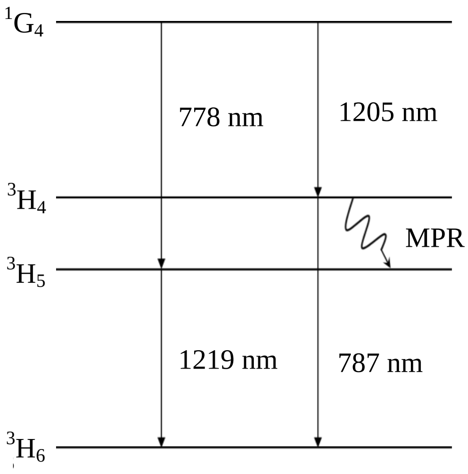

Fig. 2: Energy level of Tm^{3+} ions.

[1] H. W. Siesler, *et al*., “Near-Infrared Spectroscopy–Principles, Instruments, Applications,” WILEY-VCH, Weinheim, Germany, 2002.
[2] Y. Shimizu, K. Watanabe, H. Uemura, S. Fuchi, and Y. Takeda, Journal of Physics: Conference Series, **619**, 012048 (2015).
[3] 西村政哉他，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 7p-A414-15.
[4] S. Fuchi, S. Nishimura, *et al*., Journal of Materials Science: Materials in Electronics, **28**, 7042 (2017).