

PLD 法で作製した $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 蛍光体薄膜のカソードルミネッセンス特性Cathode luminescence from $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ phosphor thin films prepared with a PLD method静岡大工¹, 兵庫県大工² 守田 智勇¹, 豊嶋 祐樹², 福田 真大¹, 名和 靖矩¹, 居波 渉¹,
小南 裕子¹, 川田 善正¹, 中西 洋一郎¹, 堀田 育志², 杉田 篤史¹Shizuoka Univ.¹, Univ. of Hyogo², Chiyu Motrita¹, Yuki Toyoshima², Masahiro Fukuta¹,
Yasunori Nawa¹, Wataru Inami¹, Hiroko Kominami¹, Yoshimasa Kawata¹, Yoichiro Nakanishi¹,
Yasushi Hotta², Atsushi Sugita¹

E-mail: tasugit@ipc.shizuoka.ac.jp

我々は、回折限界以下の空間分解能を実現する顕微鏡として電子線励起支援型光学顕微鏡(EXA 顕微鏡)を提案している。EXA 顕微鏡は、高エネルギー加速した電子ビームによる非弾性散乱の結果発生するカソードルミネッセンス(CL)を光源とする。原理的に電子ビームの空間広がり程度の数十ナノスケールの空間領域を励起できる点、大気中での観測が可能であり生体試料を生きたままの状態を観測できる点はその大きな特徴である。

EXA 顕微鏡では、大気層と真空層を封止する Si_3N_4 薄膜の上に積層した $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 蛍光体薄膜を利用する。先行研究では電子ビーム(EB)蒸着法を利用して作製法を検討してきた。しかし、この手法で作製する薄膜は結晶性が低く蛍光体である Eu^{3+} を高濃度でドーピングすることができないため、高い輝度での蛍光発生が得られなかった。そこで、本研究では新たにパルスレーザー堆積(PLD)法により作製した薄膜の利用について検討した。

成膜に用いたターゲットは Y_2O_3 と Eu_2O_3 をモル比 98:2 の割合で混合したペレットの焼結体である。また、用いたレーザーは KrF エキシマレーザー(波長 248 nm)である。成膜時の Si_3N_4 基板の温度は 300℃、酸素圧を 1×10^{-5} Torr とした。作製した薄膜は光学顕微鏡、原子間力顕微鏡(AFM)、X 線回折(XRD)、CL 強度測定によって評価した。

Fig. 1 に PLD 法及び EB 蒸着法により作製した $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 蛍光体薄膜の、CL 強度の加速電圧に対する依存性を示す。いずれの薄膜も膜厚は 100 nm である。成膜方法に依存せず、加速電圧が 6 keV 付近で最も高い蛍光量子収率を示した。PLD 法により作製した薄膜の蛍光量子収率は、EB 蒸着法による薄膜と比較して 50% 高かった。この結果から PLD 法の場合、焼結体における組成を維持した状態で薄膜形成されたと考えられる。また、Fig. 2 に PLD 法及び EB 蒸着の AFM 像を示す。いずれも数十ナノメートルサイズの微粒子の凝集構造した構造が観測された。PLD 法で作製した場合の平均粒径は 20 ± 2 nm、EB 蒸着法の場合は 32 ± 5 nm であった。EXA 顕微鏡では高分解能で観測するため蛍光体の平滑性が求められる。この程度の凹凸構造は回折限界以下での顕微鏡観察が十分可能な平滑性である。

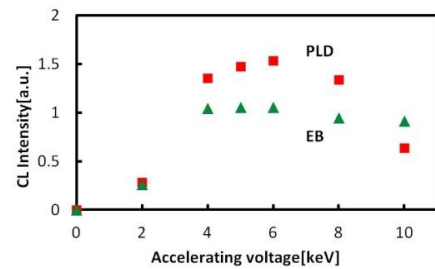


Fig. 1 CL intensity of $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ films prepared with PLD(■) and EB methods(▲) as a function of acceleration voltage.

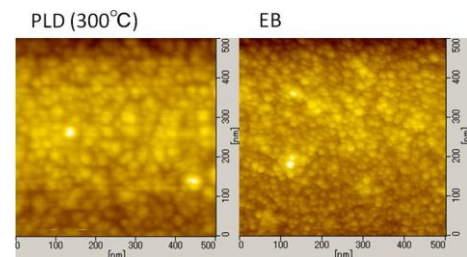


Fig. 2 AFM images of $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ phosphor films prepared with PLD and EB methods.