

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on the effect of epitaxial strain and structural stability on luminescent property of spinel oxide thin films
著者(和文)	太宰卓朗
Author(English)	Takurou Dazai
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11583号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:川路 均,大場 史康,平松 秀典,和田 裕之,松田 晃史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11583号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	太宰 卓朗	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	川路 均	教授	審査員	松田 晃史	講師
	審査員	大場 史康	教授			
		平松 秀典	准教授			
		和田 裕之	准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は **Study on the effect of epitaxial strain and structural stability on luminescent property of spinel oxide thin films**(スピネル型酸化物薄膜のエピタキシャル歪および構造安定性による蛍光特性変化に関する研究)と題して書かれており、5章から構成されている。

近年、デバイスの小型化が進み、材料の形状もバルク体からナノ粒子や薄膜へと変化している。材料の小型化は新規特性の発現の利点があるにも拘わらず、本来持っていた特性が消失するといった問題も露わになっている。蛍光材料に関してもナノ粒子に関する報告が多数報告されているが、薄膜に関する研究はあまり進展していない。特に Eu や Ce などの希土類金属や Mn や Cr などの遷移金属を賦活剤として添加する蛍光材料に関する報告は非常に少ない。SiAlON やハライド系ペロブスカイトのような高輝度発光を示す新規蛍光体が開発されている現在、薄膜化に伴う発光特性の変化に関する定量的な研究の重要性は高まっている。本博士論文ではデバイス応用も期待されているマンガン添加スピネル型蛍光体をパルスレーザー堆積法で薄膜作製を行い、薄膜化に伴う発光特性の変化について考察を行うことで蛍光材料研究における新たな指針を得ることを目的としている。

第1章“**General Introduction**” (序論) では蛍光材料に関するこれまでの研究結果を踏まえ、本研究で着目した物質について既往の研究などを説明しつつ、現在生じている問題点を列挙することでエピタキシャル薄膜を作製して蛍光特性を調べる本研究実施の目的と意義について説明している。

第2章“**Strain effect on luminescent property of ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn film**” (ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn 膜の蛍光特性に及ぼす歪みの効果) では ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn 蛍光体薄膜の発光特性が基板からの歪に対する影響を定量的に調べるため2種類の条件下で膜厚を変化させた試料を作製し、逆格子マッピング測定を行って膜厚の増加に伴う面内歪みと蛍光および蛍光スペクトルの変化について評価している。その結果、膜厚および面内歪と蛍光スペクトルのピーク波長の間に一定の関係があることを見いだしている。

第3章“**The effect of Zn-deficiency in ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn film**” (ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn 膜における Zn 欠損の効果) では ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn 蛍光体薄膜内の Zn 濃度が発光特性に与える影響を調べている。ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn 蛍光体においてマンガンイオンはスピネル中の2つの異なる結晶サイトを占有することが可能であるが、端組成であるγ-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>相が準安定相であるためスピネル型構造を保つことが困難であり、同一構造で Zn 濃度を変化させて純粋な発光特性に与える影響を評価することが難しい。そこでこの問題を解決するためエピタキシャル薄膜を作製することで、Zn 濃度の異なる試料における発光特性の変化について評価・考察を行っている。その結果、Zn 濃度の変化に伴い、賦活中心であるマンガンイオンの結晶学的占有サイトに対する Zn の占有率比が変化することを見いだしており、カチオン欠損が「結晶サイト工学」に有効であることを明らかにしている。

第4章“**Bandgap tuning of Manganese doped A<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>(A=Mg,Zn) composition spread film**” (マンガンドープした A<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>(A=Mg, Zn)組成傾斜膜のバンドギャップ) では、室温では発光を示さない Zn<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>:Mn 蛍光体と Mg<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>:Mn 蛍光体との固溶体薄膜をコンビナトリアル成膜することにより中間組成で発光を発生させている。材料を薄膜化した際にバンドギャップが増加することと、組成を連続的に変化した薄膜を成長できるコンビナトリアル法を利用して通常は消光する材料からの発光を確認している。組成変化に伴う励起光のエネルギーはバルクとは異なっており、バルクでは消光していた物質を薄膜化によって発光させることに成功している。

第5章“**General conclusion**” (総括) では本研究で得られた結果を総括し、バルクの酸化物蛍光体を薄膜化することによって得られる新たな利点について詳細に議論し、今後の蛍光体研究において薄膜研究が果たす役割について展望を述べている。

以上を要するに、本研究で得られた知見は、既往のバルクの蛍光体で得られている結果に対して、エピタキシャル薄膜を作製することで多くの新たな蛍光体の設計指針を提示するものであり、工学上・工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があると認められる。