

別紙 1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 陳 政委

希土類元素は 4f 殻内の遷移に起因したその元素固有の波長においてフォトルミネッセンスを示すことが知られている。希土類元素の母体材料となる半導体のバンドギャップの大きさにより、デバイスの発光効率が異なることが報告されており、これまで用いられてきた半導体材料より、大きなバンドギャップを持つ材料を用いれば、高効率の発光デバイスの作製が可能となる。酸化ガリウム (Ga_2O_3) は、安定な単斜晶系構造を有しており、直接遷移型のバンド構造を持ち、バンドギャップが 4.9eV であることから、希土類元素の母体材料として有望である。本論文では、パルスレーザー堆積法を用いて希土類元素 (Eu、Er) ドープ Ga_2O_3 の薄膜成長を行い、得られた膜の組成、結晶構造及び光学特性などを明らかにしている。また、 $\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Er}/\text{Si}$ 発光デバイスを作製し、従来よりも Ga_2O_3 が優れた半導体母体材料であることを見出している。

本論文は、第 1 章から第 6 章で構成されている。

第 1 章では、本研究の背景、目的及び内容を概説している。

第 2 章では、本研究で用いられた成長方法及び各種評価方法を述べている。

第 3 章では、パルスレーザー堆積法を用いて、(0001)面サファイア基板を下地とした Eu ドープした Ga_2O_3 薄膜成長を行い、成長された薄膜中の Eu 濃度がターゲット中の Eu 濃度にほぼ比例していることを明らかにしている。フォトルミネッセンス分析法を用いて評価することにより、613nm 付近に強い発光が観測され、Eu ドープした Ga_2O_3 薄膜が赤色発光デバイス用として有望であるこ

とを実証している。

第 4 章では、パルスレーザー堆積法による Er ドープ Ga_2O_3 膜の成長実験を行い、 Ga_2O_3 膜の固相における Er 組成とターゲット中の Er 含有量との関係を明らかにしている。また、Er 組成と発光特性との相関関係を調べ、ターゲット中の Er 含有量 9wt.% でも濃度消光は起きないことを実証している。さらに、低温フォトルミネッセンス測定を行い、550nm 付近の緑色発光ピーク位置が温度に依存せず、温度に伴う発光ピークの強度変化も他の半導体母体材料を用いた場合に比べて小さいことを見出している。

第 5 章では、シリコン基板を用いて、 $\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Er}/\text{Si}$ 発光デバイスを作製し、デバイスの特性について述べている。エレクトロルミネッセンス測定のスเปクトルより 548nm を中心とした鋭く強い緑色発光を実証している。発光強度が順方向バイアス電圧の増加とともに増加し、3 から 60mA までの注入電流で発光スペクトルがピークシフトしないことを明らかにしている。さらに、発光メカニズムについての検討を行い、従来母体材料として用いられている ZnO 及び GaN よりも Ga_2O_3 が優れていることを見出している。

第 6 章では、本研究で得られた成果がまとめられている。

以上のように、本論文の研究内容は工学的に貴重な知見が多く含み、工学の進展に寄与するところが大きいと認められる。また、これまで、4 編の査読付論文が国際的に著名な学術論文誌に掲載され、高く評価されている。平成 29 年 2 月 1 日に実施した学位論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。以上の審査結果に基づき、本論文は博士 (工学) の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。