

平成 23年2月28日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 福田光男



論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

記

学位申請者	朴 志鎬	学籍番号	第 069302 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	電子・情報工学
論文題目	Effect of Doping Process on Luminescence Capability in Rare Earth Doped III-Nitride Semiconductor (希土類添加した III 族窒化物半導体の発光性能に対するドーピング過程の効果)		
公開審査会の日	平成 23 年 2 月 22 日		
論文審査の期間	平成 23 年 1 月 27 日～平成 23 年 2 月 27 日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 23 年 2 月 22 日	最終試験の結果	合格
論文内容の要旨	<p>高度情報化社会の発展により、低エネルギーでより大量のデータを処理可能なデバイスを実現すべく、量子ドットを用いた光デバイスが活発に研究されている。これらの研究では、結晶成長技術により 0 次元の量子構造を作製しているが、結晶成長に起因する量子ドットのサイズ揺らぎが問題となっている。本研究は、優れた温度安定性と鋭い発光を示す希土類原子を窒化物半導体に導入し、その占有サイトを制御することでエネルギー状態の揃った量子ドットの実現を目指して行われた。</p> <p>本論文は全 6 章から構成されている。第 1 章では、研究の背景となる窒化物半導体中への希土類原子添加の研究動向と目的を述べている。第 2 章は、本研究で用いたドーピング技術、結晶成長技術および評価技術について説明している。第 3 章では、イオン注入法を用いた希土類原子導入について検討し、イオン注入量が 10^{13}cm^{-2} と少ないレベルでもイオン注入欠陥を完全に除去できないことを明らかにした。第 4 章では、分子線エピタキシー法を用いた GaN 結晶成長中の Eu 添加に対して、V 族リッチの条件下では Eu 添加による格子歪みが大きくなると成長表面で偏析が生じること、および Eu の占有サイトが変化することを明らかにしている。第 5 章では、Eu 添加 GaN の結晶成長様式と Eu の発光特性の関係について検討し、ステップフロー成長様式では、Eu 取り込み効率が低下するものの、発光効率が劇的に向上することを見出している。最後は 6 章で総括となっている。</p>		
審査結果の要旨	<p>本研究では、量子情報処理デバイスの実現に向けて、半導体内に添加された希土類原子の内殻準位を、単一の量子状態をもつ量子ドット構造として用いることを提案し、希土類原子の導入方法および導入条件が結晶中での希土類原子の占有サイトや量子状態に与える影響について検討している。</p> <p>従来のイオン注入法では、注入量が低濃度でも欠陥回復過程において注入時に形成された欠陥と希土類原子が複合欠陥を構成するため、導入した希土類原子の活性化率が向上しないことを実験的に明らかにしている。一方、結晶成長中の希土類原子(Eu)の添加では、高濃度の添加では 3 次元成長となり、その表面および結晶粒界へ Eu 原子が偏析し、Eu 原子はイオン注入で導入した場合と同様の複合欠陥を形成する事を実験的に明らかにしている。また、結晶成長様式と Eu 取り込みの関係について検討を行い、表面のステップ端で結晶成長が進行するステップフローモードでは、Eu 原子の取り込み効率が低下するものの、Eu 取り込みサイトが変化し発光効率が劇的に向上することを見出している。この成果は、希土類原子の取り込みサイトの制御が可能であることを初めて示したものであり、所望のサイトへ添加した希土類原子による量子デバイス実現の端緒となるものである。</p> <p>以上の研究成果は、国際学術誌論文および国際会議論文に掲載されており評価が高い。以上により、本論文は博士(工学)の学位に相当すると判断した。</p>		
審査委員	福田光男	石田 誠	若原昭浩
	岡田 浩		

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。