

(第3号様式)(Form No. 3)

学位論文要旨 Dissertation Summary

氏名 (Name) 弓達新治

論文名: ユーロピウム添加窒化ガリウム薄膜の結晶成長と赤色発光素子応用
(Dissertation Title)

背景

Euの内殻遷移による発光は、外殻軌道の遮蔽効果により周囲環境の影響を受けず、強く鋭いスペクトルを特徴とする。高効率発光、色純度に優れ、ブラウン管赤色蛍光体に用いられた。ワイドギャップ半導体であるGaNにEuを添加した層を用いたGaN系LEDは、GaN系では作製が難しい赤色領域において、Euの優れた赤色発光特性を期待できる。これまでの研究は、MBE、イオン注入法、MOCVDにより行われてきた。最近、GaN:Euを用いたLEDが研究レベルで実現された。実用化には、発光効率向上及び発光過程解明が必要とされ研究途上である。Eu添加GaNのさらなる研究進展のため①~④に注目した。

①スパッタ法によるGaN:Eu薄膜作製 スパッタ法は低コスト、大面積製膜可能であるが、現状は、ターゲットに高価な合金ターゲットを用いた報告、高品質GaN作製困難なGaターゲットを用いた報告など数例の報告があるのみであり、高品質なEu添加GaNの作製、発光特性検討はされていない。本研究では、GaN粉末及びEuN粉末をターゲットに用いたRFマグネトロンスパッタ法により、高品質なGaN:Eu薄膜の作製と発光特性の評価を行った。

②立方晶GaNへのEu添加 立方晶GaNは結晶の対称性が高く、へき開性、分極の有無など、一般的に用いられる六方晶GaNにないデバイス作製上のメリットを持つ。現状は、Euを立方晶GaNに添加した報告はイオン注入法のみである。イオン注入法では熱処理による六方晶混入が見られた。本研究では、通常のMBE法及びCS-MBE法によりGaN:Eu薄膜作製を行い、発光特性の評価を行った。

③CS-MBE法によるEu添加GaN薄膜の作製 CS-MBE法は、低コスト、低温成長である。現状は、CS-MBE法によるGaNの作製の報告はすでにあるが、不純物添加の報告は無い。本研究では、CS-MBE法によるEu添加を行った。

④AlGaInへのEu添加 現状は、バンドギャップ増加に伴い、Euの発光強度が増加することが報告されている。また希土類の種類を変えた場合、母体とのマッチングのために、バンドギャップのチューニングが有効であるとされる。本研究では、希土類ではなく、母体を変えた

場合(六方晶 GaN→立方晶 GaN)の検討を行った。

内容

①～④について、本研究により以下のことが明らかになった。

①スパッタ法による GaN:Eu 薄膜作製 使用する GaN 粉末ターゲットの高品質化、作製温度の最適化、作製後の熱処理が発光強度増大に有効であることが明らかになった。最適基板温度において、格子定数が大きくなる傾向、輻射遷移確率、エネルギー輸送効率が增加することが明らかになった。

②立方晶 GaN への Eu 添加 立方晶 GaN への Eu 添加に関して、追加の窒素源としてラジカル窒素を用いた場合に、立方晶と六方晶の混在しない GaN:Eu 薄膜が得られ、Eu³⁺によると考えられる発光が得られることが明らかになった。

③CS-MBE 法による Eu 添加 GaN 薄膜の作製 CS-MBE 法においても、NH₃、ラジカル窒素にかかわらず、追加の窒素源を用い、作製条件最適化を行うことで、Eu³⁺によると考えられる発光が得られることが明らかになった。

④AlGaN への Eu 添加 CS-MBE 法による Eu 添加においても AlGaN を母体とすることで PL 積分強度は増加することが明らかになった。