

## 審査の結果の要旨

論文提出者 マテウ マニシュ

本論文は“InGaN/AlN nanostructure light emitting diodes for long wavelength broad band emission (InGaN/AlN ナノ構造発光ダイオードによる長波長広帯域発光)”と題し、蛍光体を用いない白色発光ダイオード(LED)を実現するために、InGaN から広帯域な長波長発光を得る新たな技術を開発した成果について英文で纏めたもので、7 章より構成されている。

第 1 章は序論であって、研究の背景、動機、目的と、論文の構成が述べられている。

第 2 章は“LED growth by MOVPE”と題し、本研究で用いる有機金属気相エピタキシャル成長(MOVPE)技術、結晶評価技術について述べた後、後の章で比較標準とする青色 InGaN/GaN LED の試作とフォトルミネッセンスおよびエレクトロルミネッセンスによる発光特性評価について記述している。

第 3 章は“Effect of AlN on InGaN/GaN MQWs for broad band emission”と題し、前章の青色 LED の活性層下に AlN を挿入することが発光特性に与える影響について論じている。まず初めに InGaN 層の厚み自体が広帯域発光に与える影響を論じた後、InGaN/GaN 層直下に AlN 層を挿入した際の発光特性の変化について論じている。さらに、インジウム取り込みと広帯域発光のメカニズムについて述べている。

第 4 章は“Growth and fabrication of nanodisk LEDs”と題し、InGaN/AlN ナノメータスケール微小ディスクと、それを利用した LED の試作について述べている。まず AlN 上の InGaN 成長にともなう様々な微小構造とその形成メカニズムについて述べた後、InGaN/AlN ナノディスクにおける格子歪み中和層の効果、ナノディスクからの広帯域発光のメカニズム、量子ドットや選択成長ナノピラミッド等の他のナノ構造との比較が、それぞれ論じられている。

第 5 章は“Impact of AlN and InGaN growth conditions on nanodisk”と題し、AlN バッファ層/中間層および InGaN 成長条件がナノディスク層の品質に与える影響について論じている。まず InGaN の成長時間とインジウム分圧がナノディスクに与える影響を論じた後、AlN の成長温度、厚さ、ドーピング等がナノディスクに与える影響を評価、考察している。

第 6 章は“Monolithic white light emitting diodes”と題し、前章までの結果に基づいて、モノリシック白色 LED を試作したことについて述べている。まずモノリシック白色 LED の現状について述べた後、ナノメータスケールの AlN 微小島状表面の InGaN 成長を用いたモノリシック白色 LED を試作している。次に、標準青色 LED とナノディスクの長波長発光を組み合わせた白色 LED の試作結果につき論じ、最後に、青色多重量子井戸、ナノディスク、青色単一量子井戸の積層による白色 LED の試作実証を行っている。

第 7 章は結論であって、得られた成果を総括するとともに将来展望について述べている。

以上のように本論文は、有機金属気相エピタキシーに基づく窒化ガリウム系の発光ダイオードにおいて、窒化アルミニウムによる格子歪み補償を通じた発光波長の長波長化を試み、ナノメータスケール微小ディスク構造が形成されることを見出してその特性を明らかにするとともに、実際に数種類の発光ダイオード構造を試作して、青色と長波長広帯域発光の組み合わせによる白色を実現し、モノリシック白色発光ダイオードへの道筋を拓いたもので、半導体光デバイス工学への貢献が少なくない。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。