

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12770 号
------	---------------

氏 名 LIU Zhibin

論文題目

Study of high-quality InGaN growth by metalorganic vapor phase epitaxy

(有機金属気相成長法による高品質のInGaN成長に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	天野 浩
委員	名古屋大学	教授	宮崎 誠一
委員	名古屋大学	准教授	本田 善央
委員	名古屋大学	教授	中塚 理
委員	名城大学	教授	竹内 哲也

論文審査の結果の要旨

LIU Zhibin君提出の論文「Study of high-quality InGaN growth by metalorganic vapor phase epitaxy (有機金属気相成長法による高品質のInGaN成長に関する研究)」は、青色LEDとして知られた材料であるInGaNを用いた次世代フルカラーマイクロLEDディスプレイの創成を目指し、InGaNによる可視長波長LED、すなわち緑色LED及び赤色LEDの可能性を検討した内容であり、第6章より構成されている。

第1章は、本論文の主課題であるInGaNの物性、および有機金属化合物気相成長(MOVPE)法のほかに分子線エピタキシー法やハロゲン気相成長法でのInGaN結晶成長の取り組みを紹介し、フルカラーディスプレイ実現のための高In組成InGaNの重要性と、現在までに報告されている高効率発光を阻害する要因、特に結晶成長温度での極めて高い平衡窒素圧および二次元量子井戸構造における圧電による量子閉じ込めシュタルク効果の影響、ミスフィット転位、V型欠陥、トレンチ欠陥、Inクラスターについて解説し、本論文の目的を説明している。

第2章は、本研究で用いらたMOVPE装置、および結晶評価法として用いたフォトルミネッセンス(PL)法、原子間力顕微鏡観察、X線回折測定、透過電子顕微鏡観察を概説している。また本論文では、ノースカロライナ州立大学のSitar教授等によってAlGaIn系の結晶成長において提案された、気相過飽和度および表面過飽和度の概念を説明し、InGaN系結晶成長への適用を試みたことについて述べている。

第3章は、実際にMOVPE法を用いてInGaN単層膜を成長させ、気相過飽和度はInとGaのうちGaによって決まること、GaN基板のミスカット角によって成長モードが原子ステップフロー成長や二次元核成長に変化し、表面過飽和度がミスカット角によって制御可能であること、およびわずかではあるが表面過飽和度の制御によって、より高In組成InGaN成長が可能であること、PLによる内部量子効率評価では原子ステップフロー成長が最も好ましいことを見出している。また、GaN/サファイアテンプレート上とGaN自立基板上のInGaN成長を比較し、GaN基板のミスカット角を制御することが表面過飽和度の制御に有効であることを示している。

第4章は、第3章の知見を基にして、InGaN/GaN多重量子井戸の成長を行っている。特にミスカット角を制御することにより表面過飽和度を変えて成長モードを制御することによって、従来よりもより長波長、緑色での高効率PL発光を実現している。

第5章は、気相反応制御のため、基板を保持するサセプタ形状を工夫し、従来基板表面でのみ加熱されていた気相ガスを、より広範囲にわたって気相を加熱することにより、より高効率PL発光するInGaN成長が可能になったことを紹介している。

第6章は、本研究の成果をまとめ、InGaN成長における気相過飽和度、表面過飽和度の概念の重要性を強調している。一方で、本研究では緑色LEDの高効率化まで実現したものの、依然として赤色LEDの高効率化には課題があることが分かり、その解決のための量子ドットの可能性について言及している。

以上のように、本論文では次世代フルカラーマイクロLEDディスプレイ創成のために必要な高In組成InGaNのMOVPE成長について、過飽和度の概念を用いて統一的な説明を試みている。その学術的意義は高く、また、産業界にとって重要な知見を与えている。よって、本論文の提出者であるLIU Zhibin君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。