OUKA
Osaka University Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Na系フラックスを用いた窒化ガリウム結晶成長における成長環境依存性 |
| Author(s) | 本城, 正智 |
| Citation | 大阪大学, 2017, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.18910/61754 |
| rights | |
| Note | |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

様式３

# 論　文　内　容　の　要　旨

| 氏　　名　（　　本城　正智　　） | |
|---|---|
| 論文題名 | Na系フラックスを用いた窒化ガリウム結晶成長における成長環境依存性 |

論文内容の要旨

本論文は、著者が大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻において実施した研究成果をまとめたものである。高性能GaN系デバイスの実現を念頭に、Na系フラックスを用いたGaN結晶成長における、成長環境制御による結晶の高品質化および必要窒素圧力の低圧化を検討した。本論文は以下の6章で構成される。

第1章は序論であり、本論文に関連する研究分野について述べたのち、本論文の研究背景および目的を述べた。

第2章では、Naフラックス法を用いたGaN結晶成長について説明した。先行研究である微小GaN結晶（ポイントシード）上成長や、複数のポイントシードから成長したGaN結晶を合一化させる手法（結合成長法）について述べたのち、結合成長法が低転位密度かつ低反りな大口径GaN結晶の作製において有望であることを述べた。加えて、本研究対象である結合成長法において解決すべき課題を示した。

第3章では、ポイントシード上成長および結合成長法において、シード直上の+c面成長領域における転位欠陥低減を目的に、転位低減において有利な成長ハビット変化を実現する成長環境を検討した。成長ハビット変化の成長温度依存性および印加窒素圧力依存性を調査した結果、低過飽和条件により転位低減に有利な成長ハビットの錐状化を促進できることが分かった。また、ポイントシード径の縮小化により、成長ハビット変化による転位低減後の転位密度や、錐状化までに必要な成長膜厚が低減することを示した。

第4章では、結合成長法における結晶内ボイド形成の抑制を目的に、ボイド形成のフラックス組成比依存性を調査した。その結果、フラックスのGa組成が低い条件で育成することにより、結晶内のボイド形成を抑制できることが分かった。また、低Ga組成比および低過飽和な高温条件は、成長ハビット変化による転位低減とボイド形成の抑制の両立において有用であることを示した。

第5章では、育成に必要な窒素圧力は高いが高品質なGaN結晶成長が期待できる高温成長において、必要窒素圧力の低圧化を目的に、フラックスへのLi微量添加を検討した。Na-Li混合フラックスを用いた自立GaN結晶基板上成長において、Li添加による必要窒素圧力の低圧化を確認したことに加え、成長温度の高温化により、結晶内へのLiの取り込みを低減できることが分かった。

第6章では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題と将来の展望について述べ、本論文の結論とした。

様式 7

# 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏　名 | （　本城　正智　） |
|---|---|

| | （職） | 氏　名 |
|---|---|---|
| 論文審査担当者 | | |
| 主 査 | 教授 | 森　勇介 |
| 副 査 | 教授 | 片山　竜二 |
| 副 査 | 准教授 | 今出　完 |
| 副 査 | 教授 | 伊藤　利道 |
| 副 査 | 教授 | 片山　光浩 |
| 副 査 | 教授 | 尾崎　雅則 |
| 副 査 | 教授 | 近藤　正彦 |
| 副 査 | 教授 | 森　伸也 |
| 副 査 | 教授 | 八木　哲也 |

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、Na 系フラックスを用いた窒化ガリウム(GaN)結晶成長に関する研究であり、本論文は全 6 章で構成されている。

第 1 章では、GaN 結晶の特徴や本研究の背景、目的、および本論文の構成について述べている。

第 2 章では、様々な GaN 結晶成長技術について述べたのち、Na フラックス法と比較している。Na フラックス法における先行研究である微小 GaN 結晶（ポイントシード）上成長や、複数のポイントシードから成長した GaN 結晶を合一化させる手法（結合成長法）について述べたのち、結合成長法が低転位密度かつ低反りな大口径 GaN 結晶の作製において有望であることを述べている。加えて、本研究対象である結合成長法において解決すべき課題を示している。

第 3 章では、ポイントシード上成長および結合成長法において、シード直上の+c 面成長領域における転位欠陥低減を目的に、転位低減において有利な成長ハビット変化を実現する成長環境を検討した取り組みについて述べている。成長ハビット変化の成長温度依存性および印加窒素圧力依存性を調査した結果、低過飽和条件により転位低減に有利な成長ハビットの錐状化を促進できることが分かった。また、ポイントシード径の縮小化により、成長ハビット変化による転位低減後の転位密度や、錐状化までに必要な成長膜厚が低減することを示している。

第 4 章では、結合成長法における結晶内ボイド形成の抑制を目的に行った、ボイド形成のフラックス組成比依存性調査について述べている。フラックスの Ga 組成が低い条件で育成することにより、結晶内のボイド形成を抑制できることが分かった。加えて、低 Ga 組成比および低過飽和な高温条件は、成長ハビット変化による転位低減とボイド形成の抑制の両立において有用であることを示している。

第 5 章では、育成に必要な窒素圧力は高いが高品質な GaN 結晶成長が期待できる高温成長において、必要窒素圧力の低圧化を目的に検討した、フラックスへの Li 微量添加について述べている。Na-Li 混合フラックスを用いた自立 GaN 結晶基板上成長において、Li 添加による必要窒素圧力の低圧化を確認したことに加え、育成温度の高温化により、結晶内への Li の取り込みを低減できることが分かった。

第 6 章では、本研究で得られた結果を総括し、結論を述べている。

以上のように、本論文は、結合成長法における種結晶からの転位伝播や結晶内ボイド形成という課題を解決する成長環境の導出や、更なる高品質化に向けたフラックス成分の検討を行っている。以上の研究成果および本論文で述べた GaN 結晶成長技術は、高品質な大口径 GaN 結晶の作製に有望であり、電子・発光デバイス分野における飛躍的な性能向上と更なる省エネルギー化が期待される。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。