The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Naフラックス法を用いた窒化ガリウム結晶成長における微量添加物効果の活用
Author(s)	今林, 弘毅
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61780
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（今林　弘毅）	
論文題名	Naフラックス法を用いた窒化ガリウム結晶成長における微量添加物効果の活用

論文内容の要旨

本論文は、高輝度LED及びGaNパワーデバイスの作製に向けた高品質・低コストGaNウェハ作製の実現を目指し、Naフラックス法により種々のGaN結晶作製を試みた研究成果をまとめたものである。論文は以下の６章で構成される。

第１章は序論であり、本論に関連する研究分野の社会的必要性述べ、現在のGaNデバイスが抱えている課題、その課題に対するアプローチ、および各検証内容、目的について説明した。

第２章では、GaN結晶成長に用いるNaフラックス法について、他の手法との比較を交えながら説明した。また、先行研究の研究成果についてまとめ、本論の研究において鍵となるバルク状GaN結晶成長や添加物効果、核発生制御のメカニズムについて説明した。

第３章では、高品質な柱状バルクGaN単結晶の作製を目的とし、微量元素添加を活用した成長単結晶の柱状化に取り組んだ。その結果、微量のBaを添加したフラックスにおいて、(10-10)面が大きく発達したGaN単結晶が成長することがわかった。またこの効果を活用し、柱状バルクGaN単結晶の成長を実現した。この単結晶の転位密度は非常に低く、また結晶性も良好であった。この結果から、Ba添加Naフラックスにより、高品質なバルク柱状GaN単結晶が作製出来ることを示した。

第４章では、スパッタリング法での使用に向けた高密度GaNターゲット材料の作製を目的とし、微量元素添加を活用したGaN多結晶の生成促進と高密度凝集化を行った。その結果、AlとCaを添加したフラックスにおいて、多結晶の発生量を飛躍的に増加させることがわかった。またこの効果を活用し、多結晶を大量に生成して高密度な多結晶体を作製したところ、Al添加フラックスを用いることで、従来法より高密度なGaN多結晶体が作製できることがわかった。このことから、Al添加Naフラックスにより、高密度な多結晶体が作製出来ることを示した。

第５章では、第４章で作製された多結晶体の更なる高密度化を目的とし、撹拌機構を活用した多結晶の移送を試みた。その結果、プロペラ撹拌などの技術を活用することで、容器底に多結晶を充填できることがわかった。プロペラ撹拌により得られた多結晶体は非常に高い密度値を示していた。このことから、添加物効果と撹拌機構を活用することで、更なる高密度な多結晶体を作製出来る可能性があることを示した。

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　（　今林　弘毅　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	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	尾﨑　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、高輝度 LED 及び GaN パワーデバイスの作製に向けた高品質・低コスト GaN 結晶の実現を目指し、Na フラックス法により種々の GaN 結晶作製を試みた研究成果をまとめたものである。論文は以下の６章で構成される。

第１章は序論であり、本論に関連する研究分野の社会的必要性述べ、現在の GaN デバイスが抱えている課題、その課題に対するアプローチ、および各検証内容、目的について説明した。

第２章では、GaN 結晶成長に用いる Na フラックス法について、他の手法との比較を交えながら説明した。また、先行研究の研究成果についてまとめ、本論の研究において鍵となるバルク状 GaN 結晶成長や添加物効果、核発生制御のメカニズムについて説明した。

第３章では、高品質な柱状バルク GaN 単結晶の作製を目的とし、微量元素添加を活用した成長単結晶の柱状化に取り組んだ。その結果、微量の Ba を添加したフラックスにおいて、(10-10)面が大きく発達した GaN 単結晶が成長することがわかった。またこの効果を活用し、柱状バルク GaN 単結晶の成長を実現した。この単結晶の転位密度は非常に低く、また結晶性も良好であった。この結果から、Ba 添加 Na フラックスにより、高品質なバルク柱状 GaN 単結晶が作製出来ることを示した。

第４章においては、スパッタリング法での使用に向けた高密度 GaN ターゲット材料の作製を目的とし、微量元素添加を活用した GaN 多結晶の生成促進と高密度凝集化を行った。その結果、Al と Ca を添加したフラックスにおいて、多結晶の発生量を飛躍的に増加させることがわかった。またこの効果を活用し、多結晶を大量に生成して高密度な多結晶体を作製したところ、Al 添加フラックスを用いることで、従来法より高密度な GaN 多結晶体が作製できることがわかった。このことから、Al 添加 Na フラックスにより、高密度な多結晶体が作製出来ることを示した。

第５章では、第４章で作製された多結晶体の更なる高密度化を目的とし、撹拌機構を活用した多結晶の移送を試みた。その結果、プロペラ撹拌などの技術を活用することで、容器底に多結晶を充填できることがわかった。プロペラ撹拌により得られた多結晶体は非常に高い密度値を示していた。このことから、添加物効果と撹拌機構を活用することで、更なる高密度な多結晶体を作製出来る可能性があることを示した。

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、本論文の結論としている。

以上のように、本論文は Na フラックス法を用いた非常に転位密度の低い GaN 基板や、スパッタリングターゲットとして活用し得る高密度多結晶体の実現に向けた高品質 GaN 結晶の作製を行っている。以上の研究成果及び本論文で述べた窒化ガリウム結晶成長技術は、電子デバイス、発光デバイスへ分野で飛躍的な性能向上と消費電力の削減への貢献が期待される。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。