



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

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Ga_Nパワーデバイスの作製に向けた高品質・低コストGa_N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Ga_N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Ga_N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、Ga_N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Ga_N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Ga_N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Ga_N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Ga_N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Ga_N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Ga_N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Ga_N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Ga_N多結晶体を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、高密度な多結晶体を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、攪拌機構を活用した多結晶の移送を試みた。その結果、プロペラ攪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。プロペラ攪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、添加物効果と攪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。

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、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 多結晶体を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、高密度な多結晶体を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、攪拌機構を活用した多結晶の移送を試みた。その結果、プロペラ攪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。プロペラ攪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、添加物効果と攪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。