



Title	III-V族多結晶窒化物半導体の分子線結晶成長と評価に関する研究
Author(s)	反保, 衆志
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/43424">https://hdl.handle.net/11094/43424</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">&lt;a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">&lt;/a&gt;</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	反保衆志
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17034 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子情報エネルギー工学専攻
学位論文名	III-V族多結晶窒化物半導体の分子線結晶成長と評価に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 朝日 一  (副査) 教授 西川 雅弘    教授 三間 罔興    教授 堀池 寛 教授 飯田 敏行    教授 田中 和夫    教授 西原 功修 教授 粟津 邦男

### 論文内容の要旨

本論文は、MBE法により多結晶窒化物半導体の成長を試み、それらの結晶構造、光学特性、電気特性、またそれらの関連について明らかにした。本論文は8章構成である。

第1章では、研究背景、および研究目的を述べた。

第2章では、本研究で結晶成長に用いたガスソース MBE 法の特徴と実験装置を説明し、成長した材料に対する評価方法について述べた。

第3章では、単結晶の窒化物半導体の構造や、物性値についてまとめた。

第4章では、ECR-MBE法により、ガラス基板上多結晶 GaN の成長条件、成長モードを明らかにし、成長の最適化を図り、それらの光学特性について詳細に調べた。成長の最適化においては成長温度が重要な要素であり、最適化された GaN は、多結晶でありながら非常に強い PL 発光特性を示すことを示した。その発光強度は、MOCVD で作製された単結晶 GaN とほとんど変らなかった。また、様々な条件で作製されたサンプルの、PL 発光起源についても明らかにした。

第5章では、ECR-MBE法と NH<sub>3</sub>-MBE法で作製されたサンプルの成長モード、光学特性の比較を行い、それらのメカニズムに対して考察を行った。NH<sub>3</sub>-MBE法で作製されたサンプルは、ECR-MBE法で作製されたものよりさらに強い PL 発光を示した。それは、多結晶 GaN の結晶構造の違いによるものではないかと提案した。また、伝導形の制御を行い、pn 接合ダイオードを作製し、その整流特性について調べた。

第6章では、多結晶でも強く発光する特性を生かし、安価・大面積さらに、裏面から電極が取れるなどの多くの利点を有する、金属基板上に GaN を試みた。最初に、金属基板の種類による、光学特性、電気特性についての違いを明らかにした。ガラス基板上の GaN では見られない、金属基板特有の立方晶の GaN の混入についても、成長温度、表面粗さが大きな原因であることを明らかにした。

第7章では、多結晶窒化物を用いた新しい応用として、FED用の電子源としての利用を提案した。Mo基板上に成長することにより、多結晶であるゆえの表面の凹凸を積極的に利用でき、裏面から電極が取ることができるなど、電子放出源として理想的な系であると思われる。そこで、Mo上にGaNの成長を試み、そのエミッション特性を調べた。GaNについては、小さなしきい電界で、実用レベルに近い電流密度が得ることができた。

第8章では、本研究で得られた成果について要約した。

## 論文審査の結果の要旨

Ⅲ-V族窒化物半導体は、近年、青色の発光ダイオードやレーザーとして実用に供せられている。本論文は窒化物半導体を用いながらも、多結晶という従来の発光デバイスの枠を超えた研究であり、以下の結果を得ている。

(1)分子線結晶成長法を用いて、非晶質のガラス基板上の GaN の成長を試み、成長条件を最適化することにより、単結晶 GaN と同程度の PL 発光を示す試料を得るのに成功している。また、伝導形の制御も可能であることを明らかにしている。これらの結果は、安価で大面積な発光デバイスへの応用の可能性を示すものであり、従来実現されていない多結晶フォトニクスという新しい分野を切り拓いている。

(2)多結晶 GaN の原料を変えて成長を試み、pn 接合を作製し、ダイオード特性を確認している。この結果は、大面積発光ダイオードの実現に向け弾みをつけるものである。

(3)多結晶 GaN の原料の違いによる成長モードの違い、共通する強い PL 発光の観測に関して、その発光のメカニズムを明らかにしている。従来のⅢ-V族半導体とは異なる、GaN の特異な物性を多結晶 GaN の特性から明らかにしており、GaN の物性研究に大きく寄与している。

(4)多結晶 GaN の新しい利用を狙いとして、金属基板上への成長を試み、強い PL 発光特性を確認している。また、金属基板の種類により、理論的に予想される通りの接合形態を示すことを明らかにしている。ガラス基板に加え、金属基板上でも強い PL 発光を示す GaN を得ることができることは、GaN 単体での発光デバイスにとどまらず、様々な機能を持つ薄膜との積層による機能融合を可能とするものであり、本研究の結果は多結晶 GaN の応用の幅を大きく広げるものである。

(5)多結晶 GaN が凹凸の表面を持つこと、また大面積成長が可能であるという特長を生かすものとしての電界電子放出源への応用を狙いとして、電界電子放出特性を調べ、実用レベルに近い取り出し電流を得ている。今後、表面状態のコントロール、ドーピング制御を行うことにより、更なる特性向上が期待できることを示唆している。

以上のように本論文は、MBE 法による多結晶 GaN の結晶成長および成長メカニズム、結晶構造、特異な物性について明らかにしており、GaN の結晶成長、物性研究の発展に寄与するものである。多結晶 GaN の強い発光特性、伝導形制御可能性、ダイオード特性の観測・実現は、安価・大面積の発光デバイスへの応用の可能性を示し、多結晶フォトニクスという新しい応用分野を切り拓くものである。また、新しい電子放出源としての多結晶 GaN の利用は工業的にも大きな寄与をするものである。よって本論文は博士論文として価値があるものと認める。