

Title	III-V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)	岩田, 拓也
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3143962
DOI	10.11501/3143962
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	岩 田 拓 也		
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学位記番号	第 1 3 8 4 8 号		
学位授与年月日	平成10年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電磁エネルギー工学専攻		
学位論文名	Ⅲ-V 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 権田 俊一		
	(副査) 教授 中井 貞雄 教授 飯田 敏行 教授 西原 功修 教授 西川 雅弘 教授 堀池 寛 教授 三間 圀興		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、分子線結晶成長法を用いたⅢ-V窒化物半導体のV族混晶と非晶質基板上の成長及びその物性評価に関する研究の成果をまとめたもので、以下に示す7章から構成されている。

第1章では、本論文の背景、目的及び論文の構成について述べている。

第2章では、本研究で考案した磁場印加型イオン除去 ECR (Electron Cyclotron Resonance) ラジカル窒素源と分子線結晶成長法について述べている。

第3章では、窒化物半導体の分子線結晶成長特性を調べ、GaNの新しい表面再配列構造の発見や、磁場印加型イオン除去セルの優れた特性、作製したGaN薄膜の良質な結晶性について述べている。

第4章では、従来未開拓のGaNP, GaNAs窒化物V族混晶の結晶成長に成功し、特有な禁制帯幅の組成依存性とその物性を明らかにしている。

第5章では、GaNの分子線結晶成長における基板及び基板面方位依存性について、GaNの発光強度、スペクトル形状の観点から評価し、それほど顕著な依存性は示さないことを明らかにしている。

第6章では、基板からのエピタキシャル情報が期待できない非晶質ガラス基板上のGaN結晶成長を行い、それが多結晶構造にもかかわらず非常に高い発光効率を示し、単結晶とは異なる光物性をもつことを明らかにしている。また、非晶質ガラス基板上GaNのn形p形伝導性制御も可能なことを明らかにし、新しい多結晶光デバイス応用への提案を行っている。

第7章では、第2章から第7章の研究結果を総括した本論文の結論と、本研究の今後の光物性、固体物理学への寄与、そして今後の展開について述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

Ⅲ-V窒化物半導体は、発光素子への応用で注目を浴びている材料であり、研究が進めばより応用が広がる可能性をもっているが、このためには結晶成長の基礎過程の理解や、混晶系、多結晶系など従来とは異なるアプローチでの研究が必要である。本論文は、このような観点から行った研究をまとめたもので、主な成果を要約すれば以下の通り

である。

- (1)分子線結晶成長法により成長を行っているが、窒素の活性化のために ECR プラズマを用い、磁場によりイオンを基板に到達させないようにしたセルを新たに開発し、これを用いてサファイア上 GaN の成長過程を調べ、従来はみられなかった表面再配列構造を見出すとともに、欠陥の少ない良質な GaN 薄膜結晶の作製に成功している。
- (2)格子定数の変化が少なく禁制帯幅の変化の大きい材料という観点から、GaN に P あるいは As を加えた GaNP あるいは GaNAs の結晶成長を試み、P, As の組成比がそれぞれ約1.5%, 0.9%以上では相分離が生ずること、禁制帯幅の組成依存性が大きいことを明らかにしている。
- (3)基板として c-, a-, r-, m-面サファイア, LGO の結晶を用いて GaN 結晶を成長し、その発光を調べて、これらのいずれの基板を用いてもその強度は大きな差を示さないことを明らかにしている。
- (4)基板としてアモルファスな石英ガラスを用いて GaN の作製を試み、その発光を調べて、発光ピークはブロードであるが、その積分強度はサファイア上 GaN より 1 桁程度大きくなることを見出している。この GaN の構造が多結晶であること、発光が結晶粒内の特異な構造による可能性などを示し、このような系の応用上の重要性を指摘している。

以上のように本論文は、窒化物半導体に関し、結晶成長の新たな手法の導入、新たな禁制帯幅の制御法、多結晶、非晶質系材料への展開など、今後の窒化物半導体の応用の発展をうながす重要な知見を与えており、光・電子材料工学、素子工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。