



Title	Study on quantum structures self-formed by growing Gap/InP short-period superlattices and their application to optical devices
Author(s)	金, 成珍
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40640">https://hdl.handle.net/11094/40640</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">大阪大学の博士論文について</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	金 成 珍
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	第 13851 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	Study on quantum structures self-formed by growing GaP /InP short-period superlattices and their application to optical devices (GaP/InP 短周期超格子成長による自己形成量子構造及びその光素子への応用に関する研究)
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 圭興 教授 谷口 研二

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ガスソース分子線エピタキシーを用いたGaP/InP短周期超格子の成長により自己形成される量子構造及びその光素子への応用に関する研究の成果をまとめたもので、以下に示す8章で構成されている。

第1章では、本研究の背景及び目的について述べるとともに本論文の構成を示している。

第2章では、本研究で用いたガスソース分子線エピタキシー法の概略を述べ、基本的な実験の原理、実験装置、及び実験方法などについて述べている。

第3章では、GaP/InP短周期超格子をGaAs基板上に成長することにより、自己形成される量子構造と基板面方位との関係を、透過電子顕微鏡(TEM)、フォトルミネセンス(PL)などを用いて調べるとともに、自己形成量子構造の特性、自己形成メカニズムについて明らかにしている。また高指数面の基板上にGaP/InP短周期超格子を成長することにより、高密度、高均一性の良質な量子ドット構造の作製が可能であることを示している。

第4章では、GaP/InP短周期超格子のパラメタと自己形成量子構造との関係を明らかにするとともに、自己形成量子構造の物性について評価している。

第5章では、GaAs(011)基板上にGaP/InP短周期超格子を成長することにより、自己形成量子細線構造の直線性や均一性が向上することを明らかにしている。

第6章では、多重量子ドットのPLピークの半値幅が温度と共に広がる問題を検討するために、多重量子ドットの光学特性におけるGaP/InP短周期超格子の厚さとInGaP障壁層の厚さとの関係を調べ、適当な条件でPLピーク半値幅の温度変化に改善があることを明らかにしている。また多重量子ドットのPLピークエネルギーの微小な温度変化は、多重量子ドット内部の多軸性応力の存在に起因することを示している。

第7章では、自己形成量子ドット構造が光素子に応用可能なことを証明するために、発光ダイオードを作製して、エレクトロルミネセンス特性を評価し、優れた特性を持つことを明らかにしている。

第8章では、本研究の総括として、結論と展望について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

量子ドットなどの半導体量子構造は、物理的及び応用上の観点から注目されているが、高密度、高均一な構造の作製が問題となっている。本論文は従来とは異なる自己形成法を用いて量子構造を作製し、その素子応用を試み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) GaP/InP 短周期超格子を GaAs 基板上にガスソース分子線エピタキシー法により成長することにより自己形成される量子構造と基板面方位との関係を調べ、(100), (011) 面上では量子細線が形成され、特に GaAs (011) 基板上では、直線性や均一性が向上することを明らかにしている。(N11) ( $N = 2 \sim 5$ ) 面上では量子ドットが形成され、さらに、(111) 面上では量子井戸が形成されることを明らかにしている。これらの自己形成メカニズムを吸着原子の移動、結晶内歪などを考慮して説明している。しかも高指數面の基板上では高密度、高均一な量子ドット構造の作製が可能なことを示している。
- (2) GaP/InP 短周期超格子を InGaP 障壁層で挟んだ多重量子細線、多重量子ドット構造における GaP/InP 短周期超格子のパラメタと自己形成量子構造との関係を明らかにしている。
- (3) 多重量子ドットの光学特性における GaP/InP 短周期超格子の厚さと InGaP 障壁層の厚さとの関係を調べ、一般的には PL ピーク半値幅が温度上昇により広がるが、適当な条件ではその温度変化に改善があることを明らかにしている。また多重量子ドットの PL ピークエネルギーが温度により少し変化する現象は、多重量子ドット内部の多軸性応力の存在によることを示している。
- (4) 自己形成量子ドット構造を用いて発光ダイオードを作製し、そのエレクトロルミネンスが優れた特性を持つことを明らかにし、光素子に応用することの可能性を示している。

以上のように本論文は、新しい自己形成法を用いることにより、高密度、高均一、良質な半導体量子構造の作製及びその素子応用が可能であることを示したもので、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。