



Title	MOMBE法によるGaAs量子細線構造の作製に関する研究
Author(s)	野村, 康彦
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40355">https://hdl.handle.net/11094/40355</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 <sup>の</sup>野 <sup>むら</sup>村 <sup>やす</sup>康 <sup>ひこ</sup>彦

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 2 7 1 4 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 8 年 9 月 30 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第2項該当

学 位 論 文 名 MOMBE 法による GaAs 量子細線構造の作製に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 権 田 俊 一

(副査)  
教 授 中 井 貞 雄 教 授 西 川 雅 弘 教 授 三 間 罔 興  
教 授 井 澤 靖 和 教 授 西 原 功 修

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、MOMBE 法による量子細線構造の作製に関する研究の成果をまとめたもので、7 章から構成されている。

第 1 章では、GaAs 量子細線構造作製に関する研究の背景と現状について述べ、本研究の目的を示している。

第 2 章では、段差を形成した GaAs( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B 基板上への GaAs MOMBE 成長における( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B 面上およびメサ側面(( $1\bar{2}\bar{2}$ )A 面)上での成長速度を検討し、III 族原料として TMGa を用いた場合、高 As<sub>4</sub> 圧下において GaAs がメサ側面上に優先的に成長する、いわゆるラテラルエピタキシが生じることを示している。一方、TEGa を用いた場合には、ラテラルエピタキシは生じないが、この違いについて考察している。

第 3 章では、上述の成長過程を、走査型マイクロプローブ反射高速電子回析法( $\mu$ -RHEED 法)により実時間観察し、成長中( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B 面が( $2\times 2$ )表面再配列構造を維持し続ける場合にラテラルエピタキシが生じることを明らかにしている。またこの際に生じた( $0\bar{1}\bar{1}$ )ファセットの成長時間に伴う幅変化を求め、( $0\bar{1}\bar{1}$ )ファセット面上の成長速度を算出している。

第 4 章では、 $\mu$ -RHEED 法を用いて、GaAs MBE 成長における( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B 面上での Ga 原子の表面拡散長を測定し、( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B 面上では(001)面上のような異方性が観測されないことを明らかにしている。また、表面再配列構造の変化に伴い拡散長の活性化エネルギーが変化すること、および拡散長がわずかな As<sub>4</sub> 圧の増加により急激に減少することを示している。

第 5 章では、トリシジメチルアミノアルシン(TDMAAs)を用いた新規 GaAs 基板クリーニング法を提案している。本方法により、低温( $\sim 400^\circ\text{C}$ )で平坦な GaAs 基板クリーニングを実現し、この表面上に GaAs バッファ層を形成せずに MBE 成長した量子井戸のフォトルミネッセンス(PL)特性には、顕著な劣化が認められないことを述べている。さらに、TMGa と TDMAAs を原料とする MOMBE 成長においても、ラテラル成長が生じることを示している。

第 6 章では、以下の結果に基づき、MOMBE 法によりラテラル成長した GaAs を、MBE 成長 AlAs で埋め込むことにより、量子細線構造の作製が可能であることを示している。また、AlGaAs を埋め込み層とした量子細線構造の PL およびカソードルミネッセンス測定結果から、GaAs バルクの発光エネルギーから約 80 meV 高エネルギー側にピーク

をもつ発光が、量子細線に起因するものであることを示している。

第7章では、本研究による成果をまとめ、結論としている。

## 論文審査の結果の要旨

量子細線や量子箱などのいわゆる半導体極微構造は、電子や光子の量子性を固体中で観測でき、これを工学的に利用できる可能性があるため、理学的および工学的の双方の視点から注目されている。しかし、そのサイズや作製位置の精密な制御がむずかしく、作製については種々の試みがなされている。本論文はMOMBE(有機金属分子線エピタキシー)法を用い、この方法に特長的な結晶成長過程を活用して、GaAs量子細線構造を作製するプロセスについて研究したもので、主な成果を要約すれば次の通りである。

- (1) GaAsのMOMBE成長において、III族原料としてTMGaを用いた場合、段差を形成したGaAs( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B基板上では、高As<sub>4</sub>圧下でメサ側面( $(1\bar{2}\bar{2})$ A面)上にGaAsが優先的に成長する、いわゆるラテラルエピタキシーが生じることを見出している。III族原料としてTEGaを用いた場合はラテラルエピタキシーは生じない。原料によるこの差を、TEGaは分解が容易で( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B面上にも成長し易いためと説明している。
- (2) ビーム径10 nm程度の電子線を用いて表面の電子回析像をとる走査型マイクロプローブ反射高速電子回析( $\mu$ -RHEED)装置を試作して成長装置に組みこみ、ラテラルエピタキシーの成長過程を実時間で調べて、成長中に( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B面が( $2\times 2$ )表面再配列構造を維持し続ける場合にこの成長が生じることを明らかにしている。
- (3) 基板面方位が、成長の基礎過程であるGa原子の表面拡散に、どのように影響を与えるかを調べるため、 $\mu$ -RHEED法を用いて( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )B面上の表面拡散長を求め、(001)上のような異方性が観測されないこと、表面再配列構造の変化により拡散長の活性化エネルギーが変化すること、As<sub>4</sub>圧のわずかな増加により拡散長が急激に減少することを明らかにしている。
- (4) トリスジメチルアミノアルシン(TDMAAs)を用いたGaAs基板の新しいクリーニング法を提案し、低温( $\sim 400^\circ\text{C}$ )で平坦なクリーニングができること、その上の成長特性がよいことを明らかにしている。さらに、TMGaとTDMAAsを用いた成長でもラテラルエピタキシーが生ずることを示している。
- (5) 上述の結果に基づき、MOMBE法によりラテラル成長したGaAsを、AlAsのMBE成長により埋めこむことにより量子細線構造の作製が可能であることを示し、作製した量子細線からの発光を観測して、この作製法の有効性を実証している。

以上のように本論文は、MOMBE法の基礎的な研究から、量子細線構造という今後より必要となると考えられる極微構造を作製する成長方法と、その物理的、化学的成長機構を示したもので、電子材料工学及び素子工学に寄与するところが多い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。