



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Formation and Characterization of Strained Inx Ga1-x As Quantum Wires on GaAs Vicinal (110) Substrates by Molecular Beam Epitaxy                |
| Author(s)    | 沈, 炳魯   |
| Citation     | 大阪大学, 1999, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/41477">https://hdl.handle.net/11094/41477</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           | 沈 炳 魯   |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)   |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 4 7 3 3 号   |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成11年3月25日  |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第4条第1項該当<br>基礎工学研究科物理系専攻  |
| 学 位 論 文 名     | Formation and Characterization of Strained $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ Quantum Wires on GaAs Vicinal (110) Substrates by Molecular Beam Epitaxy<br>(MBEによるGaAs微傾斜(110)基板上の歪みInGaAs量子細線の形成と特性評価) |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 中島 尚男<br><br>(副査)<br>教 授 冷水 佐壽 教 授 伊藤 正   |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は分子線成長法により GaAs (110) 微傾斜基板上に AlGaAs/GaAs 超格子層を成長し巨大ステップを作りその上 InGaAs 層を成長することによって InGaAs 量子細線を自然的に形成させ、その形成された量子細線の構造的、光学的特性を AFM, TEM, PL 等で調べ AlGaAs 巨大ステップ上の InGaAs 量子細線に関する研究結果をまとめたものである。

第1章では、本研究の背景と目的、そして量子細線の効果について述べた。

第2章では、本研究の基礎として必修的な巨大ステップの形成と巨大ステップ上の GaAs 量子細線の自然形成について概説した。

第3章では、本研究で行われた実験方法と使われた実験装置等について述べた。

第4章では、AlGaAs巨大ステップ上の InAs 層成長により自然的に行われた量子構造の形成を観測し構造分析を通じて InGaAs 量子細線形成条件を探した。

第5章では、AlGaAs 巨大ステップ上の InGaAs 層が InAs 組成変化によって変化する様子を TEM で調べ、欠陥のない良い quality の InGaAs 量子細線形成の条件と可能性を述べた。さらに、InGaAs 量子細線構造が AlGaAs 巨大ステップ上に形成されたことを TEM 観察で明らかにした。

第6章では、形成された InGaAs 量子細線を PL 測定により分析しその光学的評価に関して述べた。InAs 組成が違いう InGaAs 量子細線の PL 位置依存性からは薄い厚みで成長した InGaAs 量子細線の発光が InAs 組成が増えるほど高エネルギーの方にシフトし、偏光異方性にとっては InAs 組成が増えるほど偏光度が大きくなることに対して考察を行った。

第7章では、本研究で得られた研究結果をまとめ、その利用可能性を述べた。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、分子線成長 (MBE) を用いて  $3^\circ$  オフされた GaAs 微傾斜 (110) 基板上に AlGaAs/GaAs 超格子層を成長して巨大ステップを作製し、AlGaAs バリア層の巨大ステップのエッジに InGaAs 量子細線を形成させ、その

InGaAs 量子細線の形や InAs 組成変化による InGaAs 層の歪みと転位関係等の構造分析や偏光等の光学的特性評価に関して原子間力顕微鏡 (AFM), 透過電子顕微鏡 (TEM), フォトルミネセンス (PL) による実験的研究をまとめたものである。

巨大ステップを持つ AlGaAs 層上の InAs 層成長により自然的に行われた量子構造の形成を観測し構造分析を通じて InGaAs 量子細線形成条件を探している。成長した InAs 層が基板温度変化と共に拡散と再蒸発により量子細線と量子ドット構造に変わっていくことと InGaAs 量子細線形成のための成長条件を明らかにしている。

巨大ステップを持つ AlGaAs 層上の InGaAs 層が InAs 組成変化によって変化する様子を TEM で調べ、欠陥のない良い quality の InGaAs 量子細線形成の条件と可能性を述べている。InGaAs 層の InAs 組成変化による構造観察を通じて InGaAs 層での欠陥の発生やモアレ縞と不一致転位による格子緩和関係を示している。さらに、InGaAs 量子細線構造が AlGaAs 巨大ステップ上に形成されたことを明らかにしている。

形成された InGaAs 量子細線を PL 測定により光学的に分析しその光学的評価に対して考察を述べている。InAs 組成が違う InGaAs 量子細線の PL 位置依存性からは薄い厚みで成長した InGaAs 量子細線の発光が InAs 組成が増えるほど高エネルギーの方にシフトし、偏光異方性にとっては InAs 組成が増えるほど偏光度が大きくなることを明らかにしている。

これらの研究結果は GaAs 微傾斜 (110) 基板上での InGaAs 量子細線の形成及び InAs 組成変化による InGaAs 量子細線の構造、光学的特性に関する重要な知見を与え、デバイス応用への大きな貢献をするものである。よって、本論文は博士 (工学) 論文として、充分価値あるものと認める。